



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Abteilung Recht, Wasserkraft und Entsorgung

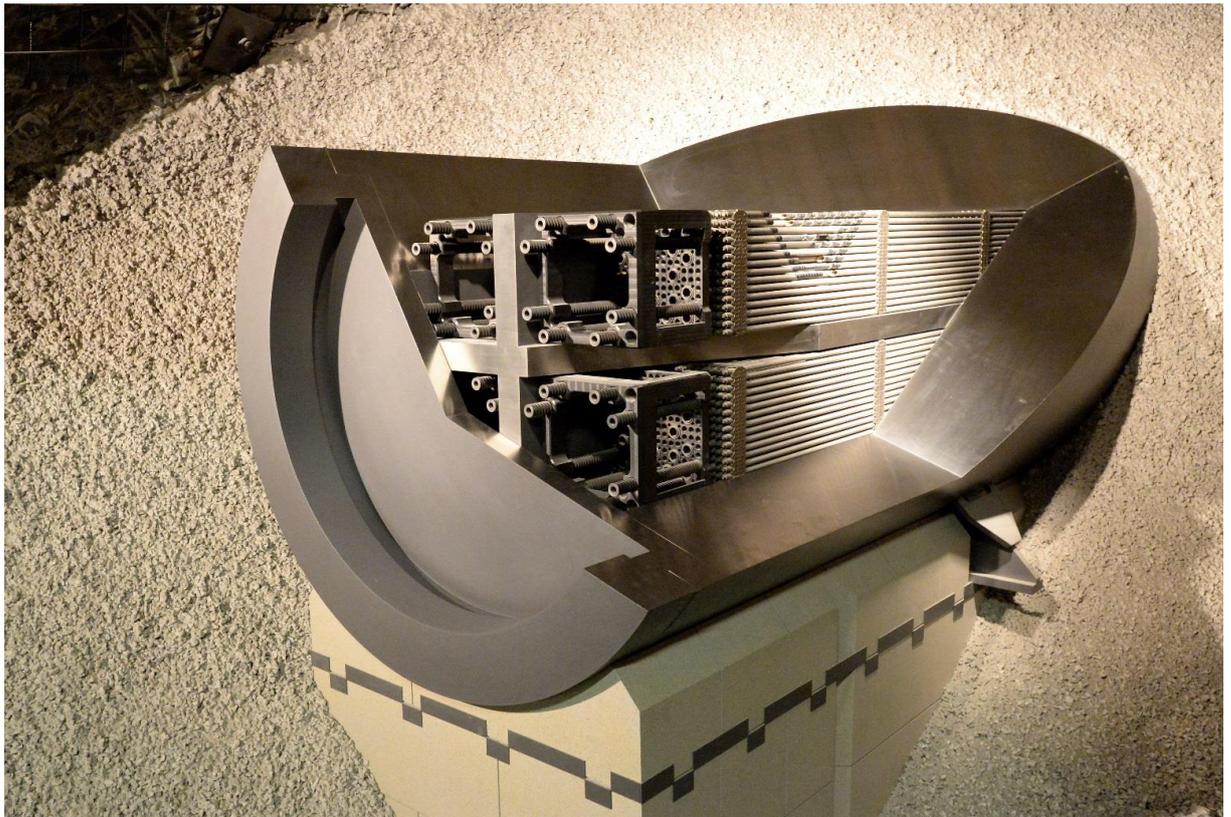
Juni 2016

Jahresbericht 2015

Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb)

Rapport annuel 2015

Groupe de travail de la Confédération pour la gestion
des déchets nucléaires (Agneb)



Mitglieder der Arbeitsgruppe

Vorsitz

Franz Schnider Vizedirektor und Leiter der Abteilung Recht, Wasserkraft und Entsorgung, Bundesamt für Energie (BFE)

Mitglieder

Dr. Peter Allenspach Direktionsmitglied und Leiter Fachbereich Logistik, Paul Scherrer Institut (PSI)
Dr. Sébastien Baechler Leiter der Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für Gesundheit (BAG)
Thomas Baumann Sektionschef UVP und Raumordnung, Bundesamt für Umwelt (BAFU) (ab Oktober 2015)
Dr. Paul Bossart Direktor des Mont Terri Projektes, Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)
Simone Brander Leiterin Dienst Grundlagen Entsorgung, Sektion Entsorgung radioaktive Abfälle, Bundesamt für Energie (BFE)
Dr. Josef Rohrer Sektionschef UVP und Raumordnung, Bundesamt für Umwelt (BAFU) (bis August 2015)
Michael Wieser Leiter des Aufsichtsbereichs Entsorgung, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)
Leonhard Zwiauer Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Sektion Bundesplanungen, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Sekretariat Arbeitsgruppe

Dr. José Rodriguez Fachspezialist Grundlagen Entsorgung, Sektion Entsorgung radioaktive Abfälle, Bundesamt für Energie (BFE)

Zu den Sitzungen der Arbeitsgruppe zeitweise beigezogene Vertreter der Nagra

Dr. Thomas Ernst Vorsitzender der Geschäftsleitung
Dr. Markus Fritschi Mitglied der Geschäftsleitung

Regelmässig an den Sitzungen teilnehmende Mitarbeiterin des Bundesamtes für Energie

Ariane Thürler Fachspezialistin Kernenergierecht

La version française du rapport est à la fin

Titelbild:

Schnittmodell eines mit Bentonit-Granulat umgebenen Endlagerbehälters aus Stahl mit vier abgebrannten Brennelementen im Mont Terri. Aufgrund der Wärmeentwicklung ist geplant, die abgebrannten Brennelemente entsprechenden ihrer Wärmeleistung in Endlagerbehälter mit einer Wärmeleistung von maximal 1500 Watt in einer Verpackungsanlage umzupacken.

Auflage: 300
Bezug: Olivia Schneider, Tel. 058 465 07 35, olivia.schneider@bfe.admin.ch
Weitere Informationen: José Rodriguez, Tel. 058 462 56 34, jose.rodriguez@bfe.admin.ch

Bern, Juni 2016 06.16 300 860341929

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4 CH-3063 Ittigen Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11 Fax 058 463 25 00 contact@bfe.admin.ch www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb)	7
	2.1. Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle	7
3	Bundesrat und Parlament	9
	3.1. Kernenergiehaftpflichtgesetzgebung	9
	3.2. Kostenschätzungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle des Bundes	9
	3.3. Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung	9
	3.4. Parlamentarische Vorstösse	10
4	Bundesamt für Energie (BFE)	11
	4.1. Stilllegungs- und Entsorgungsfonds	11
	4.2. Umgang mit Empfehlungen der KNS.....	12
	4.3. Sachplan geologische Tiefenlager	13
	4.4. Öffentlichkeitsarbeit	22
	4.5. Forschung	23
	4.6. Internationales.....	24
5	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)	27
	5.1. Einleitung	27
	5.2. Entsorgung in den Kernkraftwerken	29
	5.3. Entsorgung im Paul Scherrer Institut (PSI).....	29
	5.4. Zwiilag Zwischenlager Würenlingen AG	30
	5.5. Transporte von Kernmaterialien und radioaktiven Abfällen	31
	5.6. Beschaffung von Transport- und Lagerbehältern	31
	5.7. Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung.....	31
	5.8. Sachplan geologische Tiefenlager	32
	5.9. Felslabors.....	32
	5.10. Forschungsprojekte des Forschungsprogramms Radioaktive Abfälle	33
	5.11. Internationaler Wissenstransfer	34
6	Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung (EGT)	37
7	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)	39
	7.1. Sachplan geologische Tiefenlager	39
	7.2. Entsorgungsprogramm 2016	39
	7.3. Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“	40
	7.4. Kontakte und Informationsaustausch	40
	7.5. Ausblick.....	41
8	Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)	42
	8.1. Betrieb und Forschung im Felslabor Mont Terri	42
	8.2. Das Mont Terri-Besucherzentrum.....	45
9	Bundesamt für Gesundheit (BAG)	47
	9.1. Sammelaktion der MIF-Abfälle.....	47
	9.2. Bund aktualisiert seine Kostenschätzungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle.....	48
10	Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)	49
11	Bundesamt für Umwelt (BAFU)	51
12	Paul Scherrer Institut (PSI)	53
	12.1. Tätigkeiten des PSI zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle.....	53

12.2. Forschungsarbeiten am PSI	53
13 Nagra	59
13.1. Sachplan geologische Tiefenlager.....	59
13.2. Inventar der radioaktiven Materialien.....	59
13.3. Technisch-wissenschaftliche Grundlagen	60
13.4. Felslabors.....	61
13.5. Internationale Zusammenarbeit	62
13.6. Öffentlichkeitsarbeiten	62
Anhang I: Ablieferung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle der Elektrizitätswirtschaft	63
Anhang II: Bestand konditionierter Abfallgebinde in der Schweiz am 31.12.2015 (gemäss ISRAM).....	64
Anhang III: Mitglieder ENSI-Rat, KNS und EGT.....	66
Anhang IV: Abkürzungsverzeichnis	68
Anhang V: Internetadressen	71
Anhang VI: Liste der parlamentarischen Vorstösse 2015.....	72
Anhang VII: Liste der im Berichtsjahr erstellten Publikationen	73
Anhang VIII: Liste zum Umgang mit Empfehlungen der KNS.....	76

1 Vorwort

Geschätzte Leserinnen und Leser

Wer sich mit der Geschichte der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz befasst, weiss, dass es auf diesem Weg immer wieder Rückschläge, Verzögerungen und neue Herausforderungen gab. So erfuhr auch die Zeitplanung im Zusammenhang mit der Entsorgung radioaktiver Abfälle in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Überarbeitungen. Frühere Zeitpläne muten aus heutiger Sicht sehr optimistisch an. Beispielsweise jener des Bundeszwischenlagers (BZL), das 1992 in Betrieb ging: Ursprünglich war vorgesehen, dass die Abfälle bis 2010 in ein Tiefenlager eingebracht würden. Nach heutiger Zeitplanung wird aber das BZL noch mindestens 40 weitere Jahre in Betrieb sein. Welches sind die Auswirkungen der verlängerten Zwischenlagerung? Derartige Fragen, die sich aus neuen Zeithorizonten ergeben, waren im Berichtsjahr zentral für verschiedene Bereiche in der Entsorgung und die Arbeit der Agneb.

Das Auswahlverfahren für Standorte von geologischen Tiefenlagern hat 2015 eine Verzögerung von rund einem Jahr erfahren. Bei der Überprüfung des von der Nagra im Dezember 2014 eingereichten «2x2-Vorschlags» ist das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI zur Auffassung gelangt, dass die Nagra zusätzliche technisch-wissenschaftliche Unterlagen nachliefern muss, ohne die eine abschliessende Beurteilung nicht möglich ist. Die damit verbundene Verzögerung mag bedauerlich sein, aber das im Konzeptteil «Sachplan geologische Tiefenlager» definierte Verfahren stellt die Sicherheit an erste Stelle, was richtig ist und von niemandem angezweifelt wird. Die Priorität der Sicherheit ist im Gegenteil die zentrale Stärke des Verfahrens.

Im Frühling 2015 hat der Bundesrat die aktualisierten Kostenschätzungen für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen aus seinem Verantwortungsbereich, das heisst aus Medizin, Industrie und Forschung, zur Kenntnis genommen. Seit der letzten Schätzung im Jahre 2000 haben sich die Kosten mit 1,4 Milliarden Franken fast verdreifacht. Denn auch hier haben sich die zeitlichen Erwartungswerte stark verändert. Bei der letzten Schätzung stand das – später abgelehnte – Lagerprojekt am Standort Wellenberg (NW) im Vordergrund, und es wurde mit einer relativ baldigen Realisierung eines Tiefenlagers für schwach- und mittlerradioaktive Abfälle gerechnet. Die vom Bund zu tragenden Kosten für die Entsorgung hängen von den Realisierungskosten für geologische Tiefenlager insgesamt ab. Die nächste Kostenschätzung der Entsorgungspflichtigen wird Ende 2016 eingereicht werden, und bis Ende 2018 wird dem Bundesrat wiederum eine aktualisierte Kostenschätzung für die Bundesabfälle unterbreitet.

Mit den Jahren können sich auch Rahmenbedingungen ändern, so dass sich eine Überprüfung von grundsätzlich Bewährtem aufdrängt. Das gilt auch für das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle der Agneb. Seit seiner Einführung im Jahre 2008 hat sich einiges verändert. Beispielsweise wurde die ehemalige Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) in das heutige unabhängige ENSI überführt und das ENSI hat seither seine Forschungstätigkeiten ausgebaut. Auch das Forschungsprogramm der Agneb besteht derzeit vorwiegend aus Projekten, die vom ENSI durchgeführt werden. Die Agneb erachtet die Fortsetzung eines gemeinsamen Forschungsprogramms zwar grundsätzlich als sinnvoll, will sich aber an einer Retraite im Jahr 2016 vertiefte Gedanken über dessen Ausrichtung und dessen Inhalte für die Periode von 2017–2020 machen.

2015 wartete auch noch mit einer Premiere auf: Ende Jahr reichte die BKW das Stilllegungsprojekt für das Kernkraftwerk Mühleberg beim BFE ein. Damit beginnt das erste Stilllegungsverfahren für einen Leistungsreaktor der Schweiz – eine neue Herausforderung in der Entsorgung für radioaktive Abfälle, gerade auch für die zuständigen Behörden.



Franz Schneider

2 Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb)

Im Februar 1978 setzte der Bundesrat die Agneb ein. Sie hat den Auftrag, die Arbeiten zur nuklearen Entsorgung in der Schweiz zu verfolgen, zuhänden des Bundesrats Stellungnahmen zu erarbeiten, die Bewilligungsverfahren auf Bundesebene zu begleiten und Fragen der internationalen Entsorgung zu behandeln. In der Agneb vertreten sind die Aufsichts-, Bewilligungs-, Gesundheits-, Umwelt- und Raumplanungsbehörden sowie die Landesgeologie und die Forschung. Die Arbeitsgruppe hat den Auftrag, dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) jährlich Bericht zu erstatten.

Die Agneb traf sich 2015 vier Mal (10. April, 12. Juni, 7. September und 11. Dezember 2015). Zentral war dabei wiederum der umfassende Informationsaustausch zu allen mit der nuklearen Entsorgung im Zusammenhang stehenden Ereignisse, Entwicklungen und Diskussionen. Das Gremium hat zudem im Berichtsjahr den Schlussbericht der Untergruppe «Abklinglager» zu den Auswirkungen einer verlängerten Abklinglagerung auf die radioaktiven Abfälle verabschiedet sowie den Antrag zuhänden des Bundesrats zur Finanzierung der Entsorgung radioaktiver Abfälle im Verantwortungsbereich des Bundes zur Kenntnis genommen und diskutiert. Im Weiteren hat sich die Agneb über die zu erwartenden Mengen an radioaktiven Abfälle des CERN und über die Erfahrungen des BAG bei der Deposition von radiumhaltigen Abfällen aus Altlasten informieren lassen.

Die Agneb verabschiedete schliesslich das aktualisierte Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle 2013–2016 (Version 2015), welches am 7. September 2015 veröffentlicht wurde. Die Agneb hielt ebenfalls fest, dass das Forschungsprogramm grundsätzlich für eine weitere Periode 2017–2020 weitergeführt werden soll. Jedoch bestehen in Bezug auf die Ausrichtung und die konkreten Inhalte unterschiedliche Auffassungen der Agneb-Mitglieder. Die Agneb beschloss deshalb, im Jahr 2016 eine Retraite durchzuführen, um das Thema Forschung vertieft zu erörtern und zu einer gemeinsamen Haltung zu finden. Eine Umfrage über mögliche Schwerpunkte und Themen für die Periode 2017–2020 wurde bei verschiedenen Behörden und Institutionen bereits durchgeführt.

2.1. Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle

Im Auftrag der Agneb führt das BFE das Forschungssekretariat des Forschungsprogramms Radioaktive Abfälle. Das Forschungssekretariat stellt im Hinblick auf die Umsetzung der geplanten Forschungsprojekte die Koordination mit dem ENSI und den anderen Bundesstellen sicher.

Das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle hat zum Zweck, die regulatorischen Forschungstätigkeiten des Bundes zu koordinieren. Im Rahmen des Forschungsprogramms werden neben technisch-naturwissenschaftlichen Projekten auch solche zu geistes- und sozialwissenschaftlichen Themen durchgeführt. Das Programm wurde in den Jahren 2006/07 von einer Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern des BFE, der damaligen Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK; seit 2009 ENSI), der damaligen Kommission Nukleare Entsorgung (KNE), der damaligen Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) sowie einer Fachhochschule erarbeitet, mit der Agneb konsolidiert und am 12. September 2008 verabschiedet. Das BFE betreut die geistes- und sozialwissenschaftlichen Projekte und das ENSI die regulatorische Sicherheitsforschung. Sie initiieren die Projekte in ihrem Bereich, vergeben die Aufträge und stellen die Finanzierung sicher. Die einzelnen Forschungsprojekte werden wissenschaftlich begleitet durch die entsprechenden Bundesstellen, und/oder Hochschulen sowie weitere Expertinnen und Experten. In Übereinstimmung mit dem «Konzept der Energieforschung des Bundes 2013–2016» der Eidgenössischen Energieforschungskommission (CORE) und dem «Energieforschungskonzept 2013–2016» des BFE wurde für das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle ebenfalls für die Jahre 2013–2016 ein Programm mit konkreten Projekten erarbeitet und am 20. Juni 2013 mit einer Medienmitteilung veröffentlicht.¹ Im Jahr 2015 bildeten die

¹ Medienmitteilung des BFE (20.6.2013): «Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle: Die Schwerpunkte 2013–2016».

Themen «Lagerauslegung», «Pilotlager: Auslegung und Inventar, Monitoringkonzept und -einrichtungen» (s. Kapitel 5.10) sowie «Begleitforschung regionale Partizipation» (s. Kapitel 4.5) die Schwerpunkte des Forschungsprogramms. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» wurden am 25. April 2015 im Rahmen des Fachseminars «Behandlung radioaktiver Abfälle in der Schweiz: Status und Trends» präsentiert.

3 Bundesrat und Parlament

3.1. Kernenergiehaftpflichtgesetzgebung

Das Schweizer Parlament hat das totalrevidierte Kernenergiehaftpflichtgesetz (KHG) am 13. Juni 2008 verabschiedet und die internationalen Übereinkommen von Paris und Brüssel ratifiziert. Mit der Totalrevision erhöht sich die Deckungs- bzw. Versicherungspflicht für nukleare Schäden. Sie bringt ferner eine wesentliche Vereinfachung des Entschädigungsverfahrens und damit eine Verbesserung des Opferschutzes mit sich.

Das neue KHG kann erst in Kraft gesetzt werden, wenn auch das revidierte Pariser Übereinkommen in Kraft tritt. Dies ist erst möglich, wenn mindestens zwei Drittel der 16 Vertragsparteien das revidierte Pariser Übereinkommen ratifiziert haben. 13 dieser 16 Vertragsparteien sind Mitglieder der Europäischen Union (EU). Der Rat der EU hat entschieden, dass alle betroffenen EU-Staaten das Pariser Übereinkommen gemeinsam ratifizieren müssen. Mit einem Inkrafttreten des revidierten Pariser Übereinkommens ist frühestens anfangs 2017 zu rechnen.

Die Kernenergiehaftpflichtverordnung (KHV) ist vom Bundesrat am 25. März 2015 verabschiedet worden und wird zusammen mit dem KHG in Kraft gesetzt werden.

Die Verordnung legt den durch private Versicherungen zu deckenden Mindestbetrag auf 1 Milliarde Franken fest und definiert die Deckungsrisiken, welche die Versicherungen ausschliessen dürfen. Weiter enthält die Verordnung die Methode zur Berechnung der von den Inhaberinnen und Inhabern von Kernanlagen zu entrichtenden Prämien an die Bundesversicherung. Die Bundesversicherung übernimmt nukleare Schäden bis 1,2 Milliarden Euro, die nicht durch die private Versicherung gedeckt sind oder über deren Deckungssumme hinausgehen.

Die KHV setzt zudem die Deckungssumme für Anlagen zur Nuklearforschung und für das Bundeszwischenlager auf 70 Millionen sowie für bestimmte Transporte von Kernmaterialien auf 80 Millionen Euro fest. Ferner sieht sie eine von der Anlagenversicherung getrennte Versicherung für Transporte von Kernmaterialien vor.

3.2. Kostenschätzungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle des Bundes

Der Bundesrat hat im April 2015 Kenntnis von den aktualisierten Kostenschätzungen für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle des Bundes genommen. Die letzte Schätzung aus dem Jahre 2000 rechnete mit Kosten von 300 Mio. – 360 Mio. Franken für die Entsorgung im Zeitraum 2000-2040. Die aktuelle Schätzung geht von insgesamt 1,4 Mrd. Franken aus. Im Vergleich dazu stand im Jahre 2000 das abgelehnte Lagerprojekt am Standort Wellenberg (NW) im Vordergrund, und es wurde mit einer relativ raschen Realisierung eines Tiefenlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle gerechnet. Dem Bundesrat wird bis Ende 2018 eine erneute Kostenschätzung unterbreitet.

3.3. Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung

Zur Verbesserung der Governance des Stilllegungsfonds und des Entsorgungsfonds beschloss der Bundesrat im Oktober 2015 eine weitere Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung. Dabei werden einerseits die personellen Verflechtungen zwischen Aufsichtsbehörde und Fondsgremien aufgehoben und andererseits wird die Aufsicht des Bundes über die Fonds gestärkt. Zudem werden die bestehende Praxis zur Erstellung der Kostenstudien durch die Betreiber und deren anschliessende Überprüfung angepasst und neu ausdrücklich in der Verordnung festgehalten. Die neuen Regeln treten per 1. Januar 2016 in Kraft.

3.4. Parlamentarische Vorstösse

Im Berichtsjahr wurden zwölf parlamentarische Vorstösse im Themenbereich Entsorgung radioaktiver Abfälle eingereicht: drei Interpellationen, eine Anfrage, eine Motion, eine parlamentarische Initiative, ein Postulat und fünf Fragen während der Fragestunden. Die Vorstösse betrafen mehrheitlich den Einengungsvorschlag der Nagra in Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager sowie finanzielle Aspekte der Entsorgung. Weitere Themen waren die Umweltverträglichkeitsprüfung UVP, der Entsorgungsnachweis SMA und die «Lebensdauer» eines Tiefenlagers. Die parlamentarische Initiative zu einer möglichen internationalen Lösung für die Entsorgung wurde Ende 2015 vor der Behandlung im Rat zurückgezogen. Eine Liste aller im Berichtsjahr eingereichter oder beantworteter parlamentarischer Vorstösse findet sich in Anhang VI.

In der Herbstsession 2015 hat der Nationalrat die Standesinitiative des Kantons Schaffhausen 13.302, «Mitbestimmungsrechte der Bevölkerung beim Bau eines Endlagers für radioaktive Abfälle», mit 112 zu 78 Stimmen abgelehnt. Der Vorstoss hatte auf eine Änderung des Kernenergiegesetzes KEG abgezielt, wonach die formelle Zustimmung eines Standortkantons für ein Tiefenlager erforderlich wäre («kantonales Vetorecht»). Mit der Ablehnung der Standesinitiative Schaffhausen wurde der insgesamt vierte Vorstoss zu einem kantonalen Vetorecht innert vier Jahren vom Parlament verworfen. Im Jahr 2013 hatte der Nationalrat eine ähnliche Standesinitiative aus dem Kanton Nidwalden noch mit 111 zu 68 Stimmen angenommen, diese scheiterte jedoch anschliessend an der wiederholten Ablehnung des Ständerats.

4 Bundesamt für Energie (BFE)

4.1. Stilllegungs- und Entsorgungsfonds

Wer radioaktiven Abfall erzeugt, ist gesetzlich verpflichtet, diese auf eigene Kosten sicher zu entsorgen. Entsorgungskosten, die während dem Betrieb der Kernkraftwerke (KKW) anfallen, wie z. B. Untersuchungen der Nagra oder der Bau von Zwischenlagern, müssen von den Betreiber/innen laufend bezahlt werden. Hingegen werden die Kosten für die Stilllegung der KKW sowie die nach ihrer Ausserbetriebnahme anfallenden Kosten für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle durch zwei unabhängige Fonds sichergestellt: den Stilllegungsfonds für Kernanlagen und den Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke.

Beide Fonds werden durch Beiträge der Betreiber/innen geäufnet. Sie werden als eigene Rechtspersönlichkeiten mit Sitz in Bern geführt und sind der Aufsicht des Bundesrats unterstellt. Auch der Rückstellungsplan der Betreiber/innen für Entsorgungskosten, die vor der Ausserbetriebnahme der KKW anfallen, ist unter Aufsicht gestellt.

4.1.1. Kostenstudien 2011 zu den Stilllegungs- und Entsorgungskosten

Grundlage für die Berechnung der Beiträge der Betreiber/innen in den Stilllegungs- und Entsorgungsfonds bilden Kostenstudien, die gemäss Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV, SR 732.17) alle fünf Jahre aufgrund des neusten Stands von Wissen und Technik aktualisiert werden müssen. Die Kostenstudien wurden von swissnuclear im Auftrag der Kommission für den Stilllegungs- und Entsorgungsfonds durchgeführt. Die voraussichtlichen Kosten für die Stilllegung der schweizerischen KKW, die Nachbetriebsphase und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle betragen gemäss den vom ENSI überprüften Kostenstudien 2011 20,654 Milliarden Franken (Preisbasis 2011). Die Kosten für die Nachbetriebsphase aller fünf schweizerischen KKW betragen 1,709 Milliarden Franken (Preisbasis 2011). Diese Kosten werden von den Betreiber/innen direkt finanziert und sind nicht Teil der Fonds. Die Kommission für den Stilllegungs- und den Entsorgungsfonds hat die Beiträge der Betreiber/innen in die beiden Fonds für die Veranlagungsperiode 2012–2016 im Jahr 2012 entsprechend verabschiedet. Die nächsten Kostenstudien sollen gleichzeitig mit einer Aktualisierung des Entsorgungsprogramms durchgeführt und 2016 eingereicht werden.

4.1.2. Stilllegungsfonds

Der Stilllegungsfonds für Kernanlagen stellt die Finanzierung der Kosten für die Stilllegung und den Abbruch der Kernanlagen sowie für die Entsorgung der dabei entstehenden radioaktiven Abfälle sicher. Die Stilllegungskosten für die fünf schweizerischen KKW und das Zentrale Zwischenlager (ZZL) in Würenlingen belaufen sich nach den aktuellen geprüften Berechnungen auf rund 2,974 Milliarden Franken (Preisbasis 2011). Diese Kosten müssen vollumfänglich durch den Fonds gedeckt werden.

Ende 2015 betrug das angesammelte Fondskapital 1996 Millionen Franken (2014: 1651 Millionen Franken). Die Anlagerendite betrug 2015 -0,53 % (2014: +11,52 %).

4.1.3. Entsorgungsfonds

Der Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke deckt die Kosten, die nach der Ausserbetriebnahme der KKW für die Entsorgung der Betriebsabfälle und der abgebrannten Brennelemente anfallen. Die Entsorgungskosten belaufen sich nach den aktuellen geprüften Berechnungen auf rund 15,970 Milliarden Franken (Preisbasis 2011). Bis Ende 2015 sind davon rund 5,45 Milliarden Franken bezahlt worden (z. B. Forschungs- und Vorbereitungsarbeiten, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, Erstellung ZZL, Beschaffung von Transport- und Lagerbehältern). Weitere Kosten von 2,1 Milliarden Franken werden ab 2016 bis zur Ausserbetriebnahme von den Entsorgungspflichtigen laufend beglichen. Durch den Fonds sind somit 8,4 Milliarden Franken sicherzustellen.

Ende 2015 betrug das angesammelte Fondskapital 4215 Millionen Franken (2014: 4115 Millionen Franken). Die Anlagerendite betrug 2015 -0,48 % (2014: +11,50 %).

4.1.4. Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV)

Zur Sicherstellung der finanziellen Mittel für die Stilllegung der Kernanlagen sowie der Entsorgung der radioaktiven Abfälle hat der Bundesrat im Juni 2014 eine Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung beschlossen. Er passt darin die Berechnungsgrundlagen für die jährlichen Beiträge an, welche die Betreiber in den Stilllegungsfonds für Kernanlagen und den Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke einzahlen müssen. Neu wird zudem ein Sicherheitszuschlag von 30 % auf die berechneten Stilllegungs- und Entsorgungskosten erhoben. Die neuen Regeln traten per 1. Januar 2015 in Kraft.

Eine zweite Revision der SEFV, welche sich in erster Linie mit Fragen der Governance befasst, trat per 1. Januar 2016 in Kraft. Im Zuge dieser Revision wurden folgende Änderungen vorgenommen: Die bisherige personelle Verflechtung der Aufsichtsbehörde BFE mit den Gremien der Fonds wird aufgelöst. Es sind keine Vertreter des BFE mehr in den Gremien der Fonds vertreten. Zudem werden die aufsichtsrechtlichen Interventionsmittel des Bundesrates gestärkt.

4.1.5. Vorgaben für Kostenstudien 2016 (KS 16)

Im November 2014 sind neue Vorgaben für die Erstellung der KS 16 verabschiedet worden.

Es gelten die folgenden Kernelemente für die Erstellung der KS 16:

- Neue Kostengliederung, Abkehr vom «best estimates Ansatz»
- Kalkulatorische Betriebsdauern: KKM 47 Jahre, KKB, KKG, KKL 50 bzw. 60 Jahre
- Neue einheitliche Kostenstrukturen
- Stilllegungsziel grüne und braune Wiese
- Inbetriebnahme SMA-Lager 2050, HAA-Lager 2060

Damit wird die Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit gegenüber der KS 11 deutlich verbessert. Prognoseungenauigkeiten, Chancen und Gefahren werden systematisch abgebildet. Neu wird auch die Überprüfung der Kostenstudien organisiert. Auf die sicherheitstechnische Überprüfung durch das ENSI folgt neu die Überprüfung der Kostenberechnungen durch neutrale Experten/innen.

4.2. Umgang mit Empfehlungen der KNS

Im Zusammenhang mit den Rücktritten zweier Mitglieder der KNS im Juni 2012 wurde eine Reihe von kritischen Aussagen über die bisherige Umsetzung des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager gemacht. Das GS-UVEK entschied nach Rücksprache mit der Vorsteherin des UVEK Abklärungen vorzunehmen. Die Resultate dieser Abklärungen wurden am 3. Dezember 2012 veröffentlicht.² Nicht explizit enthalten in den darin geäusserten Empfehlungen des GS-UVEK war der Umgang mit den Empfehlungen der KNS. Der Beirat Entsorgung empfahl dem BFE jedoch sicherzustellen, dass die Empfehlungen der KNS systematisch behandelt und bearbeitet werden bzw. ein allfälliges Nichteintreten auf Empfehlungen kommentiert und der KNS kommuniziert wird (s. auch Abschnitt über den Beirat Entsorgung in Kapitel 4.3.1).

Zum systematischen Umgang mit den Empfehlungen der KNS haben sich BFE, ENSI und KNS auf ein gemeinsames Vorgehen geeinigt und dieses in einem gemeinsamen Dokument festgehalten (s. auch Kapitel 8.5 und Anhang VIII). Während mehrerer Sitzungen erarbeiteten BFE, ENSI und KNS ein gemeinsames Verständnis zum systematischen Umgang mit den Empfehlungen, welche die KNS in ihren Stellungnahmen im Bereich Entsorgung und Sachplanverfahren abgibt. Unter anderem

² Medienmitteilung des UVEK (03.12.2012), «UVEK: Verfahren des Sachplans geologische Tiefenlager wird korrekt umgesetzt», sowie Bericht des Generalsekretärs des UVEK «Abklärungen des Generalsekretariates des UVEK (GS-UVEK) zu den Vorwürfen betreffend die Umsetzung des Sachplans geologische Tiefenlager», November 2012.

wurde vereinbart, dass die KNS in Zukunft festhält, an wen sich eine Empfehlung richtet (Entsorgungspflichtige, Aufsichtsbehörde oder Bewilligungsbehörde) und bis wann diese aus Sicht der KNS behandelt werden sollte. Vor der Verabschiedung ihrer Stellungnahme lädt die KNS das ENSI bzw. das BFE zu Fachgesprächen ein, um ihre Schlussfolgerungen zu präsentieren und um Fragen zu klären und Differenzen zu diskutieren. Falls sich inhaltliche Differenzen zwischen der KNS und dem ENSI abzeichnen, informiert die KNS das BFE. Bezüglich Behandlung der KNS-Empfehlungen legt das BFE in Abstimmung mit dem ENSI die Verantwortlichkeiten und Termine provisorisch fest und informiert die KNS bis spätestens zwei Monate nach Eingang einer Empfehlung darüber. Falls nötig, finden Fachgespräche mit Vertretungen von BFE, ENSI und KNS statt. Basierend auf diesen Gesprächen erstellen das BFE bzw. das ENSI provisorische Stellungnahmen mit Erläuterung und Terminierung weiterführender Massnahmen, bzw. eine abschliessende Stellungnahme mit entsprechender fachlicher Argumentation. BFE und ENSI können die Nagra mit der Umsetzung von Empfehlungen der KNS beauftragen. Was die Kontrolle und Berichterstattung anbelangt, werden die Empfehlungen der KNS in eine Liste aufgenommen. Diese Liste weist die Verantwortlichkeiten, die Termine sowie den aktuellen Stand der Behandlung einer Empfehlung aus und wird jeweils Ende Jahr aktualisiert. Am 25. November 2015 wurde an einer gemeinsamen Sitzung zwischen BFE, ENSI und KNS der Stand der Behandlung, allfälliger Handlungsbedarf, inhaltliche Differenzen und die Abschreibung der Empfehlungen erörtert. In ihren Jahresberichten bzw. im Agneb-Bericht informieren das BFE, ENSI und die KNS über den Stand der Behandlung der KNS-Empfehlungen. Die Liste mit sämtlichen KNS-Empfehlungen inkl. Adressatinnen und Adressaten, Terminen und dem Stand der Behandlung per Ende 2015 befindet sich in Anhang VIII.

4.3. Sachplan geologische Tiefenlager

4.3.1. Gremien

Das BFE ist als federführendes Bundesamt im Verfahren des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) für die Projektorganisation zuständig und stellt die Abstimmung zwischen den Tätigkeiten der involvierten Bundesstellen, Kantone, Gemeinden, Standortregionen sowie dem benachbarten Deutschland und den Entsorgungspflichtigen sicher. Seit dem Start des Auswahlverfahrens am 2. April 2008 setzte das BFE verschiedene fachliche und politische Gremien ein.

Beirat Entsorgung

Der 2009 vom Vorsteher des UVEK eingesetzte Beirat Entsorgung unter dem Vorsitz des Zuger Ständerats Peter Bieri, setzt sich im Jahr 2015 aus Sibylle Ackermann Birbaum (Theologin und Biologin), Detlef Appel (Geologe, deutscher Entsorgungsexperte), Petra Baumberger (Sprachwissenschaft- und Medienwissenschaftlerin), Andrew Walo (CEO Axpo, Vertreter der Elektrizitätswirtschaft) und Herbert Bühl (Geologe, Präsident der Eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission) zusammen.

Der Beirat berät das UVEK bei der Durchführung des Auswahlverfahrens für geologische Tiefenlager. Er begleitet das Verfahren mit dem Ziel, Konflikte und Risiken frühzeitig zu erkennen und Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Er fördert zudem den Dialog unter den Akteurinnen und Akteuren und begleitet die Öffentlichkeitsarbeit des Bundes. 2015 fanden sechs Sitzungen statt (20. Februar, 5. Mai, 26. Juni, 28. August, 8. Oktober und 15. Dezember). Die Beiratsmitglieder nahmen im Berichtsjahr zudem an diversen Veranstaltungen und Sitzungen von Gremien des Sachplanverfahrens teil.

33. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 20. Februar 2015

Am 30. Januar 2015 wurde der 2x2-Vorschlag der Nagra veröffentlicht. Dieser war Inhalt der ersten Sitzung im neuen Jahr. Zur Erläuterung des Vorschlags lud der Beirat Vertreter der Nagra ein. Im Vorfeld hatten die Beiratsmitglieder Fragen formuliert und der Nagra zugestellt. An der Sitzung erläuterten die Nagra-Vertreter insbesondere folgende Aspekte:

- Behördliche Vorgaben und Vorgehen der Nagra für ihren Entscheid zur Rückstellung von Standortgebieten.
- Abgrenzung der optimierten Lagerperimeter (zu meidende tektonische Zonen, Tiefenlage im Hinblick auf Gesteinsdekompaktion, Erosion und glaziale Tiefenerosion, bautechnische Machbarkeit, Beachtung regionaler geologischer Besonderheiten).
- Bewertung der optimierten Lagerperimeter (Wirksamkeit der geologischen Barrieren, Langzeitstabilität der geologischen Barrieren, Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barrieren, bautechnische Machbarkeit).
- Vergleichende Gesamtbewertung und Vorschläge der Nagra für die Etappe 3.

Die Antworten der Nagra auf die Fragen des Beirats u. a. zu den Aspekten Dosiswerte, Lagerperimeter und bautechnische Machbarkeit, Tiefenlage, Bewertung und Gewichtung der Indikatoren, Umgang mit Ungewissheiten, Möglichkeiten zur Optimierung, eindeutige Nachteile und Wissenstand wurden an der Sitzung mündlich erläutert.

Der Beirat wies darauf hin, dass die von der Nagra angewandten Kriterien für die Rückstellung von Standorten allenfalls strenger sind als dies gemäss Vorgaben des ENSI gefordert wird. Es stelle sich insbesondere die Frage, ob die Beurteilung der Tiefenlage im Zusammenhang mit der bautechnischen Machbarkeit und damit der Rückstellung des Standorts Nördlich Lägern als ungeeignet nachvollzogen werden könne.

Die im Dezember 2014 diskutierten Jahresziele 2015 wurden genehmigt. Der Beirat beschloss, in diesem Jahr wiederum ein Gespräch mit dem Vorsitzenden des Ausschusses der Kantone, Regierungsrat Markus Kägi (ZH), zu führen.

34. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 5. Mai 2015

Die Veröffentlichung des Forschungsberichts «Umweltpolitische Fragen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle», welcher im Rahmen des Forschungsprogramms «Radioaktive Abfälle» der Agneb erstellt wurde, hatte zu Kontroversen und Diskussionen in den interessierten Kreisen geführt. Auch im Beirat gab der Bericht Anlass zu einer kritischen Diskussion. Zudem wurde das Thema der Qualitätssicherung bei extern vergebenen Auftragsarbeiten erörtert. Der Beirat beschloss, das Thema «Forschung» an einer nächsten Sitzung zu vertiefen.

2x2-Vorschlag der Nagra

Zu den Fragen des Beirats an die Nagra, welche an der Sitzung im Februar mündlich beantwortet wurden, forderte der Beirat schriftliche Antworten. Diese hat er auf die Sitzung im Mai erhalten. Insgesamt wurden seine Fragen nachvollziehbar und verständlich beantwortet. Offen blieben für den Beirat Aspekte bezüglich der Längen möglicher Freisetzungswegen von Radionukliden aus dem Lager, der wissenschaftlichen Diskussion der Tiefenlage und des Umgangs mit Ungewissheiten. Der Beirat hielt fest, dass die Nagra eher mit konservativen, auf Sicherheit fokussierten Festlegungen als mit fundierten wissenschaftlichen Abklärungen argumentierte. Mit Sicht auf die laufenden Prüfarbeiten des ENSI beschloss er, unklare sowie methodologische Fragen zum 2x2-Vorschlag der Nagra bei Vorliegen des ENSI-Gutachtens erneut aufzugreifen.

ESchT-Stellungnahme zu den Planungsstudien für die Oberflächenanlage

Aufgrund der ESchT-Stellungnahme zu den Planungsstudien für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers vom Juli 2014 fand am 24./25. März 2015 in Brugg ein Workshop mit deutschen und Schweizer Expertinnen und Experten statt. Ein Beiratsmitglied nahm teil und informierte über die geführten Diskussionen. Der Beirat stellte fest, dass zwar viele Informationen vorhanden sind, diese aber dispers verteilt und schwer überblickbar seien. Ein Problem, welches spezifisch für Deutschland auftritt, ist die ungleiche Datenlage und damit die unterschiedliche Behandlung deutscher Gebiete in den Unterlagen der Nagra. Dies soll mit Unterstützung Deutschlands verbessert werden. Der Beirat begrüßte die Ankündigung des BFE, einen zusätzlichen Bericht zu verfassen, um den deutschen Forderungen so weit möglich und zum gegebenen Zeitpunkt sinnvoll nachzukommen.

Planung von Etappe 3

Das BFE informierte über den Stand der Planung von Etappe 3 und hob insbesondere folgende Punkte hervor:

- «Fachgremium Erdwissenschaftliche Untersuchungen» / «Begleitgruppen Sondierbohrungen»: Das ENSI hat Leitlinien für diese neuen Gremien definiert. Der Beirat beschloss, dass ein Mitglied an den Sitzungen des Fachgremiums in beobachtendem Sinne teilnimmt.
- Technischer Bericht zum Thema «Schachtkopfanlagen». Das BFE holte die Erwartungen von verschiedenen Akteurinnen und Akteure ein. Ziel des Berichts ist es, die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der partizipativen Mitwirkung bei der Festlegung der Areale für die Schachtkopfanlagen abzuschätzen.
- Anpassung der Standortregionen: Das BFE beabsichtigt, möglichst an den bestehenden Regionen festzuhalten und im Wesentlichen ähnliche Betroffenheitskriterien wie in Etappe 1 anzuwenden.

35. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 26. Juni 2015

Zum Haupttraktandum «Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle» lud der Beirat Mitarbeitende von ENSI und BFE ein. Weiter befasste er sich erneut mit der Planung von Etappe 3 sowie mit den deutlichen Forderungen an den sogenannten «Umweltbericht».

Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle

Wie an der letzten Sitzung beschlossen, verschaffte sich der Beirat einen Überblick über das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle (FP RA). Das BFE stellte die Forschungstätigkeiten beim BFE vor und wies auf die Erarbeitung des Forschungsprogramms 2017–2020 sowie eine Umfrage zur Erhebung des Forschungsbedarfs hin, an der sich auch der Beirat beteiligte. Das ENSI informierte über Inhalt und Ziele seiner Forschungsprojekte. Das durch die Forschung gewonnene Know-how dient dem ENSI dazu, die Gesuche und Vorschläge der Nagra zu prüfen sowie Fehler und Lücken zu erkennen. Das ENSI-Forschungsbudget beträgt sechs Millionen Franken (zwei Millionen stammen vom Bund und vier Millionen aus Gebühren). Von den insgesamt 60 Themen seines Forschungsplans sind 22 Projekte dem Themenkreis Stilllegung und Entsorgung zugeordnet.

Der Beirat betonte, dass die Forschung unabhängig zu sein habe und die Resultate zeitgerecht im Sachplanverfahren zur Verfügung stehen müssen. Da international viel zur Entsorgung geforscht wird, erachtet er eine breite Vernetzung als notwendig. Ziel und Zweck des Forschungsprogramms muss es sein, die unabhängige Entsorgungsforschung sicherzustellen, den Nachholbedarf – insbesondere auch bei sozial- und geisteswissenschaftlichen Fragen – abzudecken sowie Forschungsfragen des Sachplanverfahrens zu klären, um damit die gesetzlichen Vorgaben erfüllen zu können. Er stellte weiter fest, dass die personellen und finanziellen Ressourcen beim BFE für den sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschungsbereich nicht ausreichen. Der Beirat empfiehlt, den zur Zielerreichung abgestimmten Mitteleinsatz sowie die personellen Ressourcen für die Entsorgungsforschung beim BFE zu überprüfen.

BFE erstellt «Umweltbericht»

Das BFE hat die Forderungen aus Deutschland analysiert und entschieden, einen sogenannten «Umweltbericht» zu verfassen (vollständiger Titel: «Zusammenfassender Bericht über die Auswirkungen geologischer Tiefenlager – Beurteilung aus Sicht Strahlen- und Umweltschutz, basierend auf dem Kenntnisstand in Etappe 2 des Sachplanverfahrens»). Der Beirat begrüßte dies mit dem Hinweis, dass ein solcher Bericht ausschliesslich den aktuellen Stand des Wissens wiedergeben und aufzeigen könne, welche Fragen zu welchem Zeitpunkt im weiteren Verfahren geklärt werden.

36. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 28. August 2015

Die 36. Sitzung diente dem Austausch mit dem Vorsitzenden des Ausschusses der Kantone (AdK), Regierungsrat Markus Kägi, sowie dem AdK-Geschäftsführer Thomas Flüeler. Inhalt des Gesprächs waren die Rolle des Beirats und der Kantone im Sachplanverfahren, der Abschluss von Etappe 2, die

Anpassung der Standortregionen in Etappe 3, die Planung von Etappe 3 sowie die Zuständigkeiten und das Zusammenspiel der drei Staatsebenen Bund, Kantone und Gemeinden.

Wichtige Erkenntnisse

- Der Beirat soll eine aktive Rolle spielen und sich bei der Lösung von Konflikten beteiligen bzw. beigezogen werden. Die Kantone wünschen, dass der Beirat sich offensiver in das Verfahren und in die Debatten einbringt. Inputs des Beiratspräsidenten bei den Sitzungen des Ausschusses der Kantone sind erwünscht.
- Mit dem 2x2-Vorschlag sind nicht mehr alle Standortkantone gleichermaßen betroffen. Die Entsorgung radioaktiver Abfälle bleibt jedoch eine nationale Aufgabe. Denn etliche Kantone sind an den KKW beteiligt und Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung entstehen schweizweit.
- Von verschiedenen Gemeinden kommen Begehrlichkeiten zu Betroffenheit, Mitsprache und Abgeltungen. Es ist wichtig, die Frage der Abgeltungen getrennt von der Bildung der Standortregionen zu behandeln. Bei Konflikten zwischen Gemeinden müssen die Kantone einbezogen werden.
- Die Kompetenzen der Kantone und Gemeinden können nicht an die Regionalkonferenzen delegiert werden, auch wenn darin Behörden von Gemeinden vertreten sind. Die Regionalkonferenzen sind keine Institutionen im staatsrechtlichen Sinne. Die Frage der Legitimation und damit der Organisations- bzw. Rechtsform der Regionalkonferenzen muss geklärt werden.

37. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 8. Oktober 2015

Funktion, Zusammenarbeit und Zusammensetzung des Beirats

Detlef Appel gab seinen Rücktritt aus dem Beirat auf Mitte 2016 bekannt. Dies war Anlass für den Beirat, seine Rolle, Aufgaben und Zusammensetzung zu reflektieren. Der Beirat erachtet es als wichtig, auch in Zukunft bei naturwissenschaftlichen Themen auf Augenhöhe mit den wichtigsten Akteurinnen und Akteuren mitreden zu können. Daneben müssen aber nach wie vor auch wirtschaftliche, soziale, gesellschaftliche und ethische Kompetenzen vorhanden sein. Der Beirat erachtet seine Zusammensetzung grundsätzlich als geeignet zur Erfüllung seines Auftrags, entschied sich aber im Hinblick auf die Suche einer Nachfolge für Detlef Appel, im nächsten Jahr eine Auslegeordnung vorzunehmen.

Nachforderungen des ENSI zur Dokumentation des 2x2-Vorschlags der Nagra

Der Beirat liess sich vom BFE über die Nachforderungen des ENSI informieren und nahm zur Kenntnis, dass das ENSI die Nachforderung noch konkretisieren wird. Er beschloss, das Thema an der nächsten Sitzung zu vertiefen.

Planung von Etappe 3

Der Beirat befasste sich mit folgenden Schwerpunkten der Planung von Etappe 3 und empfahl, offenen Fragen frühzeitig anzugehen:

- Kriterien für die Begründung der provisorischen Standortwahl in Etappe 3. Auch in Etappe 3 steht die Sicherheit an oberster Stelle des Auswahlverfahrens. Die Frage, ob neben der Sicherheit untergeordnet allenfalls auch wirtschaftliche, gesellschaftliche, politische oder weitere Kriterien zur Anwendung kommen können, muss vor Beginn von Etappe 3 geklärt werden.
- Zeitpunkt und Umfang der Dokumentation zur provisorischen Standortwahl: Wann gibt die Nagra die provisorische Standortwahl in Etappe 3 bekannt? Welche Dokumentation ist für die Begründung der Standortwahl und nachfolgend für das Rahmenbewilligungsgesuch notwendig?
- Räumliche Ausgestaltung und Aufgaben der Standortregionen bzw. Regionalkonferenzen in Etappe 3 sowie Vertretung der regionalen Interessen nach Abschluss des Auswahlverfahrens.
- Konfliktlösung bei der blockierten 3D-Seismik: Das BFE hat diesbezüglich Gespräche mit den Gemeinden Neuhausen am Rheinfall (SH) und Jestetten (D) geführt.

38. Sitzung des Beirats Entsorgung vom 15. Dezember 2015

An der letzten Sitzung des Jahres befasste sich der Beirat erneut mit den Nachforderungen des ENSI und den Auswirkungen auf das weitere Verfahren. Weiter waren die Jahresziele 2016 traktandiert.

Nachforderungen des ENSI zur Dokumentation des 2x2-Vorschlags der Nagra

Das ENSI informierte über seine Nachforderung zu den Einengungsvorschlägen der Nagra. Es hatte die am 9. September 2015 erstmals kommunizierte Forderung mit einer Aktennotiz vom 9. November 2015 präzisiert. Herausgestrichen wurde, dass die Nagra umfangreiche und technisch-wissenschaftlich hochstehende Unterlagen eingereicht hat. Die aktuelle Nachforderung des ENSI bezieht sich auf den Indikator «Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit» und die Aussagen der Nagra zur Prüfung alternativer Lagerkonzepte bezüglich maximaler Tiefenlage und Platzbedarf, welche laut ENSI in den eingereichten Berichten nicht genügend belastbar begründet seien. Der Beirat nahm die Ausführungen sowie die Ergänzungen des BFE zu den Auswirkungen auf das Verfahren zur Kenntnis.

Jahresplanung Beirat 2016

Begleitung des Sachplanverfahrens

- Antizipative Begleitung des Sachplanverfahrens mit dem Ziel, prozedurale und politische Hindernisse und Schwierigkeiten frühzeitig zu erkennen.
- Beratung und Unterstützung bei Konflikten zwischen Akteurinnen und Akteuren des SGT-Verfahrens mit dem Bund.
- Informationsaustausch mit Präsidien sowie Akteurinnen und Akteuren der Regionalkonferenzen.
- Bei Bedarf Diskussion mit wichtigen Akteurinnen und Akteuren; z. B. Deutschland (BMUB, ESchT, Landkreise), Kantone, ENSI, KNS, Nagra, Umweltorganisationen, Wirtschaft.

Umsetzung und Planung von Etappen 2 und 3 des Sachplanverfahrens

- Sicherheit
- Raumplanung und Umwelt
- Sozioökonomisch-ökologische Auswirkungen sowie regionale Entwicklungsstrategien

Weitere Themen bzw. Aktivitäten sind die Kommunikation, Auftritte von Beiratsmitgliedern an Veranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit, Chancen- und Risikomanagement sowie Fragen zu Finanzierung, Forschung und Zwischenlagerung.

Steuerungsausschuss

Der Steuerungsausschuss trägt die politische Gesamtverantwortung für die Umsetzung des SGT. Darin vertreten sind das GS-UVEK, das BFE, das ARE, das BAFU und das ENSI. Geleitet wird der Steuerungsausschuss vom Direktor des BFE. 2015 hat dieses Gremium dreimal getagt (10. März, 12. Oktober und 8. Dezember 2015). Im Berichtsjahr gab es einen personellen Wechsel. Im März vertrat Vizedirektor Hauke Fehlberg und ab Oktober der neu gewählte Stv. Direktor Stephan Scheidegger das ARE in diesem Gremium.

An der ersten Sitzung beurteilte der Steuerungsausschuss die Kommunikation des 2x2-Vorschlags der Nagra vom 30. Januar 2015. Er befasste sich mit den anstehenden Arbeiten in Etappe 3 sowie dem Planungsstand von Etappe 3. Weiter nahm er die Kosten des Sachplanverfahrens für das Jahr 2014 sowie das Budget 2015 zur Kenntnis. Am 12. Oktober 2015 liess sich der Steuerungsausschuss über die Nachforderungen des ENSI zum 2x2-Vorschlag der Nagra informieren. Die rasche Kommunikation der erkannten Mängel im Sinne eines transparenten Verfahrens bewertete er als notwendig und richtig. Bezüglich der von zwei Gemeinden blockierten 3D-Seismikmessungen der Nagra stützte er das BFE in seinen Anstrengungen, hier noch eine Lösung herbeizuführen.

An der dritten Sitzung vom 8. Dezember 2015 stand der Rückblick auf die Informationsveranstaltungen mit Bundesrätin Leuthard in den Standortregionen Jura Ost und Zürich Nordost auf der Traktandenliste. Nachdem das ENSI seine Nachforderungen am 6. November 2015 präzisiert hatte, konnten

die Auswirkungen auf den Zeitplan beurteilt werden. Reicht die Nagra die nachgeforderten Unterlagen bis im Sommer 2016 ein, kann das ENSI sein Gutachten im 1. Quartal 2017 fertigstellen. Der Steuerungsausschuss liess sich über die anstehenden Arbeiten im 2016 informieren; mit der Erstellung eines Leitfadens zur Aushandlung der Abgeltungen in Etappe 3 und der Anpassung der Standortregionen stehen anspruchsvolle Aufgaben an.

Ausschuss der Kantone

Der Ausschuss der Kantone (AdK) stellt die Zusammenarbeit zwischen den Regierungsvertretenden der potenziellen Standortkantone sowie der betroffenen Nachbarkantone und Deutschland sicher, begleitet den Bund bei der Durchführung des Auswahlverfahrens und gibt zuhanden des Bundes Empfehlungen ab. Mitglieder des Ausschusses sind die zuständigen Regierungsrätinnen und Regierungsräte der Kantone Aargau, Nidwalden, Obwalden, Schaffhausen, Solothurn, Thurgau und Zürich. Den Vorsitz führt der Zürcher Regierungsrat Markus Kägi. Vertretende des BFE und des ENSI, des Kantons Basel-Landschaft, des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), des Umweltministeriums Baden-Württemberg, der Landkreise Konstanz und Waldshut sowie des Schwarzwald-Baar-Kreises nehmen als Beisitzer an den Sitzungen teil. Im Berichtsjahr fanden zwei Sitzungen statt. Einen personellen Wechsel gab es bei der Vertretung des BMUB. Am 25. September 2015 nahm erstmals Frau Mechthild Caspers an der Sitzung teil.

Am 8. Mai 2015 befasste sich der AdK mit der künftigen Rolle der allenfalls «zurückgestellten» Kantone. Er stellte fest, dass bis zum Bundesratsentscheid zum Abschluss von Etappe 3 keine Region definitiv ausgeschieden sei und – zumindest bis zum Vorliegen des ENSI-Gutachtens – deshalb alle Kantone noch in der Verantwortung sind. Der AdK verabschiedete das Konzept für seine Stellungnahme zu Etappe 2, welches sich an jener zu Etappe 1 orientieren soll. Er liess sich über den Stand der Begutachtung der AG SiKa/KES³ informieren und beschloss, die Begleitgruppe zur Gesellschaftsstudie mit einer Vertretung des Kantons Thurgau zu erweitern. Er nahm an der Sitzung Kenntnis von Mehrkosten für die Gesellschaftsstudie, da der Auftrag erweitert wurde. Ein Thema waren auch die Finanzen; ein Teil der Aufwendungen der Kantone wird den Entsorgungspflichtigen in Rechnung gestellt. Dafür stehen jährlich 1.2 Millionen Franken zur Verfügung. Ein angepasster Verteilschlüssel für 2015 wurde diskutiert und genehmigt. Der AdK liess sich schliesslich über den Stand der Planung von Etappe 3 sowie kurz über die Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg informieren.

Am 25. September 2015 standen die Nachforderungen des ENSI sowie die Begutachtung des «2x2-Vorschlags» der Nagra durch die kantonalen Experten auf der Traktandenliste. Der AdK nahm Kenntnis von den zeitlichen Verzögerungen für Etappe 2 durch Nachforderungen und entschied, die Berichte der kantonalen Experten abzuwarten, bevor er über die Veröffentlichung der erwarteten Befunde entscheidet. Da ein Entwurf zur Anpassung der Standortregionen zum Teil zu heftigen Reaktionen geführt hatte, legte das BFE dem AdK dazu ein Grundsatzpapier vor, welches unter Mitarbeit von Kantons- und Regionsvertretende entstanden war. Darin wurden Grundsätze sowie das weitere Vorgehen zur Überprüfung und allfälligen Anpassung der Standortregionen für Etappe 3 skizziert. Der AdK nahm dieses Grundsatzpapier zustimmend zur Kenntnis. Weiter genehmigte er den Verteilschlüssel für die Übernahme der Mehrkosten für die Gesellschaftsstudie durch die Kantone sowie den Verteilschlüssel für die Aufwandsentschädigungen 2016.

Frühstückstreffen Entsorgung

An den durch das BFE organisierten Frühstückstreffen mit Vertretenden der am Sachplanverfahren beteiligten Bundesstellen (GS-UVEK, ARE, BAFU, BFE, ENSI, KNS), den Präsidenten des Beirats Entsorgung und des Ausschusses der Kantone sowie Vertretenden der Nagra werden aktuelle Informationen ausgetauscht und für das weitere Verfahren zentrale Anliegen diskutiert. Im Berichtsjahr fanden zwei Treffen am 2. Juni und 15. Dezember 2015 in Bern statt.

³ AG SiKa/KES: Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone/ Kantonale Expertengruppe Sicherheit

Zentrale Themen beim ersten Treffen waren der 2x2-Vorschlag der Nagra, die weiteren Verfahrensschritte in Etappe 2 sowie die Planung von Etappe 3. Im Dezember standen neben dem Informationsaustausch die Nachforderungen des ENSI sowie die Anpassung der Standortregionen für Etappe 3 auf der Traktandenliste.

Projektleitung

Die Projektleitung ist für die operative Umsetzung des Sachplanverfahrens zuständig. Sie plant und koordiniert die Verfahrensschritte und stellt die Zusammenarbeit der involvierten Bundesstellen sicher. Weitere Aufgaben betreffen Qualitätskontrolle, Berichterstattung und Risikomanagement. Die Projektleitung besteht aus Vertretenden des BFE, ARE und ENSI. Sie traf sich 2015 viermal (26. Februar, 26. Mai, 27. August und 11. November). Den Vorsitz und das Sekretariat führt das BFE.

Fachkoordination Standortkantone

Um die Zusammenarbeit zwischen dem Bund und den Standortkantonen (AG, NW, OW, SH, SO, TG, ZH) auf Projektleitungsebene sicherzustellen, wurde die Fachkoordination Standortkantone ins Leben gerufen. Die Fachkoordination erarbeitet Grundlagen für den AdK, koordiniert die Arbeiten der Standortkantone und stellt die Zusammenarbeit mit dem Bund sicher.

Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone

Die Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa) plant und koordiniert die sicherheitstechnische Begutachtung der Standortkantone und betreut die KES. In der Arbeitsgruppe vertreten sind Fachpersonen – zumeist Geologinnen und Geologen – der Standortkantone. Die Gruppe wird vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich geleitet.

Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES)/Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa)

Die Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES) unterstützt und berät gemäss Sachplan die Kantone bei der Begutachtung sicherheitstechnischer Unterlagen. Die KES besteht zumeist aus Fachleuten mit erdwissenschaftlichem Hintergrund, kann aber nach Bedarf durch Personen mit weiteren Kompetenzen ergänzt werden. Sowohl Auswahl wie Beauftragung der Expertinnen und Experten obliegt den Standortkantonen. Die KES wird geführt durch Fachpersonen aus den Standortkantonen, nämlich die Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa).

Koordination SGT

Als «Projektleitung Bund-Nagra» haben sich bisher die Projektverantwortlichen des Bundes (ARE, BAFU, BFE, ENSI) und der Nagra regelmässig zum Informationsaustausch sowie zur Koordination ihrer operativen Tätigkeiten im Rahmen des Sachplanverfahrens getroffen. Die 29. Sitzung vom 6. März 2015 war die letzte unter diesem Titel und in dieser Zusammensetzung.

Weil neu auch die Standortkantone (vertreten durch das Präsidium der Fachkoordination Standortkantone) an diesen Besprechungen teilnehmen, heisst dieses Gremium neu «Koordination Sachplan geologische Tiefenlager», kurz «Koordination SGT». Die Koordination SGT tagte 2015 zweimal, am 18. Juni und am 2. September. Die Sitzungen der Koordination SGT werden vom BFE geleitet.

Arbeitsgruppe Raumplanung

Die Arbeitsgruppe Raumplanung unterstützt und berät das ARE in raumplanerischen Belangen des Auswahlverfahrens. Sie setzt sich aus den Bundesstellen ARE, BAFU und BFE, den Kantonen AG, NW, OW, SH, SO, TG und ZH, Vertretungen aus fünf Standortregionen, aus der deutschen Region Hoahrhein-Bodensee und der Nagra zusammen. Die Arbeitsgruppe hat sich 2015 drei Mal getroffen (30. Juni, 15. September und 24. November). Schwerpunkte waren die raumplanerische Beurteilung der Ergebnisse der Etappe, die für Etappe 3 vorgesehenen vertieften (volkswirtschaftlichen) Untersuchungen, die räumliche Ausdehnung der Standortregionen in Etappe 3 sowie die Inhalte der Objektblätter im Ergebnisbericht zu Etappe 2.

Technisches Forum Sicherheit (TFS)

Im Rahmen des SGT hat das BFE 2009 das Technische Forum Sicherheit (TFS) eingesetzt. Das ENSI leitet diese Informations- und Austauschplattform, in der technische und wissenschaftliche Fragen zur Sicherheit und Geologie aus der Bevölkerung, von Gemeinden, Standortregionen, Organisationen, Kantonen und Gemeinwesen betroffener Nachbarstaaten gesammelt, diskutiert und beantwortet werden. Im TFS sitzen Fachpersonen der verfahrensleitenden Behörde (BFE), der überprüfenden (ENSI) bzw. unterstützenden Behörde (swisstopo), von Kommissionen (KNS, Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung (EGT)), von Nichtregierungsorganisationen und der Entsorgungspflichtigen (Nagra) sowie delegierte Personen aus den Standortregionen, Standortkantonen, betroffenen Nachbarkantonen sowie aus Deutschland und Österreich. Die eingegangenen Fragen und die Antworten dazu werden der Öffentlichkeit im Internet (s. Anhang V) zur Verfügung gestellt.

Im Jahr 2015 fanden vier Sitzungen des TFS statt (5. März, 2. Juni, 21. August, 5. November). Von den bis Ende 2015 ins TFS aufgenommenen 132 Fragen waren zu diesem Zeitpunkt deren 106 beantwortet. Alle Fragen und Antworten sind unter www.technischesforum.ch einsehbar.

Arbeitsgruppe Information und Kommunikation

Die Arbeitsgruppe Information und Kommunikation wird vom BFE geleitet und setzt sich aus Vertretungen des Bundes (BFE, ENSI), der Standortkantone, der Standortregionen, aus Deutschland und der Nagra zusammen. Im Jahr 2015 traf sich die Arbeitsgruppe zu zwei Sitzungen (16. Mai und 16. Oktober). Im Zentrum standen dabei der Informationsaustausch, der Rückblick auf die Kommunikation des «2x2-Vorschlags» der Nagra von Anfang 2015 und die Auftritte von Bundesrätin Doris Leuthard in den Standortregionen. Weitere Themen waren die Kommunikation der Gesuche für Sondierbohrungen und die Information von Gemeindebehörden sowie die Jahresplanung 2016 zur Kommunikation im Sachplanverfahren.

Zusammenarbeit mit Deutschland

Der Einbezug der Nachbarstaaten bei der Standortsuche wird im Konzeptteil SGT beschrieben. Da vier Standortregionen direkt an Deutschland angrenzen, wird Deutschland in das Verfahren einbezogen. Das zuständige deutsche Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) sowie das Bundesland Baden-Württemberg und die Landkreise Konstanz, Waldshut und der Schwarzwald-Baar-Kreis werden regelmässig über den Stand des Verfahrens und das weitere Vorgehen informiert und in verschiedene Gremien einbezogen (AdK, Arbeitsgruppe Information und Kommunikation, Arbeitsgruppe Raumplanung, Fachkoordination Standortkantone, TFS).

Zudem finden regelmässig Gespräche zwischen dem BFE und der Expertengruppe-Schweizer-Tiefenlager (ESchT) statt: Am 8. Mai 2015 in Basel mit einer Delegation der ESchT mit dem Schwerpunkt regionale Partizipation.

Am 24. März 2015 fand in Brugg ein vom BFE organisierter Workshop zur Klärung der in einer Stellungnahme der ESchT⁴ aufgeworfenen Fragen und Kritikpunkte ein mit Vertretenden aus Deutschland und der Schweiz statt. Von deutscher Seite wurde ein sogenannter «Umweltbericht» gefordert, der sämtliche – sowohl radiologische als auch nicht radiologische – potenziellen Umweltauswirkungen eines Tiefenlagers darstellen soll.

Die ESchT veröffentlichte 2015 zwei Stellungnahmen:

- 19.08.2015: Stellungnahme der ESchT zum «Konzept Anpassung und Aufgaben der Standortregionen in Etappe 3»
- 12.10.2015: Stellungnahme der ESchT zur UVP-Voruntersuchung geologische Tiefenlager

Die Leitung der im Frühjahr 2012 eingerichteten und vom BMUB und vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg finanzierten Deutschen Koordinationsstelle Schweizer Tiefenlager (DKST) nimmt seit ihrer Gründung an den Gesprächen mit der ESchT teil und

⁴ Expertengruppe Schweizer Tiefenlager, «Stellungnahme zu den Planungsstudien der Nagra für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers» (Juli 2014).

ist Mitglied der Arbeitsgruppen Raumplanung und Information und Kommunikation. Auch bei der Planung der Etappe 3 ist Deutschland in den verschiedenen Projektgruppen vertreten.

Am 1. und 2. Juni 2015 informierte sich eine 9-köpfige Delegation der deutschen Kommission «Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe»⁵ in der Schweiz über die Standortsuche für geologische Tiefenlager. Die Delegation traf sich im Paul Scherrer Institut auch mit Vertreterinnen und Vertretern der Standortregionen Jura Ost und Zürich Nordost sowie weiteren Sachplanbeteiligten und Experten/innen zu einer Gesprächsrunde.

4.3.2. Regionale Partizipation

Im Zentrum der Arbeiten in den Regionalkonferenzen, respektive der Plattform Wellenberg, standen im Berichtsjahr die Erarbeitung und Verabschiedung der Gesamtstellungnahmen zu Etappe 2 des SGT. Die Regionalkonferenzen sollten sich insbesondere zur Nachvollziehbarkeit des Nagra-Vorschlags, zu den Planungsstudien für die Oberflächenanlagen (OFA) sowie zum bisherigen Verlauf des Standortauswahlverfahrens äussern. Die Fachgruppen OFA, Sicherheit und sozioökonomisch ökologische Wirkungen (SÖW) bereiteten die jeweiligen Teilberichte für die Gesamtstellungnahmen vor. Jura Ost, Jura-Südfuss, Nördlich Lägern, Südranden und Wellenberg verabschiedeten die Gesamtstellungnahmen bis Ende 2015. Die Regionalkonferenz Südranden stellte im Herbst 2015 ihre Arbeit ein, da diese Standortregion gemäss Vorschlag der Nagra zurückgestellt werden soll.

Alle Fachgruppen Oberflächenanlagen (FG OFA) erarbeiteten Stellungnahmen zu den Planungsstudien. In Jura Ost und Zürich Nordost setzten sie sich zusätzlich an je einem vom BFE organisierten Workshop mit den Voruntersuchungen für die Umweltverträglichkeitsprüfung auseinander. Das BFE lud am 28. Oktober 2015 die Mitglieder der FG OFA Jura Ost und Zürich Nordost zu einer gemeinsamen Sitzung ein, an welcher eine Referentin aus Schweden und ein Referent aus Frankreich über die Themen Verpackung und Transporte in ihren jeweiligen Ländern referierten und Fragen von den Teilnehmenden beantworteten.

Die Fachgruppen Sicherheit befassten sich mit der Nachvollziehbarkeit des Einengungsvorschlags der Nagra und verfassten zuhanden der jeweiligen Regionalkonferenz resp. Plattform eine Stellungnahme. Dabei luden sie zur Beratung Fachleute ein oder fokussierten sich auf spezielle Themen wie z. B. Dosisgrenzwerte. Eine Fachgruppe beschäftigte sich darüber hinaus mit Fragen der Prozesssicherheit und erarbeitete einen Bericht, welcher der Stellungnahme zur Nachvollziehbarkeit der Fachgruppe beigelegt wurde.

Schwerpunktthema der Fachgruppen SÖW im 2015 war die Auseinandersetzung mit den zahlreichen Berichten zu möglichen Auswirkungen eines Tiefenlagers auf Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft. Dazu verfasste das BFE für jede Standortregion zusammenfassende Berichte, so genannte Syntheseberichte, in welchen die Hauptaussagen der SÖW-Studie und der Beantwortung der Zusatzfragen dargestellt wurden. Die Indikatoren der Gesellschaftsstudie und die noch offenen Zusatzfragen wurden ebenfalls aufgenommen, um ein ganzheitliches Bild der Fragenlandschaft wiederzugeben und damit offene Punkte zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgenommen werden können. Die Syntheseberichte enthalten neben den Zusammenfassungen auch die Haltungen der Fachgruppen. Im weiteren Verlauf des Verfahrens werden für die verbleibenden Regionen die Syntheseberichte ergänzt, wenn neue Erkenntnisse vorliegen. Des Weiteren fanden pro Region zwei Workshops mit den Auftragnehmenden der Gesellschaftsstudie statt, um die Indikatoren für die Bevölkerungsbefragung der Gesellschaftsstudie zu erarbeiten. Die Syntheseberichte dienten den Fachgruppen auch dazu, ihre Stellungnahme zu Etappe 2 (Kapitel SÖW) zu erarbeiten.

Insgesamt fanden im Rahmen der regionalen Partizipation 109 Sitzungen statt (Vollversammlungen der Regionalkonferenzen, Sitzungen der Leitungsgruppen und Fachgruppen). Dazu kamen Sitzungen zwecks Koordination der Tätigkeiten: Viermal traf sich das BFE mit den Präsidien und Geschäftsstellen, dreimal mit den Leitenden der Fachgruppen Sicherheit und zweimal mit den Leitenden der Fachgruppen SÖW und ihren Fachbegleitungen. Daneben nahmen Delegierte der Regionalkonfe-

⁵ Medienmitteilung BFE vom 28.5.2015: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=57423>

renzen an den Sitzungen der Sachplangremien teil (Arbeitsgruppe Raumplanung, Arbeitsgruppe Information und Kommunikation und TFS). Die Regionalkonferenzen werden ausserdem bei der Planung von Etappe 3 einbezogen.

Zur Förderung der Sachkompetenz wurden im Frühling 2015 für die Mitglieder der Regionalkonferenzen ein ganztägiges Ausbildungsmodul ins Zwischenlager in Würenlingen (Zwilag) und ins Felslabor Mont Terri in St-Ursanne sowie einmalig das Doppelmodul «Ethik und die Entsorgung von radioaktiven Abfällen» und «Sachplan geologische Tiefenlager» durchgeführt.

Am 16. Koordinationstreffen der Präsidien und Geschäftsstellen vom 11. Dezember 2015 wurde wie jedes Jahr seitens der Präsidien der RK eine Rückschau zur Zusammenarbeit gehalten. Dabei bezeichneten die Präsidien die Zusammenarbeit mit den Akteurinnen und Akteuren und den Ablauf des Sachplanverfahrens grundsätzlich als gut. Speziell kann erwähnt werden, dass die Präsidien das Vorgehen bezüglich den Nahforderungen des ENSI begrüßen. Die Regionalkonferenz Nördlich Lägern führte dazu eine eigene Vollversammlung durch. Dabei war die Mehrheit der anwesenden Mitglieder der Meinung, dass die Nachforderungen des ENSI das Vertrauen in das Verfahren nicht erschüttert hat.

4.4. Öffentlichkeitsarbeit

Die Information der Öffentlichkeit im Sachplanverfahren obliegt dem BFE als federführender Behörde. Seine Kommunikation konzentrierte sich im Jahr 2015 auf folgende Punkte:

- *Einengungsvorschlag der Nagra für mind. zwei Standortgebiete pro Lagertyp:* Die Bekanntgabe des sogenannten «2x2-Vorschlags» der Nagra für Etappe 3 im Januar 2015 war der kommunikativ wohl herausforderndste Schritt des Auswahlverfahrens im Berichtsjahr. In der zweiten Januarwoche 2015 startete die Vorinformations-Kaskade: Die Regierungsräte und Projektleiter der Kantone, die Regionalkonferenz-Präsidien, die Präsidien der Gemeinden mit einer möglichen Oberflächenanlage (OFA), die Landräte der benachbarten Landkreise sowie die von einer möglichen OFA betroffenen Grundeigentümer/innen wurden telefonisch und an persönlichen Treffen über den Vorschlag vorinformiert.

Am 30. Januar 2015 fand die Medienkonferenz des BFE zur Bekanntgabe statt (Teilnehmende: BFE, ENSI, AdK, Nagra). Neben der Aufzeichnung des Mediengesprächs auf YouTube bot das BFE weitere informative Unterlagen wie einen «Newsletter Tiefenlager», einen gedruckten «Focus Entsorgung» für die Haushalte der Standortregionen oder eine interaktive Karte. Das öffentliche Interesse an der Bekanntgabe war gross. Mehrere Standortkantone und -regionen organisierten gleichentags wie das BFE ebenfalls eine Medienkonferenz zum Vorschlag.

Im Nachgang der Bekanntgabe fand in den beiden vorgeschlagenen Regionen Jura Ost und Zürich Nordost je ein «Treffpunkt Tiefenlager» statt, an dem sich über 100 (Jura Ost) bzw. rund 80 Personen (Zürich Nordost) an Informationstischen und an kurzen Vorträgen über das Auswahlverfahren und die Standortvorschläge der Nagra informierten.

- *Gutachten und Stellungnahmen zum «2x2-Vorschlag» der Nagra:* Bei seiner Detailprüfung des Vorschlags stellte das Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI fest, dass die Nagra zum Indikator «Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit» zusätzliche technisch-wissenschaftliche Unterlagen nachliefern müsse, ohne die eine abschliessende Beurteilung durch das ENSI nicht möglich sei. Zu diesen Nachforderungen des ENSI organisierte das BFE am 9. September 2015 eine Medienkonferenz inklusive vorgängige persönliche Vorinformation der SGT-Akteurinnen und -Akteure. Da das Sachplanverfahren durch die Nachforderungen spürbar verzögert wurde, was sich auf die beteiligten Akteurinnen und Akteure auswirkte, hatte sich das BFE als verfahrensleitende Behörde für eine rasche und transparente Information der Öffentlichkeit entschieden. Mitte Dezember 2015 gab das BFE bekannt, dass die Nagra die geforderten Unterlagen bis Mitte 2016 nachreichen werde.

Im Jahr 2015 reichten fünf von sechs Regionalkonferenzen ihre – teilweise vorläufige – Stellungnahme zu Etappe 2 ein. Das BFE machte jeweils mit einer Medienmitteilung darauf aufmerksam.

- *Zusatzfragen und Syntheseberichte zu den Auswirkungen eines Tiefenlagers:* Am 1. April 2015 veröffentlichte das BFE sämtliche Antworten zu den Zusatzfragen zur sozioökonomisch-ökologischen Wirkungsstudie SÖW mit einem begleitenden «Newsletter Tiefenlager». Insgesamt hatten die Regionalkonferenzen 96 Zusatzfragen zu einer breiten Palette von Themen gestellt, die nun

in zusammengefasster Form oder durch einzelne Studien beantwortet wurden. Die Zusatzfragen wurden zusammen mit den Ergebnissen der SÖW und ersten Indikatoren der «Gesellschaftsstudie» regionsweise in sogenannten Syntheseberichten zusammengefasst, welche das BFE im Oktober 2015 publizierte.

- *Referate und Podiumsdiskussion «Wohin mit den radioaktiven Abfällen?»*: Bundesrätin Doris Leuthard und namhafte Personen aus Politik und Entsorgung traten an zwei öffentlichen Anlässen zur Frage «Wohin mit den radioaktiven Abfällen?» auf, am 11. November 2015 in Marthalen und am 18. November 2015 in Brugg. Beide Abende waren mit je über 300 Zuhörerinnen und Zuhörern gut besucht. Die Bundesrätin appellierte in ihrer Rede an die nationale Verantwortung für die sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Die Schweizerinnen und Schweizer hätten lange profitiert vom Atomstrom und die Suche nach einem Tiefenlager dürfe nicht auf die lange Bank geschoben werden. Der Bund wolle partnerschaftlich, gemeinsam mit den Kantonen und Regionen, Lösungen finden. Nach der Bundesrätin referierte der Baudirektor des betreffenden Kantons: in Marthalen Regierungsrat Markus Kägi, in Brugg Regierungsrat Stephan Attiger. Auf dem anschliessenden Podium mit je zwei nationalen Politikern aus der Region – einer eher gegnerisch, der andere eher befürwortend eingestellt –, dem Präsidenten der jeweiligen Regionalkonferenz, dem Geschäftsführer der Nagra und der Co-Projektleiterin des BFE wurde unter der Leitung von SRF-Moderator Urs Widmer lebhaft diskutiert.

Insgesamt veröffentlichte das BFE im Jahr 2015 elf Medienmitteilungen zum Sachplanverfahren, drei elektronische «Newsletter Tiefenlager», einen gedruckten «Focus Entsorgung» für die Haushalte der Standortregionen sowie diverse Berichte.⁶ Seit Oktober 2014 veröffentlicht das BFE zudem kurze Beiträge zu aktuellen Themen über den Blog *energieaplus.com* und den dazugehörigen Twitter-Kanal. Im Schnitt bloggte das BFE drei Mal monatlich zum Thema Tiefenlager. In Anhang VII findet sich eine Auflistung aller im Berichtsjahr erschienenen Publikationen.

4.5. Forschung

4.5.1. Wissenserhalt und Markierungskonzepte

Der Bund hat gemäss KEG und KEV dafür zu sorgen, dass die Informationen über geologische Tiefenlager langfristig erhalten bleiben. So schreibt der Bundesrat nach KEG «die dauerhafte Markierung des Lagers vor». Damit sollen Informationen über die Lage und den Inhalt eines Tiefenlagers lange über dessen Verschluss hinaus erhalten bleiben.

Um die Markierungsfrage auf internationaler Ebene koordiniert anzugehen, beteiligt sich die Schweiz an einem Projekt der Nuclear Energy Agency (NEA) – einem spezialisierten Organ der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Ziel dieses Projekts ist es, ein gemeinsames Dokument zu erarbeiten, welches verschiedene Themenbereiche abdecken soll, damit – basierend auf denselben internationalen Standards – jedes Land einen passenden Aktionsplan zusammenstellen kann.

Vom 19. bis 21. Januar 2015 und am 1./2. September 2015 traf sich die Expertengruppe on Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations», RK&M, zu einer Sitzung. Der langjährige Vorsitzende der Expertengruppe, Claudio Pescatore wurde im Jahr 2015 überraschend früh pensioniert. Dies führte einerseits zu einem Know-how-Verlust, andererseits muss sich die Expertengruppe nun neue formelle Strukturen gemäss den Governance-Vorgaben der NEA geben.

4.5.2. Begleitforschung zum Aufbau der regionalen Partizipation

Der Prozess der Bildung der Regionalkonferenzen zwischen 2009 und 2011 wurde in einer Arbeit beleuchtet, welche im Jahr 2013 abgeschlossen und im Januar 2014 publiziert wurde. Dazu wurden

⁶ Alle genannten Publikationen sind aufgeschaltet unter www.radioaktiveabfaelle.ch. Nicht genannt sind Mitteilungen des Bundes zur Finanzierung der Entsorgung, bspw. zu den Jahresberichten der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds.

eine ausführliche Dokumentenanalyse durchgeführt und qualitative Interviews mit am Aufbau der Partizipation beteiligten Personen geführt. Neben der Dokumentation des Aufbauprozesses soll dadurch ein Teil des Wissens und der Erfahrungen der involvierten Akteurinnen und Akteure aufbereitet und in den weiteren Verlauf der Partizipation aufgenommen werden. Dazu wurden die wichtigsten Erkenntnisse in Form von «Lessons Learned» zusammengefasst und Empfehlungen abgegeben.⁷

An der Agneb-Sitzung vom 20. März 2014 beschloss die Agneb, die geplante Studie zur Partizipation von Frauen und Jugendlichen bei technischen Langzeitprojekten in den zweiten Teil des Begleitforschungsprojekts der Partizipation zu integrieren. Teil 2 der Begleitforschung regionale Partizipation wurde aufgrund eines Einladungsverfahrens als Dissertation am Institut für Politikwissenschaften der Universität Bern aufgelegt. Am 19. September 2014 konnte die Fortführung des Forschungsprojekts mit einem Kick-off gestartet werden. Ziel des Dissertationsprojekts ist die Auswertung der regionalen Partizipation ab Gründung der Regionalkonferenzen bis zum Ende von Etappe 2 des Sachplanverfahrens. Dabei sollen konkrete Optimierungen und Handlungsempfehlungen für die laufenden Partizipationsprozesse in den Standortregionen formuliert sowie eine Analyse vorgenommen werden, ob sich die Befunde zur regionalen Partizipation im Rahmen des Sachplanverfahrens für die Standortsuche für geologische Tiefenlager auf andere Grossprojekte des Bundes übertragen lassen. Als erstes werden Kriterien entwickelt, um die regionale Partizipation zu evaluieren.

4.5.3. Umweltpolitische Fragen

Die Ergebnisse des im Jahr 2013 gestarteten Forschungsprojekts «Umweltpolitische Fragen» wurden am 13. April 2015 mit einem Blogbeitrag auf Energieia+ – dem Blog des Bundesamts für Energie – veröffentlicht. Das BFE als Auftraggeber hat die aus dem Projekt resultierenden Forderungen und Handlungsfelder überprüft und ist zum Schluss gekommen: Der Grossteil davon ist umgesetzt, so beispielsweise die Forderungen nach einer intensiven und ergebnisoffenen Debatte oder jene, die Entscheidungsfindung nicht durch sachfremde Kriterien wie finanzielle Anreize zu beeinträchtigen. Die nicht umgesetzten Punkte sind erkannt und angegangen worden – beispielsweise entspricht die [letztjährige Revision des Stilllegungs- und Entsorgungsfonds](#) einer Stärkung des Verursacherprinzips – oder aus Sicht des BFE nicht sinnvoll anwendbar, so die umweltpolitisch geprägte, aus ethischer Sicht aber nicht tragbare Idee einer «Versteigerung» des Lagerstandorts.

4.6. Internationales

4.6.1. OECD/NEA

Forum on Stakeholder Confidence (FSC)

Vom 4. bis 6. November 2015 fand in Paris (Frankreich) das 16. jährliche Treffen statt. Die Schwerpunkte waren der Informationsaustausch über die Tätigkeiten des Radioactive Waste Management Committee (RWMC) der NEA, Berichte aus den Mitgliedsländern, die Aktualisierung einer FSC-Publikation und des FSC-Arbeitsprogrammes, sowie weiterer Themen. Die Vertretung des BFE präsentierte den Stand der Vorbereitungen für den Länderworkshop, welcher vom 7. bis 9. September 2016 in der Schweiz (Bern) durchgeführt wird.

Radioactive Waste Management Committee (RWMC)

Das Jahrestreffen des RWMC fand am 14./15. April in Paris statt. Die Schweizer Delegation besteht aus je einer Vertretung des BFE («policy maker»), des ENSI («regulator») und der Nagra («implementer»). Neben der Berichterstattung der diversen Arbeitsgruppen und der Mitgliedstaaten befasste sich das Komitee auch mit der Frage, wie der Austausch zwischen den Aufsichtsbehörden und Projektanten stattfinden (und verbessert) werden kann («Regulator-Implementer-Dialogue»). Weiter hielt

⁷ s. auch «Newsletter Tiefenlager» No. 11 des BFE, 26.3.2014.

das Komitee Rückschau auf die Phasen und Themen seiner Arbeit seit seines 40-jährigen Bestehens. Während eines halben Tages fand eine gemeinsame Sitzung mit dem CRPPH (Committee on Radiation Protection and Public Health) zum Thema «Underground Safety in Nuclear Waste Repositories» statt.

Decommissioning Cost Expert Group (DCEG)

Die Expertengruppe DCEG der Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) wurde 2008 mit dem Ziel gegründet den Austausch von Informationen und Erfahrungen der Kostenschätzungen von Stilllegungsprojekten zu fördern. Seit 2015 wirkt das BFE in der Arbeitsgruppe mit. Im Berichtsjahr fand eine Sitzung der Arbeitsgruppe statt, bei der über Unsicherheiten und Risiken von Kostenstudien bei Stilllegungsprojekten diskutiert wurde und wie diese in Kostenstudien zu berücksichtigen werden sollen. Die Erkenntnisse der Arbeitsgruppe werden nach Abschluss der Arbeiten in einem Bericht publiziert.

5 Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)⁸

5.1. Einleitung

Das Berichtsjahr 2015 war im Bereich Entsorgung des ENSI durch die Prüfung der Vorschläge der Nagra für Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) geprägt. Bei den AGNEB-Forschungsprojekten, welche unter Leitung des ENSI stehen, bedeutete der Abschluss des Projektes «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» einen wichtigen Meilenstein. Die Projektergebnisse und Umsetzungsvorschläge für das weitere Vorgehen sind in einem umfangreichen Projektbericht dargelegt und in einem Fachseminar mit einem breiten Fachpublikum behandelt worden. Für die beiden Projekte «Monitoring» und «Lagerauslegung» liegen Zwischenberichte vor, welche nach Kenntnisnahme durch die AGNEB im ersten Halbjahr 2016 veröffentlicht werden. Die Bearbeitung weiterer AGNEB-Forschungsprojekte unter Leitung des ENSI musste aufgrund der zeitaufwändigen Prüfung der Vorschläge der Nagra für Etappe 2 des SGT zurückgestellt werden.

Die Aufsichtstätigkeit über die Stilllegung von Kernanlagen gewann im Jahr 2015 an Bedeutung. Zurückzuführen ist dies auf Stilllegungsprojekte von Forschungsanlagen und die geplante Stilllegung des Kernkraftwerkes Mühleberg. Für dieses hat die BKW AG am 18. Dezember 2015 ein Stilllegungsprojekt beim verfahrensleitenden Bundesamt für Energie eingereicht. Das ENSI hat daraufhin seine Gutachtertätigkeit aufgenommen.

Im Mai 2015 fand am IAEA-Hauptsitz in Wien die fünfte Überprüfungskonferenz des «Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle» statt, der so genannten Joint Convention.

Die im Jahr 2015 vom ENSI verabschiedete Richtlinie ENSI-G08 zur systematischen Sicherheitsbewertung des Betriebs von Kernanlagen enthält neue Anforderungen an das Lernen aus Betriebserfahrung im Umgang mit radioaktiven Abfällen.

Im Technischen Forum Sicherheit (TFS) wurden im Berichtsjahr zusätzlich zur ordentlichen Fragebeantwortung zwei Fachveranstaltungen zum Nagra-Vorschlag für die SGT-Etappe 2 und zu alternativen Behältermaterialien durchgeführt. Zudem berichtete das ENSI im TFS über zwei Vorkommnisse in ausländischen Entsorgungsanlagen.

Im Folgenden wird auf verschiedene dieser Meilensteine des Berichtsjahres 2015 eingegangen. Die ordentliche Geschäftstätigkeit des ENSI im Bereich der Entsorgung wird in den darauffolgenden Kapiteln summarisch beschrieben.⁹

Stilllegung

Am Paul Scherrer Institut (PSI) befinden sich vier Kernanlagen in unterschiedlichen Phasen der Stilllegung. Dabei handelt es sich um die ehemaligen Forschungsreaktoren SAPHIR, DIORIT und PROTEUS sowie um die ehemalige Versuchsverbrennungsanlage (VVA). Während es bei den Forschungsreaktoren SAPHIR und DIORIT kaum Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr gab, wurde die VVA durch verschiedene bauliche Massnahmen auf den anstehenden Rückbau vorbereitet. Für den Forschungsreaktor PROTEUS hat das ENSI im Berichtsjahr ein Gutachten zum Stilllegungsprojekt zuhanden des BFE erstellt und dem ENSI zur Prüfung eingereicht.

Mit dem Ausbildungs- und Forschungsreaktor AGN-211-P der Universität Basel wurde im Berichtsjahr eine weitere Kernanlage ausser Betrieb genommen. Im Juli 2015 wurden die Brennelemente des Reaktors erfolgreich in die USA versandt. Das ENSI hat anschliessend verfügt, dass die Universität Basel innerhalb von zwei Jahren das Stilllegungsprojekt für die Anlage ausarbeiten muss.

⁸ Die Liste der Mitglieder des ENSI-Rats, welche das strategische und das interne Aufsichtsorgan des ENSI sind, befindet sich in Anhang III.

⁹ Das ENSI verfasst im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit über die Sicherheit der Kernanlagen, den Strahlenschutz in Kernanlagen und die regulatorische Sicherheitsforschung jeweils eigene Jahresberichte, in denen über alle Aspekte der Entsorgung umfassend und detailliert berichtet wird. Für detaillierte Informationen sei auf die genannten Berichte verwiesen.

Im Herbst 2013 hatte die BKW AG entschieden, den Leistungsbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg im Jahr 2019 endgültig einzustellen. Im Dezember 2015 reichte die BKW das Stilllegungsprojekt beim Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation ein. Im Berichtsjahr hat das ENSI an verschiedenen Veranstaltungen die Öffentlichkeit über sicherheitstechnische Fragen der Stilllegung informiert und sich systematisch auf die Begutachtung des ersten Stilllegungsprojektes eines Kernkraftwerkes in der Schweiz vorbereitet. Zudem wurden in einer Verfügung an die BKW die für die Etablierung eines sicheren technischen Nachbetriebs nötigen Schritte konkretisiert.

Joint Convention

Zum «Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle» (Joint Convention) fand im Mai 2015 die fünfte Überprüfungs-konferenz statt. Wie die Konferenz zeigte, erfüllt die Schweiz die in der Joint Convention enthaltenen Pflichten im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Die Partizipation der Bevölkerung im Sachplan geologische Tiefenlager wird international als vorbildlich angesehen. Als Herausforderungen wurden insbesondere die Überprüfung der umfangreichen Unterlagen der Nagra zu Etappe 2 des Sachplanverfahrens und die Begutachtung des Stilllegungsprojekts für das Kernkraftwerk Mühleberg identifiziert.

Richtlinien des ENSI

Die Richtlinien des ENSI bilden die Beurteilungsgrundlagen für die Aufsicht über die Entsorgung radioaktiver Abfälle. Zentral sind namentlich folgende Richtlinien:

- ENSI-B05: Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle
- ENSI-G03: Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis
- ENSI-G04: Auslegung und Betrieb von Lagern für radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente
- ENSI-G05: Transport- und Lagerbehälter für die Zwischenlagerung
- ENSI-G17: Stilllegung von Kernanlagen

Die wichtigste Änderung der ENSI-Richtlinien im Jahr 2015, welche auch die Entsorgung radioaktiver Abfälle betrifft, war die Verabschiedung der neuen Richtlinie ENSI-G08 zur systematischen Sicherheitsbewertung des Betriebs von Kernanlagen. Sie definiert detaillierte Prozesse des Lernens aus Betriebserfahrung im Umgang mit radioaktiven Abfällen. Diese neue Richtlinie führte auch zu einer Anpassung der Richtlinie ENSI-G04.

Vorkommnisse

In zwei Endlagern für schwach radioaktive Abfälle im Westen der USA ereigneten sich 2014 und 2015 Zwischenfälle. Beim Tiefenlager WIPP (Waste Isolation Pilot Plant) in New Mexico kam es dabei trotz Filteranlagen zu einer geringen, aber in der Umwelt messbaren Freisetzung von Americium und Plutonium. Ein Verdacht auf Inkorporation von Radionukliden durch Betriebspersonal bestätigte sich dagegen nicht. Neben fehlerhaftem Umgang mit den Abfällen nennt der Untersuchungsbericht Mängel bei der Sicherheitskultur der Betreiber in Kombination mit unklaren Verantwortlichkeiten bei der auf mehrere Institutionen verteilten Aufsicht. Chemische Reaktionen der eingelagerten Substanzen waren hier ebenso die Ursache wie beim Vorkommnis in der Deponie Beatty in Nevada, für welche das ENSI noch über keine detaillierten Untersuchungsberichte verfügt. Für das ENSI zeigen die beiden Fälle die Wichtigkeit sowohl technischer wie auch menschlicher Faktoren beim Umgang mit radioaktiven Abfällen und bei der Auslegung eines geologischen Tiefenlagers. Die Auswertung der beiden Ereignisse durch das ENSI ist jedoch noch nicht abgeschlossen und wird auch auf internationaler Ebene weiterverfolgt. Im Technischen Forum Sicherheit hat das ENSI über die beiden Zwischenfälle informiert.

5.2. Entsorgung in den Kernkraftwerken

Beim Betrieb der KKW fallen radioaktive Rohabfälle aus verschiedenen Quellen an. Die radioaktiven Rohabfälle werden gesammelt, kampagnenweise konditioniert und zwischengelagert bis zur Entsorgung in einem geologischen Tiefenlager. Diese Tätigkeiten werden vom ENSI beaufsichtigt.

Rohabfälle, die in der Plasma-Anlage (Verbrennungs- und Schmelzanlage) der Zwiilag verarbeitet werden sollen, werden in entsprechenden Fässern vorbereitet. Die anderen Rohabfälle werden im Hinblick auf eine spätere Behandlung in dafür vorgesehenen Räumlichkeiten der kontrollierten Zone der KKW aufbewahrt.

Die Rückstände aus den Wasserreinigungssystemen werden entweder zementiert (Kernkraftwerk Mühleberg, KKM; Kernkraftwerk Leibstadt, KKL), bituminiert (Kernkraftwerk Gösgen, KKG) oder in Polystyrol eingebunden (Kernkraftwerk Beznau, KKB). Als Konditionierungsverfahren von nicht brenn- oder schmelzbaren Abfällen kommt dazu noch die Zementierung zum Einsatz. Für alle angewendeten Verfahren liegen die gemäss KEV und Richtlinie HSK-B05 erforderlichen behördlichen Typengenehmigungen vor.

Die Einbindung von Harzen und Konzentraten in eine organische Matrix erhöht den organischen Anteil im zukünftigen geologischen Tiefenlager, dient aber gleichzeitig auch der Minimierung der Abfallvolumina. Verglichen mit den noch vor 10–20 Jahren erwarteten Mengeneinträgen an organischen Stoffen wurden allerdings schon erhebliche Reduzierungen erreicht, vor allem durch die Reduzierung der entsprechenden Rohabfallmengen, die Betriebsaufnahme der Plasma-Anlage im zentralen Zwischenlager und durch den Ersatz der ursprünglich zur Rücknahme vorgesehenen bituminierten Abfälle aus der Wiederaufarbeitung durch eine geringere Mehrmenge an verglasten Abfällen. Das ENSI verfolgt weiterhin die internationale Entwicklung von Konditionierungsverfahren wie auch die kontinuierlichen Arbeiten der Schweizer Werke zur weiteren Reduzierung Organika-haltiger radioaktiver Abfälle.

Ein wichtiges Element zur Minimierung der radioaktiven Abfälle ist die Inaktiv-Freimessung von Materialien, die aus kontrollierten Zonen ausgeführt werden. Das freigemessene Material kann wieder verwendet oder der konventionellen Entsorgung zugeführt werden.

Die radioaktiven Abfälle der KKW sind in einem von allen schweizerischen Kernanlagen eingesetzten elektronischen Buchführungssystem ISRAM (Informationssystem für radioaktive Materialien) erfasst, sodass die Information über Menge, Lagerort und radiologische Eigenschaften jederzeit verfügbar ist.

Abgebrannte Brennelemente sind gemäss Kernenergiegesetz seit Inkrafttreten des Moratoriums «Verbot der Ausfuhr zum Zweck der Wiederaufarbeitung» am 1. Juli 2006 «als radioaktive Abfälle zu entsorgen». Dieses Moratorium wurde durch einfachen Bundesbeschluss im Berichtsjahr um weitere 10 Jahre verlängert. Bei der Zwischenlagerung dieser Brennelemente kommt in der Schweiz die Trockenlagerung in Transport- und Lagerbehältern (T/L-Behältern) im Zwiilag und im Zwischenlager des Kernkraftwerks Beznau (ZWIBEZ) sowie die Nasslagerung im Nasslager Gösgen zur Anwendung.

5.3. Entsorgung im Paul Scherrer Institut (PSI)

Nachstehend wird über die Aufsichtstätigkeit des ENSI in Bezug auf Behandlung und Lagerung von radioaktiven Abfällen durch das PSI informiert.

5.3.1. Behandlung radioaktiver Abfälle

Das PSI ist die Sammelstelle des Bundes für radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle, s. auch Kapitel 9.1 und 12.1). Ebenfalls im Eigentum des Bundes sind die im PSI anfallenden radioaktiven Abfälle aus der Anwendung radioaktiver Isotope in Forschungsprojekten, insbesondere bei Brennstoffuntersuchungen, aus den Beschleunigeranlagen, aus dem Rückbau von Forschungsanlagen sowie aus dem Betrieb der nuklearen Infrastruktur. Dazu gehören zudem LüftungsfILTER und Abfälle aus der Abwasserbehandlung. Alle genannten Abfälle sind sowohl chemisch als auch physikalisch unterschiedlich, so dass vor ihrer Endkonditionierung oft eine Triage und

Vorbehandlungen notwendig sind. Zudem sind unterschiedliche Konditionierungs- und Verpackungskonzepte erforderlich, was im Vergleich mit den KKW zu einem umfangreicheren und sich häufig ändernden Spektrum an Abfallbindetypen führt.

5.3.2. Lagerung radioaktiver Abfälle

Im Bundeszwischenlager (BZL) werden konditionierte Abfälle vorwiegend in 200-Liter-Fässern und Kleincontainern (bis 4,5 m³) eingelagert. Fallweise werden mit spezifischer Zustimmung des ENSI konditionierte Komponenten in Kleincontainern temporär aufbewahrt, sofern dies dem Optimierungsgebot nach Artikel 6 der Strahlenschutzverordnung entspricht.

In weiteren Hallen der Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (AERA) lagern entsprechend den betrieblichen Erfordernissen sowohl unkonditionierte als auch konditionierte Abfälle.

Das PSI setzt das gleiche elektronische Buchführungssystem wie die Kernkraftwerke ein, so dass die Information über Mengen, Lagerort und radiologische Eigenschaften der radioaktiven Abfälle jederzeit verfügbar ist.

Im Berichtsjahr wurden dem PSI durch das ENSI die Ergebnisse der Grobprüfung der Gesuchunterlagen zur Erweiterung der BZL-Lagerkapazitäten – dem Projekt OSPA – übermittelt. Das PSI veranlasste daraufhin eine grundsätzliche Überarbeitung der zum Gesuch gehörenden Störfallanalyse, deren Ergebnisse dem ENSI erst nach Ende des Berichtszeitraums übergeben wurden. Parallel dazu wurde die Revision der Störfallanalyse des BZL durch das PSI eingeleitet mit dem Ziel nachzuweisen, dass auch die in den kommenden Jahren erwarteten Abfälle aus dem MIF-Bereich und den PSI-eigenen Kernanlagen dort sicher zwischengelagert werden können.

5.4. Zwiilag Zwischenlager Würenlingen AG

Die Zwiilag Zwischenlager Würenlingen AG (Zwiilag) betreibt am Standort Würenlingen das ZZL, welches aus verschiedenen Einrichtungen zur Behandlung und Lagerung von radioaktiven Abfällen und von abgebrannten Brennelementen besteht.

5.4.1. Lagerung radioaktiver Abfälle

Die Zwischenlagergebäude dienen der Lagerung von Abfällen und abgebrannten Brennelementen über mehrere Jahrzehnte bis zur Einlagerung in ein geologisches Tiefenlager. Die Lagergebäude umfassen die Behälterlagerhalle (HAA-Lager) für abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung, das Lagergebäude für mittelaktive Abfälle (MAA-Lager) und die Lagerhalle für schwach- und mittelaktive Abfälle (SAA-Lager). Zum Zwischenlager gehören auch das Empfangsgebäude und die heisse Zelle.

Im Berichtsjahr wurde das ENSI durch die Zwiilag Zwischenlager Würenlingen AG über ein Projekt zur Inbetriebnahme der Halle S informiert. Diese für die grossen Volumina der Abfälle aus den ersten Stilllegungsprojekten vorgesehene Halle wurde bisher zur Lagerung von inaktiven Gegenständen genutzt und soll nun im Hinblick auf das Stilllegungsprojekt KKM für den aktiven Betrieb vorbereitet werden.

5.4.2. Behandlung radioaktiver Abfälle

Die Konditionierungsanlage dient der Behandlung schwachaktiver Abfälle aus dem Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke und aus der Sammelstelle des Bundes (Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung), sofern diese keine Alphastrahler enthalten.

Betriebsabfälle aus den Kernkraftwerken, die nicht als verbrennbarer oder schmelzbarer Abfall direkt in der Plasma-Anlage verarbeitet werden können, werden im Bereich der Konditionierung unterschiedlichen Behandlungsverfahren unterzogen. Dabei ist das Ziel, eine möglichst grosse Menge als

inaktives Material freizumessen und den verbleibenden radioaktiven Abfall in eine konditionierte Form zu überführen, die den Anforderungen der Richtlinie ENSI-B05 entspricht.

Aufgabe der Plasma-Anlage ist es, brenn- und schmelzbare schwachaktive Abfälle durch sehr hohe Temperaturen in eine inerte Schlackenmatrix ohne organische Stoffanteile zu überführen. Dieses Produkt stellt nach entsprechender Verpackung eine zwischen- und endlagerfähige Abfallform dar. Zur Verarbeitung gelangen Abfälle aus dem Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke sowie aus Medizin, Industrie und Forschung.

Im Berichtsjahr erfolgte in der Plasma-Anlage eine Verarbeitungskampagne im 2. Quartal. Danach wurde die Anlage für einen geplanten Wechsel des Ofendeckels vorbereitet.

5.5. Transporte von Kernmaterialien und radioaktiven Abfällen

Nach den Artikeln 6 und 34 des Kernenergiegesetzes bedarf der Umgang mit Kernmaterialien und radioaktiven Abfällen aus Kernanlagen einer Bewilligung des Bundes. Artikel 3 des Kernenergiegesetzes präzisiert den Begriff Umgang als Forschung, Entwicklung, Herstellung, Transport, Einfuhr, Ausfuhr, Durchfuhr, Lagerung und Vermittlung. Zuständig für die Erteilung solcher Bewilligungen ist das Bundesamt für Energie. Im Hinblick auf die kernenergierechtliche Bewilligung von Transporten prüft das ENSI als Fachbehörde, dass die nukleare Sicherheit und Sicherung gewährleistet und die Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter erfüllt sind.

5.6. Beschaffung von Transport- und Lagerbehältern

Das Konzept der Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und von hochaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (Glaskokillen) besteht darin, diese Abfälle in störfallsicheren T/L-Behältern einzuschliessen, deren Dichtheit im Zwischenlager kontinuierlich überwacht wird. Im Falle des Kernkraftwerks Gösgen (KKG) erfolgt vorgängig dieser Behälterlagerung eine verlängerte Lagerung unter Wasser im störfallsicheren externen Nasslager auf dem Betriebsgelände des KKG. Diese Behälter müssen die Sicherheit für den gesamten Zeitraum der Zwischenlagerung gewährleisten, weshalb hierfür gegenüber einem reinen Transportbehälter nochmals erhöhte Anforderungen zu erfüllen sind. Details und Verfahren hierzu regelt die Richtlinie ENSI-G05. Mit dieser Richtlinie sind nicht nur die Anforderungen an die Auslegung der T/L-Behälter spezifiziert, sondern auch die Anforderungen an die Behälterfertigung, wie etwa Qualitätsanforderungen, begleitende Kontrollen oder Behälterdokumentation.

Bei der Fertigung der T/L-Behälter sind festgelegte und vom ENSI freigegebene Abläufe einzuhalten, was von unabhängigen Experten im Auftrag des ENSI kontrolliert wird. Für jedes einzelne Behälterexemplar bestätigt das ENSI schliesslich den qualitätsgerechten Abschluss der Fertigung durch seine Freigabe zur Verwendung.

In diesem Zusammenhang ist allerdings nicht nur die Fertigung bereits lizenzierter Behälterbauarten zu überwachen. Vielmehr bearbeitete das ENSI im Berichtszeitraum verschiedene Gesuche zur Freigabe neuer oder bisher in der Schweiz noch nicht benutzter Behälterdesigns.

5.7. Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

In La Hague (Frankreich) und in Sellafield (Vereinigtes Königreich) sind in früheren Jahren abgebrannte Brennelemente aus schweizerischen KKW durch die Firmen AREVA NC und Sellafield Ltd. im Rahmen der abgeschlossenen Verträge wiederaufgearbeitet worden. Aufgrund des Wiederaufarbeitungsmoratoriums (Art. 106 Abs. 4 KEG) beschränkten sich diese Arbeiten allerdings auf die vor Juli 2006 dorthin transportierten Brennelemente. Die Arbeiten sind inzwischen abgeschlossen. Die bei der Wiederaufarbeitung entstandenen Abfälle müssen vertragsgemäss in die Schweiz zurückgeführt werden.

Die bis zum 30. Juni 2006 zur Wiederaufarbeitung bereits ausgeführten abgebrannten Brennelemente aller vier Standorte sind inzwischen in den Anlagen in La Hague (F) und Sellafield (UK) vollständig verarbeitet worden.

Im Berichtsjahr fanden Rückführungen von Wiederaufbereitungsabfällen aus beiden Anlagen in die Schweiz statt. Die dazu verwendeten Transport- und Lagerbehälter wurden im Zwischenlager Würenlingen unter Aufsicht des ENSI eingelagert.

Zur Erfüllung aller Rücknahmeverpflichtungen der Schweizer Werke sind nun noch zwei Transporte aus La Hague (F) und ein Transport aus Sellafield (UK) notwendig, die nach aktueller Planung bis spätestens Frühjahr 2017 abgeschlossen sein werden.

5.8. Sachplan geologische Tiefenlager

Der vom Bundesrat im April 2008 genehmigte Sachplan geologische Tiefenlager regelt das Schweizer Standortauswahlverfahren für geologische Tiefenlager. Das Verfahren ist in drei Etappen gegliedert. Etappe 1 wurde Ende 2011 vom Bundesrat gutgeheissen, nachdem der von der Nagra eingereichte Vorschlag durch das ENSI und weitere Gremien geprüft worden war. Dieser Vorschlag umfasst sechs Standortgebiete für ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (Gebiete Südranden, Zürich Nordost, Nördlich Lägern, Jura Ost, Jura-Südfuss und Wellenberg) sowie drei Standortgebiete für die Lagerung hochaktiver Abfälle (Gebiete Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost). Diese geologischen Standortgebiete wurden in die Raumplanung der jeweiligen Region integriert.

Für die aktuell laufende Etappe 2 hat die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) im Januar 2015 ihren Vorschlag für mindestens zwei Standortgebiete pro Lagertyp eingereicht. Jura Ost und Zürich Nordost sind die Standortgebiete, welche die Nagra in der dritten Etappe der Standortsuche sowohl für ein SMA- als auch HAA-Lager vertieft untersuchen will.

Die Prüfung der umfangreichen Berichte und Analysen der Nagra standen für das ENSI und seine zahlreichen externen Experten, darunter unter anderem die Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung (EGT) und swisstopo, im Zentrum des Berichtsjahres. Im Rahmen dieser Prüfung wurde im August 2015 durch das ENSI festgestellt, dass die von der Nagra für die Bewertung der Standortgebiete verwendete Datengrundlage in Bezug den Indikator «Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit» nicht vollständig belastbar und gewisse Argumentationen nicht nachvollziehbar sind. In der Folge hat das ENSI in einer Aktennotiz eine Nachforderung an die Nagra gestellt. Sie betrifft verschiedene Punkte etwa zu alternativen Lagerkonzepten, geotechnischen Bedingungen oder bautechnischen Herausforderungen (Gefährdungsbildern) und Massnahmen zu deren Beherrschung. Die detaillierten Inhalte der Nachforderung des ENSI wurden im November 2015 an einem Behördenseminar verschiedenen schweizerischen und deutschen Fachexperten vorgestellt und zusammen mit zwei technisch-wissenschaftlichen Expertenberichten auf der Website des ENSI veröffentlicht.

Die Nagra kündigte an, bis im Juni 2016 die mit der Nachforderung des ENSI verlangten Unterlagen einzureichen. In der Folge soll die sicherheitstechnische Gesamtbeurteilung des Vorschlages der Nagra für Etappe 2 des Sachplanverfahrens durch das ENSI und seine Experten bis im ersten Quartal 2017 abgeschlossen und veröffentlicht werden.

5.9. Felslabors

In der Schweiz werden zwei Felslabors im Kristallingestein (Felslabor Grimsel) und im Tongestein (Felslabor Mont Terri) betrieben, in welchen unter internationaler Beteiligung umfangreiche Forschungsprojekte zur geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle durchgeführt werden (s. Kapitel 8.1 und 13.4). Ziel der Forschung ist die Charakterisierung und Erfassung der geotechnischen, geochemischen und hydraulischen Eigenschaften der dortigen Gesteinsformationen und die Entwicklung und Überprüfung von Lagerkonzepten für den sicheren Einschluss radioaktiver Abfälle sowie von Techniken zur Erfassung relevanter Daten. Die Resultate der Forschung erlauben es ausserdem, anhand von Demonstrationsversuchen das Verhalten technischer (Bentonit, Zement, Stahlbehälter) und natürlicher Barrieren (Wirtgestein und Rahmengesteine) zu untersuchen und entsprechende Modellrechnungen zu validieren.

Seit 2003 ist das ENSI mit eigenen Projekten und Kooperationen an der Forschung im Felslabor Mont Terri beteiligt, um die behördeninterne Fachkompetenz auszubauen und zu erhalten sowie eigene Datensätze und Modelle zu entwickeln.

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten lag 2015 auf den beiden Experimenten HM (Untersuchung hydraulisch-mechanisch gekoppelter Prozesse) und FS (Fault-Slip-Experiment):

Zielsetzungen des HM-Experiments sind einerseits die Erfassung der beim Ausbruch eines Stollens infolge von Spannungsumlagerungen hervorgerufene Deformation und Porenwasserdruckänderung im Opalinuston und die damit verbundenen gekoppelten hydraulisch-mechanischen Prozesse. Andererseits werden umfangreiche felsmechanischen Labormessungen (Triaxialtests) an Bohrkernproben durchgeführt, um die Materialkennwerte des Opalinustons für ein konstitutives Stoffgesetz zu erarbeiten, welche dann in die felsmechanische Modellierung einfließen. Das HM-Experiment erfolgt im Rahmen einer Dissertationsarbeit der Ingenieurgeologie der ETH Zürich und steht kurz vor dem Abschluss.

Mit dem FS-Experiment möchte das ENSI das Verständnis der Stabilität von tektonischen Störungszonen in Tongesteinen und den Bedingungen für deren Reaktivierung verbessern. Dabei sollen die Zusammenhänge zwischen der Bewegung einer Störung, dem Porenwasserdruck und der Mobilität der Fluide untersucht werden. Die Ergebnisse sind zum Beispiel für die Klärung der Mechanismen für natürliche und induzierte Erdbeben, deren Auslöser und das Risikomanagement, aber auch für den Verlust der Integrität natürlicher geringdurchlässiger Barrieren wichtig.

Das ENSI war an vier weiteren Experimenten beteiligt. Mit dem FM-D-Experiment evaluiert das ENSI zusammen mit swisstopo und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) basierend auf elektrischen Messungen an verschiedenen Wasser absorbierenden Materialien eine neue Methode der Durchlässigkeitsbestimmung. Labortests dazu zeigen, dass diese Methode vielversprechend ist und in einem nächsten Schritt im Bohrloch-Massstab eingesetzt werden kann. Mit dem HM-A-Experiment wird im Rahmen einer Dissertationsarbeit der EPF Lausanne ein grossmassstäbliches numerisches 3D-Modell erarbeitet, welches das Deformationsverhalten des Opalinustons im Felslabor Mont Terri abbilden soll. Auch wenn das Modell mit Abschluss der Dissertationsarbeit Ende 2015 nicht bis zur vollen Einsatzreife gebracht werden konnte, wurden doch die modelltechnischen Schwierigkeiten gelöst und wichtige Meilensteine auf dem Weg zum 3D-Modell erreicht. Das HM-B Experiment dient der Evaluierung der mechanisch erzeugten kapillarer Saugwirkung in Bohrungen im Opalinuston mittels In-situ-Überbohrens einer Pilotbohrung. Die aus dem HM-B Experiment zu erwartenden Ergebnisse sind relevant für die Beurteilung der kurzfristigen Gebirgsstabilität und der undrainierten Scherfestigkeit um einen Stollenquerschnitt herum, was für die Planung in den Bauphase wichtig ist. Das MO-Experiment schliesslich dient der Vorbereitung und dem Testen von Monitoring-Techniken, indem gegenwärtig in einem versiegelten Bohrloch die Langzeitbeständigkeit von Glasfaser-Kabeln und Sensoren unter in-situ Bedingungen im Opalinuston untersucht wird.

5.10. Forschungsprojekte des Forschungsprogramms Radioaktive Abfälle

Im Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle (siehe Kapitel 2.1) sind mehrere Projekte vorgesehen, die vom ENSI koordiniert oder durchgeführt werden.

Das Projekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» startete im Jahr 2008. Im Mai 2010 wurden zusätzlich die Projekte «Auslegung und Inventar des Pilotlagers», «Monitoringkonzept und -einrichtungen» und «Lagerauslegung» begonnen.

Das Projekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» wurde im Mai 2015 mit einem Fachseminar und der Veröffentlichung eines umfangreichen Projektberichtes abgeschlossen (vgl. nachfolgenden Absatz). Für die Projekte zur Lagerauslegung und zum Monitoring wurden im Berichtsjahr Zwischenberichte finalisiert, welche nach Kenntnisnahme durch die AGNEB im ersten Halbjahr 2016 veröffentlicht werden sollen. Das Projekt Pilotlager wird voraussichtlich 2016 finalisiert und 2017 veröffentlicht. Da sich das ENSI im Berichtsjahr auf die Prüfarbeiten der Vorschläge der Nagra zu Etappe 2 des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlagerung konzentrierte, wurde die Arbeit an den weiteren AGNEB-Projekten mehrheitlich sistiert. Nach Abschluss der Arbeiten zu Etappe 2 des Sachplanverfahrens werden die entsprechenden Arbeiten wieder aufgenommen. Die detaillierten Planungen dazu werden anlässlich einer Forschungsklausur der AGNEB im Frühling 2016 besprochen.

5.10.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich

Das Projekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» beinhaltet eine systematische und vergleichende Analyse der gesetzlichen Grundlagen und der heutigen Praxis im Umgang mit radioaktiven und nicht-radioaktiven Abfällen. Für die radioaktiven Abfälle wurde eine entsprechende Bestandsaufnahme durchgeführt sowie strategische und technisch-wissenschaftliche Überlegungen und Optionen für eine optimierte Bewirtschaftung erarbeitet.

Zur Einhaltung der Schutzziele für die heutige und die zukünftige Bevölkerung ergeben sich wegen der grundlegend unterschiedlichen Konzepte im direkten Vergleich unterschiedliche Anforderungen an die radioaktiven und nicht-radioaktiven Abfälle. Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) gilt primär aus Sicht des Gewässer- und Bodenschutzes für das Vermindern und Behandeln von nicht-radioaktiven Abfällen sowie das Errichten und Betreiben von Abfallanlagen. Juristische und fachliche Abklärungen haben gezeigt, dass die TVA in Hinblick auf die Bewirtschaftung von radioaktiven Abfällen nicht als konkretisierende Verordnung gilt.

Für den Umgang mit organikahaltigen radioaktiven Abfällen, die Verbringung metallischer Werkstoffe in geologische Tiefenlager und die Verwendung alternativer Materialien für die Herstellung von Endlagerbehälter für verbrauchte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle empfehlen die Projektergebnisse vertiefte Auswertungen durch die Entsorgungspflichtigen. Dazu wird insbesondere auf das Entsorgungsprogramm 2016 und das zugehörige Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm der Entsorgungspflichtigen verwiesen.

5.11. Internationaler Wissenstransfer

Die Mitarbeit in diversen nationalen und internationalen Arbeitsgruppen bietet dem ENSI Gelegenheit, relevante Fragestellungen im Bereich der Entsorgung in geologischen Tiefenlagern zu verfolgen und bezüglich des Stands von Wissenschaft und Forschung über die aktuellen Entwicklungen informiert zu bleiben. Die Resultate dieser Arbeiten fliessen in die Aufsichtstätigkeit des ENSI im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager ein. Im Berichtsjahr 2015 engagierte sich das ENSI neben der Beteiligung an der internationalen Forschung im Felslabor Mont Terri (Kap. 8.1) unter anderem im Rahmen folgender Projekte und Gremien:

SITEX

Das Projekt SITEX (Sustainable network of Independent Technical EXpertise for radioactive waste disposal, FP7-Fission-2011) dient dem Aufbau eines nachhaltigen Netzwerks von Fachexperten/innen für nationale Aufsichtsbehörden, technische Support- und nationale Endlagerorganisationen auf dem Gebiet der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Arbeitsschwerpunkt bildet die Festlegung behördlicher Anforderungen an wichtige Meilensteine der Endlagerentwicklung und die Beurteilung, ob die technisch-wissenschaftlichen Arbeiten der Endlagerorganisationen mit diesen Anforderungen im Einklang stehen. Existierende behördliche Richtlinien werden geprüft und bei Bedarf neue Richtlinien entwickelt. Ferner werden Forschungsprogramme definiert mit dem Ziel, von den Endlagerorganisationen unabhängige technische Supportorganisationen aufzubauen, um damit eine fachlich unabhängige Beurteilung des Sicherheitsnachweises für geologische Tiefenlager zu ermöglichen.

DECOVALEX

Unter dem Titel «Development of coupled models and their validation against experiments» (DECOVALEX) wurde 1992 ein internationales Vorhaben für ein verbessertes Verständnis und zur Modellierung von gekoppelten thermo-hydro-mechanischen (THM) und thermo-hydro-mechanisch-chemischen (THMC) Prozessen in geologischen Systemen initiiert. Im Rahmen des Folgeprojekts DECOVALEX-2015 (Laufzeit 2012-2015) haben mehrere Modellierungsgruppen aus zehn Partnerorganisationen eine vergleichende Auswertung von fünf anspruchsvollen Feld- und Laborexperimenten in der Schweiz, Frankreich, Japan und Tschechien durchgeführt. Die Aufgabenstellung umfasste ein breites Spektrum relevanter Aspekte im Zusammenhang mit dem Verhalten von bautechnischen Barrieren in tonigen und kristallinen Wirtgesteinen.

BIOPROTA

Das ENSI ist seit 2012 Mitglied von BIOPROTA, einem internationalen Forum, das sich mit spezifischen Aspekten der Biosphäre in der Beurteilung der Langzeitauswirkungen einer Aktivitätsfreisetzung aus einem Lager für radioaktive Abfälle auseinandersetzt. Die für den Sachplan geologische Tiefenlager relevanten Arbeiten betreffen beispielsweise das Konzept einer Referenzbiosphäre, den Übergangsbereich Geosphäre-Biosphäre, die Dynamik von Kohlenstoff, die Chemotoxizität der radioaktiven Abfälle sowie die klimatische und geomorphologische Langzeitentwicklung der Biosphäre.

IGSC

Die Integration Group for the Safety Case (IGSC) der OECD-Nuclear Energy Agency (NEA) wurde im Jahr 2000 gegründet mit der Absicht, alle massgebenden Gesichtspunkte vollumfänglich in den Sicherheitsnachweis eines geologischen Tiefenlagers für langlebige und hochaktive Abfälle zu integrieren. IGSC unterstützt die Mitgliedsländer in der Entwicklung eines wirkungsvollen Sicherheitsnachweises, der auf einer robusten wissenschaftlich-technischen Grundlage beruht. Die Arbeitsgruppe dient ferner dem internationalen Dialog zwischen Sicherheitsexperten, um strategische und politische Aspekte der geologischen Tiefenlagerung zu erörtern.

Clay Club

Die NEA hat 1990 eine internationale Arbeitsgruppe für tonhaltige Medien (Clay Club) gegründet, um diejenigen Tongesteine zu untersuchen, welche als Wirtgesteine für geologische Tiefenlager in Betracht fallen. Entsprechende Studien umfassen die Charakterisierung von mineralogischen, geochemischen, geomechanischen und hydrogeologischen Eigenschaften mit der entsprechenden Modellierung. Wichtige Zielsetzungen sind der Zusammenschluss von personellen und materiellen Ressourcen, der Austausch und die Synthese von Fachkenntnis und Erfahrung sowie die Kommunikation der Ergebnisse zu verschiedenen Anspruchsgruppen.

EGOS

Die Expert Group on Operational Safety (EGOS) der IGSC dient dem Austausch von technischen und regulatorisch-gesetzgeberischen Erfahrungen in Bezug auf die nukleare und radiologische Betriebssicherheit eines geologischen Tiefenlagers. Der Arbeitsschwerpunkt beinhaltet die Auswertung von Erfahrungen aus dem konventionellen Bergbau, aus bestehenden Kern- und Entsorgungsanlagen, aber auch aus weiteren relevanten Ingenieurprojekten (z. B. Tunnelbauwerke) und die Analyse des entsprechenden Gefährdungspotenzials. Eine weitere Aufgabe besteht in der Entwicklung von Leitfäden und technischen Lösungen zur Störfallvorsorge und Störfallminderung.

Das ENSI stellt seine internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der geologischen Tiefenlagerung in seinem Erfahrungs- und Forschungsbericht 2015 ausführlich dar.

6 Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung (EGT)

Gemäss Sachplan geologische Tiefenlager unterstützt die EGT das ENSI in ihrer Arbeit zu den sicherheitstechnischen Beurteilungen, verfasst zuhanden des ENSI Stellungnahmen zur geologischen Beurteilung der Standortgebiete und Standorte und zur bautechnischen Machbarkeit der geologischen Tiefenlager, nimmt Stellung zu Gesuchen für erdwissenschaftliche Untersuchungen und arbeitet im Technischen Forum Sicherheit mit. Für das ENSI ist die EGT eine wichtige Wissensträgerin, da darin von der Nagra unabhängige Fachpersonen vertreten sind. Der EGT gehörten in der Berichtsperiode sieben Mitglieder an, vornehmlich aus dem Hochschulbereich des In- und Auslands, welche verschiedene in der geologischen Tiefenlagerung relevante Fachbereiche abdecken (s. Anhang III). Zusätzlich wurde ein ehemaliges Mitglied für die Stellungnahme der EGT zum Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete einbezogen. Das Sekretariat der EGT wird vom ENSI geführt. Die Aktivitäten der EGT werden laufend auf einer Website präsentiert (www.egt-schweiz.ch).

In der Berichtsperiode 2015 fanden sieben ganztägige, reguläre Plenarsitzungen statt. Die EGT war am Kick-Off Meeting für Experten des ENSI vertreten, an dem anhand einer Wegleitung die Arbeit der verschiedenen Experten koordiniert und inhaltliche Schwerpunkte erörtert wurden. Mitglieder der EGT nahmen ausserdem an drei von sechs Sitzungen des Technischen Forums Sicherheit teil. Schliesslich war die EGT in der ersten Sitzung des neu gegründeten Fachgremiums Erdwissenschaftliche Untersuchungen vertreten. Die EGT leistete wichtige Zuarbeit für die Nachforderungen des ENSI an die Nagra für eine bessere Beurteilungsgrundlage der Standortgebiete. Zu diesem Thema nahm die EGT an einer Podiumsdiskussion auf Einladung der Regionalkonferenz Jura-Ost und an einer Behördeninformation des ENSI teil. Auf Einladung des OECD/NEA Radioactive Waste Management Committees nahm die EGT am 8. informellen Treffen der Chairs of Advisory Bodies to Governments ABG in London teil. Die teilnehmenden Expertengremien aus England, Deutschland, Frankreich, Schweden, den USA und der Schweiz befassen sich anlässlich dieser Meetings mit aktuellen und generellen Fragen der geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle, informieren sich gegenseitig über ihre Aufgaben und Themen von besonderem Interesse und tauschen Erfahrungen aus.

Die EGT und das ENSI legen jährlich gemeinsam die Schwerpunkte der Arbeiten der EGT fest. Im Berichtsjahr stand die Erarbeitung einer schriftlichen Stellungnahme zum Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete in Etappe 3 SGT im Vordergrund, die gemeinsam mit dem Gutachten des ENSI veröffentlicht werden wird. Darin behandelte Themen umfassen

- Barriereigenschaften der Wirt- und Rahmengesteine für das SMA- und HAA-Lager
- Konzeptuelle Modelle und Parameter der SMA-Wirtgesteine für den Radionuklidtransport
- Migration und Verdünnung der Radionuklide in der Biosphäre
- Wirtgesteins- und standortspezifische Dosisrechnungen für das SMA-Lager
- Sicherheitsrelevante Auswirkungen geochemischer Prozesse für das SMA-Lager
- Langzeitbeständigkeit und Gastransport im EGTS für das SMA-Lager
- Gastransport in den SMA- und HAA-Wirtgesteinen
- Felsmechanische Eigenschaften der Wirtgesteine für das SMA-Lager
- Homogenität und Explorierbarkeit von Heterogenitäten im Opalinuston und 'Braunen Dogger'
- Abgrenzung der Lagerperimeter basierend auf Erosionskriterien
- Prozessierung und Belastbarkeit der 2D-Seismik im Tafeljura
- Neotektonik und Geodynamische Entwicklung der Nordschweiz
- Seismizität der geologischen Standortgebiete
- Abgrenzung der Lagerperimeter basierend auf der tektonischen Überprägung
- Platzbedarf und –angebot der Tiefenlager in den verschiedenen Standortgebieten
- Annahmen zur Auslegung der SMA- und HAA-Lager und ihrer Zugänge und Annahmen zur Versiegelung der Stollen, Kavernen und Zugangsbauwerke

- Abgrenzung der Lagerperimeter basierend auf bautechnischen Kriterien, insbesondere maximale Tiefenlage
- Auswirkungen der Auflockerungszone auf die Langzeitsicherheit des SMA- und HAA-Lagers

Ferner hat sich die EGT mit den neuen Zeitplänen des Standortauswahlverfahrens befasst, welche von BFE und Nagra im April 2014 kommuniziert wurden. Diese Zeitplanung sieht vor, dass das Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle erst circa 2050 – anstatt wie ursprünglich geplant 2035 – und das Tiefenlager für hochaktive Abfälle circa 2060 – anstatt 2050 – in Betrieb gehen werden. Die EGT kann die Begründung für diese massiven Verzögerungen (längere Zeitdauer des Sachplanverfahrens bis zu Standortwahl und Rahmenbewilligung) nicht nachvollziehen, und sieht den Erfolg des Sachplanverfahrens durch die extrem langen Zeiträume bis zur Realisierung als gefährdet an. Die EGT erwartet eine zeitlich ambitionierte und zielgerichtete Terminplanung, welche der Dringlichkeit der Entsorgungsaufgaben unserer Generation entspricht.

7 Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)

Als beratendes Organ des Bundesrats, des UVEK und des ENSI prüft die KNS grundsätzliche Fragen der nuklearen Sicherheit und kann zuhanden des Bundesrats und des UVEK Stellung zu den sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI nehmen. Die KNS besteht aus sieben Mitgliedern (siehe Anhang III).

7.1. Sachplan geologische Tiefenlager

7.1.1. Vorschlag für die Standorteinengung in Etappe 2 SGT

Ziel der Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) ist die Einengung auf mindestens je zwei Standortgebiete für Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) sowie für hochaktive Abfälle (HAA). Der Vorschlag der Nagra für die Standorteinengung wurde nach Einreichung bei der verfahrensleitenden Behörde, dem Bundesamt für Energie (BFE), am 30. Januar des Berichtsjahres öffentlich vorgestellt. Die Nagra sieht vor, die beiden geologischen Standortgebiete Jura Ost und Zürich Nordost als mögliche Standortgebiete für geologische Tiefenlager in Etappe 3 SGT vertieft zu untersuchen. Beide Standortgebiete eignen sich nach Einschätzung der Nagra sowohl für ein SMA-Lager als auch für ein HAA-Lager oder ein Kombi-Lager¹⁰. Nach der Bekanntgabe des Einengungsvorschlags der Nagra hat das ENSI mit dessen sicherheitstechnischer Detailprüfung begonnen. Sobald das resultierende sicherheitstechnische Gutachten des ENSI vorliegt, wird die KNS gemäss Vorgabe im Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager zu diesem Gutachten Stellung nehmen.

Die KNS hat im Berichtsjahr vorderhand den Vorschlag der Nagra für die Standorteinengung im Rahmen mehrerer Kommissionssitzungen analysiert. Aus ihrer Sicht offene Fragen hat sie schriftlich festgehalten; diese Fragenliste wurde der Geschäftsleitung der Nagra am 26. November anlässlich einer gemeinsamen Sitzung übergeben. Die Antworten der Nagra auf die Fragen der Kommission sind im Frühjahr 2016 durch Vertretungen der Nagra im Rahmen von KNS-Sitzungen vorgestellt worden.

7.1.2. Planung Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager

Die KNS war im Berichtsjahr an den fortgesetzten Planungsarbeiten für die Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) beteiligt, welche unter der Leitung des Bundesamts für Energie (BFE) als verfahrensleitende Behörde durchgeführt wurden. In den Planungs-Untergruppen „Gesamtverfahren“ und „Sicherheit“, in welchen die KNS vertreten ist, wurden Detailfragen zum Verfahrensablauf (z. B. Ablauf der Platzierung der sogenannten Schachtkopfanlagen¹¹, Ablauf der Bewilligungsverfahren für die erdwissenschaftlichen Untersuchungen) und der konkreten Umsetzung (z. B. Anforderungen hinsichtlich der fachlichen Begleitung der erdwissenschaftlichen Untersuchungen durch die Behörden und die Fachgremien des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager) erörtert.

7.2. Entsorgungsprogramm 2016

Gemäss Art. 32 der Kernenergiegesetzes (KEG) müssen die Entsorgungspflichtigen¹² ein Entsorgungsprogramm erstellen, welches periodisch zu aktualisieren ist. Darin sind gemäss Art. 52 Abs. 1 der Kernenergieverordnung (KEV) Angaben zu machen, unter anderem über die Herkunft, Art und

¹⁰ Gleichzeitige Anordnung eines HAA-Lager und eines SMA-Lagers in einem geologischen Standortgebiet

¹¹ Oberflächeninfrastruktur von Zugangsbauwerken (z.B. Schacht, Schrägschacht oder Rampe) zu einem geologischen Tiefenlager, über welche keine radioaktiven Abfälle eingelagert werden (z. B. Bewetterungsschacht).

¹² Die Pflicht zur Entsorgung ist in Art. 31 des Kernenergiegesetzes definiert. Dort ist unter anderem festgehalten: „Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist verpflichtet, die aus der Anlage stammenden radioaktiven Abfälle auf eigene Kosten sicher zu entsorgen.“

Menge der radioaktiven Abfälle, über die benötigten geologischen Tiefenlager einschliesslich ihres Auslegungskonzepts, über die Zuteilung der Abfälle zu den geologischen Tiefenlagern und über den Realisierungsplan für die Erstellung der geologischen Tiefenlager. Das nächste Entsorgungsprogramm ist gemäss Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 im Jahr 2016 zeitgleich mit den aktualisierten Kostenstudien beim zuständigen Departement UVEK einzureichen. Das Entsorgungsprogramm 2016 wird von der Nagra im Auftrag der Entsorgungspflichtigen erstellt. Für die Überprüfung und für die Überwachung der Einhaltung des Programms sind gemäss Art. 52 Abs. 3 KEV das ENSI und das Bundesamt für Energie (BFE) zuständig. Wie bereits beim vorangegangenen Entsorgungsprogramm 2008 wird auch die KNS gemäss ihrem gesetzlichen Auftrag, grundsätzliche Fragen der nuklearen Sicherheit zu überprüfen, zu den sicherheitstechnischen Aspekten des Entsorgungsprogramms 2016 Stellung nehmen.

Zur Planung und Koordination der Verfahrens, von der Einreichung des Entsorgungsprogramms 2016 über die behördliche Überprüfung bis zur Anhörung und öffentlichen Auflage, fanden im Berichtsjahr zwei Fachsitzungen statt, an welchen alle involvierten Gremien, Fachstellen und Behörden vertreten waren. Im Hinblick auf eine effiziente Begleitung sind weitere Sitzungen für das Jahr 2016 geplant.

7.3. Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“

Im Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“ sind die von Bundesstellen vorgesehenen Forschungsprojekte im Bereich Entsorgung zusammengefasst.¹³ Das Forschungsprogramm wird im Auftrag der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb) von einem Sekretariat betreut, das beim Bundesamt für Energie (BFE) angesiedelt ist. Die KNS ist in der Umsetzungsgruppe zum Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“ vertreten. Die Umsetzungsgruppe verfolgt die aktuell laufenden Projekte des Forschungsprogramms und die Ergebnisse der abgeschlossenen Projekte. Im Berichtsjahr haben sich die Mitglieder der Gruppe daneben auch mit möglichen zukünftigen Schwerpunkten des Forschungsprogramms in der Periode 2017–2020 befasst.

7.4. Kontakte und Informationsaustausch

Auch im Berichtsjahr fand wiederum ein regelmässiger Informationsaustausch mit den in der Schweiz am Prozess der Entsorgung radioaktiver Abfälle beteiligten Institutionen statt. Daneben nahmen Vertretungen der KNS unter anderem an nachfolgend genannten Treffen im Zusammenhang mit der Entsorgung radioaktiver Abfälle teil.

7.4.1. Fachseminar „Behandlung radioaktiver Abfälle in der Schweiz: Status und Trends“

Am 24. April 2015 fand auf Einladung des ENSI ein Fachseminar zu genanntem Thema statt, an welchem auch die KNS vertreten war. Anlass des Seminars war die Veröffentlichung des Abschlussberichts des Agneb-Forschungsprojekts „Abfallbewirtschaftung im Vergleich“. Neben den Ergebnissen dieses Projekts wurden auch die Entwicklung und der aktuelle Stand bei der Konditionierung von schwach- und mittelaktiven Abfällen in der Schweiz aus Sicht des ENSI, der Betreiber der schweizerischen Kernkraftwerke und der Nagra vorgestellt. Des Weiteren wurde die aktuelle Situation bezüglich Behandlung von schwach- und mittelaktiven Abfällen in Deutschland, in Frankreich und in Schweden thematisiert und diskutiert.

¹³ Die Bundesverwaltung kann zum Zwecke des Erwerbs und des Ausbaus von Fachkenntnissen, die für ihre aktuellen oder zukünftigen Tätigkeiten relevant sind, Forschungsarbeiten durchführen lassen oder fördern. Diese Forschung wird Ressortforschung genannt. Im Bereich Kernenergie gehört unter anderem das Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“ zur Ressortforschung des Bundes.

7.4.2. OECD/NEA-Meeting of Chairpersons of Advisory Bodies to Governments

Am 4./5. Mai 2015 fand in Berlin ein weiterer Austausch in der Reihe von Treffen der Vorsitzenden beratender Gremien im Bereich Entsorgung unter Obhut der OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA) statt. Die KNS delegierte ein Mitglied zur Teilnahme.

Neben aktuellen Arbeiten der vertretenen Gremien standen Fragen der Rückholbarkeit radioaktiver Abfälle, der möglichen Markierung von geologischen Tiefenlagern und der Weitergabe des Wissens um solche Anlagen an zukünftige Generationen im Fokus des Austauschs.

7.4.3. Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone und Kantonale Expertengruppe Sicherheit

Am 24. Juni 2015 fand ein Austausch einer Delegation der KNS mit der Arbeitsgruppe Sicherheit der Kantone (AG SiKa) und deren Expertengruppe (Kantonale Expertengruppe Sicherheit, KES) in Zürich statt. Ziel des informellen Gesprächs war die gegenseitige Orientierung über erste Einschätzungen zum Vorschlag der Nagra zur Standorteinengung in Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager.

7.4.4. Informationsaustausch ESK–KNS

Am 1./2. Dezember fand die dritte gemeinsame Sitzung der KNS mit der deutschen Entsorgungskommission (ESK) statt.

Inhaltlich wurden zum einen die Verfahren zur Standortsuche für geologische Tiefenlager für radioaktive Abfälle in den Ländern thematisiert. So orientierte die ESK über die gegenwärtige Situation bezüglich des Standortauswahlverfahrens für ein geologisches Tiefenlager für hochaktive Abfälle in Deutschland. Seitens KNS wurde der aktuelle Stand des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager zusammengefasst.

Zum anderen wurden die nationalen Verfahren zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen vorgestellt. Dabei wurden auch die von der ESK als Empfehlung formulierten Leitlinien¹⁴ zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen behandelt und Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede in den regulatorischen Vorgaben für die Stilllegung von Kernanlagen in den beiden Ländern diskutiert.

7.5. Ausblick

Im Zentrum der Tätigkeiten der KNS werden auch 2016 Aufgaben im Zusammenhang mit dem Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) stehen. So ist die Prüfung und Bewertung des von der Nagra eingereichten Vorschlags für die Einengung auf mindestens je zwei Standortgebiete für Tiefenlager für schwach- und mittelaktive sowie für hochaktive Abfälle abzuschliessen. Das Ergebnis dieser Prüfung wird in die Stellungnahme einfließen, welche die KNS zum Gutachten des ENSI zum Einengungsvorschlag erarbeiten wird. Daneben hat die Kommission Aufgaben im Zusammenhang mit der Planung von Etappe 3 SGT und mit bereits laufenden bzw. geplanten erdwissenschaftlichen Untersuchungen der Nagra (3D-reflexionsseismische Untersuchungen, Erkundungsbohrungen) wahrzunehmen.

¹⁴ Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 16.03.2015

8 Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)

8.1. Betrieb und Forschung im Felslabor Mont Terri

Die swisstopo ist Betreiberin des Felslabors Mont Terri und leitet das Mont Terri-Projekt mit insgesamt 16 Forschungspartnern¹⁵ aus acht Ländern. 2015 kam die belgische Sicherheitsbehörde FANC als sechzehnter Partner hinzu.

Seit 2006 nimmt swisstopo das Management des Felslabors wahr, ist verantwortlich für die Sicherheit unter Tage, unterbreitet dem Kanton Jura die jährlichen Forschungsprogramme und realisiert nach deren Bewilligung die Experimente zusammen mit den Partnern und den Kontraktoren. Insgesamt sind rund 50 Forschungsinstitute und 50 private Unternehmungen an der Implementierung der Forschung beteiligt.

8.1.1. Experimente

Seit Beginn des Forschungsprogramms im Jahr 1996 wurden 138 Experimente gestartet und davon 93 abgeschlossen. Ende 2015 waren somit noch 45 Experimente im Gang (in-situ Experimente, neue Experimente in Planung, reine Laborexperimente), wovon sieben neu sind (siehe Tabelle unten). Bis jetzt haben die 16 Projektpartner für Aufträge, die an über hundert Hochschulen, Forschungsinstitute und Spezialfirmen gingen, 76,7 Millionen Franken ausgegeben (inklusive Budget bis Mitte 2016). Bedeutendste schweizerische Projektpartnerin ist die Nagra mit einem Kostenbeitrag von 34 %. Die bedeutendste ausländische Partnerin ist die französische Andra mit einem Beitrag von 20 %. Die anderen 14 Partner kommen für die restlichen 46 % auf.

Das Budget für die Experimente betrug 2015 rund 3,2 Millionen Franken (Mittelwert aus Phase 20 und 21). Verglichen mit 2014 ist dies ein markanter Rückgang von rund 20%. Dies ist einerseits auf die angespannte Finanzlage der Stromproduzenten zurück zu führen, andererseits auf eine Priorisierung der Untersuchungen der Nagra auf die Standortgebiete. Für den Betrieb und die Sicherheit des Felslabors steuerte die swisstopo 0,6 Millionen Franken bei. Damit werden unter anderem die Mieten (Felslabor), die Honorare der «Commission de suivi» (kantonale Begleitkommission) sowie die Sicherheitsvorkehrungen und der Unterhalt im Felslabor finanziert.

Die laufenden Experimente können in drei Gruppen eingeteilt werden:

- *Forschung und Entwicklung von Methoden und Messgeräten*
z. B. die Experimente IC (Iron corrosion of Opalinus Clay; downhole impedance measurements), FM-D (Evaporation logging) und MD (Cosmic myon density tomography).
- *Prozessverständnis und Kennwerte Opalinuston*
z. B. die Gasexperimente HG-A, HG-D und HT (Long-term gas migration, reactive gas transport, hydrogen transfer) aber auch die Diffusionsexperimente mit Radionukliden DR-A, (Radionuclide diffusion, retention and perturbations) und ohne Radionuklide DR-B (Long-term diffusion with iodine) sowie das Mikrobiologieexperiment MA (Microbial activity).
- *Demonstrationsexperimente*
Aktuell laufen 2 grosse Demonstrationsexperimente: das HE-E Experiment (In-situ heater test in VE micro-tunnel, scale 1:2) und das FE- (Full scale emplacement, scale 1:1) Experiment. Beim letzteren hat die Heizphase im März 2015 definitiv begonnen. Details dazu sind auch im Agneb-Jahresbericht im Kapitel der Nagra enthalten.

Die Forschungsarbeiten werden von in- und ausländischen Universitäten, Forschungsinstituten und privatwirtschaftlichen Kontraktoren durchgeführt. In der Schweiz sind dies vor allem die ETH Zürich, das PSI und die Universität Bern. Die Forschungsaufträge werden von swisstopo vergeben.

¹⁵ Projektpartner, siehe auch: www.mont-terri.ch/internet/mont-terri/de/home/project/organisation/partners.html

Übersicht der 45 laufenden in-situ Experimente 2015 (Phase 21):

Abkürzung	Titel des Experimentes	Partner(in) ¹	Aktivität ²	Bemerkung
BN	Bitumen-nitrate-clay interaction	A, F, I, S	D, L, M, R	
CI	Cement-clay interaction	A, C, F, N, O, S	D, L, R	
CS	Near well sealing integrity for CO ₂ geological storage	O, T	D, L, M, R	«ULTimateCO ₂ » Projekt EU-mitfinanziert
CS-A	Well leakage simulation & remediation	T, V	D, L, M, R	
CS-B	Caprock integrity & fracture remediation experiment	T, V	P, L, D, M	
CS-C	Experimental assessment of shale prop. for safe geol. CO ₂ storage	F, T	D, L, R	Neu
DB	Deep inclined borehole through the Opalinus Clay	B, G, I, N, T, W	D, L, M, R	
DB-A	Pore water characterisation – benchmarking and investigation of interface to adjacent aquifer	I, N, T, W	P, L, R	
DF	Drilling fluids for Opalinus Clay	N	D, M, R	Neu
DM-A	Long-term deformation measurements	G	D, M, R	
DR-A	Diffusion, retention and perturbations	N, W	R	
DR-B	Long-term diffusion with iodine	F, N, W	L, M	
EG	EDZ gas diffusion by carbon isotopes	C	D, L, M	
FE-G	Monitoring the gas composition within the full-scale emplacement	A, D, N, W	D, M, R	Neu
FE-M	Long-term monitoring of the full scale emplacement experiment	A, B, D, F, G, N, W	M	
FI	Fluid-mineral interactions in Opalinus Clay during natural faulting and heating	T	L, R	
FM-D	Evaporation logging	H, T	D, M, R	
FS	In-situ clay faults slip hydro-mechanical characterisation	D, J, H, T	D, L, M, R	
GD	Analysis of geochemical data	A, E, F, N, S	L, R	
HA-A	Analysis and synthesis of the variability of hydrogeological and geophysical parameters of the Opalinus Clay	B, F, N	L, R	Neu
HE-E	In-situ heater test in VE micro-tunnel	B, E, G, N	D, M, L, R	EU-mitfinanziert
HM	Experimental lab behaviour on HM-coupled properties and behaviour	H	L, D, R	
HM-A	3-dimensional hydro-mechanical model of the Mont Terri rock laboratory (scientific part, EPFL)	H, T	R	
HM-B	Evaluation of mechanically induced suction in bore cores	B, H, T	P, D, L, M	Neu
HS	Hydrogeological survey of aquifers around the Opalinus Clay	T	M, R	Neu
HT	Hydrogen transfer in Opalinus Clay	A, F, W	D, L, M, R	

Abkürzung	Titel des Experimentes	Partner(in) ¹	Aktivität ²	Bemerkung
IC	Iron corrosion of Opalinus Clay	A, J, N, W	D, M	
IC-A	Corrosion of iron in bentonite	A, N, W	D, M	
LP-A	Long-term monitoring of the pore parameters in Opalinus Clay	A, B, F, I, N, T, V, W	M, R	
LT-A	Properties analysis in lab tests	B, G, N	L, R	
MA	Microbial activity	A, B, F, N, W	D, L, M, R	
MA-A	Modular platform for microbial studies	N	P, L, M, D	
MD	Cosmic muon density tomography	T	D, M, R	
MH	Long-term monitoring of heaves	T	D, M	
MO	Preparation of technology for long-term monitoring	A, H, T	D, M	
MO-A	Long-term and multi-scale monitoring with passive geophysical methods	A, T	D, M, R	
PS	Petrofabric and strain determination	T	L, R	
RA	Rock mechanics analyses	B, N	M, L, R	
SB-A	Borehole sealing experiment	B, G	D, L, M	
SM-B	Long-term seismic monitoring	T	D, M, R	
SM-C	Permanent nanoseismic monitoring	T	D, M, R	
SO	Sedimentology of Opalinus Clay	B, T	D, L, R	
SO-B	Statistical analysis and detection of periodic patterns in lithofacies	T	R	Neu
ST	Seismic transmission measurements	B	P, D, R	
WS-I	Investigation of wet spots	B, N	D, L, M	

¹ Partner/in	A Andra (FR)	J JAEA (JP)	² Aktivität	P Planung
	B BGR (DE)	N Nagra (CH)		D Bohrung, Installationen, in-situ
	C Criepi (JP)	O Obayashi (JP)		Testing
	D US DOE (US)	S SCK•CEN (BE)		L Laboranalysen
	E Enresa (ES)	T swisstopo (CH)		M Monitoring
	G GRS (DE)	V Chevron (US)		R Modellierung, Reporting
	H ENSI (CH)	W nwmo (CA)		
	I IRSN (FR)			

Die swisstopo beteiligt sich an 22 der insgesamt 45 laufenden Experimente (siehe Tabelle oben). Schwerpunkte bilden dabei vor allem die kleinskalige mikroskopische Beschreibung der Porenräume von tektonischen Bruchzonen, der Auflockerungszone und der undeformierten Matrix (DB-A, PS, SO und SO-A-Experimente). Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Feuchtetransport des Opalinustons (Schrumpfen und Schwellen, CD-Experiment) und in der Ermittlung von Feuchteknennwerten mit neuen Messmethoden (FM-D-Experiment). Beim FS Experiment wurde 2015 die aufwändige Feldkampagne, welche insgesamt fünf Tests umfasste, mit der erfolgreichen hydraulischen Stimulation der Hauptstörzone im Felslabor abgeschlossen. Bei den 2015 neu dazu gekommenen Aktivitäten handelt es sich um die statistische Auswertung von synthetisch erzeugten Bohrlochlogs aus optischen und akustischen Teviewerdaten (SO-B) und um den Aufbau eines Messstellennetzes für die Überwachung der Karstquellen entlang der Mont Terri Sicherheitsgalerie (HS). Ausserdem wurde die Erweiterung des nanoseismischen Netzwerks zur Messung von Schwachbeben rund um das Felslabor (SM-C) zu 80% abgeschlossen. Zudem trägt swisstopo zur Öffnung des Felslabors für nicht-nukleare Forschungsvorhaben bei, z. B. im Bereich der CO₂-Speicherung mit den CS, CS-A, CS-B und CS-C-Experimenten. Das Testintervall des CS-Experimentes konnte nach mehreren Fehlschlä-

gen im Juni 2015 überbohrt und Proben für Laboruntersuchungen entnommen werden. Dieses Experiment ist EU-kofinanziert; swisstopo und Obayashi sind Projektpartner, die französische BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) koordiniert das Gesamtprojekt.

8.1.2. Dokumentation und Bewilligung

Alle in-situ Aktivitäten, Laborversuche und Modellierungsarbeiten werden in Form von «Technical Notes» und «Technical Reports» dokumentiert. Das physische Archiv befindet sich in St-Ursanne. Das elektronische Archiv, das für alle Mont Terri-Projektpartner/innen und den Kanton Jura zugänglich ist, befindet sich auf dem Mont Terri-Extranet.

Am 28. Mai 2015 reichte swisstopo das Gesuch für die Forschungsarbeiten der Phase 21 beim Kanton Jura ein (1. Juli 2015 bis 30. Juni 2016). Nach der Begutachtung durch die jurassische Commission de suivi erhielt swisstopo am 30. Juni 2015 vom Département de l'Environnement des Kantons Jura unter der Leitung von Ministre Philippe Receveur die Bewilligung zur Durchführung der Phase 21. Das offizielle schriftliche Bewilligungsdokument lag am 5. August 2015 vor.

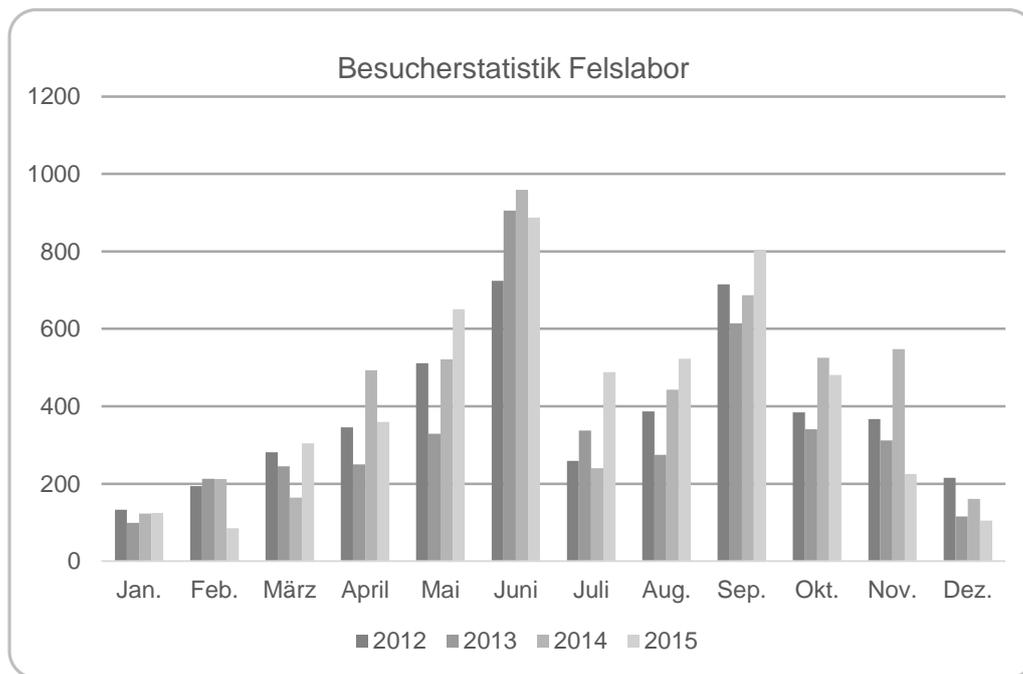
8.2. Das Mont Terri-Besucherzentrum

Das Mont Terri-Besucherzentrum wird von den Partner/innen Nagra, ENSI und swisstopo betrieben. Ziel ist es, die Bevölkerung über die Sicherheit und Machbarkeit eines zukünftigen Tiefenlagers für radioaktive Abfälle zu informieren. Besonders interessant sind die laufenden Experimente im Felslabor Mont Terri, wo Besucherinnen und Besucher sich selbst ein Bild über die geologische Tiefenlagerung machen können.

Einige statistische Zahlen zum Jahr 2015: (In Klammer Vorjahr)

- 5'038 (5'076) Besucherinnen und Besucher mit zwei Peaks im Juni und September (siehe Grafik unten)
- 256 (285) Besuchergruppen
- 37 (40) verschiedene Guides von Nagra, ENSI und swisstopo waren 372 (416) Mal im Einsatz
- Vereine, Firmen: 2'600 (2'647) Besucherinnen und Besucher
- Schulen, Universitäten: 1'126 (1'135) Besucherinnen und Besucher
- Politiker, Parteien: 153 (106) Besucherinnen und Besucher
- Deutsche Sprache 3'465 (3'149), Französische Sprache 953 (1'172), Englische Sprache 258 (454), gemischte Gruppen 155 Besucherinnen und Besucher
- 17 Journalisten von 7 Medien machten Reportagen
- 431 (441) Mal ist ein Bus mit Besuchern ins Labor gefahren.
- Die Zahl der Besucher aus den Standortgebieten ist zurückgegangen 161 (383)
- 1'247 (1'618) Personen nutzten das Besucherzentrum für Tagungen, Sitzungen oder besondere Anlässe.
- Budget 2015: 410'000 CHF. Darin enthalten ist der Betrieb des Besucherzentrums mit rund 2,4 Stellen.
- 25 Besuche mit 423 Teilnehmern wurden angemeldet und später wieder abgesagt!

Monat /Jahr	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
2012	133	194	281	346	511	724	259	387	715	384	367	215	4516
2013	99	213	245	250	329	905	337	275	614	341	312	116	4036
2014	123	212	164	493	521	959	240	443	687	525	548	161	5076
2015	125	85	304	360	651	887	488	523	804	481	225	105	5038



9 Bundesamt für Gesundheit (BAG)

9.1. Sammelaktion der MIF-Abfälle

Die Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) schreibt vor, dass radioaktive Abfälle aus den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle) bei der Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden müssen. Das PSI als Sammelstelle des Bundes nimmt die Abfälle entgegen, konditioniert sie und ist für die Zwischenlagerung im Bundeszwischenlager verantwortlich. Das BAG organisiert in Absprache mit dem PSI in der Regel eine Sammelaktion für MIF-Abfälle pro Jahr.

Bei der 2015 durchgeführten Sammelaktion haben insgesamt 26 Betriebe radioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $2,2 \cdot 10^{15}$ Becquerel¹⁶ (dominiert von Tritium (H-3) und einem Gesamtvolumen von 4,73 m³ (Rohvolumen) abgeliefert.

Unter Berücksichtigung des Artikels 83 der StSV konnten verschiedene Tritium- und C-14-haltige Abfälle mit Zustimmung des BAG einer Verbrennung zugeführt werden. Für mehrere geschlossene Strahlenquellen hoher Aktivität (insb. Americium-241, Cobalt-60, Cäsium-137) zeigten sich Weiterverwendung und Recycling als sinnvolle Alternativen zur Entsorgung als radioaktiver Abfall. Der Austausch von verbrauchten Quellen mit Rücknahme der alten Quelle durch die Lieferantin oder den Lieferanten wird weitgehend angewendet und minimiert weiter die Abfalllast für die Schweiz. Soweit möglich und sinnvoll werden auch Dekontamination und Abklinglagerung mit anschliessender Freimessung in den Betrieben angewendet.

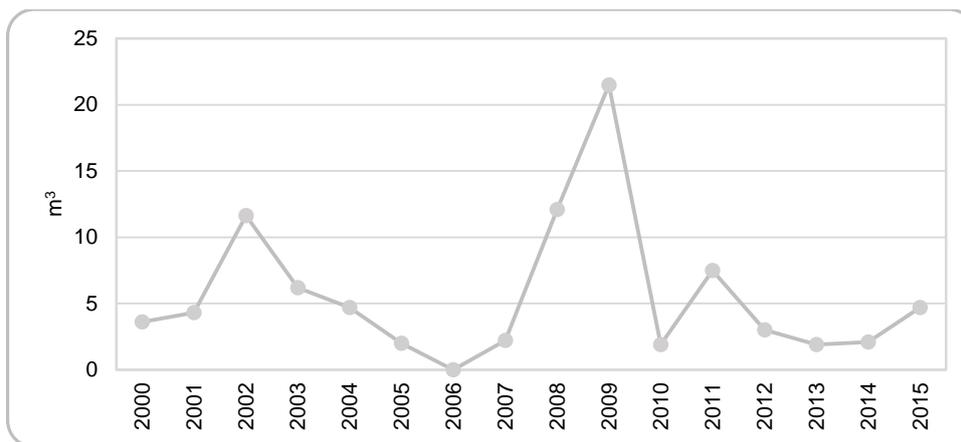
In der folgenden Tabelle sind die seit 1974 vom PSI entgegengenommenen MIF-Abfälle zusammengestellt. In der ersten und zweiten Zeile sind die Summen der von 1974–1999 und von 2000–2010 abgelieferten Aktivitäten aufgelistet:

Aktivität [GBq ¹]						
Jahr	Anzahl Betriebe	β/γ-Strahler		α-Strahler		Volumen ² [m ³]
		Ohne Tritium	Tritium	Ohne Radium	Radium	
1974–1999		105 185	12 296 635	6 935	737	586
2000 - 2010		11 177	4 937 361	452	45	70,1
2011	27	140	1 000 000	3,8	0,19	7,5
2012	25	110	25 000	1,4	0,36	3,0
2013	28	66	61 000	0,64	0,25	1,9
2014	24	350	17 000	1,31	0,29	2,1
2015	26	346	2 160 000	2,19	0,73	4,7

¹ Gigabecquerel ($1 \cdot 10^9$ Zerfälle pro Sekunde).

² bis 1999 abgegebenes Fassvolumen, ab 2000 effektiv abgegebenes Rohvolumen.

¹⁶ Becquerel: Einheit für die Aktivität eines Radionuklids (1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde)



Zeitlicher Verlauf der abgegebenen Rohvolumen seit 2000

9.2. Bund aktualisiert seine Kostenschätzungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle

Der Bund ist für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen aus der Medizin, der Industrie und der Forschung verantwortlich, jedoch nicht für diejenigen der Atomkraftwerkbetreiber. Das Bundesamt für Gesundheit sammelt die Abfälle jährlich ein. Anschliessend werden sie im Bundeszwischenlager in Würenlingen (AG) bearbeitet und zwischengelagert. Im Paul Scherrer Institut (PSI, ETH-Bereich) fallen aus Forschungsanlagen ebenfalls radioaktive Abfälle an. In Zukunft sollen alle radioaktiven Abfälle in ein geologisches Tiefenlager gebracht werden.

Die Kosten des Bundes für die gesamte Entsorgung dieser Abfälle belaufen sich nach heutiger Schätzung insgesamt auf rund 1,4 Milliarden. Franken und setzen sich wie folgt zusammen:

- Konditionierung/Zwischenlagerung: 374 Mio. Franken
- Rückbau/Stilllegung (PSI-Anlagen): 235 Mio. Franken
- Geologische Tiefenlagerung (Bau, Betrieb, Schliessung): 744 Mio. Franken

Ein Teil der Kosten für den Bund wird durch Gebühren der Verbraucher finanziert. Ein weiterer Teil wird erst ab 2060 anfallen, nachdem ein Endlager in Betrieb sein sollte. Somit gehen die Schätzungen von noch verbleibenden 857 Mio. Franken aus, die je hälftig auf den Bund und den ETH-Bereich aufgeteilt werden. Der Anteil des Bundes kann aus dem laufenden Budget getätigt werden. Der ETH-Bereich muss seine Beiträge jedoch erhöhen.

Die letzte Schätzung aus dem Jahre 2000 rechnete mit Kosten von 300 Mio. - 360 Mio. Franken für die Entsorgung für den Zeitraum 2000-2040. Damals stand das abgelehnte Lagerprojekt am Standort Wellenberg (NW) im Vordergrund, und es wurde mit einer relativ raschen Realisierung eines Endlagers für schwach- und mittlradioaktive Abfälle gerechnet. Die Korrektur nach oben ist zu einem grossen Teil darauf zurückzuführen, dass die Kosten für die geologische Lagerung und für die Entsorgung der Abfälle höher geschätzt wurden.

Der Bundesrat hat die Kostenschätzung einer dafür eingesetzten Arbeitsgruppe am 29. April 2015 zur Kenntnis genommen. Er hat die zuständigen Departemente (Eidg. Departement des Innern, Eidg. Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Eidg. Finanzdepartement, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) beauftragt, ihm bis Ende 2018 erneut Kostenschätzungen zu unterbreiten.

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10468/10469/index.html?lang=de>

10 Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Im Sachplanverfahren geologische Tiefenlager ist das ARE für die Prüfung und Beurteilung der raumplanerischen Aspekte zuständig. Insbesondere trägt es die Gesamtverantwortung für die raumplanerischen Abklärungen bezüglich der Oberflächenanlagen. Unterstützt wird das ARE von der Arbeitsgruppe Raumplanung (s. Kapitel 4.3.1). Das ARE hat sich 2015 auf die Führung der Arbeitsgruppe Raumplanung konzentriert. Es hat sich dabei in die Diskussionen um die Ausgestaltung der vertieften volkswirtschaftlichen Untersuchungen in Etappe 3 und der räumlichen Definition der Standortregionen in Etappe 3 eingebracht sowie bei den ersten Entwürfen der Objektblätter von Etappe 2 mitgearbeitet.

11 Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU unterstützt das für den Sachplan federführende BFE bei Fragen zum Thema Umweltschutz. Das BAFU ist dabei für die Beurteilung der umweltrelevanten Aspekte zuständig (ohne nukleare Auswirkungen). Die Beurteilung der Umweltaspekte geschieht vor allem im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), welche im Rahmen des Rahmenbewilligungsverfahrens (1. Stufe) und des Baubewilligungsverfahrens (2. Stufe) durchgeführt wird.

Im Jahr 2015 hat das BAFU mit Schreiben vom 3. März zum Mustersondiergesuch der Nagra Stellung genommen. Im Juni begann die Beurteilung der Voruntersuchungen inkl. Pflichtenheft für den UVB 1. Stufe der beiden Standortareale JO-3+ in der Standortregion Jura Ost und ZNO-6b in der Standortregion Zürich Nordost. Diese wird im Februar 2016 mit zwei unabhängigen Stellungnahmen des BAFU an das BFE abgeschlossen werden.

Das BAFU befasste sich im 2015 insbesondere mit Fragen zur Umsetzung der Espoo-Konvention (UVP im grenzüberschreitenden Rahmen). Ausserdem wurden die Auswirkungen des präzisierten Begriffs «Felslabor» auf die UVP kommentiert.

Weiter hat sich das BAFU im Dezember 2015 im Rahmen der raumplanerischen Beurteilung der Zwischenergebnisse der Etappe 2 des Sachplans zuhanden des ARE zu den Umweltaspekten geäußert.

12 Paul Scherrer Institut (PSI)

12.1. Tätigkeiten des PSI zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

Am PSI ist die Sektion «Rückbau und Entsorgung» für die Verarbeitung der übernommenen MIF-Abfälle zuständig. Im Jahr 2015 wurde eine Sammelaktion durchgeführt. Aus dem Aufsichtsbereich des Bundesamtes für Gesundheit lieferten 26 Abfallerzeuger insgesamt 4,7 m³ (Aussenvolumen) radioaktive Abfälle ab. Es wurden insgesamt $2,16 \cdot 10^{15}$ Bq, dominiert von H-3, entgegengenommen.

Die in der Gruppe «Entsorgungsanlagen» (AERA) der Sektion «Rückbau und Entsorgung» des PSI gesamthaft zur Verarbeitung übernommenen Abfälle teilten sich wie folgt auf:

Herkunft	Volumen [m ³]
BAG / SUVA	4,7
PSI	221,4*
Total	226,1¹⁷

In den Entsorgungsanlagen, inklusive der Betonieranlage im Gebäude DIORIT, der Sektion «Rückbau und Entsorgung» sind im Berichtsjahr 2015 13 Stück 200-l-Fässer und ein Container KC-T12 à 4,5 m³ hergestellt worden

Im Jahr 2015 lieferte das PSI keine Abfälle an die Plasma-Anlage der ZWILAG zur Verbrennung und es wurde von der ZWILAG keine Gebinde mit endkonditionierten Abfällen an das PSI geliefert.

12.2. Forschungsarbeiten am PSI

12.2.1. Zielsetzung

Zum besseren Verständnis der Rückhaltung und des Transports von Radionukliden in porösen Materialien und der geochemischen Wechselwirkungen in geologischen Tiefenlagern führt das Labor für Endlagersicherheit (LES) ein breites Experimentalprogramm durch. Weiter entwickelt das LES ganzheitliche Betrachtungen von Transport- und Sorptionsprozessen, sowie von Grenzflächenreaktionen und befasst sich mit der Hochskalierung dieser Prozesse auf natürliche Systeme. Die Nagra führt im Rahmen des schweizerischen Entsorgungsprogramms für radioaktive Abfälle Sicherheitsbeurteilungen für geologische Tiefenlager durch. Mit seinen Daten, Modellen und Expertenkenntnissen liefert das LES einen wesentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Basis dieser Beurteilungen. Das im LES erarbeitete Wissen wird auch in anderen umweltrelevanten Bereichen, wie zum Beispiel Schadstofftransport, Geothermie, etc., vermehrt umgesetzt.

Das PSI bietet mit seinen Hotzellen, den A- und C-Laboratorien, der Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS), der Spallations-Neutronenquelle (SINQ), dem Zugang zu Hochleistungsrechnern und weiteren Anlagen eine einzigartige Infrastruktur. Die Nutzung dieser Infrastrukturen ist ein entscheidender und integraler Bestandteil der am LES durchgeführten Arbeiten. Ganz speziell machen auch die Möglichkeit mit α -strahlenden Radionukliden zu arbeiten sowie die Unterstützung durch ein starkes Modellierungsteam das LES zu einem etablierten Expertenteam mit einzigartigen Kenntnissen und Werkzeugen auf dem Gebiet der Tiefenlagergeochemie in der Schweiz. Das LES nimmt aktiv an den Experimental- und Modellierungsprogrammen in den Felslabors Grimsel und Mont Terri teil.

¹⁷ In den 221,4 m³ «Lieferungen» vom PSI sind 200 m³ Grosskomponenten enthalten, die unverändert am selben Ort stehen, aber im Jahr 2015 neu in die Abfallbuchhaltung der AERA aufgenommen wurden.

Durch die Verbindung zur Universität Bern, die Zusammenarbeit mit anderen schweizerischen Hochschulen und die Betreuung von Doktorierenden leistet das LES einen wesentlichen Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in den Bereichen geologische Tiefenlagerung und Umweltgeochemie.

12.2.2. Schwerpunkte der Arbeiten

In den vergangenen Jahren lag der Schwerpunkt des LES auf der Entwicklung von verschiedenen Datenbanken und der Erarbeitung von zahlreichen wissenschaftlichen Berichten, die für die Durchführung der provisorischen Sicherheitsanalysen im Rahmen der Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager unerlässlich waren. Anfangs 2015 wurde das Forschungsportfolio des LES sorgfältig und im Detail evaluiert. Hauptziel der Evaluation war die Bewertung des gegenwärtigen Standes der Forschung im schweizerischen Programm zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und die Klärung des Forschungsbedarfs für Etappe 3 und das darauffolgende Rahmenbewilligungsgesuch (RBG). Besonderes Augenmerk wurde auf die langfristige Personalplanung und den Knowhow-Transfer gerichtet, speziell für das Rahmenbewilligungsgesuch und die Zeit danach. Dementsprechend bleiben die Geochemie unter in-situ Bedingungen, die Langzeitentwicklung des Multibarrierensystems und die Retention von Radionukliden die Hauptforschungsrichtungen des LES. Diese beinhalten die theoretische und experimentelle Untersuchung von gekoppelten, reaktiven Transportphänomenen, der Sorption/Retention von Radionukliden in Tonsystemen (Weiterentwicklung von Sorptionsmodellen, Sorptionskompetition), sowie des Transports und der Freisetzung von dosisrelevanten Radionukliden (z.B. $^{14}\text{C}^{18}$, Anionen).

Die Entwicklung einer thermodynamischen Sorptionsdatenbank (TD-SDB) für Tonminerale basierend auf dem 2SPNE-SC/CE-Sorptionsmodell (mit fixierten Parametern wie Art der Sorptionsstellen, Sorptionskapazitäten, Selektivitätskoeffizienten, und Oberflächenkomplexierungskonstanten) wurde weitergeführt. Ziel ist die Formulierung einer vereinheitlichten Methodik zur Berechnung von Sorptionswerten für die Sicherheitsanalyse unter relevanten geochemischen Bedingungen und unter Berücksichtigung der Auswirkung von Sorptionskompetition und zeitlicher Variation der Porenwasserzusammensetzung. Berichte zu diesen Themen sind in Arbeit und sollen 2016 publiziert werden.

Gemäss dem gegenwärtigen Multibarrierensystem für die geologische Tiefenlagerung sollen verglaste hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennstäbe in den Stahlkanistern eingeschlossen bleiben für mindestens 10 000 Jahre nach deren Einlagerung. Während dieser Zeit werden der Bentonit und das Wirtsgestein in direkter Nachbarschaft der Stahlkanister einen Puls erhöhter Temperatur erfahren, der die Sorptionseigenschaften dieser Barrieren beeinträchtigen könnte. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, den Einfluss der Temperatur auf Tongesteine und deren Sorptionskapazität zu verstehen. Zu diesem Zweck konnten Proben von thermisch behandeltem MX-80-Bentonit (bis zu 140°C während 2 Jahren) aus dem «Alternative Buffer Material»-Experiment des Felslabors von Äspö (Schweden) untersucht werden. Um das Sorptionsverhalten von thermisch alteriertem und nichtalteriertem Bentonit zu vergleichen, wurden Sorptionsexperimente mit Cäsium(I), Nickel(II), Europium(III) und Thorium(IV)¹⁹ am Referenzbentonit von Milos und am thermisch alterierten Bentonit des ABM-Experiments bei 25 und 90°C durchgeführt. Es zeigte sich, dass die 2-jährige Hitzebehandlung von MX-80-Bentonit bis zu 140°C dessen Sorptionseigenschaften gegenüber den untersuchten Nukliden nicht beeinflusst hat. Die Aufnahme dieser Nuklide wird durch Sorptionskomplexierung an den Tonmineralkanten kontrolliert, was praktisch nicht durch die Temperatur beeinflusst wird.

Generell werden Selektivitätskoeffizienten für Kationenaustauschreaktionen im 2SPNE-SC/CE-Sorptionsmodell aus Sorptionskantenmessungen bei niedrigem pH und Spurenkonzentrationen von Radionukliden gewonnen. Es bleibt deshalb eine offene Frage, ob die Resultate solcher Messungen auch auf hohe Konzentrationen von Radionukliden angewendet werden können. Deshalb wurde das Kationenaustauschgleichgewicht zwischen Zink(II) und Natrium(I) an Illite du Puy bei Zink-Beladungen von 10 bis 90 % der totalen Kationenaustauschkapazität untersucht. Die Experimente ergaben,

¹⁸ Kohlenstoff-14

¹⁹ Angabe der Oxidationsstufe in Klammer

dass der Selektivitätskoeffizient über den ganzen Zn-Beladungsbereich konstant bleibt, aber tiefer liegt als bei Spurenkonzentrationen von Zn.

Die Retardierung von redox-sensitiven Aktiniden wie Uran, Neptunium und Technetium hängt massgeblich von deren Oxidationszustand ab. In stark oxidiertem Form (z.B. $U(VI)O_2^{2+}$, $Np(V)O_2^+$, $Tc(VII)O_4^-$) sind diese Radionuklide sehr mobil aber in reduziertem Zustand (IV) weit weniger mobil zu sein scheinen. Letzteres wurde bis jetzt erst im Fall von Thorium (IV) experimentell nachgewiesen und die geringe Mobilität anderer vierwertiger Radionuklide (U, Np und Tc) wurde in Analogie zu Thorium(IV) angenommen. Um diese experimentelle Lücke zu schliessen, wurde eine Reihe von Experimenten zur redox-kontrollierten Sorption von Uran an Montmorillonit (STx) in einer elektrochemischen Zelle durchgeführt. Zuerst wurde oxidiertes UO_2^{2+} mit STx unter anoxischen Bedingungen (ohne eingestellten Eh-Wert) voräquiliбриert. Nach drei Tagen wurde das elektrochemische Potential auf reduzierende Bedingungen (-170 mV) eingestellt. Im weiteren Verlauf wurde unter diesen Bedingungen eine zunehmende Sorption von Uran beobachtet und die progressive Reduktion von sorbiertem Uran(VI) zu Uran(IV) mit EXAFS-Untersuchungen (Extended X-ray absorption fine structure) bestätigt.

Gemäss dem aktuellen Entsorgungskonzept werden schwach- und mittelaktive Abfälle in einer Zementmatrix immobilisiert. Um den Einfluss chemischer Prozesse und Transportphänomene, die potentiell durch die heterogene Verteilung von Materialien und Abfällen in einem Lager für schwach und mittelaktive Abfälle hervorgerufen werden können, auf die Barrierenwirkung zu bewerten, wurden kinetische und massenbilanzbasierte Rechnungen durchgeführt. Als repräsentative Abfallformen wurden kunstharzenthaltende bituminierte Abfallgebände, zementierte Abfallgebände sowie kunstharzenthaltende und in Polystyrol eingebettete Abfälle ausgewählt. Die chemische Veränderung der Abfallmatrix in diesen Gebänden als Funktion der Zeit wurde aufgrund folgender dominierender Reaktionen beschrieben: i) Metallkorrosion, ii) Degradierung von Organika und iii) Auflösung von Silikataggregat im Zement.

Für die aktuellen Sicherheitsanalysen wurde angenommen, dass organische Moleküle, die ^{14}C enthalten, nicht durch die Minerale der technischen Sicherheitsbarrieren und des Wirtsgesteins adsorbiert werden. Deshalb ist ^{14}C auch das dominierende dosisrelevante Radionuklid. Um die Möglichkeit einer Retardation von ^{14}C abzuklären, sind Untersuchungen verschiedener Aspekte von Freisetzung und Transport von ^{14}C im Gange.

Gemäss thermodynamischen Gleichgewichtsberechnungen sind niedermolekulare organische Moleküle, die ^{14}C enthalten und während der Korrosion aktivierten Stahls freigesetzt werden, unter den hyperalkalischen und reduzierenden Bedingungen eines zementbasierten Tiefenlagers chemisch nicht stabil. Allerdings wird im C-H-O-System bei mässigen Temperaturen vollständiges thermodynamisches Gleichgewicht selten erreicht und es ist immer noch nicht geklärt, welche Typen von organischen Verbindungen im Tiefenlager vorherrschen, wenn thermodynamisches Gleichgewicht kinetisch gehindert ist. Experimente unter hyperalkalischen anoxischen Bedingungen haben 2015 ergeben, dass Essigsäure dabei stabil bleibt. Dies ist ein Indiz dafür, dass der Abbau von niedermolekularen organischen Verbindungen zu CH_4 und CO_2 , die bei thermodynamischem Gleichgewicht stabil wären, kinetisch gehindert ist. Diese Experimente sollen bei höheren Temperaturen und mit zugefügtem Eisen wiederholt werden.

Die Aktivität von ^{14}C , das bei Korrosionsexperimenten an aktiviertem Stahl freigesetzt wird, ist sehr gering. Deshalb erfordert der verbindungsspezifische Nachweis von ^{14}C hochentwickelte Analysengeräte wie IC-MS und GC-MS, die im Hotlabor installiert und mit dem Oxidationsreaktor gekoppelt wurden, um verbindungsspezifische Fraktionen zu gewinnen, die mittels Beschleunigermassenspektrometrie auf ihren Gehalt an ^{14}C untersucht werden können. Die dazu notwendigen analytischen Methoden wurden vorgängig in Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemie und Bioanalytik an der Fachhochschule Nordwestschweiz (ICB/FHNW) an die neuinstallierten Analysengeräte angepasst und optimiert. 2015 wurden zahlreiche Tests und Kontrollmessungen durchgeführt, um diese Geräte für die Messung von aktiven Proben zu optimieren. So wurden Messungen mit dem verbesserten Versuchsaufbau in Reproduktionstests mit früheren Messungen am ICB/FHNW und mit Literaturdaten von anderen Forschungsgruppen verglichen.

Neben ^{14}C ist ^{79}Se mit einer Halbwertszeit von $3.27 \cdot 10^5$ Jahren das zweitwichtigste dosisrelevante Radionuklid in einem Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle. Die Spezierung und das Sorptionsverhalten von Selen in zementbasierten Systemen hängen von den Redoxbedingungen ab. Unter

oxidierenden Bedingungen dominieren SeO_4^{2-} und SeO_3^{2-} , unter alkalischen und reduzierenden Bedingungen dagegen $\text{Se}(0)$, HSe- und Polyselenide. Allerdings fehlen robuste Sorptionsdaten und vor allem ein genügendes mechanistisches Verständnis der $\text{Se}(-\text{II})$ -Retention im Zementssystem. Folglich wurde die Aufnahme von $\text{Se}(-\text{II})$ durch verschiedene Zementphasen (C-S-H, AFm und AFt) im Rahmen des deutschen Verbundprojektes "Immorad" untersucht. Im Falle der AFm-Phasen hängen die R_d -Werte für Se stark von den Zwischenschichtdicken (d -Werte) ab und von der Art der sich ursprünglich in den Zwischenschichten befindenden Anionen. Diese Beobachtungen legen nahe, dass Sorption in der Zwischenschicht für die Aufnahme von SeO_3^{2-} und HSe- durch AFm-Phasen wichtig sein könnte. Die Messungen von Sorptionsisothermen bestätigen deutlich die in früheren kinetischen Tests gemachte Beobachtung, dass die Aufnahme von SeO_3^{2-} und HSe- durch AFm-OH-CO₃ umfangreicher ist als durch AFm-CO₃, was auch die Annahme weiter stützt, dass das Anion in der Zwischenschicht (und dadurch auch der d -Wert) einen grossen Einfluss auf die Aufnahme der beiden Se-Spezies hat.

In Zusammenarbeit mit der Universität Bourgogne Franche-Comté, Frankreich, wurde die erweiterte grosskanonische Simulationsmethode zur Modellierung von Ionenadsorption durch C-S-H/C-A-S-H-Partikel weiterentwickelt. Um die Beschreibung der Interaktion zwischen Ionen und Oberflächen zu verbessern, wurden effektive Interaktionspotentiale abgeleitet aus einer Kombination von ab-initio und klassischen Molekuldynamik-Simulationen. Die Genauigkeit dieser effektiven Interaktionspotentiale wurde mit vorhandenen experimentellen Daten für wässrige Lösungen überprüft.

2015 wurden die Forschungsaktivitäten des LES für das FP-7-EU-Projekt FIRST-Nuclides mit dem Schlussbericht über die experimentellen und Modellierungsarbeiten abgeschlossen. Das Projekt umfasste Studien zur raschen Freisetzung von löslichen langlebigen Isotopen wie Cs und I sowie zur langsamen Freisetzung von Aktiniden und Spaltprodukten durch die Auflösung der UO₂-Matrix.

Auflösungs- und Ausfällungsprozesse unter grossen geochemischen Gradienten modifizieren die Transporteigenschaften der betroffenen Medien auf komplexe und nichtlineare Weise. Es ist sehr schwierig, solche Phänomene ohne Anpassung an experimentelle Daten allein durch makroskopische Simulationen zu beschreiben, weil in diesem Massstab Prozesse im Porenraum nicht aufgelöst werden können. Im Rahmen einer durch die Nagra finanzierten Doktorarbeit wurde ein experimenteller Aufbau entwickelt, um Mineralausfällung im Porenraum eines granularen porösen Mediums und den entsprechenden Einfluss auf den Transport zu simulieren. Die Resultate der Simulationen wurden dazu verwendet, die Beziehung zwischen Porosität und Permeabilität für den reaktiven Transportcode OpenGeoSys-GEMS zu kalibrieren, der für die Simulation des Nahfelds verwendet wird.

Um die modellbasierte Beschreibung von Ausfällung und Auflösung von Mineralen in porösen Medien und deren Einfluss auf die Transporteigenschaften des Systems zu verbessern, wurde mit der Entwicklung eines Transportmodells im Porenmassstab begonnen, das auf dem Lattice-Boltzmann-Verfahren basiert. Hauptziel ist die Hochskalierung atomistischer Information zu Kristallwachstum und Fluidtransport im Porenmassstab auf den Kontinuumsmassstab, um Transportparameter für makroskopische Transportsimulationen zu erhalten. In einem ersten Schritt wurden Auflösungs- und Ausfällungsreaktionen, die im Labormassstab in reaktiven Transportexperimenten untersucht worden waren, modelliert. Dabei wurde das epitaxiale Wachstum von Barit auf Coelestin in realistischen Geometrien simuliert, die direkt den experimentellen Proben entnommen wurden. Die Beschreibung von Prozessen auf dieser Stufe erlaubt es, den Effekt von geochemischen Reaktionen auf die effektive Diffusivität und Permeabilität in diesem Grössenmassstab direkt zu messen.

Die im Rahmen des EU-Projekts CatClay begonnen Diffusionsstudien mit stark sorbierenden Tracern wurden weitergeführt mit dem Ziel, die interne Konsistenz zwischen Sorptions- und Diffusionsdaten für Illit zu überprüfen und die Blindprognosen für die Oberflächendiffusion zu testen. Eindiffusionsexperimente mit einem $^{65}\text{Zn}^{2+}$ -Tracer in kompaktiertem Illit unterstützen die Vorstellung, dass das Diffusionsverhalten von Übergangsmetallkationen am besten durch das generalisierte Oberflächendiffusionsmodell beschrieben werden kann. In diesem Modell werden Ionen, die an der Oberfläche von Mineralen adsorbiert sind, als mobil betrachtet und sie tragen dadurch zum diffusiven Fluss bei. Chemisch unterschiedliche Oberflächenspezies können durch unterschiedliche Oberflächenmobilitäten charakterisiert sein, weshalb Kationendiffusion in kompaktierten quellfähigen Tonen nicht verstanden werden kann ohne gründliche Kenntnis der dabei auftretenden Interaktionen mit den Oberflächen. Das Oberflächendiffusionsmodell wurde herangezogen, um das Diffusionsverhalten von $\text{Eu}(\text{III})$ bei

niedrigem pH voraussagen, wo Sorption durch Kationenaustausch dominiert wird. Die Blindprognosen stimmten recht gut mit den experimentellen Daten überein.

Verschiedene experimentelle Aktivitäten sind der Hochskalierung von Labordaten auf den Feldmassstab und der Validierung der entsprechenden Modelle gewidmet. Mit dem DR-A-Feldexperiment im Felslabor Mont Terri werden die Auswirkungen chemischer Störeinflüsse auf den Transport von sorbierenden und nicht-sorbierenden Tracern untersucht. Die Feldarbeiten sind abgeschlossen und das LES koordiniert gegenwärtig die Auswertung und Modellierung der experimentellen Daten zwischen verschiedenen Forschungsgruppen, die unterschiedliche Modellierungskonzepte und Codes verwenden. Durch Benchmark-Tests sollen dann die robustesten Konzepte und Codes ermittelt werden. DR-B ist ein Langzeitexperiment zur in-situ Beobachtung des Anionen-Transportes im Opalinuston. Das experimentelle Design basiert auf den Iod-Durchbruchkurven, die in einer Vorstudie modelliert wurden, und das Injektionsbohrloch und zwei Extraktionsbohrlöcher wurden entsprechend platziert.

Während mehrerer Jahrzehnte hat das LES am internationalen Programm über die Bildung und den Transport von Kolloiden im Grimsel-Felslabor teilgenommen. Im Rahmen dieser Aktivitäten wurden wesentliche Fortschritte im Prozessverständnis der Erzeugung und der Mobilität von Kolloiden unter verschiedensten Bedingungen erreicht. Die dabei gewonnenen Daten und daraus entwickelten Modelle sind im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch bereits sehr ausgereift. Letzte Probenahmen und Kolloidanalysen wurden im Frühling 2015 durchgeführt.

12.2.3. Nationale und internationale Kooperationen

Eine proaktive Beteiligung an bi- und multilateralen Vereinbarungen und Zusammenarbeiten mit führenden nationalen und internationalen Instituten und Hochschulen ist ein wichtiges Mittel zur Sicherstellung der Position des LES an vorderster Stelle in der geochemischen Forschung. Die wichtigsten Zusammenarbeiten des LES sind nachfolgend dokumentiert:

Partner/in	Projekt
Nagra (Hauptfinanzierungspartnerin)	Zusammenarbeit in verschiedenen technischen Arbeitsgruppen
Multinational	7. EU-Forschungsrahmenprogramm: - Horizon 2020 EU-Forschungsrahmenprogramm (CEBAMA, SITEX II) Mont Terri Projekt (Diffusion Retardation-A, Cement Interaction)) Felslabor Grimsel (Colloid Formation Migration)
Universitäten	- Bern, CH (Mineralogie, Petrographie, Wasserchemie, ¹⁴ C-AMS) - UCB, Dijon; FR EPFL, CH (Zementsysteme, atomistische Modellierung) - Tübingen, DE (Geosphärentransport) - ETHZ, CH; Helsinki, Finnland (GEMS)
Forschungszentren	- CEA*, FR (Nah- und Fernfeld) - CIEMAT, ES (Kolloide) - EAWAG, CH (Zement) - EMPA*, CH (Zement, GEMS) - FZD*, DE (XAS ²⁰ , TRLFS Spektroskopie ²¹) - INE, DE; KIT*, DE (Nah- und Fernfeld, TRLFS Spektroskopie) - SCK·CEN, BE (Tongesteine) - UFZ*, DE (Reaktiver Transport) *Formale Zusammenarbeitsvereinbarungen

²⁰ Röntgenabsorptionsspektroskopie, eng. X-ray Absorption Spectroscopy

²¹ TRLFS: Time-Resolved Laser Fluorescence Spectroscopy

Das LES nahm am 7. EU-Forschungsrahmenprogramm «Carbon-14 Source Term» (CAST) teil. Zwei weitere Projekte begannen 2015 im Rahmen von Horizon 2020 EURATOM: CEBAMA, «Cement-Based Materials, properties, evolution, barrier functions»; SITEX-II, «Sustainable network for Independent Technical EXPertise of radioactive waste disposal - Interactions and Implementation».

2015 wurde LES Partner des deutschen Projekts THEREDA (THERmodynamische REferenz-Datenbasis). Das Ziel von THEREDA ist die Erstellung einer umfassenden und intern konsistenten thermodynamischen Referenzdatenbank für die geochemische Modellierung der Nah- und Fernfeldprozesse in Gesteinsformationen, die für potentielle Endlager in Deutschland in Frage kommen. Geplant und durchgeführt wird das Projekt gemeinsam von den wichtigsten Forschungsinstitutionen, die in Deutschland auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle arbeiten (GRS Braunschweig, KIT-INE Karlsruhe, HZDR-IRE Dresden-Rossendorf, und TU-BAF Freiberg). In der jetzigen Phase wird THEREDA durch das Bundesamt für Strahlenschutz finanziert.

12.2.4. Lehre

Die Verbindungen zu den Hochschulen wurden auch im 2015 über verschiedene Lehrtätigkeiten weiter gefestigt:

- Universität Bern: S. Churakov, E. Curti, Th. Gimmi, G. Kosakowski
- ETHZ: W. Hummel, W. Pfingsten

2015 betreute das LES 5 Doktorierende, 3 Postdoktorierende und 4 Gastwissenschaftler. Zwei zusätzliche Doktorandenprojekte wurden in Partnerinstituten durch Wissenschaftler des LES mitbetreut (EMPA, ETHZ). Drei Masterstudierende absolvierten ihre Praxissemester am LES.

Mitarbeitende des LES organisierten mehrere Ausbildungswshops zum Thema geochemische Modellierung.

13 Nagra

Die radioaktiven Abfälle müssen gemäss KEG von den Verursachenden so entsorgt werden, dass der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist. Die Betreiber/innen der KKW sowie die Schweizerische Eidgenossenschaft (zuständig für die Entsorgung der MIF-Abfälle) haben für diese Aufgabe 1972 die Nagra gegründet. Diese hat den Auftrag, die technisch-wissenschaftlichen Grundlagen für eine langfristig sichere Entsorgung zu erarbeiten und die Realisierung vorzubereiten. Die Nagra wird dabei vom Bund beaufsichtigt. Sie arbeitet zusammen mit dem PSI, zahlreichen in- und ausländischen Hochschulen, Fachinstitutionen, Ingenieur- und Geologiebüros sowie ihren Genossenschaftlern. Ende 2015 waren bei der Geschäftsstelle in Wettingen 104 Personen angestellt. Zusammen belegten sie 93,3 Vollzeitpensen. In den folgenden Abschnitten wird über die wichtigsten Tätigkeiten im Jahr 2015 berichtet. Eine umfassendere Darstellung (inkl. Jahresrechnung) findet sich im Geschäftsbericht der Nagra.

13.1. Sachplan geologische Tiefenlager

Die Nagra hat im Januar 2015 im Rahmen einer BFE-Medienkonferenz vorgeschlagen, in Etappe 3 des Sachplanverfahrens die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost weiter zu untersuchen und die Gebiete Südranden, Nördlich Lägern, Jura-Südfuss und Wellenberg zurückzustellen. Beide vorgeschlagenen Gebiete eignen sich für ein SMA- beziehungsweise HAA-Lager oder ein Kombilager. Das ENSI, die KNS sowie weitere Bundesstellen und die Standortkantone überprüfen nun die Arbeiten der Nagra. Das BFE wird eine Gesamtbeurteilung der Vorschläge der Nagra vornehmen, die 2017 in eine dreimonatige öffentliche Anhörung geschickt wird. Der Bundesrat wird voraussichtlich 2018 über den Vorschlag der Nagra entscheiden.

Die Nagra muss gemäss ENSI zum Indikator «Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit» zusätzliche technisch-wissenschaftliche Unterlagen nachliefern. Sie wird die geforderten Unterlagen Mitte 2016 einreichen.

Ende 2015 lagen mit Ausnahme seitens der Regionalkonferenz Zürich Nordost alle Stellungnahmen aus den Regionen zu den Nagra-Vorschlägen vor.

In Vorbereitung der Etappe 3 sind im geologischen Standortgebiet Jura Ost seismische Messungen angelaufen. In Zürich Nordost wurden die Messungen vorbereitet.

13.2. Inventar der radioaktiven Materialien

Das von der Nagra geführte zentrale Inventar der vorhandenen radioaktiven Abfälle wurde um die im 2015 produzierten Abfallgebände ergänzt. Es wurden zusätzliche Szenarien mit alternativen Behandlungsmethoden für metallische und organische Abfälle sowie die Nutzung von Material aus der Stilllegung der KKW für die Verfüllung von Abfallgebänden implementiert.

In einem Langzeitversuch wird der Abbau organischer Abfälle unter Bedingungen untersucht, wie sie in einem Tiefenlager erwartet werden.

Für die Kostenstudie 2016 wurde das Abfall- und Transportmengengerüst zur Berechnung der daraus resultierenden Kosten erstellt. Für die zu erwartenden Abfälle aus der künftigen Stilllegung der Kernkraftwerke erfolgten Aktivierungsrechnungen, woraus die radiologischen Inventare ermittelt wurden. Diese wurden für die optimale Verpackung der Abfälle in den Endlagercontainern verwendet.

Ins zentrale Inventar flossen auch die Daten aus Wiederaufbereitungsabfällen aus Frankreich und Grossbritannien ein. Die Anforderungen der ENSI-Richtlinie B05 wurden ausnahmslos erfüllt und führten zu Verfahrensfreigaben durch das ENSI. In Endlagerfähigkeits-Bescheinigungsverfahren hat die Nagra Abfälle der Kernkraftwerke und des PSI hinsichtlich ihrer Eignung für eine spätere Tiefenlagerung geprüft.

13.3. Technisch-wissenschaftliche Grundlagen

Die im Jahr 2015 laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienten dazu, bestehende Kenntnisse zur Beurteilung der Sicherheit von Tiefenlagern zu vertiefen und die Anlagenkonzepte zu optimieren. Längerfristig erarbeitet die Nagra die Grundlagen für die Rahmenbewilligungsgesuche in Etappe 3 des Sachplanverfahrens.

13.3.1. Geologie/Feldarbeiten

Die Planung der Feldarbeiten für die Etappe 3 und insbesondere für die 3D-Seismik wurde detailliert. Im Herbst liefen die seismischen Messungen im Standortgebiet Jura Ost an, denen im Februar 2016 weitere im Gebiet Zürich Nordost folgen werden. In den Standortgebieten wurden in Zusammenarbeit mit Kantonen, Gemeinden und Grundeigentümern geeignete Bohrplätze festgelegt; die Gesuche werden 2016 bei den Behörden eingereicht. Die Ergebnisse zahlreicher Bohrungen Dritter ergänzten die Datenbasis über den Gesteinsaufbau und die Mächtigkeiten der Wirt- und Rahmengesteine.

13.3.2. Auswertungen, Modellierungen, Synthesen

Als Grundlage für eine vertiefte Diskussion mit den Behörden wurden zahlreiche Dosisberechnungen durchgeführt. Ein Schwerpunkt wurde auf alternative Rechenfälle gelegt, welche die Auswirkungen von Annahmen hinsichtlich der hydraulischen Wirksamkeit so genannter «harter Bänke», Sandkalkabfolgen beziehungsweise Kalkbankabfolgen, ober- und unterhalb des Wirtgesteins Opalinuston abschätzten.

Die Auswirkungen der geplanten Sondierbohrungen auf die sicherheitstechnische Eignung der Standortgebiete wurden in einem Bericht dargestellt. Demgemäss wird die sicherheitstechnische Eignung der erwähnten Standortgebiete von den Sondierbohrungen nicht beeinträchtigt, dies unter Einhaltung aller behördlichen Schutzkriterien für alle denkbaren Lagersysteme.

13.3.3. Geochemische Rückhalteprozesse und Transportmechanismen

Die Wechselwirkungen an der Grenzfläche zwischen Zement und Ton in einem geologischen Tiefenlager sind im Hinblick auf verschiedene sicherheitsrelevante Prozesse wichtig. Diesem Thema widmen sich mehrere Forschungsprojekte am PSI und zwei Dissertationen. Mittels Neutronenradiographie wurde beispielsweise die Entwicklung des Wassergehalts in Ton-Zementproben über 2 Jahre zerstörungsfrei beobachtet. In einer weiteren Studie konnte die Veränderung von Fließwegen als Folge von Mineralausfällungen experimentell gezeigt werden.

13.3.4. Abklärungen zum Gasdruckaufbau und Gastransport

Die Gasbildung bei Korrosionsprozessen von Metallen in Tiefenlagern ist sicherheitsrelevant, weil es das Barrierensystem beeinflussen kann. In einem neuen Experiment zur Bestimmung der Korrosionsrate von Kohlenstoffstahl unter SMA-Lager-Bedingungen wurden die niedrigen Werte eines früheren Experiments bestätigt. Ein anderes Experiment im kompaktierten Bentonit unter Bedingungen, wie sie in BE-HAA-Lagerstollen herrschen, zeigten eine Korrosionsrate, welche mit den In-situ-Messungen im Felslabor Mont Terri übereinstimmen. Die Modellrechnungen zur Gasbildung wurden verfeinert; sie dienen zur Modellierung des Gasdruckaufbaus in den Lagerkammern unter verschiedenen Annahmen. Bestätigt wurde, dass die Gasbildung bei geeigneter Lagerauslegung keinen signifikanten Einfluss auf die Barrierenwirkung des Lagers hat.

13.3.5. Abgrenzung Lagerperimeter – Tiefe der Lagerebene

Die Tiefe der Lagerebene beeinflusst die geotechnischen Bedingungen für die Lagerkammern und die weiteren Bauten auf Lagerebene sowie die Barrierenwirkung im Umfeld der Lagerkammern. Das ENSI hatte nach Prüfung der Unterlagen zu Etappe 2 vertiefte Informationen zur maximalen Tiefenlage eines Lagers gefordert, wozu die Nagra seit Herbst 2015 weitere Abklärungen vorgenommen hat.

13.3.6. Alternative Behälterauslegungen und -materialien

Die alternativen Auslegungskonzepte für BE/HAA-Behälter wurden weiter untersucht. Relevant sind dabei vor allem die Form der Behälterdeckel sowie die Art des Schweissverfahrens. Entsprechend früherer Studien bestätigten sich die Vorteile einer hemisphärischen Deckelform mit radial angeordneten Schweissnähten. Parallel dazu wurde die Entwicklung von mit Kupfer oder alternativen Metallen beschichteten Behältern weitergeführt.

13.4. Felslabors

13.4.1. Felslabor Grimsel

Im Mittelpunkt der Arbeiten standen 2015 der FEBEX-Ausbau (1:1 Demonstrationsversuch des Einlagerungskonzepts für hochaktive Abfälle), die Überbohrung des In-situ-Experiments LCS (Langzeitwechselwirkungen zwischen Zementlösungen, Porenwässer und Gestein), die Erweiterung der In-situ-Korrosionsexperimente MaCoTe sowie die Implementierung des ISC-Projekts (Kontrollierte hydraulische Stimulation bestehender Störungszonen).

Nach Abschluss der fast 20-jährigen Beobachtungsphase des FEBEX-Experiments werden die angefallenen grossen Datenmengen nun in zahlreichen Berichten zusammengefasst. Dies wird das Verständnis des Langzeitverhaltens technischer Barrieren deutlich erweitern.

Das ISC-Projekt war durch intensive Feld- und Bohrarbeiten sowie Bohrlochuntersuchungen geprägt. Das LCS-Experiment wurde abgeschlossen; Schwerpunkt der Arbeiten war die zielgenaue Überbohrung und Bergung der eingebauten Zementschalen für die Analysen.

Auch 2015 haben zahlreiche internationale Forschungsgruppen das Felslabor Grimsel als Standort für eigene Forschungsaktivitäten genutzt.

13.4.2. Beteiligung der Nagra an Experimenten im Felslabor Mont Terri

Im internationalen Forschungsprojekt Mont Terri führt die Nagra erdwissenschaftliche und geotechnische Experimente zur Beschaffenheit des Opalinustons durch. Derzeit beteiligen sich 16 Partnerorganisationen aus 8 Ländern an den Forschungsvorhaben. Das Felslabor Mont Terri steht unter der Leitung von swisstopo.

Die Nagra ist an 17 von insgesamt 45 Experimenten beteiligt. Arbeitsschwerpunkte bilden vertiefte Untersuchungen zu den Eigenschaften des Opalinustons, der Diffusion von Radionukliden, zum Gas-transport sowie der Korrosion von Bau- und Behältermaterialien. Ein Langzeitexperiment zur Wechselwirkung zwischen Opalinuston und Zement wird fortgesetzt. Im FE-Grossversuch wird das langfristige Verhalten des Opalinustons in der Nähe eines Lagerstollens für verbrauchte Brennelemente im Massstab 1:1 untersucht. Nachdem der Stollen im März 2015 verfüllt und versiegelt wurde, ging das Experiment in die Beobachtungsphase.

13.5. Internationale Zusammenarbeit

Die Nagra und ihre 15 ausländischen Partnerorganisationen arbeiten in verschiedenen Projekten zusammen und tauschen regelmässig Informationen aus. Die gemeinsame Arbeit umfasst Experimente in internationalen Labors sowie die Entwicklung von Modellen und Datenbanken. Das fachwissenschaftliche Netzwerk sowie die Beteiligung an EU-Forschungsprogrammen sind wichtige Teile der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Nagra. Die Nagra ist auch in verschiedenen Beratungs- und Arbeitsgruppen vertreten, unter anderem der OECD/NEA.

Im Rahmen des 2014 gestarteten EU-Programms «Horizon2020 – Forschung und Innovation» ist die Nagra Nutzniesserin der Projekte «MIND» (Mikrobiologie) und «CEBAMA» (Zementinteraktion).

Ziel des 2015 abgeschlossenen EU-Projekts «First Nuclides» war die verbesserte Identifikation von Radionukliden aus abgebranntem UO_2 -Brennstoff (sogenannte «Instant Release Fraction – IRF»). Forschungen am PSI zeigten dabei, dass Selen im Gegensatz zu vorherigen Annahmen nur vernachlässigbar in der IRF vorliegt und in wässriger Umgebung viel langsamer und kongruent mit der Brennstoffmatrix aufgelöst wird und somit keinen signifikanten Teil der IRF bildet.

13.6. Öffentlichkeitsarbeiten

Im Kontakt mit der Öffentlichkeit informiert die Nagra sowohl mit klassischen als auch digitalen Kommunikationsmitteln. Sie bietet Führungen in den Felslabors an, hält Vorträge und nimmt regelmässig an regionalen Ausstellungen sowie Diskussionsplattformen teil.

Die Erlebnisausstellung «TIME RIDE» wurde durch die neue, modular aufgebaute Ausstellung «Reise zum Tiefenlager» ersetzt, die im Oktober 2015 erstmals zu sehen war. Hierbei können Besucher mittels einer «Virtual Reality»-Brille eine virtuelle Reise in ein Tiefenlager unternehmen und dabei erfahren, wie ein Tiefenlager gebaut und befüllt wird und wie es sich in eine Region einfügt.

Die Nagra war 2015 an 13 Gewerbeausstellungen und –märkten vertreten. In den beiden Felslabors Grimsel und Mont Terri wurden – ergänzend zu den regelmässigen Führungen – Besuchstage speziell für die Bevölkerung aus den möglichen Tiefenlager-Standortregionen organisiert.

Die Nagra unternahm 2015 wiederum verschiedene Schulbesuche und war an TecDay-Veranstaltungen präsent. Sie verschickte zudem Newsletter an Lehrpersonen. Im Rahmen der Schularbeit wurde eine Landing-Page «Schule & Jugend» erstellt, die Lehrpersonen und Jugendliche anspricht und eine interaktive Pinnwand enthält.

Zwei Ausgaben der Broschüre «nagra info» erreichten 19 000 Abonnentinnen und Abonnenten und im Streuversand rund 300 000 Haushalte. Diese Informationen wurden durch ein Themenheft Langzeitsicherheit und Faltblätter zu den aktuellen seismischen Arbeiten ergänzt.

Die Website der Nagra wurde optimiert, ein Blog verfolgt die seit Oktober laufenden seismischen Messungen. Ein fünfminütiger Film mit grundlegenden Informationen zu seismischen Messungen ist im YouTube-Kanal der Nagra abrufbar. Arbeiten für einen neuen Unternehmensblog «Nagra Blog» wurden gestartet.

In mehreren Fernseh- und Radiosendungen wurde über die Arbeit der Nagra berichtet, insbesondere über die im Januar veröffentlichten Standortvorschläge, die seismischen Messungen und das FEBEX-Experiment.

Anhang I: Ablieferung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle der Elektrizitätswirtschaft

2015 wurden folgende Transport- und Lagerbehälter für Brennelemente (BE) ins ZZL oder Zwibez transportiert:

KKW	Anzahl Behälter	Anzahl BE	Transportierte Menge [kg SM _{init}]
Beznau I+II (KKB I+II) Zwibez	1	37	11 766
Mühleberg (KKM) ZZL	1	69	12 030
Gösgen (KKG) ZZL	–	–	–
Leibstadt (KKL) ZZL	1	69	12 098

Folgende Mengen an radioaktiven Abfällen wurden 2015 aus den KKW ans ZZL angeliefert (Bruttovolumina gerundet in m³):

KKW	Unkonditionierte Abfälle (m ³)	Konditionierte Abfälle (m ³)
Beznau I+II (KKB I+II)	11	–
Mühleberg (KKM)	17,4	18
Gösgen (KKG)	–	136
Leibstadt (KKL)	45	–

Anhang II: Bestand konditionierter Abfallgebinde in der Schweiz am 31.12.2015 (gemäss ISRAM)

Die Nagra führt das zentrale «Informationssystem für radioaktive Materialien» (ISRAM) (s. Kapitel 13.2). Es umfasst alle Abfallgebinde, die im BZL, bei der Zwiilag und in den Zwischenlagern der KKW eingelagert sind. In der Datenbank sind weit über 30 000 Einzelgebinde gespeichert. Der überwiegende Teil der konditionierten Abfälle wird in Stahlfässer verpackt. Grossvolumige Abfälle des PSI werden in Betoncontainer (KC²²) konditioniert. Stark aktivierte Materialien (Reaktoreinbauten) werden in dickwandige Gussbehälter (Mosaik II) verpackt. In der folgenden Zusammenstellung sind die Volumina gerundet. Es handelt sich um Betriebsabfälle mit konditionierten Ionenaustauscherharzen, Konzentraten, Schlämmen, Metallkomponenten, Rückständen aus Medizin, Industrie, Forschung und Abfällen aus der Plasma-Anlage der Zwiilag als typische Abfallkategorien. Die 180-Liter-Kokillen der Zwiilag, welche die Aktivität bei der Zwiilag dominieren, enthalten hochaktive und mittelaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von Brennelementen.

KKW Beznau	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	100-l-Fass	2 785	289	3,9 · 10 ¹⁴
	200-l-Fass	3 257	718	1,8 · 10 ¹⁴
	1000-l-Betoncontainer	178	175	1,1 · 10 ¹²
	Total	6 220	1 182	5,7 · 10¹⁴

KKW Gösgen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200-l-Fass	409	86	1,3 · 10 ¹⁴
	1000-l-Betoncontainer	25	23	5,9 · 10 ¹¹
	Total	434	109	1,3 · 10¹⁴

KKW Leibstadt	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200-l-Fass	6461	1379	2,6 · 10 ¹⁴
	Total	6461	1379	2,6 · 10¹⁴

KKW Mühleberg	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200-l-Fass	4297	917	1,4 · 10 ¹⁵
	Total	4297	917	1,4 · 10¹⁵

²² KC bezeichnet vom PSI entwickelte Kleincontainer.

Bundeszwischenlager (PSI-Ost), Würenlingen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200-I-Fass	4950	1075	$1,5 \cdot 10^{15}$
	200-I-Stahlbehälter	25	6	$3,6 \cdot 10^{13}$
	1000-I-Betoncontainer	33	31	$7,0 \cdot 10^{13}$
	1,2 m ³ Fiberbeton-container	18	22	$1,3 \cdot 10^{13}$
	Mosaik II	1	1	$3,2 \cdot 10^{15}$
	4,5 m ³ Container KC ²²	93	419	$3,4 \cdot 10^{13}$
	Total	5120	1553	$4,9 \cdot 10^{15}$

Zwilag, Würenlingen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	180-I-Kokille (HAA) ²³	448	81	$5,7 \cdot 10^{18}$
	180-I-Kokille (ATA) ²⁴	516	92	$3,9 \cdot 10^{16}$
	200-I-Fass ²⁵	7400	1577	$5,3 \cdot 10^{12}$
	1000-I-Betoncontainer ²⁶	63	62	$5,5 \cdot 10^{13}$
	Mosaik II ²⁷	17	22	$2,1 \cdot 10^{15}$
	4,5 m ³ Container KC ^{22,28}	35	158	$1,1 \cdot 10^{13}$
	Total	8479	1991	$5,7 \cdot 10^{18}$

	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
Gesamttotal		31 466	7132	$5,7 \cdot 10^{18}$

²³ Verglaste hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung.

²⁴ Kompaktierte oder verglaste mittelaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung.

²⁵ Abfallgebinde aus der Plasmaanlage Zwilag und aus den KKW.

²⁶ Abfallgebinde aus den KKW und aus der Stilllegung Versuchsatomkraftwerk Lucens.

²⁷ Abfallgebinde aus den KKW.

²⁸ Abfallgebinde mit Zwilag-, KKW- und Bundesabfällen.

Anhang III: Mitglieder ENSI-Rat, KNS und EGT

ENSI-Rat

Der ENSI-Rat ist das strategische und interne Aufsichtsorgan des ENSI. Die Mitglieder werden vom Bundesrat für eine Amtsperiode von jeweils vier Jahren gewählt. Sie dürfen weder eine wirtschaftliche Tätigkeit ausüben noch ein eidgenössisches oder kantonales Amt bekleiden, welche geeignet sind, ihre Unabhängigkeit zu beeinträchtigen.

Mitglieder

- Dr. Anne Eckhardt Scheck (Präsidentin): Biophysikerin, Geschäftsführerin und Projektleiterin der risicare GmbH
- Jürg V. Schmid (Vize-Präsident): Pilot, Berater, ehemaliger Leiter Safety Management Division von Skyguide
- Dr. Werner Bühlmann: Jurist, ehemaliger Stellvertreter des Direktors des Bundesamtes für Energie
- Dr. Jacques Giovanola: Maschineningenieur, Professor für Mechanical Design an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) und Direktor des «Laboratoire de conception de systèmes mécaniques» (LCSM)
- Dr. Oskar Grötzinger: Physiker, ehemaliger Leiter der Abteilung «Kernenergieüberwachung und Strahlenschutz» im Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg
- Dr. Hans-Jürgen Pfeiffer: Physiker, ehemaliger Leiter der Abteilung Strahlenschutz, Notfallplanung und Organisation und ehemaliger stellvertretender Direktor der HSK
- Dr. Karine Rausis†: Elektroingenieurin, Leiterin der Rausis Consulting GmbH

Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)

Als beratendes Organ des Bundesrats, des UVEK und des ENSI prüft die KNS grundsätzliche Fragen der nuklearen Sicherheit und kann zuhanden des Bundesrats und des UVEK Stellung zu den sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI nehmen.

Mitglieder

- Dr. Bruno Covelli (Präsident): Physiker, selbständig
- Dr. Jean-Marc Cavedon: Physiker, Directeur de la protection et de la sûreté nucléaire, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Frankreich
- Dr. Ruth Häusler Hermann: Psychologin, selbständig
- Prof. Dr. Philipp Rudolf von Rohr: Professor für Verfahrenstechnik, ETH Zürich
- Prof. em. Dr. Christian Schlüchter: Professor für Quartär- und Umweltgeologie, Universität Bern
- Silvia Schoch: Bauingenieurin ETH
- Dr. Urs Weidmann: Physiker, Leiter des KKW Beznau

Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung (EGT)

Die EGT hat die Aufgabe, das ENSI in geologischen Fragen der nuklearen Entsorgung zu beraten und im Rahmen des SGT zu wissenschaftlichen Berichten der Nagra Stellung zu nehmen.

Mitglieder

- Prof. Dr. Simon Löw (Präsident): Professor für Ingenieurgeologie, ETH Zürich (Expertise: Ingenieurgeologie, Hydrogeologie)
- Prof. Dr. Rainer Helmig: Professor am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart (Expertise: Transport-Modellierung, 2-Phasen-Fluss)
- Dr. Annette Johnson†: Geochemikerin, Leiterin der Forschungsgruppe Gesteins-Wasser-Wechselwirkung, EAWAG, Dübendorf (Expertise: Hydrochemie, Geochemie)
- Prof. Dr. Rolf Kipfer: Professor und Leiter der Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser W+T, EAWAG, Dübendorf (Expertise: Hydrochemie, Isotopen-Hydrologie)
- Prof. Dr. Alan Geoffrey Milnes: emeritierter Professor für Geologie, ETH Zürich (Expertise: Tektonik, regionale Geologie)
- Prof. Dr. Wulf Schubert: Professor für Felsmechanik und Tunnelbau, Technische Universität Graz (Expertise: Untertagebau, Geotechnik)
- Prof. Dr. Friedemann Wenzel: Professor am Institut für Geophysik, Karlsruher Institut für Technologie (Expertise: Geophysikalische Exploration, Erdbeben)

Anhang IV: Abkürzungsverzeichnis

AdK	Ausschuss der Kantone
AEN	Agence pour l'énergie nucléaire
AG SiKa	Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone
Agneb	Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung / Groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets nucléaires
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
AMS	Beschleunigermassenspektrometrietechnik
Andra	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (France)
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung / Office fédéral du développement territorial
ATA	Alphatoxische Abfälle
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
Bq	Becquerel (1 Bq entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde)
BE	(abgebrannte) Brennelemente
BFE	Bundesamt für Energie
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Deutschland)
BZL	Bundeszwischenlager
CERN	Europäische Organisation für Kernforschung
CGD	Commission pour la gestion des déchets radioactifs
CSN	Commission fédérale de sécurité nucléaire
DAT	Déchets alpha-toxiques
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DFMR	Déchets faiblement ou moyennement radioactifs
DHR	Déchets hautement radioactifs
DKST	Deutsche Koordinationsstelle Schweizer Tiefenlager
DMR	Déchets moyennement radioactifs
ECI	Eléments de combustible irradiés
EGT	Expertengruppe geologische Tiefenlagerung
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
ESchT	Expertengruppe-Schweizer-Tiefenlager
FSC	Forum on Stakeholder Confidence (Untergruppe RWMC)
GS-UVEK	Generalsekretariat des UVEK
GT Cséc/KES	Groupe de travail des cantons concernant la sécurité et groupe d'experts des cantons en matière de sécurité
HAA	Hochaktive Abfälle
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation / International Atomic Energy Agency
IFSN	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire
ISRAM	Informationssystem für radioaktive Materialien
KEG	Kernenergiegesetz (SR 732.1)

KES	Kantonale Expertengruppe Sicherheit
KEV	Kernenergieverordnung (SR 732.11)
KHG	Kernenergiehaftpflichtgesetz (SR 732.44)
KHV	Kernenergiehaftpflichtverordnung (SR 732.441)
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk(e)
KNE	Kommission Nukleare Entsorgung
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
LENu	Loi sur l'énergie nucléaire (SR 732.1)
LES	Labor für Endlagersicherheit / Laboratoire pour la sécurité des dépôts finals (PSI)
LMA	Langlebig mittelaktive Abfälle
LRCN	Loi fédérale du 18 mars 1983 sur la responsabilité civile en matière nucléaire (SR 732.44)
MAA-Lager	Lagergebäude für mittelaktive Abfälle im ZZL
MIF-Abfälle	Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
MIR (Déchets-)	Déchets de la médecine, de l'industrie et de la recherche
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle / Société coopérative nationale pour l'entreposage de déchets radioactifs
NTB	Nagra Technischer Bericht
NEA	Nuclear Energy Agency
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung / Organisation de coopération et de développement économiques)
OENu	Ordonnance sur l'énergie nucléaire (SR 732.11)
OFDG	Ordonnance sur le fonds de désaffectation et sur le fonds de gestion (SR 732.17)
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFSP	Office fédéral de la santé publique
ORaP	Ordonnance sur la radioprotection (SR 814.501)
ORCN	Ordonnance du 5 décembre 1983 sur la responsabilité civile en matière nucléaire (SR 732.441)
PSDP	Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»
PSI	Paul Scherrer Institut / Institut Paul Scherrer
RWMC	Radioactive Waste Management Committee
SAA-Lager	Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle im ZZL
SEFV	Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SR 732.17)
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SÖW	Sozioökonomisch-ökologische Wirkungsstudie
StSV	Strahlenschutzverordnung (SR 814.501)
TE	(Conteneur de) transport et d'entreposage

TFS	Technisches Forum Sicherheit
T/L-Behälter	Transport- und Lagerbehälter
UREK	Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Zwibez	Zwischenlager Kernkraftwerk Beznau
Zwilag	Zwischenlager Würenlingen AG
ZZL	Zentrales Zwischenlager (Würenlingen)

Anhang V: Internetadressen

Organisation/Thema	Adresse
Bundesamt für Energie	www.bfe.admin.ch
radioaktive Abfälle	www.radioaktiveabfaelle.ch
Entsorgungsprogramm der Entsorgungspflichtigen	www.entsorgungsprogramm.ch
Bundesamt für Gesundheit	www.bag.admin.ch
Bundesamt für Landestopografie	www.swisstopo.ch
Bundesamt für Raumentwicklung	www.are.admin.ch
Bundesamt für Umwelt	www.bafu.admin.ch
Deutsche Koordinationsstelle Schweizer Tiefenlager	www.dkst.info
Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit	www.kns.admin.ch
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	www.ensi.ch
Entsorgungsfonds	www.entsorgungsfonds.ch
Entsorgungskommission Deutschland	www.entsorgungskommission.de
Expertengruppe geologische Tiefenlagerung	www.egt-schweiz.ch
Expertengruppe Schweizer Tiefenlager	www.escht.de
Felslabor Grimsel	www.grimsel.com
Felslabor Mont Terri	www.mont-terri.ch
Internationale Atomenergie-Organisation	www.iaea.org
Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle	www.nagra.ch
Erdwissen	www.erdwissen.ch
Seismik-News	www.seismik-news.ch
TIME RIDE	www.timeride.ch
Nuclear Energy Agency	www.oecd-nea.org
Forum on Stakeholder Confidence	www.oecd-nea.org/rwm/fsc/index.html
Radioactive Waste Management Committee	www.oecd-nea.org/rwm/rwmc.html
Paul Scherrer Institut	www.psi.ch
Labor für Endlagersicherheit	www.psi.ch/les/
Stilllegungsfonds	www.stilllegungsfonds.ch
Technisches Forum Sicherheit	www.technischesforum.ch
Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG	www.zwilag.ch

Regionalkonferenz	Adresse
Jura Ost	www.jura-ost.ch
Jura-Südfuss	www.jura-suedfuss.ch
Nördlich Lägern	www.regionalkonferenz-laegern.ch
Südranden	www.plattform-suedranden.ch
Wellenberg	www.plattform-wellenberg.ch
Zürich Nordost	www.zuerichnordost.ch

Anhang VI: Liste der parlamentarischen Vorstösse 2015

Weitere Informationen zu den hier aufgelisteten Vorstössen sind in der Geschäftsdatenbank Curia Vista der Bundesversammlung zu finden (www.parlament.ch).

Nr.	Geschäftstyp	Eingang / Beantwortung	Autor/in / Titel
15.5077	Fragestunde	04.03.2015 / 09.03.2015	Munz Martina 2x2 Entscheid der Nagra
15.3038	Interpellation	04.03.2015 / 08.05.2015	Munz Martina Entsorgungsnachweis für ein SMA-Lager fehlt
15.5205	Fragestunde	11.03.2015 / 16.03.2015	Munz Martina Atommülllager. Lückenhaftes Auswahlverfahren
15.5275	Fragestunde	11.03.2015 / 16.03.2015	Munz Martina Seriöse Beurteilung des «Nagra-Dokumenten-Tsunami»
15.3341	Interpellation	20.03.2015 / 20.05.2015	Rytz Regula Kostenwahrheit beim Atomstrom
15.411	Parlament. Initiative	05.03.2015 / zurückgezogen Dez 2015	Reimann Maximilian Entsorgung radioaktiver Abfälle sowohl in der Schweiz als auch im Ausland
15.5276	Fragestunde	03.06.2015 / 08.06.2015	Böhni Thomas Die Kosten für neuproduzierten Atommüll sind ökonomisch zu hinterfragen
15.5344	Fragestunde	10.06.2015 / 15.06.2015	Böhni Thomas Nachfrage zur Frage 15.5276. Haushalte tragen die Hauptlast der AKW-Entsorgungs- und Endlagerkosten
15.5293	Fragestunde	08.06.2015 / Fragestunde ab-gesagt	Böhni Thomas 100'000 Jahre Lebensdauer für die zweite Gotthardröhre, analog der Lebensdauer zum Atommüll-Endlager
15.3662	Postulat	18.06.2015 / 26.08.2015	Hadorn Philipp Aufsichtsgremium zu finanziellen Klumpenrisiken mit Atomkraftwerken
15.3663	Motion	18.06.2015 / 26.08.2015	Hadorn Philipp Stilllegungs- und Entsorgungsfonds. Absicherung finanzieller Risiken von Atomkraftwerken
15.1060	Anfrage	14.09.2015 / 18.11.2015	Munz Martina UVP der Atommüll-Lager ist ohne Einbezug der Radioaktivität nicht aussagekräftig

Anhang VII: Liste der im Berichtsjahr erstellten Publikationen

Die Publikationen können teilweise von den Internetseiten der entsprechenden Organisationen heruntergeladen oder dort bestellt werden (solange vorrätig).

Bundesamt für Energie (BFE)

- Focus Entsorgung No. 9, 30.01.2015.
- Newsletter Tiefenlager Nr. 15, Focus Entsorgung, Folienpräsentationen, interaktive Karte, Faktenblätter der Nagra: «Nagra will Jura Ost und Zürich Nordost als Standortgebiete für geologische Tiefenlager vertieft untersuchen», 30.01.2015
- Flyer, Inserate «Treffpunkt Tiefenlager» für die Bevölkerung, Bözberg, Jura Ost, 07.03.2015
- Flyer, Inserate «Treffpunkt Tiefenlager» für die Bevölkerung, Rheinau, Zürich Nordost, 14.03.2015
- Newsletter Tiefenlager No. 16, Berichte, Überblicksdokumente: «Zusatzfragen zur sozioökonomisch-ökologischen Wirkungsstudie», 01.04.2015
- Umweltpolitische Fragen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle – Schlussbericht, B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Andreas Brenner, 13.04.2015
- Newsletter Tiefenlager (elektronisch) No. 17, «Bericht zum Postulat Auswirkungen eines Tiefenlagers und Abgeltungen», 08.10.2015.
- Publikation Studie: «Auslegeordnung zu den vertieften volkswirtschaftlichen Untersuchungen», 29.04.2015
- Publikation Broschüre: «Informationen für Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer», 05.05.2015
- Newsletter Tiefenlager (elektronisch) No. 13, «ENSI beurteilt Kenntnisstand für den Einengungsvorschlag in Etappe 2 als ausreichend», 28.08.2014.
- Publikation Aktualisierung: «Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle 2013–2016», 30.09.2015
- Publikation: «Die sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers – Syntheseberichte zur SÖW, den Zusatzfragen und der Gesellschaftsstudie», 02.10.2015
- Publikation: «Gästebefragung zu den Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers auf die Zahl der Gäste in Engelberg Zusatzfrage Plattform Wellenberg», 05.10.2015
- Bericht, Newsletter: «Abgeltungen und Kompensationsmassnahmen sind im «Sachplan geologische Tiefenlager» ausreichend geregelt», 08.10.2015
- Medienmitteilung, Flyer, Inserate: «Geologische Tiefenlager: Bundesrätin Leuthard zu Besuch in Marthalen und Brugg», 29.10.2015
- Publikation: «Konzept Anpassung und Aufgaben der Standortregionen in Etappe 3: Grundsatzpapier zur räumlichen Anpassung», 04.12.2015
- Publikation: «Die Standortsuche für geologische Tiefenlager als gesellschaftspolitischer Prozess: Erfahrungen mit der Beteiligung Betroffener in der Schweiz», 10.12.2015
- Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke, Jahresbericht 2014, 03.06.2015/ Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, Rapport annuel 2014, 04.06.2015.
- Informationen über die Finanzergebnisse der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, 4.²⁹, 1., 2., 3. Quartal 2015.
- Stilllegungsfonds für Kernanlagen, Jahresbericht 2014, 03.06.2015/ Fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires, Rapport annuel 2014, 03.06.2015.

²⁹ 4. Quartal 2014.

Programme und Flyer «Treffpunkt Tiefenlager», «Wohin mit den radioaktiven Abfällen?» Bundesrätin Doris Leuthard zu Besuch in den Standortregion Zürich Nordost (11. November 2015) und Jura Ost (18. November 2015)

Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)

- Tätigkeitsbericht 2014; Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit; KNS-02570; Brugg, Mai 2015

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

- ENSI 33/188: Abfallbewirtschaftung im Vergleich - Forschungsprogramm «Radioaktive Abfälle» der Arbeitsgruppe des Bundes für nukleare Entsorgung

Nagra

Alle hier erwähnten Publikationen können kostenlos von der Internetseite der Nagra heruntergeladen oder dort bestellt werden.

- Themenheft Nr. 7 «Sicherheitstechnischer Vergleich: Vorschläge der Nagra für Etappe 3» / Januar 2015
- Faltblatt Vorschläge der Nagra für Etappe 3 / Januar 2015
- Faltblatt Erdwissenschaftliche Untersuchungen für Etappe 3 / Januar 2015
- Themenheft Nr. 8 «Langzeitsicherheit» / Oktober 2015

Paul Scherrer Institut (Labor für Endlagersicherheit)

Artikel in Fachzeitschriften (peer reviewed)

- Brandt F., Curti E., Klinkenberg M., Rozov K., Bosbach D.
Replacement of barite by a (Ba,Ra)SO₄ solid solution at close-to-equilibrium conditions: A combined experimental and theoretical study. *Geochim. Cosmochim. Acta* 155, 1-15 (2015).
- Breitner D., Osán J., Fábrián M., Zagyvai P., Szabó C., Dähn R., Marques Fernandes M., Sajó I.E., Máthé Z., Török S.
Characteristics of uranium uptake of Boda Claystone Formation as the candidate host rock of high level radioactive waste repository in Hungary. *Env. Earth Sci.* 73, 209-219 (2015).
- Curti E., Puranen A., Grolimund D., Jädnas D., Sheptyakov D., Mesbah A.
Characterization of selenium in UO₂ spent nuclear fuel by micro X-ray absorption spectroscopy and its thermodynamic stability. *Env. Sci-Processes & Impacts* 17, 1760-1768 (2015).
- Faux D.A., Cachia S.-H.P., McDonald P.J., Bhatt J.S., Howlett N.C., Churakov S.V.
- Model for the interpretation of nuclear magnetic resonance relaxometry of hydrated porous silicate materials. *Phys. Rev. E* 91, 032311 (2015).
- Glaus M.A., Aertsens M., Appelo C.A.J., Kupcik T., Maes N., Van Laer L., Van Loon L.R.
Cation diffusion in the electrical double layer enhances the mass transfer rates for Sr²⁺, Co²⁺ and Zn²⁺ in compacted illite. *Geochim. Cosmochim. Acta* 165, 376-388 (2015).
- Glaus M.A., Aertsens M., Maes N., Van Laer L., Van Loon L.R.
Treatment of boundary conditions in through-diffusion: A case study of ⁸⁵Sr²⁺ diffusion in compacted illite. *J. Contam. Hydrol.* 177, 239-248 (2015).
- Lützenkirchen J., Marsac R., Kulik D.A., Payne T.E., Xue Z., Orsetti S., Haderlein S.B.
Treatment of multi-dentate surface complexes and diffuse layer implementation in various speciation codes. *Appl. Geochem.* 55, 128-137 (2015).
- Marques Fernandes M., Ver N., Baeyens B.
Predicting the uptake of Cs, Co, Ni, Eu, Th and U on argillaceous rocks using sorption models for illite. *Appl. Geochem.* 59, 189-199 (2015).

- Meier D.B., Waber H.N., Gimmi T., Eichinger F., Diamond L.W.
Reconstruction of in-situ porosity and porewater compositions of low-permeability crystalline rocks: Magnitude of artefacts induced by drilling and sample recovery. *J. Contam. Hydrol.* 183, 55-71 (2015).
- Miron G.D., Kulik D.A., Dmytrieva S.V., Wagner T.
GEMSFITS: Code package for optimization of geochemical model parameters and inverse modeling. *Appl. Geochem.* 55, 28-45 (2015).
- Perko J., Mayer K.U., Kosakowski G., De Windt L., Govaerts J., Jacques D., Meeussen J.C.L., Su D.
Decalcification of cracked cement structures. *Comp. Geosci.* 19, 673-693 (2015).
- Poonosamy J., Kosakowski G., Van Loon L.R., Mäder U.K.³⁰
Dissolution-precipitation processes in tank experiments for testing numerical models for reactive transport calculations: Experiments and Modelling. *J. Contam. Hydrol.* 177-178, 1–17 (2015).
- Shafizadeh A., Gimmi T., Van Loon L.R., Kaestner A., Lehmann E., Mäder U.K., Churakov S.V.
Quantification of water content across a cement-clay interface using high resolution neutron radiography, *Phys. Procedia* 69, 516–523 (2015).
- Thien B.M.J., Kosakowski G., Kulik D.A.
Differential alteration of basaltic lava flows and hyaloclastites in Icelandic hydrothermal systems. *Geothermal Energy* 3:11 (2015).
- Tits J., Walther C., Stumpf T., Macé N., Wieland E.
A luminescence line-narrowing spectroscopic study of the uranium(VI) interaction with cementitious materials and titanium dioxide. *Dalton Trans.* 44, 966–976 (2015).
- Van Loon L.R., Mibus J.
A modified version of Archie's law to estimate effective diffusion coefficients of radionuclides in argillaceous rocks and its application in safety analyses. *Appl. Geochem.* 59, 85-94 (2015).
- Vespa M., Wieland E., Dähn R., Lothenbach B.,
Identification of the thermo-dynamically stable Fe-containing phase in aged cement pastes. *J. Am. Ceram. Society* 98, 2286-2294 (2015).
- Wieland E., Hummel W.
Formation and stability of carbon-14 containing organic compounds in alkaline iron-water-systems: Preliminary assessment based on a literature survey and thermodynamic modelling. *Mineral. Mag.* 79, 1275-1286 (2015).

³⁰ Nagra, Wettingen, Switzerland

Anhang VIII: Liste zum Umgang mit Empfehlungen der KNS

Der «Systematische Umgang mit dem Empfehlungen der KNS im Bereich Entsorgung und Sachplanverfahren» vom 12. Dezember 2013 legt unter anderem fest, dass die Empfehlungen der KNS (bzw. der früheren KNE) in einer Liste aufgenommen werden, welche vom ENSI geführt wird. Diese Liste wird periodisch aktualisiert und der KNS zur Stellungnahme unterbreitet.

Eine solche Liste wurde im Jahr 2013 zum ersten Mal erstellt. Ihr Stand per 9. Dezember 2015 wird nachfolgend wiedergegeben.

Legende

Laufnummer und Quelle: Bezeichnung der Empfehlung und Quelle der Empfehlung

Adressat und Empfehlung: Adressat der Empfehlung und Text der Empfehlung mit inhaltliche Würdigung des Adressaten (Bemerkungen)

Termin und Stand: Relative Zeitangabe des nächsten Bearbeitungstermins. Gegebenenfalls kann der Termin danach wieder aktualisiert werden und Angabe, wann die Umsetzung erfolgte bzw. erfolgen soll, sowie Verweise zur Behandlung der Empfehlung bzw. zu anderen, ähnlich lautenden Empfehlungen.

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
2007-01	BFE/ENSI	sofort
KSA 2007, S. 4	Die KSA empfiehlt der HSK (resp. dem ENSI), der KNS und dem BFE, die Bearbeitung ihrer Empfehlungen bezüglich des Entsorgungsprogramms aktiv weiter zu verfolgen.	Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)
KSA 2007, S. 12	Die KSA empfiehlt der HSK (resp. dem ENSI), dem BFE, der KNE und der KNS, die Umsetzung der Empfehlungen bezüglich Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Nagra aktiv weiter zu verfolgen Bemerkungen Das Entsorgungsprogramm ist von der Nagra periodisch (Art. 32 KEG) alle 5 Jahre (Art. 52 KEV) vorzulegen. Das ENSI nimmt jeweils dazu Stellung. Dieser gesetzlich vorgeschriebene Prozess wurde inzwischen weiterentwickelt und verbessert: Neu wird das Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Nagra künftig als Teil des Entsorgungsprogramms eingereicht und überprüft (Bundesratsbeschluss in Vorbereitung). Ausserdem werden das Entsorgungsprogramm (aktuell: NTB 08-01), das Forschungs- und Entwicklungsprogramm (aktuell: NTB 09-06) und die Kostenstudie (swissnuclear 2011) synchronisiert (ENSI 33/110).	

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2007-02</u></p> <p>KSA 2007, S. 5</p>	<p><i>ENSI, Nagra</i></p> <p>Die Kommission empfiehlt der Nagra und der HSK, mit der Erprobung eines Langzeitmonitorings möglichst bald zu beginnen, um die nötigen Erfahrungen sammeln zu können.</p> <p>Bemerkungen In seiner Richtlinie ENSI-G03 verwendet das ENSI den Begriff «Überwachung» für das Monitoring im weiteren Sinne (Umweltüberwachung, Überwachung des Pilotlagers). Das ENSI verlangt darin, dass die Umweltüberwachung früh vor Inangriffnahme der Untertagebauten aufgenommen wird (Beweissicherung, Abs. 5.2.1). Daraus ergibt sich, dass die dafür notwendigen Techniken vorhanden sein müssen, bevor die Baubewilligung erteilt werden kann.</p> <p>Das ENSI leitet das Forschungsprojekt «Monitoringkonzept und –einrichtungen» (Agneb 2013). Erfahrungen für Langzeitmonitoring werden von der Nagra gegenwärtig in verschiedenen Projekten (Felslabors Mont Terri und Grimsel, EU-Projekt MoDeRn) gewonnen, siehe z. B. NTB 09-06, Abs. 6.5.5). Das ENSI informiert sich laufend über diese Projekte.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p><u>2007-03</u></p> <p>KSA 2007, S. 6</p>	<p>BFE</p> <p>Nach Auffassung der KSA ist mit dem aktuellen Konzeptteil des Sachplans Geologische Tiefenlager (Version vom 26.9.2007) das Standortauswahlverfahren transparent geregelt. Nach der voraussichtlichen Genehmigung durch den Bundesrat soll das Auswahlverfahren zügig umgesetzt werden.</p> <p>Bemerkungen Der Sachplan wurde zügig begonnen und läuft. Die Nagra reichte die Unterlagen zu Etappe 1 (NTB 08-03) ca. 6 Monate nach Veröffentlichung des Konzeptteils des Sachplans geologische Tiefenlager (BFE 2008) ein</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p><u>2007-04</u></p> <p>KSA 2007, S. 7</p>	<p>ENSI</p> <p>Die KSA empfiehlt der HSK, Qualitätsanforderungen an die Konditionierung abgebrannter Brennelemente und für Glasmatrizen (HAA und SMA) zu stellen. Die Qualitätsanforderungen und deren Überprüfung sollen in der Richtlinie B05 transparent dokumentiert werden</p> <p>Bemerkungen In der Richtlinie HSK-B05 sind die Anforderungen an Schlackematrizen aus der Verbrennungs- und Schmelzanlage der Zwiilag geregelt. Aufgrund des Moratoriums sind keine neuen Abfälle zu erwarten, die der Wiederaufbereitung zuzuführen wären, und für die verglaste Abfälle zurückzunehmen wären.</p> <p>Für abgebrannte Brennelemente ist gegenwärtig keine Konditionierung vorgesehen, weshalb keine konkreten Anforderungen an ihre Konditionierung erarbeitet wurden. In den Richtlinien ENSI-G04 Rev. 1 und HSK-G05 sind Lagerung und Transport abgebrannter Brennelemente aus Sicht des ENSI umfassend geregelt.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2007–05</u></p> <p>KSA 2007, S. 10</p>	<p>BFE, ENSI</p> <p>Das im Projektantrag «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» dem BFE vorgeschlagene Projekt soll zügig realisiert werden.</p> <p>Bemerkungen Das Projekt steht kurz vor dem Abschluss.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p><u>2007–06</u></p> <p>KSA 2007, S. 11</p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p><i>Um eine Gefährdung der Barrierenwirkung des Opalinustons durch die Gasentwicklung infolge Korrosion der Stahlbehälter zu vermeiden, sollen alternative Behälterwerkstoffe und/oder Behälterkonzepte evaluiert werden. Zudem sollen die Auswirkungen der über längere Zeit erhöhten Temperaturen und Gasdrücke auf die Transporteigenschaften von Opalinuston und Bentonit untersucht werden. Anschliessend soll eine integrale Beurteilung der Gasfrage erfolgen.</i></p> <p>Die Empfehlung der KSA in ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis betreffend Behältermaterialien [s. kursiver Text oben] soll möglichst rasch umgesetzt werden.</p> <p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten: Im Hinblick auf die lagerbedingten Einflüsse, insbesondere die Gasbildung, sollen die folgenden Punkte berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei den Lagerbehältern für verglaste hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente soll die Verwendung von Behältermaterialien, welche im Tiefenlager nicht zur Gasbildung führen, untersucht werden. Dabei sollen auch die Grösse und die Konstruktion der Behälter hinterfragt werden. • Metallische Abfälle sollen nach Möglichkeit vermieden werden. Für kurzlebige und chemisch reaktive Abfälle, die nicht lange von der Biosphäre isoliert sein müssen, soll beim SMA-Lager allenfalls ein eigener Lagerbereich vorgesehen werden. Dieser soll vom Lagerbereich für die übrigen Abfälle getrennt sein und kann eventuell in einem Wirtgestein liegen, das nur reduzierte Anforderungen erfüllt. <p>Bemerkungen Die Frage des geeigneten Behältermaterials ist nicht nur im Sinne einer Optimierung bzgl. Gasbildung anzugehen, sondern auch bzgl. mechanischer Stabilität, geochemischer Verträglichkeit und Langzeitdichtheit der Behälter. Der Stahlbehälter (gemäss Entsorgungsnachweis) stellt im Moment eine geeignete Option dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (Agneb 2014) wurden Fragen im Zusammenhang mit der Vermeidung bzw. Verminderung metallischer Abfälle und alternativen Behältermaterialien für verbrauchte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ausführlich behandelt. Die entsprechenden Projektempfehlungen lauten (ENSI 33/188):</p> <p>a) Bezüglich metallischer Abfälle sind die Arbeiten der Entsorgungspflichtigen im Hinblick auf eine vertiefte Auswertung und sicherheitstechnische Beurteilung von heute verfügbaren technischen Verfahren zur Vermeidung bzw. Reduktion von metallischen Materialien in schwach- und mittelaktiven Abfällen weiterzuführen. Die Entsorgungspflichtigen haben bei der Aktualisierung ihrer Stilllegungspläne eine konsequente</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Der Umgang mit Empfehlungen zum Entsorgungsnachweis wurde vom ENSI geprüft und in ENSI 35/114 festgehalten. Die Frage der Behältermaterialien wird in Kapitel 5 und Tabelle 4, Punkt 4.1.3 behandelt. Die weitere Überprüfung erfolgt im Rahmen der dort genannten behördlichen Anforderungen und Dokumente (KEG 2003, ENSI-G03, RD&D-Plan der Nagra). Eine Würdigung erfolgt ausserdem im Bericht über die Ergebnisse der Anhörung zum Entsorgungsprogramm vom Oktober 2008 und zum Umgang mit den Empfehlungen zum Entsorgungsnachweis (BFE 2013).</p> <p>Diese Empfehlung wird im Rahmen der gesetzlichen und behördlichen Vorgaben (KEG 2003, ENSI-G03) und der periodischen Beurteilung des RD&DPlans der Nagra (als Bestandteil des Entsorgungsprogramms) regelmässig überprüft.</p> <p>Siehe auch Protokoll des Arbeitstreffens KNS-ENSI vom 04.07.2013 zum Umgang mit Empfehlungen (ENSI 33/305) und Ergebnisse des Projekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (ENSI 33/188).</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	<p>Ausnutzung der gesetzlich zulässigen maximalen Abklingzeiten für die Freimessung zu berücksichtigen. Auch im Falle zukünftiger Anpassungen der Freimessgrenzen sind deren Auswirkungen bei der nächstfolgenden Aufdatierung zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind im Entsorgungsprogramm 2016 zu dokumentieren.</p> <p>b) Bezüglich alternativer Behältermaterialien sind die Arbeiten der Entsorgungspflichtigen im Hinblick auf eine vertiefte Auswertung und sicherheitstechnische Beurteilung in Bezug auf die Verwendung von alternativen Materialien bei der Herstellung von Lagerbehälter für verbrauchte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle weiterzuführen. Die Bedingungen des schweizerischen Entsorgungskonzepts sind dabei angemessen zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind im Entsorgungsprogramm 2016 zu dokumentieren.</p>	
<p><u>2007–07</u></p> <p>KSA 2007, S. 13-14</p>	<p>ENSI</p> <p><i>Der Schwerpunkt der regulatorischen Forschung wird auf die Bereiche «geologische Tiefenlagerung» und «Stilllegung» gesetzt. Nach Meinung der KSA sind auch noch im Vorfeld der Tiefenlagerung wichtige Forschungsarbeiten ausstehend. Dazu gehören z. B. der Einfluss von hohen Abbränden auf Wirtgestein und technische Barrieren, die Möglichkeiten zur Vermeidung organischer Matrixstoffe [...] bei der Verfestigung radioaktiver Abfälle, die Herstellung von die Robustheit des Barrierensystems erhöhenden Abfallgebinden, das Verhalten der Hüllrohre abgebrannter Brennelemente bei sehr langer Zwischenlagerung in Lagerbehältern. Strategisch setzt die HSK auf andere Schwerpunkte. Im Bericht sollte nachvollzogen werden können, dass noch andere Forschungsaufgaben bestehen und weshalb die HSK diese nicht als Schwerpunkte betrachtet.</i></p> <p>Die KSA empfiehlt der HSK, die Forschung in den oben erwähnten – für die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers wichtigen – Bereichen zu verstärken.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Das ENSI achtet darauf, dass die Nagra den einzelnen Themen genügend Beachtung schenkt. Die einzelnen Aspekte sieht das ENSI wie folgt berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss von hohen Abbränden auf Wirtgestein und technische Barrieren • Studien zur Begrenzung der Wärmeleistungsbegrenzung, ENSI 35/114, S. 19, ENSI 35/117, Frage 3.4.3. • Abfallgebinde für robuste Barrieren → siehe Empfehlung Nr. 7 (Behältermaterial) • Vermeidung organischer Matrixstoffe → siehe Schlussbericht des ENSI zum Agneb-Forschungsprojekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich». • Verhalten der Hüllrohre bei sehr langer Zwischenlagerung und mögliche Auswirkungen beispielsweise auf die «Instant Release Fraction» → Das ENSI fordert die Aufnahme dieses Themas in künftige Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Nagra (ENSI 35/114, S. 38). <p>Seit 2007 wurde das ENSI-Forschungsprogramm insbesondere in Bezug auf die Entsorgung sehr stark ausgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Während das ENSI 2007 nur Experimente im Mont Terri Projekt unterstützte, weist der Forschungsbereich Entsorgung nun die meisten Projekte innerhalb der sieben Forschungsbereiche der regulatorischen Sicherheitsforschung auf (siehe die jährlichen Erfahrungs- und Forschungsberichte, z. B. ENSI-AN-8779. Diese 	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt und in Ziffern 6.1 und 6.2 der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen aufgenommen (Schweizerischer Bundesrat 2013).</p> <p>Einige Aspekte wurden im Rahmen des Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» von Seiten ENSI angegangen und bzgl. zusätzlichem Regelungsbedarf angeschaut. Die Nagra unterhält gegenwärtig ein aktives Forschungsprogramm zu alternativen Behältermaterialien. Das ENSI wird sich in den kommenden Jahren selbst mit dem Problem der Hüllrohrintegrität über lange Zeiträume befassen und die entsprechenden Aktivitäten in seinem Forschungs- und Erfahrungsbericht jährlich ausweisen..</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	<p>decken ein breites Spektrum von der Stilllegung über die Abfallbehandlung, Transporte/Zwischenlagerung bis hin zu langfristigen Risiken der geologischen Tiefenlagerung ab (Landschaftsabtragung, Klimaentwicklung, Erosion durch Gletscher).</p> <ul style="list-style-type: none"> Die seit Juni 2013 gültige ENSI-Forschungsstrategie bezeichnet die Themen «Stilllegung» sowie «Geologische Tiefenlagerung» als zwei der vier wichtigsten Themen für die ENSI-Forschung der kommenden Jahre. Das ENSI überprüft zudem das Forschungsprogramm der Nagra und engagiert sich mit eigener Forschung, wo es das für erforderlich hält. 	
<p>2007–08</p> <p>KSA 2007, S. 14</p>	<p>BFE</p> <p>Die KSA empfiehlt dem BFE, den Vorschlag zur Schaffung eines Nationalen Forschungsprogramms im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle zügig umzusetzen.</p> <p>Bemerkungen Mit dem Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle existiert ein solches Programm.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p>2007–09</p> <p>KSA 2007, S. 15</p>	<p>ENSI</p> <p>Die KSA empfiehlt den Aufsichtsbehörden die Anforderungen des Art. 72 Abs. 6 KEG betreffend die Führung einer Buchhaltung über die radioaktiven Abfälle in der Schweiz und im Ausland möglichst rasch zu erfüllen, so dass jederzeit ein aktueller und vollständiger Überblick über das Abfallinventar möglich ist.</p> <p>Bemerkungen Die Datenbanken ISRAM und MIRAM werden von den Abfallverursachern bzw. der Nagra geführt und vom ENSI monatlich als Bestandteil der Monatsberichte der Abfallverursacher überprüft.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p>2010–01</p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Hinblick auf die lagerbedingten Einflüsse, insbesondere die Gasbildung, sollen die folgenden Punkte berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> Organische Stoffe sollen nach Möglichkeit in eine Form gebracht werden, die unter den im Tiefenlager gegebenen Bedingungen inert ist. Dies gilt sowohl für die noch zu konditionierenden Abfälle als auch für die bereits bestehenden Abfallgebände. <p>Bemerkungen Abklärungen zur Gasbildung werden in der Sicherheitsanalyse (ENSI-G03, Abs. 7.2.2, Bst. e: Entwicklung der Materialien im Tiefenlager), im Sachplan im Rahmen des Kriteriums 2.3 «Lagerbedingt Einflüsse» (HSK 33/001, Abs.4.2) gefordert und von der Nagra im RD&D-Plan berücksichtigt. Dieser RD&D-Plan wird als Bestandteil des Entsorgungsprogramms der Nagra regelmässig überprüft. Das Thema der organischen Stoffe im geologischen Tiefenlager wurde ausserdem im Rahmen des Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (Agneb 2014) ausführlich behandelt. Die mikrobielle</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung ist regelmässig zu überprüfen. Sie wurde in ein regelmässig zu überprüfendes Folgedokument aufgenommen. Diese Empfehlung steht in Zusammenhang mit Ziffer 6.2 der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen (Schweizerischer Bundesrat 2013). Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013) und Ergebnisse des Agneb-Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (ENSI 33/188).</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	<p>Gasbildung ist gegenüber der Gasbildung durch die Metallkorrosion deutlich untergeordnet, daher liegt die Bedeutung der Organika für die Langzeitsicherheit in erster Linie in der Erhöhung der Mobilität der Radionuklide durch die komplexierende Wirkung ihrer Abbauprodukte. Eine Verringerung der organischen Stoffe im (SMA bzw. LMA-) Tiefenlager ist somit sicherheitsgerichtet.</p> <p>Im Rahmen des Forschungsprojekts «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (ENSI 33/188) wurde festgestellt, dass verschiedene Massnahmen zur Vermeidung von organischen Stoffen in den radioaktiven Abfällen durch die Abfallverursacher (insb. KKW) bereits erfolgreich umgesetzt wurden. Dazu gehört in erster Linie die thermische Behandlung von Betriebsabfällen in der Plasma-Anlage (ZWILAG). Laufende Arbeiten der Entsorgungspflichten sind jedoch darauf ausgerichtet, organische Stoffe weiter zu minimieren. Dazu lautet die Projektempfehlung, eine vertiefte Auswertung und sicherheitstechnische Beurteilung von heute verfügbaren technischen Verfahren zur Vermeidung bzw. Reduktion von organischen Stoffen in den Abfällen (insb. SMA und einschliesslich Bewertung eines allfälligen Optimierungspotentials im Hinblick auf bereits konditionierte Abfälle) weiterzuführen und die Ergebnisse im Entsorgungsprogramm 2016 zu dokumentieren (ENSI 33/188).</p>	
<p>2010-02</p> <p>KNS 2010, S. 44</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Die KNS empfiehlt, sich im weiteren Verfahren auf homogene, dichte und gut prognostizierbare Wirtgesteine mit einem hohen Anteil an quellfähigen Tonmineralien und insbesondere den Opalinuston zu konzentrieren. Im Hinblick auf die Option, das HAA-Lager tiefer legen zu können, sollen deshalb auch die geeigneten Opalinustonvorkommen in tieferen Lagen ermittelt werden.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Diese Empfehlung wurde im TFS und einer Fachsitzung (ENSI 33/91) diskutiert und es wurde seitens der Nagra gezeigt, dass tiefere Bereiche (bis 1200 m) nur wenig neue Standortgebiete ergeben würden (s. www.technischesforum.ch, Frage 1). Die HAA-Gebiete JO und NL werden im Süden durch Störungen begrenzt, das Standortgebiet ZNO durch eine prominente quartäre Rinne. Das ENSI war gleichzeitig in seinem Gutachten zum Schluss gekommen, dass Tiefen >900 m nicht günstig wegen der bautechnisch schwierigen Verhältnisse im Opalinuston sind (ENSI 33/070, S. 55).</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p>2010-03</p> <p>KNS 2010, S. 44</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Die KNS empfiehlt, die Notwendigkeit zusätzlicher Untersuchungen mit höchster Priorität abzuklären und notwendige erdwissenschaftliche Untersuchungen umgehend in Angriff zu nehmen.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Dieses Anliegen wurde seitens Nagra in NTB 10-01 aufgenommen (dies war im Sachplan so vorgesehen) und durch das ENSI in ENSI 33/115 kommentiert. Das ENSI verlangt, dass die Nagra die Gesuche für erdwissenschaftliche Untersuchungen mit den Unterlagen zu Etappe 2 einreicht. Die wissenschaftlichen Untersuchungen sollen damit so rasch wie möglich angegangen werden, um Resultate für Etappe 3 zu liefern</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe auch Empfehlung. 2010-12 und Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung vom 04.07.2013).</p>
<p>2010-04</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten:</p>	<p>Etappe 2</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
KNS 2010, S. 45	<p>Im Hinblick auf die lagerbedingten Einflüsse, insbesondere die Gasbildung, sollen die folgenden Punkte berücksichtigt werden:</p> <p>Stützmittel sollen vor dem Verfüllen der Untertagebauten entfernt werden, wenn sie wesentlich zur Gasentwicklung beitragen oder die Barrierenwirksamkeit des Wirtgesteins in anderer Weise gefährden können.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Diese Empfehlung wird im Rahmen des Projekts «Lagerauslegung» diskutiert (ENSI 33/224, Frage 15). Hier ist das ENSI aus bautechnischen Überlegungen anderer Meinung: Das Wegreissen von Stützmitteln kurz vor Verfüllen der Stollen wirft mehr Probleme auf, als es löst. Die Experten des ENSI sagen, dass beim Wegreissen die Auflockerungszone grösser wird, insbesondere wenn langfristig kein Gegendruck da ist.</p> <p>Die Entscheidung über den Umfang und die Art (z. B. Asbestzusatz) notwendiger Stützmitteln zur Hohlraumstabilisierung und ihren anschliessender Rückbau hat fallbezogen (geologisch-tektonische Situation, Tiefe, Wirtgestein) zu einem späteren Zeitpunkt (Baubewilligung, Betriebsbewilligung) zu erfolgen.</p>	<p>Diese Empfehlung wurde abgeklärt. Eine sofortige Umsetzung erfolgt nicht.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>
<p><u>2010-05</u></p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei den Untertagebauten ist im Hinblick auf die minimale Schädigung des Wirtgesteins u. a. Folgendes zu beachten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Querschnitte und Länge der Lagerstollen bzw. Kavernen sollen nach den Erfordernissen der Langzeitsicherheit gewählt werden. <p>Bemerkungen</p> <p>Die Lagerstollen sind als Teil der Lagerauslegung im Gesamtkontext zu planen (vgl. Projekt «Lagerauslegung»). Lange Lagerstollen können logistisch anspruchsvoll sein, gehen aber nicht zwangsläufig mit zusätzlichen, bautechnischen Schwierigkeiten einher.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung ist im Gesamtkontext der Lagerauslegung umzusetzen.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p> <p>Das ENSI wird den Aspekt im Rahmen der Detailprüfung zu Etappe 2 berücksichtigen.</p>
<p><u>2010-06</u></p> <p>KNS 2012b, S. 7</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Die grundsätzliche Überprüfung der Lagerkonzepte mit dem Ziel, den Wirtgesteinskörper bezüglich chemischer Wechselwirkung mit den Lagermaterialien und den bautechnischen Eingriffen zu schonen.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Im Projekt «Lagerauslegung» wurden diese Fragen aufgenommen. Eine Würdigung erfolgt ausserdem im «Bericht über die Ergebnisse der Anhörung zum Entsorgungsprogramm vom Okt. 2008 und zum Umgang mit den Empfehlungen zum Entsorgungsnachweis», welcher gegenwärtig erstellt wird. Das Lagerkonzept bzw. die darauf abstützende Lagerauslegung sind in den weiteren Schritten der Standortsuche und Lagerrealisierung durch die Nagra weiter zu entwickeln, den konkreten Standortsituationen anzupassen und zu optimieren.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung ist im Gesamtkontext der Lagerauslegung umzusetzen.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p> <p>Das ENSI wird den Aspekt im Rahmen der Detailprüfung zu Etappe 2 berücksichtigen.</p>
<p><u>2010-07</u></p>	<p>ENSI, Nagra</p>	<p>Etappe 2</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
KNS 2010, S. 45	<p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei den Untertagebauten ist im Hinblick auf die minimale Schädigung des Wirtgesteins u. a. Folgendes zu beachten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Die untertägigen Erschliessungsbauten sollen so konzipiert werden, dass die Wege im Wirtgestein möglichst kurz sind. <p>Bemerkungen</p> <p>Die Erschliessungsbauten sind als Teil der Lagerauslegung im Gesamtkontext zu planen (vgl. Projekt «Lagerauslegung»). Das ENSI unterstützt die Empfehlung nach möglichst kurzen Zugangsbauwerken. Dieser Anspruch muss aber mit anderen Anliegen wie z. B. Rückholbarkeit, Trennung von Einlagerungs- und Auf-fahrtbetrieb etc. abgewogen werden.</p> <p>Das Anliegen wurde bereits im Rahmen der Formulierung der Anforderungen an die bautechnischen Risiko-analysen aufgenommen und muss nun von der Nagra im Rahmen von Etappe 2 SGT umgesetzt werden.</p>	<p>Diese Empfehlung ist im Gesamtkontext der Lagerauslegung umzusetzen.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p> <p>Die Nagra hat die Lagerauslegung im Rahmen einer bautechnischen Risikoanalyse zu betrachten. Das ENSI wird den Aspekt im Rahmen der Detailprüfung zu Etappe 2 berücksichtigen.</p>
<p><u>2010–08</u></p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>...empfiehlt die KNS, bei der Überprüfung und Konkretisierung der Lagerkonzepte Folgendes zu beachten: Das Lagerkonzept für das HAA-Lager soll die bautechnische Machbarkeit in grösseren Tiefenlagen ermöglichen.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Grössere Tiefen sind möglich. Der Preis dafür wäre ein massiver Ausbau der Stollen. Das ENSI war in seinem Gutachten ENSI 33/070 zum Schluss gekommen, dass Tiefen >900 m nicht günstig wegen der bautechnisch schwierigen Verhältnisse im Opalinuston sind.</p> <p>Vgl. auch Bemerkung des ENSI zu Empfehlung 2010–02.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde abgeklärt, es erfolgt keine weitere Umsetzung.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p>
<p><u>2010–09</u></p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Unsicherheiten bestehen bei Tektonik und Erosion: Gemäss neuesten Erkenntnissen könnten die grossräumigen Erosionsraten bis zu einem Faktor fünf grösser sein, als bisher angenommen. Die Arbeiten zur Abklärung von Neotektonik und Erosion sollen deshalb verstärkt werden.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Abklärungen wurden anlässlich einer Fachsitzung des TFS (ENSI-AN-7411) ausdiskutiert. An der Uni Bern wurde eine Dissertation zu diesem Thema verfasst (Dehnert (2009)). Seit 2012 unterstützt das ENSI eine Dissertation an der Uni Bern zum Thema Datierung der Deckenschottervorkommen in der Nordschweiz.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p>
<p><u>2010–10</u></p> <p>KNS 2010, S. 45</p>	<p>ENSI, Nagra</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung ist regelmässig zu überprüfen.</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	<p>Künftige Nutzungskonflikte sind schwer abzuschätzen. Die Tiefengeothermie dürfte aber an Bedeutung gewinnen. Bei der Standortwahl soll deshalb den Nutzungskonflikten, insbesondere auch mit der Tiefengeothermie, erhöhte Beachtung geschenkt werden.</p> <p>Bemerkungen Der Ergebnisbericht des BFE zu Etappe 1 wurde, auch aufgrund von Eingaben der Kantone, ergänzt (Ziffer 2.2 Schutz der geologischen Standortgebiete). Das ENSI hat deshalb am Ende von Etappe 1 GIS-Karten zum Schutz der Wirt- und Rahmengesteine in der Tiefe erstellen lassen und an die Kantone versandt. Keines der Gebiete wird zurzeit als besonders geeignet für Tiefengeothermie angesehen, was sich mit ändernden technischen Rahmenbedingungen ändern kann. Zudem wurden mögliche Nutzungskonflikte als Koordinationsbedarf in die einzelnen Objektblätter aufgenommen (BFE 2011). Bis zur Rahmenbewilligung werden Nutzungskonflikte als eines der 13 sicherheitstechnischen Kriterien regelmässig überprüft. Zukünftigen, unbekanntem Nutzungskonflikten kann nur durch langfristige Archivierung der Dokumente sowie durch eine Lagermarkierung entgegengetreten werden. Das ENSI ist in der Arbeitsgruppe «Untergrund» des Bundes vertreten. Diese koordiniert - auf Stufe Bund - die frühzeitige Erkennung von Konflikten bei der Nutzung des Untergrunds.</p>	<p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p>
<p><u>2011-01</u></p> <p>KNS 2011b, S. 30, Empfehlung 1</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Zusätzliche 2D-Seismik in den Standortgebieten Jura-Südfuss und Südranden</p> <p>Bemerkungen Diese Empfehlung wurde von der Nagra in der 2D-Seismik 2011/2012 umgesetzt (NAB 13-10).</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt. Siehe Empfehlungen 2011-16 und 2011-37.</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2011-02</u></p> <p>KNS 2011b, S. 30, Empfeh- lung 2</p>	<p>BFE, ENSI</p> <p>Nach erfolgter Auswertung der von der Nagra vorgesehenen Arbeiten und der darüber hinaus von der KNS empfohlenen zusätzlichen 2D-Seismik sowie den ergänzenden weiteren Arbeiten soll eine Lagebeurteilung erfolgen. Es soll umfassend bewertet werden, ob die Datengrundlagen zur Erreichung der Zielsetzungen von Etappe 2 ausreichen. Die Bewertung soll den im Sachplanverfahren involvierten Fachgremien des Bundes und der Kantone zur Stellungnahme unterbreitet werden. Reicht der Kenntnisstand für eine weitere Einengung aus, soll diese mit einer vorgängig spezifizierten Methodik des sicherheitstechnischen Vergleichs vorgenommen werden. Reichen die Datengrundlagen nicht aus, sind gezielt weitere Untersuchungen wie 3D-Seismik oder Bohrungen durchzuführen.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Diese Empfehlung wird im Rahmen der Zwischenhalt-Fachsitzungen sowie vorgängiger Behördeninformationen aufgenommen (ENSI 33/155).</p> <p>An einer Sitzung vom 21. Dezember 2011 unter Leitung des BFE haben sich ENSI, KNS und Kantone über das Vorgehen betreffend Zwischenbeurteilung geeinigt (ENSI 33/155).</p> <p>Gemäss Vertreter der KNS, die an den Zwischenhalt-Fachsitzungen teilgenommen haben hat die Nagra seit Abschluss der Etappe 1 SGT verschiedene Informationsquellen ausgewertet (z. B. verfügbare Bohrungen und Aufschlüsse), eigene Datenerhebungen durchgeführt (insbesondere die 2DReflexionsseimik in den Standortgebieten Jura-Südfuss, Jura Ost, Nördlich Lägern und Südranden) und, wo notwendig, neue Konzepte und Modellvorstellungen entwickelt. Der geologische Kenntnisstand in den Standortgebieten hat sich dadurch gegenüber der Situation am Ende von Etappe 1 SGT grundsätzlich verbessert.</p> <p>Mit den Zwischenhalt-Fachsitzungen wurde dem Ansinnen der KNS und der Vertreter der Kantone nach einer Lagebeurteilung vor der Einreichung des Einengungsvorschlags der Nagra grundsätzlich entsprochen. Die Sitzungen haben einen ersten Eindruck des aktuellen geologischen Kenntnisstands in den Standortgebieten vermittelt und die Gelegenheit zum fachlichen Austausch unter den Sitzungsteilnehmenden gegeben. Im Hinblick auf die sicherheitstechnische Überprüfung der von der Nagra einzureichenden Unterlagen für die Einengung werden die Zwischenhalt-Fachsitzung als wichtig und nützlich im Sinne einer optimierten Vorbereitung beurteilt.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt.</p> <p>Siehe auch Empfehlung 2011-15 und Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p> <p>Siehe auch Brief des ENSI an das BFE vom 22.08.2014 und Protokoll ENSI 33/378</p>
<p><u>2011-03</u></p> <p>KNS 2011b, S. 30, Empfeh- lung 3</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Vorgängig zur Einengung in Etappe 2 soll die Methodik des qualitativen sicherheitstechnischen Vergleichs auf der Basis der im Sachplan vorgegebenen Kriterien hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit genauer spezifiziert werden. Dabei sollen insbesondere Kriterien festgelegt werden, aufgrund welcher entschieden wird, ob ein Standortgebiet oder ein Standort gegenüber anderen «eindeutige Nachteile» aufweist.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Methodik des sicherheitstechnischen Vergleichs wurde unter Federführung des ENSI in 6 Fachsitzungen unter Beteiligung der AG SiKa, EGT, KES, KNS und der Nagra genauer spezifiziert. Als Ergebnis wurde ENSI 33/154 publiziert.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wurde umgesetzt.</p> <p>Siehe auch Empfehlung 2011-40 und Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2011-04</u></p> <p>KNS 2011b, S. 30 Empfeh- lung 4</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Erschliessungsvarianten mit Vertikalschächten ohne Rampen sollen umfassend abgeklärt werden.</p> <p>Bemerkungen Im Rahmen zweier Behördenseminare am 18.6.12 (ENSI 33/184) und am 5.7.12 (ENSI 33/192) wurden die Zugangsbauwerke thematisiert. Die Abklärung hat generisch innerhalb des Forschungsprojekts «Lagerauslegung» stattgefunden und wird in Form der bautechnischen Risikoanalysen (vgl. ENSI 33/170) standortspezifisch weitergeführt. Wichtig ist, dass die Analysen stufengerecht gemacht werden (Projektstand in Etappe 2 entspricht einer Vorstudie gemäss SIA Projektabwicklung). Das Projekt «Lagerauslegung» wird fortgeführt, die Fragen können dort weiter betrachtet werden.</p>	<p>Etappe 2</p> <p>Diese Empfehlung wird im Laufe der Lagerrealisierung umgesetzt. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013).</p>
<p><u>2011-05</u></p> <p>KNS 2011b, S. 31, Empfeh- lung 5</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Die Lagerkonzepte sollen noch in Etappe 2 einer grundsätzlichen Überprüfung unterzogen und die entsprechenden Forschungsprojekte mit hoher Priorität bearbeitet werden. In die Überprüfung soll das gesamte Spektrum von machbaren Konzepten einbezogen werden, die dem EKRA-Konzept genügen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sollen den im Sachplanverfahren involvierten Fachgremien des Bundes und der Kantone zur Beurteilung unterbreitet werden.</p> <p>Bemerkungen Im Projekt «Lagerauslegung» wurden diese Fragen aufgenommen. Eine Würdigung erfolgt ausserdem im «Entsorgungsprogramm vom Oktober 2008 und Umgang mit den Empfehlungen zum Entsorgungsnachweis – Bericht über die Ergebnisse der Anhörung» (BFE 2013). Das Lagerkonzept bzw. die darauf abstützende Lagerauslegung sind in den weiteren Schritten der Standortsuche und Lagerrealisierung durch die Nagra weiter zu entwickeln, den konkreten Standortsituationen anzupassen und zu optimieren. Das ENSI wird den Aspekt im Rahmen der Detailprüfung zu Etappe 2 berücksichtigen.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.2 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen. Siehe auch Protokoll ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013) und Empfehlungen 2010-06 und 2011-12.</p>
<p><u>2011-06</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfeh- lung 1</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Künftig soll mindestens für die Projektphase bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms jeweils ein detaillierter Realisierungsplan mit Zeitplan und quantifizierten Meilensteinen erstellt werden. In diesem sollen alle wichtigen Arbeiten, auch die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, ausgewiesen werden und angegeben werden, welcher Erkenntnis- oder Entwicklungsstand damit erreicht werden soll. Der Zeitplan soll wo immer möglich auf Erfahrungswerten beruhen und begründet sein.</p> <p>Bemerkungen Die Verknüpfung des Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplans mit dem Entsorgungsprogramm soll erreicht werden, indem künftig diese beiden Dokumente gleichzeitig eingereicht werden. Der Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan muss den Stand von Wissenschaft und Technik berücksichtigen.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.2 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen. Siehe auch Protokoll ENSI 33/235</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	<p>Die Abhängigkeiten zwischen Meilensteinen/Terminen und den technischen Planungs-/Umsetzungsschritten sollen vermehrt gewichtet werden (z. B. Netzdarstellung).</p> <p>Das Entsorgungsprogramm soll wie bisher eine Darstellung von aktuellen Aktivitäten und künftigen Entscheidungszeitpunkten enthalten.</p> <p>Der Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan, das Entsorgungsprogramm und die Kostenstudie bauen aufeinander auf. Sie sollen als separate Berichte zu einem gemeinsamen Zeitpunkt eingereicht werden, die gegenseitigen Bezüge sollen nachvollziehbar sein.</p>	
<p><u>2011-07</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfehlung 2</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Künftig sollen die aktuellen Volumen an radioaktiven Abfällen sowie Prognosen für die Abfallvolumen zum Zeitpunkt der nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms angegeben werden. Bei den weiteren Aktualisierungen sollen die Prognosen und der Ist-Bestand verglichen werden. Allfällige Abweichungen sollen bewertet und die Prognosegrundlagen notwendigenfalls verbessert werden.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Im Entsorgungsprogramm 2016 sind die bestehenden und prognostizierten Abfallmengen zu aktualisieren und die Differenzen zur vorhergehenden Prognose auszuweisen und zu bewerten. Die Prognosen sollen sicherheitsgerichtet erfolgen, d. h. abdeckend, mit konservativ geschätzten Abfallmengen.</p> <p>Ziffer 6.3 (Abfallmengen) der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen (Schweizerischer Bundesrat 2013) verlangt, dass die Entsorgungspflichtigen im Rahmen der zukünftigen Entsorgungsprogramme darlegen müssen, 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. Die Umsetzung wird anschliessend durch die Aufsichtsbehörde geprüft.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.3 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen.</p> <p>Im Hinblick auf Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) hat die Nagra das «Modellhafte Inventar radioaktiver Materialien MIRAM 14» aktualisiert, das im Gutachten der Aufsichtsbehörde zu Etappe 2 SGT beurteilt wird.</p> <p>Ferner wird die Aktualisierung der Abfallmenge von der Aufsichtsbehörde im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) sämtlicher KKW gefordert.</p> <p>Siehe auch Protokoll der Sitzung vom 26.03.2013 zu den Rückfragen des BFE und des ENSI betreffend Empfehlungen der KNS zum Entsorgungsprogramm (ENSI 33/235).</p>
<p><u>2011-08</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfehlung 3</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Der Stand von Wissenschaft und Technik hinsichtlich der Vorbehandlung und Konditionierung der Brennelemente soll periodisch neu überprüft werden. Ziel soll eine hinsichtlich Langzeitsicherheit optimale Tiefenlagerung sein.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Empfehlung der KNS ist primär auf die Langzeitentwicklung der BE in den Transport- und Lagerbehältern ausgerichtet.</p> <p>In den folgenden Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplänen sind jeweils der Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Forschungsaktivitäten zur Langzeitstabilität der Brennelemente auszuweisen</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.5 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/235.</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
	Das ENSI selbst untersucht zurzeit den regulatorischen Forschungsbedarf im Bereich der Langzeitentwicklung der Brennelemente in den Transport- und Lagerbehältern und weist die entsprechenden Resultate in seinem jährlichen Forschungs- und Erfahrungsbericht aus.	
<p><u>2011-09</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfehlung 4</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Für die nächste Aktualisierung des Entsorgungsprogramms sollen die Kriterien zur Überprüfung der Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde im Hinblick auf den Opalinuston überprüft und die Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde neu beurteilt werden. Auch soll ein Vorgehen festgelegt werden, wie künftig die Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde nach dem Stand der Technik periodisch neu beurteilt wird und wie die eventuelle Neukonditionierung von Abfällen gehandhabt werden soll.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Möglichkeiten zur Konditionierung der Abfälle und eine Optimierung von Abfallgebinden sollen im Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan) der Nagra erfasst werden. Die Auswirkungen neuer (zusätzlicher) Konditionierungsmassnahmen sind darzustellen und zu bewerten, z. B. bezüglich Langzeitsicherheit, Personendosen, Betriebssicherheit, Strahlenschutz, nukleare Sicherheit in KKW, Sicherheit in Zwischenlager und Oberflächenanlage, Transportsicherheit.</p> <p>Der Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Forschungsaktivitäten zur Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde sind im RD&D-Plan ebenfalls auszuweisen.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.5 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen.</p> <p>Siehe auch Protokoll der Sitzung vom 26.03.2013 zu den Rückfragen des BFE und des ENSI betreffend Empfehlungen der KNS zum Entsorgungsprogramm (ENSI 33/235).</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2011-10</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfeh- lung 5</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Der Stand der Technik im Bereich der Mineralisierung organischer radioaktiver Materialien soll in der Schweiz umgesetzt werden.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Möglichkeiten zur Konditionierung der Abfälle und eine Optimierung von Abfallgebinden sollen im Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan) der Nagra erfasst werden. Die Auswirkungen neuer (zusätzlicher) Konditionierungsmassnahmen sind darzustellen und zu bewerten, z. B. bezüglich Langzeitsicherheit, Personendosen, Betriebssicherheit, Strahlenschutz, nukleare Sicherheit in KKW, Sicherheit in Zwischenlager und Oberflächenanlage, Transportsicherheit.</p> <p>Der Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Forschungsaktivitäten zur Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde sind im RD&D-Plan ebenfalls auszuweisen.</p> <p>Ziffer 6.5 (Berücksichtigung von Erfahrung und des Standes von Wissenschaft und Technik) der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen (Schweizerischer Bundesrat 2013) verpflichtet die Nagra 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, neue Abfälle usw.). Die Umsetzung wird anschliessend durch die Aufsichtsbehörde geprüft.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.5 der Verfügung des Bundesrats (Schweiz. Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen.</p> <p>Siehe auch Protokoll der Sitzung vom 26.03.2013 zu den Rückfragen des BFE und des ENSI betreffend Empfehlungen der KNS zum Entsorgungsprogramm (ENSI 33/235) und Empfehlungen 2007-07, 2010-01 und 2011-09.</p>
<p><u>2011-11</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfeh- lung 6</p>	<p>BFE, ENSI, Nagra</p> <p>Im Entsorgungsprogramm sollen künftig in einem eigenen Unterkapitel alle Bestimmungen der Umweltschutzgesetzgebung angesprochen werden, die für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle Bedeutung haben können. Es soll dargelegt werden, wie diese beachtet werden.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>Die Empfehlung bezieht sich gemäss KNS ausschliesslich auf unterirdische Anlagen und auf die TVA im Verhältnis zur Kernenergiegesetzgebung. Die Anwendbarkeit der TVA auf radioaktive Abfälle und geologische Tiefenlager wurde am 17. Januar 2014 an einer gemeinsamen Sitzung BAFU-BFE-ENSI-KNS besprochen. Das BAFU hielt fest, dass die TVA für geologische Tiefenlager nicht anwendbar ist und bestätigte diese Haltung mit einem Schreiben vom 12. Mai 2014 an die anwesenden Stellen. Gemäss BAFU wäre es jedoch sinnvoll zu prüfen, inwiefern die Gründe und Prinzipien für die Behandlung von brennbaren Abfällen, die der TVA zu Grunde liegen, auch für die Behandlung von radioaktiven Abfällen Sinn machen würden. Das BFE nimmt dieses Anliegen auf. Als erstes muss dazu das Forschungsprojekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» des ENSI abgeschlossen werden und dessen Resultate vorliegen. Danach kann in der Arbeitsgruppe des Bundes für die Nukleare Entsorgung (Agneb) das weitere Vorgehen besprochen werden.</p>	<p>2014</p> <p>Nachdem das Forschungsprojekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» des ENSI abgeschlossen ist und dessen Resultate vorliegen kann in der Agneb das weitere Vorgehen beschlossen werden</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<p><u>2011-12</u></p> <p>KNS 2011a, S. 23, Empfeh- lung 7</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Die Lagerkonzepte sollen umgehend einer grundsätzlichen Überprüfung unterzogen und die entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit hoher Priorität bearbeitet werden. In die Überprüfung soll das gesamte Spektrum von machbaren Konzepten einbezogen werden, die dem EKRA-Konzept genügen. Die Ergebnisse der Überprüfung sollen den im Sachplanverfahren involvierten Fachgremien des Bundes und der Kantone zur Beurteilung unterbreitet werden.</p> <p>Bemerkungen Mit der Richtlinie ENSI-G03 (Optimierung, Prüfung von Alternativen) wird die durch die KNS geäußerte Empfehlung zur grundsätzlichen Überprüfung der Lagerkonzepte implizit abgedeckt. Bei der konkreten Umsetzung sind Abhängigkeiten zwischen Meilensteinen/Terminen und den technischen Planungs-/Umsetzungsschritten zu berücksichtigen. Die Lagerauslegung wird im Zusammenhang mit den Rahmen und Baubewilligungsgesuchen in einer Gesamtbetrachtung abschliessend beurteilt.</p>	<p>sofort</p> <p>Diese Empfehlung wurde in Ziffer 6.2 der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen (Schweizerischer Bundesrat 2013) aufgenommen, die Umsetzung ist im nächsten Entsorgungsprogramm zu überprüfen.</p> <p>Siehe auch Protokoll ENSI 33/235 und Empfehlungen 2010-06 und 2011-05.</p>
<p><u>2011-13</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22, Empfeh- lung 9</p>	<p>ENSI, Nagra</p> <p>Künftig sollen beim Forschungs- und Entwicklungsprogramm jeweils für die kommenden Jahre Schwerpunkte festgelegt werden. Ein Schwerpunkt soll die grundsätzliche Überprüfung der Lagerkonzepte sein.</p> <p>Bemerkungen Das Entsorgungsprogramm 2016, insbesondere die Angaben zum Realisierungsplan, wird die Basis für die Kostenstudie 2016 sein.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wird ausserhalb des Entsorgungsprogramms bereits umgesetzt. Siehe Protokoll ENSI 33/235 und Empfehlungen 2011-06 und 2011-12.</p>
<p><u>2011-14</u></p> <p>KNS 2011a, S. 22 Empfeh- lung 9</p>	<p>BFE, ENSI, Nagra</p> <p>Die Unsicherheiten bei den Kostenabschätzungen und bei der Entwicklung der Fondsvermögen sollen ermittelt und im Entsorgungsprogramm ausgewiesen werden.</p>	<p>nächstes Entsorgungsprogramm</p> <p>Diese Empfehlung wird ausserhalb des Entsorgungsprogramms bereits umgesetzt. Siehe Protokoll ENSI 33/235.</p>

Laufnummer Quellen	Adressat Empfehlung Bemerkungen	Termin Stand
<u>2012-01</u>	ENSI	sofort
KNS 2012a, S. 21	<p>Die Entwicklung von Methoden zur Validierung von Verschlüssen soll mit hoher Priorität angegangen werden. Im Gegensatz zur Nagra und zum ENSI möchte die KNS am Selbstverschluss, einer wichtigen Komponente des EKRA-Konzepts, festhalten. Sie legt deshalb grossen Wert darauf, dass die von der KSA geforderte Machbarkeitsstudie durchgeführt wird.</p> <p>Bemerkungen</p> <p>In der Sitzung mit BFE, KNS und ENSI am 26.3.2013 wurde das Thema Selbstverschluss behandelt, s. Protokoll ENSI 33/235, Abs. 3.10. Ein Projekt zu Verschlussmassnahmen ist im Rahmen des Forschungsprogramms Radioaktive Abfälle aufgelegt worden. Das Projekt startet voraussichtlich 2016.</p> <p>Dieses Thema wurde am Behördenseminar am 5.7.2012 diskutiert (vgl. ENSI 33/192). Konzeptuelle Überlegungen zum Selbstverschluss wurden gemacht (Studie Klubertanz et al. 2007).</p>	<p>Diese Empfehlung wird im Rahmen des Forschungsprogramms radioaktive Abfälle des Bundes 2013-2016 (Agneb 2014) umgesetzt werden. Die Arbeiten zum Selbstverschluss beginnen nicht vor Einreichen des Gutachtens des ENSI zu Etappe 2.</p> <p>Siehe auch Protokolle ENSI 33/235 und ENSI 33/305 (Sitzung 04.07.2013)</p>

Referenzen:

Agneb (2013)	Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle 2013–2016, Agneb, Bern.
BFE (2008)	Sachplan geologische Tiefenlager – Konzeptteil, BFE, Bern.
BFE (2011)	Sachplan geologische Tiefenlager – Ergebnisbericht zu Etappe 1, BFE, Bern
BFE (2013)	Entsorgungsprogramm vom Oktober 2008 und Umgang mit den Empfehlungen zum– Bericht über die Ergebnisse der Anhörung, Bericht, BFE, Bern.
Dehnert A. (2009)	Burial dating using the cosmogenic isotopes ¹⁰ Be and ²⁶ Al: Feasibility studies for Pliocene to Pleistocene terrestrial sediments, Dissertation, Universität Bern.
ENSI-AN-7411	Kurzprotokoll der Fachsitzung «Glaziale Tiefenerosion» des Technischen Forums Sicherheit, Aktennotiz, ENSI, Brugg, 2010.
ENSI-G03	Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis, Richtlinie, ENSI, Würenlingen, 2009.
ENSI-G04 Rev. 1	Auslegung und Betrieb für von Lagern radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente, Richtlinie, ENSI, Brugg, 2012.
ENSI 33/070	Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag geologischer Standortgebiete, Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1, ENSI, Brugg, 2010.
ENSI 33/91	Fachsitzung zum Thema «Tiefenlage und HAA-Lagerkonzepte», 4. August 2010, Protokoll, ENSI, Brugg, 2010.
ENSI 33/110	Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, ENSI, Brugg, 2012.
ENSI 33/115	Stellungnahme zu NTB 10-01 «Beurteilung der geologischen Unterlagen für die provisorischen Sicherheitsanalysen in Etappe 2 SGT», ENSI, Brugg, 2011.
ENSI 33/154	Präzisierungen zur sicherheitstechnischen Methodik für die Auswahl von mindestens zwei Standortgebieten je für HAA und SMA in Etappe 2 SGT, Aktennotiz, ENSI, Brugg, 2013.
ENSI 33/155	Ablauf der Überprüfung des geologischen Kenntnisstands vor Einreichen der sicherheitstechnischen Unterlagen für Etappe 2 SGT, Aktennotiz, ENSI, Brugg, 2013.

ENSI 33/170	Anforderungen an die bautechnischen Risikoanalysen und an ergänzende Sicherheitsbetrachtungen für die Zugangsbauwerke in Etappe 2 SGT, Aktennotiz, ENSI, Brugg, 2013.
ENSI 33/184	Fachsitzung zum Thema Zugangsbauwerke und deren Versiegelung (Teil 1, 18. Juni 2012), Protokoll, ENSI, Brugg, 2012.
ENSI 33/192	Fachsitzung zum Thema Zugangsbauwerke und deren Versiegelung (Teil 2, 5. Juli 2012), Protokoll, ENSI, Brugg, 2012.
ENSI 33/224	11. Fachsitzung des Agneb-Projekts «Lagerauslegung» am 21. November 2012, Protokoll, ENSI, Brugg, 2013.
ENSI 33/235	Protokoll der Sitzung zu den Rückfragen des BFE und des ENSI betreffend Empfehlungen der KNS zum Entsorgungsprogramm, Protokoll, ENSI, Brugg, 2013.
ENSI 33/305	Arbeitstreffen KNS-ENSI zum Umgang mit Empfehlungen, Protokoll, ENSI, Brugg, 2013.
ENSI 35/114	Stellungnahme zu NTB 08-02 «Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis», ENSI, Brugg, 2012.
ENSI 35/117	Fragen des ENSI und Antworten der Nagra zum Bericht NTB 08-02, Aktennotiz, ENSI, Brugg, 2012.
HSK-B05	Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Richtlinie, Würenlingen, 2007.
HSK-G05	Transport- und Lagerbehälter für die Zwischenlagerung, Richtlinie, HSK, Würenlingen, 2008.
Klubertanz G., Hufschmied P., Frank E. (2007)	Self-closure Mechanisms for Underground Waste Repositories, International Conference on Radioactive Waste Disposal in Geological Formations.
KNS (2010)	Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI zum Vorschlag geologischer Standortgebiete, KNS 23/219, KNS, Brugg.
KNS (2011a)	Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008, Stellungnahme KNS 23/262, KNS, Brugg.
KNS (2011b)	Stellungnahme zur Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen in Etappe 2 – Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2, KNS 23/247, KNS, Brugg.
KNS (2012a)	Stellungnahme zum Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweise (NTB 08-02), Stellungnahme KNS 23/270, KNS, Brugg.
KNS (2012b)	Tätigkeitsbericht 2011, Aktennotiz KNS-AN-2444, KNS, Brugg.
KSA (2007)	Abschlussbericht der KSA, Report KSA-Report No. 07-03, KSA, Villigen.
NAB 13-10	Regionale strukturgeologische Zeitinterpretation der Nagra 2D-Seismik 2011/12, Nagra, Wetztingen, 2013.
NTB 08-01	Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, Nagra, Wetztingen, 2008.
NTB 08-03	Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Darlegung der Anforderungen, des Vorgehens und der Ergebnisse, Nagra, Wetztingen, 2008.
NTB 09-06	The Nagra Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland, Nagra, Wetztingen, 2009.
NTB 10-01	Beurteilung der geologischen Unterlagen für die provisorischen Sicherheitsanalysen in SGT Etappe 2 – Klärung der Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen, Nagra, Wetztingen, 2010.
Schweizerischer Bundesrat (2013)	Verfügung des Schweizerischen Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen sowie zum Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis vom Oktober 2008, Bern.
swissnuclear (2011)	Kostenstudie 2011 (KS11) – Schätzung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke, swissnuclear – Fachgruppe Kernenergie der swisselectric, Olten.