

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Vorsitz

Dr. Werner Bühlmann Vizedirektor und Leiter der Abteilung Recht und Sicherheit, Bundesamt für Energie (BFE)

Mitglieder

Dr. Michael Aebersold Leiter der Sektion Entsorgung radioaktive Abfälle, Bundesamt für Energie (BFE)
Dr. Paul Bossart Leiter des Mont Terri-Projekts, Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)
Dr. Lena Poschet Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Dr. Hans-Peter Fahrni Leiter der Abteilung Abfall, Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Hr. Martin Jermann Stabschef und Vizedirektor, Paul Scherrer Institut (PSI)
Dr. Hans Wanner Leiter der Abteilung Sicherheit von Transporten und Entsorgung, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)
Dr. Werner Zeller Leiter der Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Sekretariat Arbeitsgruppe

Dr. Monika Jost Stv. Leiterin 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
Dr. Piet Zuidema Mitglied der Geschäftsleitung

La version française du rapport est à la fin

Titelbild: Informationsveranstaltung in Aarau (geologisches Standortgebiet Jura-Südfuss) am 17. Dezember 2008

Foto: BFE

Auflage: 400

Bezug: Christine Späti, Tel. 031 323 44 05, christine.spaeti@bfe.admin.ch

Weitere Informationen: Dr. Monika Jost, Tel. 031 322 56 32, monika.jost@bfe.admin.ch

Bern, Juni 2009

06.09 400 860220741

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	AGNEB	6
3	Bundesrat	7
3.1	Bundesgesetz über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)	7
3.2	Sachplan geologische Tiefenlager	7
3.3	Totalrevision des Kernenergiehaftpflichtgesetzes (KHG)	7
3.4	Verordnungen zum Kernenergiegesetz	7
3.5	Parlamentarische Vorstösse	8
4	Bundesamt für Energie (BFE)	9
4.1	Stilllegungs- und Entsorgungsfonds	9
4.2	Gremien Entsorgungsnachweis	10
4.3	Sachplan geologische Tiefenlager	10
4.4	Entsorgungsprogramm	13
4.5	Forschung	13
4.6	Internationales	14
5	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)	16
5.1	Entsorgung in den Kernkraftwerken	16
5.2	Entsorgung im PSI	17
5.3	Zwischenlager des Zwiilag	17
5.4	Abfallbehandlungsanlagen des Zwiilag	18
5.5	Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung	19
5.6	Transporte abgebrannter Brennelemente	19
5.7	Sachplan geologische Tiefenlager	19
5.8	Felslaboratorien	20
5.9	Diverses	20
6	Kommission Nukleare Entsorgung (KNE)	21
6.1	Sachplan geologische Tiefenlager	21
6.2	Forschungsarbeiten im Felslabor Mont Terri	22
6.3	KNE-Website	22
7	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)	23
7.1	Verfolgen des Stands von Wissenschaft und Technik sowie der Forschung	23
7.2	Mitwirkung beim Erlass von Vorschriften	24
7.3	Stellungnahmen	24
7.4	Informationsaustausch mit der Geschäftsleitung Nagra	25
7.5	Ausblick	25
8	Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)	26
8.1	Mont Terri-Projekt	26
9	Bundesamt für Gesundheit (BAG)	29

10	Paul Scherrer Institut (PSI)	30
10.1	Tätigkeiten des PSI zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle	30
10.2	Forschungsarbeiten am PSI	30
11	Nagra	34
11.1	Entsorgungsprogramm und Sachplanverfahren	34
11.2	Radioaktive Abfälle	35
11.3	Überprüfung der Entsorgungskosten (Kostenstudie)	35
11.4	Technische Grundlagen	35
11.5	Felslabors	36
11.6	Öffentlichkeitsarbeiten	37
Anhang I:	Ablieferung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle der Elektrizitätswirtschaft	39
Anhang II:	Bestand konditionierter Abfallgebinde in der Schweiz am 31.12.2008 (gemäss ISRAM)	40
Anhang III:	Mitglieder ENSI-Rat, KNS und KNE	42
Anhang IV:	Abkürzungsverzeichnis	44
Anhang V:	Internet Adressen	46
Anhang VI:	Liste der im Berichtsjahr erstellten Publikationen	47
Anhang VII:	Forschungsprogramm radioaktive Abfälle	53

1 Vorwort

Den Tätigkeitsbericht 2007 habe ich mit folgendem Satz geschlossen: «Wir sind weiterhin gefordert!». Dank ausserordentlichem Engagement aller Beteiligten können wir heute mit Genugtuung feststellen: Drei Meilensteine im Jahre 2008 markieren wesentliche Fortschritte im Hinblick auf die Entsorgung der radioaktiven Abfälle.

Am 2. April 2008 hat der Bundesrat den Konzeptteil Sachplan geologische Tiefenlager nach einem rund dreijährigen breiten Erarbeitungsprozess verabschiedet und damit den Startschuss für die Suche nach Standorten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle gegeben. Im Konzeptteil sind die Regeln für das drei Etappen umfassende Standortauswahlverfahren für geologische Tiefenlager festgelegt.

Am 17. Oktober 2008 hat die Nagra den Bundesbehörden gestützt auf die im Sachplan geologische Tiefenlager festgelegten sicherheitstechnischen Kriterien sechs geologische Standortgebiete vorgeschlagen; es handelt sich um die Gebiete «Bözberg», «Nördlich Lägeren» und «Zürcher Weinland» (für hochaktive sowie für schwach- und mittelaktive Abfälle) sowie die Gebiete «Jura-Südfuss», «Südranden» und «Wellenberg» (für schwach- und mittelaktive Abfälle).

Am 6. November 2008 haben BFE, ENSI und Nagra im Rahmen einer Medienkonferenz die Öffentlichkeit über die vorgeschlagenen Standortgebiete und die nächsten Verfahrensschritte informiert. Im Verlauf des Novembers und Dezembers wurden in allen betroffenen Standortgebieten und dem benachbarten Deutschland Informationsveranstaltungen für die Bevölkerung durchgeführt.

Der vorliegende Tätigkeitsbericht gibt einen Eindruck, was die im Bereich nukleare Entsorgung Tätigen im zurückliegenden Jahr geleistet haben; dafür gebührt ihnen mein herzlicher Dank. Ein besonderes Dankeschön geht an die Adresse der betroffenen Kantone und Gemeinden, die im Zusammenhang mit der Bekanntmachung der vorgeschlagenen Standortgebiete partnerschaftlich mit den Bundesbehörden zusammengearbeitet haben. Danken möchte ich aber auch den Mitgliedern der AGNEB für die engagierten Diskussionen und die wertvollen Inputs.

Im kommenden Jahr steht die sicherheitstechnische Überprüfung der vorgeschlagenen Standortgebiete durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), die Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) und die Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) im Zentrum. Aber auch was die Raumplanung anbelangt, stehen wichtige Schritte an. So müssen die Beurteilungsmethodik für den Standortvergleich in der zweiten Etappe mit den Kantonen bereits in Etappe 1 konsolidiert und die provisorischen Planungsperimeter für jede Standortregion festgelegt werden. Ein weiteres Ziel ist der Aufbau der regionalen Partizipation, welche ab Etappe 2 wichtige Aufgaben übernimmt.

Für das BFE geht es darum, das Verfahren weiterhin so zu leiten, dass es glaubwürdig und transparent bleibt, die Zusammenarbeit mit den Kantonen und Gemeinden auf Vertrauen basiert, Termine eingehalten und eine Änderung der Spielregeln durch politische Eingriffe vermieden werden.



Dr. Werner Bühlmann

2 AGNEB

Im Februar 1978 setzte der Bundesrat die Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (AGNEB) ein. Sie hat den Auftrag, die Arbeiten zur nuklearen Entsorgung in der Schweiz zu verfolgen, zuhanden des Bundesrates Stellungnahmen zu Fragen der nuklearen Entsorgung 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 Landestopografie und die Forschung. Die Arbeitsgruppe hat den Auftrag, dem Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) jährlich Bericht zu erstatten.

Die AGNEB traf sich zu drei Sitzungen. Sie befasste sich mit dem Entsorgungsprogramm und beschloss, im Überprüfungsverfahren zum Entsorgungsprogramm erst Stellung zu nehmen, wenn die verschiedenen Gutachten und Resultate der Anhörung vorliegen. Thema jeder Sitzung waren die Planungsarbeiten der Behörden zur Umsetzung des Sachplans geologische Tiefenlager.

Weiter verabschiedete die Arbeitsgruppe das Forschungsprogramm radioaktive Abfälle (siehe Kap. 4.5.1 und Anhang VII) und befasste sich mit der Organisation der Entsorgungsforschung des Bundes. Die AGNEB wird die Umsetzung des Forschungsprogramms begleiten, das Programm jährlich überprüfen und wenn nötig aktualisieren. Sie wird dabei von einem Forschungssekretariat im BFE unterstützt.

3 Bundesrat

3.1 Bundesgesetz über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Mit diesem Gesetz wurde die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) rechtlich selbstständig und unter der Bezeichnung «Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)» in eine öffentlich-rechtliche Anstalt des Bundes überführt.¹ In einem ersten Schritt sind die den ENSI-Rat betreffenden Bestimmungen des ENSI-Gesetzes auf den 1. Januar 2008 in Kraft getreten, die übrigen folgten auf den 1. Januar 2009. Am 12. November 2008 hat der Bundesrat die ENSI-Verordnung und die KNS-Verordnung verabschiedet und auf den 1. Januar 2009 in Kraft gesetzt.

3.2 Sachplan geologische Tiefenlager

Am 2. April 2008 hat der Bundesrat den Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager verabschiedet. Der Konzeptteil bestimmt die Regeln und das Verfahren für die Standortsuche von geologischen Tiefenlagern. Oberste Priorität hat dabei die langfristige Sicherheit von Mensch und Umwelt. Sozioökonomische und raumplanerische Aspekte werden ebenfalls berücksichtigt. Mit der Genehmigung des Konzeptteils kann die Suche nach Standorten für geologische Tiefenlager in der Schweiz beginnen. Erster Schritt dieser Suche sind die Vorschläge für geologisch geeignete Standortgebiete, die von der Nagra vorgelegt werden müssen (siehe Kap. 4.3.1).

Der Bundesrat legte ebenfalls fest, dass die Entsorgungspflichtigen gleichzeitig mit dem Vorschlag von geologischen Standortgebieten das Entsorgungsprogramm einzureichen haben (siehe Kap. 4.4).

3.3 Totalrevision des Kernenergiehaftpflichtgesetzes (KHG)

Die Bundesversammlung hat am 13. Juni 2008 mit dem Bundesbeschluss über die Genehmigung und die Umsetzung von Übereinkommen zur Haftung auf dem Gebiet der Kernenergie das revidierte KHG verabschiedet. Die Änderung der Kernenergiehaftpflichtverordnung ist in Vorbereitung. Bis die internationalen Kernenergiehaftpflicht-Übereinkommen und das KHG in Kraft treten können, wird es noch mindestens ein bis zwei Jahre dauern.

3.4 Verordnungen zum Kernenergiegesetz

Das UVEK hat am 16. April 2008 die zwei Verordnungen über die «Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien» (SR 732.112.1) und über die «Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken» (SR 732.114.5) gutgeheissen und auf den 1. Mai 2008 in Kraft gesetzt. Der Entwurf der Verordnung über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle ist weiterhin in Bearbeitung.

¹ In diesem Jahresbericht wird durchgehend der Begriff ENSI verwendet, auch dann, wenn es sich formal im Berichtsjahr noch um die HSK handelte.

3.5 Parlamentarische Vorstösse

Am 14. März beantwortete der Bundesrat die Interpellation 07.3812 «Sachplan geologische Tiefenlager für Atommüll» von Nationalrat Hans-Jürg Fehr (SP/SH), eingereicht am 19. Dezember 2007. Der Interpellant stellte eine Reihe von Fragen zum Sachplan geologische Tiefenlager: So sollten am Schluss des Verfahrens drei und nicht nur zwei Standorte zur Auswahl stehen, die Datentiefe der zu vergleichenden Standorte identisch sein und die Bewertung der sozioökonomischen Auswirkungen in Etappe 1 erfolgen. Weiter schlug NR Fehr vor, zur Definition einer Standortregion einen Radius von 30 km um den Standort zu ziehen und im Ausschuss der Kantone auch den Nachbarkantonen Einsitz zu gewähren. Der Bundesrat wies in seiner Antwort darauf hin, dass alle in der Interpellation erwähnten Punkte bereits während des Erarbeitungsprozesses des Konzeptteils Sachplan geologische Tiefenlager eingebracht und geprüft worden seien.

In den Fragestunden des Nationalrats während der Wintersession hatte der Bundesrat mehrere Fragen zur Entsorgung zu beantworten. Christoph von Rotz (SVP/OW) wollte wissen, ob die demokratisch gefällten Entscheide 1995 und 2002 zum Wellenberg nicht mehr akzeptiert würden, nachdem der Wellenberg von der Nagra jetzt wieder als Standortgebiet vorgeschlagen wurde (siehe Kap. 4.3.1). Der Bundesrat wies in seiner Antwort auf das neue Kernenergiegesetz und die Verfahrensschritte gemäss Sachplan geologische Tiefenlager hin. Thomas Hurter (SVP/SH) stellte die Frage, ob es nicht sinnvoller wäre, die sozioökonomischen Studien bereits in Etappe 1 durchzuführen. Auch hier bekräftigte der Bundesrat, sich an die drei Etappen im Sachplan zu halten. In der Debatte äusserte BR Leuenberger die Ansicht, «dass wir die Räder des fahrenden Zuges nicht wechseln sollten». Hildegard Fässler (SP/SG) schliesslich interessierte sich dafür, ob ein Ständeratsmandat mit dem Verwaltungsratspräsidium der Nagra vereinbar sei und verwies dabei auf den kürzlich in dieses Amt gewählten Ständerat Pankraz Freitag. Da die Nagra eine privatrechtliche Genossenschaft und keine ausserparlamentarische Kommission des Bundes sei, spreche nichts dagegen, wenn ein Mitglied des Parlaments Einsitz in den Verwaltungsrat der Nagra nehmen würden – so der Bundesrat.

Gegen Ende der Wintersession wurden mehrere Vorstösse eingereicht: Am 18. Dezember 2008 reichte Nationalrat Thomas Hurter eine Motion (08.3892) ein, mit der er den Bundesrat beauftragen will, bereits in der ersten Etappe «sozioökonomischen Studien an allen sechs vorgeschlagenen Standortgebieten vorzunehmen». Auch bezüglich Wellenberg wurde nachgedoppelt: Nationalrat Josef Lang (Alternative/ZG) stellte die Frage, wie viel dem Bundesrat «die beiden Entscheide des Nidwaldner Volkes gegen ein Atommülllager am Wellenberg» (08.1135) gelten würden. Das Thema der Interpellation (08.3978) von Nationalrat Bastien Girod (GPS/ZH), eingereicht am 19. Dezember 2008, ist die «Beurteilung des Entsorgungsnachweises».²

² Die Antworten des Bundesrats auf die Vorstösse erfolgten am 6. März 2009.

4 Bundesamt für Energie (BFE)

4.1 Stilllegungs- und Entsorgungsfonds

Die Erzeuger von radioaktiven Abfällen sind gesetzlich verpflichtet, diese auf eigene Kosten sicher zu entsorgen. Entsorgungskosten, die während dem Betrieb der Kernkraftwerke anfallen, wie Untersuchungen der Nagra oder der Bau von Zwischenlagern, müssen von den Betreibern laufend bezahlt werden. Hingegen werden die Kosten für die Stilllegung der Kernkraftwerke 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 geüfnet.

4.1.1 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 Kernkraftwerke und das Zentrale Zwischenlager in Würenlingen belaufen sich nach den neuen Berechnungen auf rund 2,2 Milliarden Franken (Preisbasis 2006³). Diese Kosten müssen vollumfänglich durch den Fonds gedeckt werden. Per Ende 2008 betrug das angesammelte Fondskapital 1,069 Milliarden Franken.

4.1.2 Entsorgungsfonds

Der Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke deckt die Kosten, die nach der Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke für die Entsorgung der Betriebsabfälle und der abgebrannten Brennelemente anfallen. Die Entsorgungskosten belaufen sich nach den neuen Berechnungen auf rund 13,4 Milliarden Franken (Preisbasis 2006³). Bis Ende 2007 sind davon 4,503 Milliarden Franken bezahlt worden (z. B. Forschungs- und Vorbereitungsarbeiten, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, Erstellung Zentrales Zwischenlager, Beschaffung von Transport- und Lagerbehältern). Ein weiterer Teil fällt ab 2008 bis zur Ausserbetriebnahme an und wird von den Entsorgungspflichtigen laufend beglichen (2,539 Milliarden Franken). Durch den Fonds sind 6,308 Milliarden Franken sicherzustellen. Per Ende 2008 betrug das angesammelte Fondskapital 2,309 Milliarden Franken.

4.1.3 Ersatzwahl in die Verwaltungskommission

Nach dem Rücktritt der bisherigen Mitglieder Dr. Manfred Thumann (NOK), Dr. Christoph Stalder (Die Mobiliar) und Kurt Baumgartner (Atel) hat der Bundesrat für die Amtsperiode 2008–2011 drei neue Verwaltungskommissionsmitglieder gewählt:

- Herr Dr. Rolf Bösch, CFO Axpo Holding, Axpo Holding AG
- Herr Herbert Niklaus, Leiter Geschäftsbereiche Energie Schweiz und Energieservice, Atel Holding AG
- Frau Nadine Probst, Leiterin Compliance Office Gruppe Mobiliar

³ Die Stilllegungs- und Entsorgungskosten werden in regelmässigen Abständen neu berechnet. Im 2006 haben die Betreiber der Kernkraftwerke die Kostenberechnungen aktualisiert und im 2007 wurden sie durch das ENSI überprüft.

Die weiteren Mitglieder sind: Dr. Walter Steinmann (Präsident, BFE), Kurt Rohrbach (Vizepräsident, BKW FMB Energie AG), Jacqueline Demierre, Dr. Roland Hengartner, Peter Hirt (Atel), Urs Eggenberger (EFV).

4.2 Gremien Entsorgungsnachweis

Zwei der drei im Zusammenhang mit dem Entsorgungsnachweis für hochaktive Abfälle eingesetzten Gremien trafen sich auch im Jahr 2008 zum Informationsaustausch.

4.2.1 Ausschuss der Regierungsvertretenden

Der Ausschuss mit Regierungsvertreterinnen und -vertretern der vom Entsorgungsnachweis für hochaktive Abfälle betroffenen Kantone (Zürich, Aargau, Thurgau, Schaffhausen), des Bundeslandes Baden-Württemberg (D) und des Landkreises Waldshut (D) sowie der schweizerischen Bundesbehörden (BFE, ENSI) wurde 2004 eingesetzt. Er traf sich im Jahr 2008 zu vier Sitzungen. Das BFE stellte den Ablauf der Kommunikation zur Bekanntgabe der Standortvorschläge der Nagra für geologische Tiefenlager zur Diskussion. Weitere Themen waren die Einsetzung der gemäss Sachplan geologische Tiefenlager vorgesehenen Gremien. Dazu gehören der Ausschuss der Kantone, die kantonale Expertengruppe Sicherheit, die Arbeitsgruppen Raumplanung sowie Information und Kommunikation und das Technische Forum Sicherheit.

4.2.2 Arbeitsgruppe Information und Kommunikation

Die Arbeitsgruppe Information und Kommunikation traf sich im Berichtsjahr zu zwei Sitzungen. Hauptthemen waren – ähnlich wie im Ausschuss der Regierungsvertretenden – der aktuelle Stand des Sachplanverfahrens sowie das Vorgehen bei der Bekanntgabe der Standortgebietsvorschläge der Nagra. Die Arbeitsgruppe wurde ursprünglich im Zusammenhang mit dem Entsorgungsnachweis vom BFE eingesetzt. Nach dem Bundesratsentscheid zum Entsorgungsnachweis im Juni 2006 hatte der Kanton Zürich die Leitung übernommen. An den Sitzungen teilgenommen haben die Kantone ZH, AG, TG, SH, das Regierungspräsidium Freiburg (D), der Landkreis Waldshut (D), die AG Opalinus, das BFE, das ENSI und die Nagra. Am 17. Juni 2008 fand die letzte Sitzung in dieser Konstellation statt. Die Arbeitsgruppe Information und Kommunikation wird im Rahmen des Sachplanverfahrens erneut konstituiert. Die transparente Information und die offene Diskussionskultur wurden von allen Seiten gelobt und als zielführend bewertet.

4.3 Sachplan geologische Tiefenlager

Die Monate nach der Verabschiedung des Konzeptteils Sachplan geologische Tiefenlager durch den Bundesrat am 2. April 2008 (siehe Kap. 3.2) waren geprägt von Vorarbeiten im Hinblick auf die Bekanntgabe der Standortvorschläge und das weitere Verfahren. Gemeinsam mit den Kantonen wurde der Ablauf der Kommunikation im Detail geplant und festgelegt. Weiter galt es, die Projektorganisation für das Sachplanverfahren aufzubauen.

4.3.1 Einreichung und Bekanntgabe der Vorschläge der Nagra für geologische Standortgebiete

Am 17. Oktober reichte die Nagra dem BFE ihre Vorschläge für geologische Standortgebiete ein. Nach vorgängiger Information der direkt betroffenen Kantone, Gemeinden und Nachbarstaaten wurden die Vorschläge, die sich gemäss Nagra aufgrund ihrer Geologie für den Bau von Tiefenlagern für radioak-

tive Abfälle eignen, an einer Pressekonferenz des BFE im Beisein von Nagra und ENSI am 6. November 2008 bekannt gegeben und erläutert. Es handelt sich um drei Standortgebiete für hochaktive sowie sechs Standortgebiete für schwach- und mittelaktive Abfälle, wobei drei Regionen (Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren und Bözberg) für ein so genanntes Kombilager (Lager für alle Abfallkategorien) in Frage kommen.

Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle:

- Südranden (Kanton SH)
- Zürcher Weinland (Kantone ZH und TG)
- Nördlich Lägeren (Kantone ZH und AG)
- Bözberg (Kanton AG)
- Jura-Südfuss (Kantone SO und AG)
- Wellenberg (Kantone NW und OW)

Lager für hochaktive Abfälle:

- Zürcher Weinland (Kantone ZH und TG)
- Nördlich Lägeren (Kantone ZH und AG)
- Bözberg (Kanton AG)

Die vorgeschlagenen geologischen Standortgebiete werden im Verlauf des Jahres 2009 durch die Sicherheitsbehörden des Bundes (ENSI, KNE, KNS) eingehend geprüft. Nach Vorliegen der behördlichen Gutachten und der raumplanerischen Beurteilungsmethodik (siehe Kap. 4.3.3) wird das BFE eine Gesamtbeurteilung der vorgeschlagenen Standortgebiete vornehmen und einen Ergebnisbericht mit Standortkarten und Begleittexten erstellen. Dieser Ergebnisbericht wird dem Bundesrat zusammen mit der Auswertung der Anhörung, welche drei Monate dauert und an der sich die Kantone, Gemeinden, Nachbarstaaten, Parteien, Organisationen sowie die Bevölkerung beteiligen können, zum Entscheid vorgelegt. Der Entscheid des Bundesrats und damit der Abschluss von Etappe 1 ist für das Jahr 2011 geplant.

4.3.2 Informationsveranstaltungen in den betroffenen Regionen

Die Bevölkerung wurde an insgesamt neun öffentlichen Veranstaltungen in den vorgeschlagenen Standortgebieten sowie in Deutschland über die Vorschläge der Nagra und über die anstehenden Schritte im Standortauswahlverfahren informiert. Das BFE stellte das Auswahlverfahren vor. Vertretende der Kantonsregierungen, das ENSI und die Nagra erläuterten ihre Aufgabe im Auswahlverfahren und beantworteten gemeinsam mit dem BFE die Fragen der Bürgerinnen und Bürger.

Datum und Ort der Informationsveranstaltungen mit ungefährender Anzahl der Teilnehmenden:

- 18.11.2008 in Neuhausen am Rheinfall (SH), 140 Personen
- 20.11.2008 in Glattfelden (ZH), 330 Personen
- 24.11.2008 in Marthalen (ZH), 100 Personen
- 25.11.2008 in Engelberg (OW), 80 Personen
- 27.11.2008 in Jestetten (D), 400 Personen
- 3.12.2008 in Stans (NW), 50 Personen
- 4.12.2008 in Niedergösgen (SO), 140 Personen
- 11.12.2008 in Oberbözberg (AG), 320 Personen
- 17.12.2008 in Aarau (AG), 120 Personen

Die Veranstaltungen verliefen reibungslos und fanden in einer kritischen aber konstruktiven Atmosphäre statt. Am Rande einzelner Veranstaltungen (insbesondere im Zürcher Weinland und in Stans) kam es zu friedlichen Protestkundgebungen.

4.3.3 Gremien

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Raumplanung

Auf Wunsch der Kantone wurde bereits vor Bekanntgabe der Vorschläge der Nagra für geologische Standortgebiete die Arbeit im Bereich Raumplanung in einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe Raumplanung gestartet. Die Ad-hoc-AG Raumplanung setzte sich aus den Bundesstellen ARE, BAFU, BFE, den Kantonen AG, BE, SH, SO, ZH, der Nagra sowie dem Beraterbüro Ecoplan zusammen. Unter der Leitung des ARE fanden im Jahr 2008 vier Sitzungen statt. Zudem besuchte die Ad-hoc-AG Raumplanung das Zwilag und das Felslabor Mont Terri. Ein Ergebnis der Arbeit der Ad-hoc-AG Raumplanung ist der Zwischenbericht⁵ zur raumplanerischen Beurteilungsmethodik für den Standortvergleich von geologischen Tiefenlagern. Die Anwendung dieser Beurteilungsmethodik soll es in Etappe 2 erlauben, die Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers auf die drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft zu beurteilen. Zudem erarbeitete die Ad-hoc-AG Raumplanung eine Zusammenstellung derjenigen Daten, welche im Rahmen der raumplanerischen Bestandesaufnahme in Etappe 1 zu erheben sind.

Technisches Forum Sicherheit

Im Technischen Forum Sicherheit sollen technische und wissenschaftliche Fragen zu Sicherheit und Geologie aus der Bevölkerung, von Gemeinden, Standortregionen, Organisationen, Kantonen und Gemeinwesen betroffener Nachbarstaaten diskutiert und beantwortet werden. Das Forum besteht aus Fachpersonen der verfahrensleitenden Behörde (BFE), der überprüfenden bzw. unterstützenden Behörde (ENSI, swisstopo), von Kommissionen (KNS, KNE), der Nagra, vom Ausschuss der Kantone bezeichneten Fachpersonen sowie je einer Vertretung aus den Standortregionen. Die Sitzungen werden jeweils an der ETH stattfinden. Im Verlauf des Jahres 2009, sobald die Standortregionen ihre Vertretungen bezeichnet haben und erste Fragen eingegangen sind, wird das Forum seine Arbeit aufnehmen. Es wird, wie bereits das Technische Forum Entsorgungsnachweis, vom ENSI geleitet. Die Fragen und Antworten werden über die Website www.technischesforum.ch publik gemacht.

4.3.4 Drucksachen⁵ und Internet

Nach der Verabschiedung des Konzeptteils durch den Bundesrat wurde die Broschüre «Gemeinsam einen Standort finden» aktualisiert, um spezifisch über den Ablauf der ersten Etappe des Auswahlverfahrens zu informieren. Allen Kantonen sowie den Gemeindebehörden der Standortgebiete wurden insgesamt acht Faktenblätter mit den wichtigsten Angaben zur geologischen Tiefenlagerung und dem Sachplan zugestellt. Sie wurden in alle drei Landessprachen übersetzt und im Internet aufgeschaltet. Ausstellungspanels⁶ über das Standortauswahlverfahren begleiteten die Informationsveranstaltungen in den Regionen. Im November erschien die vierte Ausgabe des Newsletters Focus Entsorgung mit einem Editorial von Bundesrat Leuenberger. Zudem ist der Internetauftritt www.radioaktiveabfaelle.ch aktualisiert und ausgebaut worden.

⁵ Siehe Literaturliste im Anhang VI

⁶ Sichtbar auf dem Foto der Titelseite

4.4 Entsorgungsprogramm

Zeitgleich mit ihren Vorschlägen für geologische Standortgebiete hat die Nagra am 17. Oktober 2008 auch erstmals das Entsorgungsprogramm eingereicht. Gemäss Kernenergieverordnung (Art. 52) enthält dieses Angaben zu Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle, den benötigten Anlagen, den Realisierungs- und Finanzplan sowie ein Informationskonzept. Das Entsorgungsprogramm soll einen gesamthaften Überblick über den Stand der Entsorgung in der Schweiz und die Planung bis zur Ausserbetriebnahme der Kernanlagen geben. Es wird von den zuständigen Bundesstellen begutachtet, sobald die Überprüfungsarbeiten der Vorschläge für geologische Standortgebiete abgeschlossen sind. An der Überprüfung beteiligt sind das ENSI, die KNS, die Verwaltungskommission des Stilllegungs- und Entsorgungsfonds sowie das BFE. Danach finden die Auflage und die Anhörung statt. Gemäss Kernenergiegesetz (Art. 32) entscheidet der Bundesrat über die Genehmigung des Entsorgungsprogramms und erstattet der Bundesversammlung Bericht über das Programm. Die Entsorgungspflichtigen müssen das Entsorgungsprogramm regelmässig aktualisieren.

Wie es die Verfügung zum Entsorgungsnachweis vom 28. Juni 2006 verlangt, haben die Entsorgungspflichtigen gleichzeitig mit dem Entsorgungsprogramm dem Bundesrat einen «Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis» eingereicht. Auch dieser Bericht wird durch das ENSI und die KNS überprüft werden.

4.5 Forschung

4.5.1 Forschungsprogramm radioaktive Abfälle

Das Forschungsprogramm radioaktive Abfälle hat zum Ziel, Lücken in den Forschungstätigkeiten des Bundes zu schliessen. Neben technisch-naturwissenschaftlichen Projekten werden dabei auch solche aus geistes- und sozialwissenschaftlichen Bereichen durchgeführt. Das Programm wurde von einer Arbeitsgruppe, zusammengesetzt aus Vertreterinnen und Vertretern von BFE, ENSI, KNE, KSA sowie einer Fachhochschule in den Jahren 2006 und 2007 erarbeitet und mit der AGNEB konsolidiert. An der AGNEB-Sitzung vom 12. September 2008 wurde das Forschungsprogramm verabschiedet.⁷ Das BFE betreut die geisteswissenschaftlichen Projekte und das ENSI die regulatorische Sicherheitsforschung. Sowohl das BFE als auch das ENSI initiieren die Projekte in ihrem Bereich, vergeben die Aufträge und stellen die Finanzierung sicher. Die AGNEB begleitet und koordiniert die Umsetzung und Aktualisierung des Forschungsprogramms radioaktive Abfälle. Jedes Projekt wird unterstützt durch eine wissenschaftliche Begleitgruppe mit Fachleuten der entsprechenden Bundesstellen und/oder Hochschulen sowie weiteren Expertinnen und Experten.

4.5.2 Laufende Forschungsprojekte

Kommunikation mit der Gesellschaft

Das im Juni 2007 gestartete Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft» soll Grundlagen für die Informations- und Kommunikationstätigkeiten der Behörden und der partizipativen Gremien während der Umsetzungsphase des Sachplans geologische Tiefenlager liefern und aufzeigen, wie Vertrauen zwischen den Akteurinnen und Akteuren aufgebaut und ein konstruktiver Dialog geführt werden kann. Im Jahr 2008 haben drei Begleitgruppensitzungen stattgefunden. Daran nahmen Vertreterinnen und Vertreter des Bundes und der Wissenschaft sowie Kommunikationsfachleute teil.

⁷ Das Forschungsprogramm radioaktive Abfälle befindet sich im Anhang VII

Nach einer Diskussion zum methodischen Vorgehen an der ersten Sitzung im März wurden im Juli und November die Zwischenergebnisse besprochen. Die Resultate des Projektes sollen in zwei Berichten festgehalten werden: Einer enthält die Synthese der ausgewerteten Fallstudien in Belgien, Deutschland und Schweden, ein anderer Grundlagen guter Kommunikationspraxis. Darauf basierend soll ein Leitfaden für die Kommunikation in den Standortregionen erstellt werden.

Umfrage zu radioaktiven Abfällen

Im Auftrag des BFE wurde im Juli 2008 eine repräsentative Umfrage bei 1026 Schweizer Bürgerinnen und Bürgern in allen Landesteilen durchgeführt. Eine nahezu identische Befragung wurde im Frühjahr 2008 im Auftrag der Europäischen Kommission bei rund 27 000 Bürgerinnen und Bürgern in der ganzen EU durchgeführt. Die in der Schweiz durchgeführte Umfrage hat ergeben, dass die Schweizerinnen und Schweizer mehrheitlich skeptisch gegenüber der Kernenergie eingestellt sind. Demgegenüber wünschen sie sich aber eine rasche, konkrete Lösung für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle und verlangen einen direkten Einbezug in die damit verbundenen Entscheidungsprozesse.

Wissenserhalt und Markierungskonzepte

Der Bund hat gemäss Kernenergiegesetz und -verordnung dafür zu sorgen, dass die Informationen über Tiefenlager langfristig erhalten bleiben. Nach Artikel 40 Absatz 7 KEG schreibt der Bundesrat «die dauerhafte Markierung des Lagers vor». Damit sollen Informationen über die Lage und den Inhalt eines Tiefenlagers lange über dessen Verschluss hinaus erhalten bleiben. Mit zunehmender Dauer wird die Weitergabe dieser Informationen auf Grund unterschiedlichster Veränderungen immer schwieriger werden. Deshalb hat das Projekt zum Ziel, einen Überblick über den heutigen Stand der Kenntnisse bezüglich des möglichen Vorgehens zur langfristigen Weitergabe von Informationen sowie über den internationalen Stand der Vorhaben und Anforderungen an die Markierung von Tiefenlagern zu geben. Der erste Teil des Projekts wurde im Sommer 2008 gestartet und beinhaltet eine Literaturrecherche und eine Analyse des aktuellen Stands der Wissenschaft.

4.6 Internationales

4.6.1 OECD/NEA – Radioactive Waste Management Committee (RWMC)

Vom 12. bis 14. März 2008 fand die 41. Tagung des Radioactive Waste Management Committee in Paris statt. Wichtigste Inhalte waren die Berichterstattung über die Tätigkeiten der drei Arbeitsgruppen IGSC (Integration Group for the Safety Case), FSC (Forum on Stakeholder Confidence) und WPDD (Radioactive Waste Management Working Party on Decommissioning and Dismantling) sowie Informationen über aktuelle Entwicklungen in den Mitgliedstaaten.

4.6.2 OECD/NEA – Forum on Stakeholder Confidence (FSC)

Ebenfalls in Paris wurde das 9. Jahrestreffen des Forum on Stakeholder Confidence durchgeführt (4. bis 6. Juni 2008). Neben den Berichten aus den teilnehmenden Ländern wurde über «Analogues» (Beispiele, wie die Natur konserviert und entsorgt) und ihren Beitrag zur Vertrauensbildung, die Verwendung von Mustern und Symbolen in der Kommunikation, «Policy Making» und «Implementation» sowie über Kampagnen zum Einbezug von Stakeholdern referiert und debattiert. Die Vorstellung des Sachplans geologische Tiefenlager durch die Schweiz ist auf Interesse gestossen.

4.6.3 EURWASTE '08

Seit 1975 hat die EU sieben Forschungsprogramme implementiert und im Rahmen internationaler Konferenzen abgeschlossen. EURWASTE '08 war die siebte solche Konferenz und Veranstaltungsort war Luxemburg. Am ersten Tag (20. Oktober 2008) fanden vier Sessionen zu den Themen Politik, Strategien, Finanzierung, Zusammenarbeit sowie Risikokommunikation statt. Der zweite und dritte Tag (21./22. Oktober) waren dem 6. Euratom Rahmenprogramm (2002–2006) gewidmet. Wichtige Themen waren Partition und Transmutation, Nahfeld-Prozesse, Lagertechnologien, Aktinide und Migrationsprozesse sowie Machbarkeitsstudien und Koordination von RD&D.

5 Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK ist am 1. Januar 2009 offiziell ins Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI überführt worden (siehe Kap. 3.1). Das ENSI hat von der HSK dessen Aufgaben und Personal vollumfänglich übernommen. Es ist eine öffentlich-rechtliche Anstalt des Bundes im dritten Kreis der Bundesverwaltung und funktionell, institutionell und finanziell unabhängig. Seine Geschäftsleitung muss dem seit Anfang 2008 tätigen ENSI-Rat⁸, einer Art Verwaltungsrat, Rechenschaft ablegen. Im Folgenden wird durchgehend der Begriff ENSI verwendet, auch dann, wenn es sich formal im Berichtsjahr noch um die HSK handelte.

5.1 Entsorgung in den Kernkraftwerken

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

Im Berichtsjahr lag der Anfall an radioaktiven Rohabfällen in allen Kernkraftwerken (KKW) im Bereich der langjährigen Mittelwerte: Gesamthaft sind 119 m³ Rohabfälle angefallen. Rohabfälle, die in der Verbrennungs- und Schmelzanlage (Plasma-Anlage) des 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 Kernkraftwerke aufbewahrt.

Ein wichtiges Element zur Minimierung der radioaktiven Abfälle ist die Inaktiv-Freimessung von Materialien, die aus kontrollierten Zonen ausgeführt werden. Es handelt sich dabei vorwiegend um Metallschrott, Betonschutt und Isolationsmaterial. Das freigemessene Material kann wieder verwendet oder der konventionellen Entsorgung zugeführt werden. Im Berichtsjahr wurden aus den Kernkraftwerken gesamthaft 128 t solcher Materialien gemäss den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-13 freigemessen.

Bei der Konditionierung werden die radioaktiven Rohabfälle durch Verfestigung, Einbindung in einer Matrix und Verpackung in eine transport-, zwischenlager- und endlagerfähige Form gebracht. Im Kernkraftwerk Beznau (KKB) wurden im Berichtsjahr verbrauchte Ionentauscherharze in Polystyrol eingebunden sowie Schlämme zementiert. In den Kernkraftwerken Mühleberg (KKM) und Leibstadt (KKL) wurden in mehreren Kampagnen ausgediente Harze zementiert.

Mit dem Projekt ZWABEL (Zwischenlagerausbau Behälterlager) hat das KKB einen Teil des Zwischenlagers Zwibez für die Einlagerung von Transport und Lagerbehältern (TL-Behälter) mit abgebrannten Brennelementen (BE) vorbereitet. Das ENSI hat Ende Februar 2008 die Freigabe eines aktiven Probebetriebs des Behälterlagers erteilt, wonach der erste TL-Behälter mit 37 abgebrannten BE aus KKB II im April 2008 eingelagert werden konnte. Hierbei wurden, begleitet durch Inspektionen des ENSI, die Verfahrensabläufe und Betriebsvorschriften auf ihre Praxistauglichkeit überprüft und entsprechende Detailanpassungen vorgenommen. Nach der Prüfung der revidierten Betriebsvorschriften, der Abschlussdokumentation und nach Erledigung der letzten Pendenzen erteilte das ENSI am 16. Oktober 2008 die definitive Betriebsfreigabe für das HAA-Lager. Damit wurde das Projekt ZWABEL erfolgreich abgeschlossen.

⁸ Mitglieder siehe Anhang III

5.2 Entsorgung im PSI

Radioaktive Rohabfälle fallen im PSI einerseits aus dem eigenen Betrieb an, z. B. aus Brennstoffuntersuchungen, aus den Beschleunigeranlagen oder aus dem Rückbau der Forschungsreaktoren. Andererseits ist das PSI die Sammelstelle des Bundes für radioaktive Abfälle, die nicht aus der Nutzung der Kernenergie stammen. Das sind z. B. Abfälle aus den übrigen Forschungseinrichtungen des Bundes und der Kantone sowie aus dem Bereich Medizin und Industrie, aber auch solche des VBS. Im Berichtsjahr betrug der Anfall an PSI-eigenen Rohabfällen 57.9 m³. Im Rahmen der jährlichen Sammelaktionen aus Medizin, Industrie und Forschung sowie aus sonstigen Anlieferungen wurden 16.1 m³ Rohabfälle und bereits vorkonditionierter Abfälle angenommen (vgl. Kap. 9 und 10.1). 28 m³ vorverpresste Abfälle wurden mit der entsprechenden Annahmespezifikation an die Zwiilag-Plasma-Anlage abgegeben.

Die Rohabfälle im PSI sind sowohl chemisch als auch physikalisch sehr unterschiedlich, so dass vor ihrer Endkonditionierung oft Vorbehandlungen notwendig sind. Zudem ergeben sich auch unterschiedliche Konditionierungs- und Verpackungskonzepte, was ein im Vergleich zur Behandlung von Abfällen aus den Kernkraftwerken umfangreicheres und häufig änderndes Spektrum an Abfallgebindetypen (AGT) bedingt. Im Jahr 2008 wurden im PSI zwei KC-T12 kubische Kleincontainer vergossen. Die der Meldepflicht nach der Richtlinie HSK-R-13 unterliegende als inaktiv freigemessene Materialmenge betrug 28.8 t. Der grösste Teil davon stammt aus dem Rückbau des Forschungsreaktors DIORIT, weitere Anteile aus der Sanierung des Gebäudes mit den Lagerhallen für radioaktive Abfälle sowie aus der Sanierung der Lüftung des Hotlabors⁹.

Im Bundeszwischenlager (BZL) werden vorwiegend Standard-Fässer (Inhalt 200 Liter) mit konditionierten Abfällen und Kleincontainer mit bis zu 4.5 m³ Abfallvolumen eingelagert. Die Kleincontainer enthalten unkonditionierte und endkonditionierte Komponenten, die vorwiegend aus dem DIORIT und aus den Anlagen im PSI-West stammen. In beschränktem Umfang und mit Auflagen hat das ENSI die Aufbewahrung weiterer nicht konditionierter Abfälle zugelassen, sofern dies dem Optimierungsgebot entspricht. Der mit 200-Liter-Fässern belegte Raum war Ende 2008 unverändert zu 82 % gefüllt. Die Lagerhallen AB und C sowie der Stapelplatz werden für die kurz- und mittelfristige Lagerung von unterschiedlichen schwach- und mittelaktiven Abfällen vor oder nach deren Konditionierung benutzt. Das Inventar dieser Lager unterliegt starken Schwankungen. Die Lagerhalle AB dient zudem noch als Abklinglager für kurzlebige Abfälle. Das vom PSI in allen Bereichen eingesetzte Buchführungssystem ISRAM (Inventar der radioaktiven Abfälle und Materialien) über die radioaktiven Abfälle ist identisch mit dem von den Kernkraftwerken verwendeten System.

5.3 Zwischenlager des Zwiilag

Die Lagerteile des Zwiilag umfassen die Behälterlagerhalle für abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (Glaskokillen), das Lagergebäude für mittelaktive Abfälle (MAA-Lager) und die Lagerhalle für schwach- und mittelaktive Abfälle. Dazu gehören auch das Empfangsgebäude und die Heisse Zelle (abgeschlossener Raum zum Umgang mit stark radioaktiven Stoffen).

Ende 2007 befanden sich 28 Transport- und Lagerbehälter (TL-Behälter) in der Behälterlagerhalle. Im Berichtsjahr wurden drei weitere TL-Behälter eingelagert. Das ENSI hat die entsprechenden Einlagerungsanträge geprüft und während den Einlagerungsarbeiten mehrere Inspektionen durchgeführt. Dabei stellte das ENSI fest, dass die Arbeiten vorschriftgemäss ausgeführt wurden. Der Lagerbestand betrug per Ende 2008 somit 31 TL-Behälter, wovon 5 CASTOR- und 3 TN¹⁰-Behälter mit insgesamt

⁹ Das Hotlabor ist eine grosstechnische Experimentieranlage, welche die Untersuchung radioaktiver Substanzen und Werkstoffe erlaubt.

¹⁰ Behältertyp (hergestellt von der französischen Firma Transnucléaire)

224 Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung von Brennelementen bei Areva NC, 22 TN-Behälter mit insgesamt 1625 abgebrannten Brennelementen aus dem Betrieb der KKW sowie 1 CASTOR-Behälter mit den abgebrannten Brennelementen aus dem stillgelegten Forschungsreaktor DIORIT des PSI.

Neben den erwähnten Transport- und Lagerbehältern mit abgebrannten Brennelementen und Glaskokillen befinden sich in der Behälterlagerhalle seit September 2003 auch die 6 Grossbehälter mit Stilllegungsabfällen aus dem ehemaligen Versuchsatomkraftwerk Lucens.

Auch im Jahr 2008 wurden konditionierte Abfallgebinde aus den Werken zum Zwiilag transportiert und im MAA-Lager eingelagert. Die meisten Anlieferungen im Berichtsjahr stammen aus dem KKM und KKL. Auch die während der beiden erfolgreichen Kampagnen in der Plasma-Anlage erzeugten Abfallgebinde wurden hier eingelagert. Ende 2008 betrug der Bestand im MAA-Lager 5228 Gebinde.

Das Zwiilag will die Lagerhalle für schwach- und mittelaktive Abfälle zunächst während mehrerer Jahre als konventionelles Lager für nichtradioaktive Ausrüstungen und Materialien nutzen. Der Ausbau ist deshalb wie in früheren Jahren auf die für diese Nutzung erforderlichen Einrichtungen beschränkt. In diesem Lager sind zur Zeit noch 216 Stück von ehemals weit über 1000 leeren Abfallfässern aufbewahrt, die in den nächsten Monaten dekontaminiert und entsorgen werden.

5.4 Abfallbehandlungsanlagen des Zwiilag

Die Konditionierungsanlage dient der Behandlung von schwachaktiven Abfällen aus dem Betrieb und aus der späteren Stilllegung der schweizerischen Kernkraftwerke sowie bei Bedarf von radioaktiven Abfällen aus Medizin, Industrie und Forschung, die keine Alphastrahler¹¹ enthalten. Im Berichtsjahr wurde die Konditionierungsanlage wie folgt genutzt:

- Das Hochregallager der Konditionierungsanlage wurde als Eingangslager für Rohabfälle benutzt, die zu einem späteren Zeitpunkt ins Hochregallager der Plasma-Anlage transferiert und von dort der Verbrennung zugeführt werden.
- Sekundärabfälle aus dem Betrieb der Lager sowie der Konditionierungsanlage und der Plasma-Anlage wurden im Hinblick auf eine spätere Endkonditionierung verarbeitet und verpackt. Insbesondere wurde die ausgetauschte Ofenausmauerung aus der Plasma-Anlage in 4 Klein-Container (KC-T12) einzementiert.
- Ebenso wurden hier ausgebaute Anlagenteile aus allen Bereichen des Zwiilag dekontaminiert und der Reparatur oder der Entsorgung zugeführt.
- Rund 1000 leere, vom PSI nicht mehr gebrauchte Fässer, die im Rahmen einer Vereinbarung vom Zwiilag übernommen und in der Lagerhalle für schwach- und mittelaktive Abfälle aufbewahrt worden waren, wurden zerlegt und freigemessen.
- Abschirmsteine aus dem KKM, die eine aktivierte Metallummantelung aufwiesen und nicht freigemessen werden konnten, wurden in Klein-Container (KC-T12) einzementiert.

Die Plasma-Anlage ist auf das Verbrennen und Schmelzen von schwachaktiven Abfällen aus dem Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke sowie aus Medizin, Industrie und Forschung ausgelegt. Die Rohabfälle werden dabei unter Volumenreduktion in eine zwischen- und endlagerfähige Abfallform ohne organische Stoffanteile überführt. Im Berichtszeitraum wurden wiederum eine Frühjahrs- und eine Herbstkampagne durchgeführt. Die Arbeiten verliefen planmässig, was sich in der erfolgreichen Verarbeitung von 1030 Abfallfässern zu 229 konditionierten Gebinden ausdrückt. Das verarbeitete

¹¹ Alphastrahlung oder α -Strahlung ist eine Art von ionisierender Strahlung, die bei einem radioaktiven Zerfall, dem Alphazerfall, auftritt. Ein radioaktives Nuklid, das diese Strahlung aussendet, wird als Alphastrahler bezeichnet. Es handelt sich um eine Teilchenstrahlung bestehend aus Helium-4-Atomkernen, Alphateilchen genannt, welche aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehen.

Abfallvolumen konnte gegenüber dem Vorjahr nochmals leicht erhöht werden. Im Rahmen der Verarbeitungskampagne im Frühjahr wurden erstmals auch schmelzbare Rohabfälle verarbeitet. Die dabei durchgeführten Versuche erforderten anschliessend einen Austausch der Ofenausmauerung. In der Herbstkampagne wurden die gewonnenen Erkenntnisse umgesetzt: Durch eine veränderte Beschickungs- und Betriebsweise konnte auch bei diesen anspruchsvollen Abfällen der Verschleiss in der Anlage auf ein geringes Mass reduziert werden.

Die vor der endgültigen Freigabe zum uneingeschränkten Dauerbetrieb jetzt noch offenen Restanzen beziehen sich ausschliesslich auf die Erstellung verschiedener Dokumente und deren anschliessende Prüfung durch das ENSI.

5.5 Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

In La Hague (Frankreich) und in Sellafield (Grossbritannien) werden abgebrannte Brennelemente aus schweizerischen Kernkraftwerken durch die Firmen Areva NC und SL (Sellafield Ltd., ehemals BNFL/BNGS) im Rahmen der abgeschlossenen Verträge wiederaufgearbeitet. Die dabei entstehenden Abfälle müssen gemäss den Verträgen in die Schweiz zurückgeführt werden. Verglaste hochaktive Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung bei Areva NC stehen für die Rückführung bereit, andere Abfallarten, auch von SL, folgen demnächst. Experten des ENSI begleiten stichprobenweise die Auslagerung und die Kontrolle der zurückzunehmenden Abfälle sowie die Beladung der Behälter. Die erste Rückführung von Glaskokillen von Areva NC fand 2001 statt. Bis Ende 2006 erfolgten insgesamt acht Transporte von La Hague zum Zwiilag. Mit den bisherigen Transporten hat die Schweiz ca. 50 % ihrer Verpflichtungen gegenüber Areva NC für den hochaktiven Abfallstrom erfüllt. Weitere Transporte werden erst ab 2013 stattfinden. Erste Rücktransporte der Glaskokillen von SL sind frühestens ab 2011 zu erwarten. Ab 2009 beginnt die Rücklieferung von mittelaktiven verpressten Abfällen der Areva NC. Die ENSI-seitigen Vorbereitungen hierfür sind im Gange.

5.6 Transporte abgebrannter Brennelemente

Aufgrund des zehnjährigen Moratoriums finden bis 2016 keine Transporte bestrahlter Brennelemente ins Ausland statt. In der Schweiz wurden bestrahlte Brennelemente vom KKM zum Zwiilag mittels zwei Shuttlekampagnen mit je zehn Einzeltransporten transferiert. Zusätzlich wurde auch ein Behälter mit 69 Brennelementen aus dem KKL zum Zwiilag transportiert. Bei allen Transporten wurden die gefahrtrechtlichen Grenzwerte und die Strahlenschutzvorgaben eingehalten.

5.7 Sachplan geologische Tiefenlager

Am 17. Oktober 2008 hat die Nagra ihre Vorschläge für geologische Standortgebiete eingereicht und am 6. November 2008 wurden diese bekannt gegeben. Anlässlich der Pressekonferenz und den folgenden Informationsveranstaltungen in den Standortregionen stellte das ENSI seine Rolle und Aufgabe im nun stattfindenden Überprüfungsprozess vor. Das ENSI wird, wie bereits beim Entsorgungsnachweis, die Leitung des Technischen Forums Sicherheit innehaben (siehe Kap. 4.3).

5.8 Felslaboratorien

Die Forschungstätigkeiten in den beiden Felslaboratorien Grimsel (Kristallingestein) und Mont Terri (Opalinuston) wurden mit internationaler Beteiligung im Jahr 2008 fortgesetzt. In diesen Felslaboratorien werden Untersuchungen durchgeführt, die wichtige Erkenntnisse zur baulichen Auslegung von Tiefenlagern und zur Beurteilung der Sicherheit von Tiefenlagern liefern (vgl. Kap. 8 und 11.5).

Das ENSI beteiligt sich mit eigener Forschungstätigkeit im Felslabor Mont Terri, um die behördeninterne Fachkompetenz zu erhalten und zu fördern. Zusammen mit der Ingenieurgeologie der ETH Zürich hat das ENSI in den vergangenen vier Jahren das EZ-B-Experiment («fracture generation in excavation disturbed zone») durchgeführt und dazu umfangreiche Messungen in einem Teststollen (EZ-B-Nische) gemacht. Ziel des Experimentes war die Untersuchung der Kluftbildung in der Auflockerungszone, die sich beim Ausbruch des Stollens infolge von Spannungsumlagerungen im Opalinuston bildet. Das Experiment wurde Anfang 2008 erfolgreich abgeschlossen und die Ergebnisse in Form einer Dissertation (Salina Yong, Diss. ETH No. 17575) publiziert. Die Forschungsarbeiten haben zu einem besseren Verständnis der felsmechanischen Grundlagen geführt, die für die Beurteilung des Opalinustons als mögliches Wirtgestein für ein geologisches Tiefenlager von Bedeutung sind.

Im Rahmen des Baus der neuen Galerie 08 hat das ENSI zusammen mit der Ingenieurgeologie der ETH Zürich im April 2008 ein neues Experiment (RC-Experiment) gestartet, das die mit dem Ausbruch des Stollens verursachten Deformationen im Gebirge erfassen soll. Das RC-Experiment («rock-mass characterisation») ist Teil einer Reihe von Experimenten, die den Bau der neuen Galerie 08 begleiten. Das RC-Experiment wird nach Fertigstellung der Galerie 08 über drei Jahre weitergeführt werden mit dem Ziel, auch langsam ablaufende Konvergenzverformungen (Kriechbewegungen) mittels eines kontinuierlichen Monitoring-Systems zu erfassen.

Ausserdem beteiligt sich das ENSI an zwei Folgeexperimenten in der EZ-B Nische, in welchen in Zusammenarbeit mit swisstopo das zyklische Austrocknungsverhalten der Stollenwand in Abhängigkeit des Stollenklimas (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) gemessen sowie in drei Bohrungen eine neue Methode der Durchlässigkeitsbestimmung evaluiert werden.

5.9 Diverses

5.9.1 Organika in radioaktiven Abfällen

Im Rahmen des Forschungsprogramms radioaktive Abfälle (siehe Kap. 4.5.1 und Anhang VII) sind unter dem Begriff «Lagerkonzepte» mehrere Projekte vorgesehen, die vom ENSI koordiniert oder durchgeführt werden. Das Projekt «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» wurde 2008 in Angriff genommen. Es befasst sich mit dem Thema Organika in radioaktiven Abfällen und schliesst auch andere nicht mineralisierte Stoffe wie metallische Bestandteile ein. Am Projekt beteiligen sich neben dem ENSI auch das BAFU, das BAG und die KNS. Bei Bedarf werden Fachleute der Nagra und der Werke sowie weitere Spezialistinnen und Spezialisten beigezogen. Das Projekt soll aufzeigen, wo Handlungsbedarf bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle besteht und welche Massnahmen vorzusehen sind. Wo kein Handlungsbedarf besteht, sollen überzeugende und nachvollziehbare Begründungen geliefert werden. Es ist geplant, das Projekt im Jahr 2010 abzuschliessen.

5.9.2 Richtlinie für geologische Tiefenlager (ENSI-G03)

Der Entwurf der Richtlinie G03 «Spezifische Anforderungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» war von März bis Juni 2008 in Anhörung. Neben den üblichen Adressaten wie Bundesämter, Kommissionen und Betreiber von Kernanlagen, wurden auch

Greenpeace, die Schweizerische Energiestiftung (SES) und der WWF zur Stellungnahme eingeladen. Von der Kernenergieagentur (NEA) der OECD wurde der Entwurf der Richtlinie ins Englische übersetzt und den Mitgliedern des Forums der Sicherheitsbehörden (RWMC Regulators' Forum) zur Kommentierung gesendet. Es gingen 11 Stellungnahmen mit insgesamt 149 Kommentaren beim ENSI ein. Aufgrund der Kommentare wurde die Richtlinie überarbeitet und die Gliederung der Kapitel gegenüber dem Vernehmlassungsentwurf verbessert. Das ENSI hat den überarbeiteten Entwurf seinen diesbezüglich wichtigsten Ansprechpartnerinnen, der KNS und der Nagra, im September 2008 nochmals zur Einsicht vorgelegt. Deren Anliegen wurden an einer gemeinsamen Sitzung diskutiert. Insbesondere die Forderung der KNS, Fragen wie die Anordnung und Auslegung des Pilotlagers, den Schnellverschluss und den Selbstverschluss in der Richtlinie konkret zu regeln, ist nach Ansicht des ENSI verfrüht (vgl. Kap. 7.2.1). Diese Fragen werden im Rahmen des Forschungsprogramms radioaktive Abfälle (siehe Anhang VII) vertieft abgeklärt. Die Ergebnisse aus diesen Abklärungen werden später in die Richtlinie einfließen.

6 Kommission Nukleare Entsorgung (KNE)

In der Berichtsperiode 2008 stand der Sachplan geologische Tiefenlager im Zentrum der Kommissionsarbeiten. Daneben orientierte sich die KNE an einer Fachsitzung über das internationale Forschungsprogramm im Felslabor Mont Terri (siehe Kap. 8.1.3). Ferner befasste sich die Kommission mit dem Entwurf der ENSI-Richtlinie G03 «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» und nahm dazu Stellung. Insgesamt fanden sechs KNE-Arbeitssitzungen (Plenum) statt.

Anfang 2008 nahmen der Präsident und ein Mitglied der KNE an einem vom BFE und ENSI organisierten Workshop teil, in welchem die Aufgaben und das Rollenverständnis des Bundes und seiner Fachgremien KNE und KNS (Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit) besprochen und bereinigt wurden. Ferner wurden mit dem UVEK, dem BFE und der Eidgenössischen Geologischen Fachkommission (EGK) an mehreren Treffen die Aufgaben und Änderungen besprochen, die sich aus dem neuen Geoinformationsgesetz (GeolG) und den dazugehörigen Verordnungen wie der Verordnung über die Landesgeologie (LGeolV) und der Verordnung des VBS über die Eidgenössische Geologische Fachkommission (EGKV) für die KNE ergeben.

Auf Einladung der Nuclear Energy Agency NEA der OECD fand im Oktober 2008 in Paris ein Treffen der Präsidierenden bzw. Geschäftsführenden nationaler Expertengruppen statt, welche ihre Behörden auf dem Gebiet der nuklearen Entsorgung und der geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle beraten (Meeting of Advisory Bodies to Government, ABG). Die KNE war am Anlass durch ihren Präsidenten und den Sekretär vertreten. Das Treffen, an welchem Expertengruppen aus acht Ländern teilnahmen, gab einen wertvollen Überblick über die Aufgaben und Tätigkeiten dieser Gremien und ermöglichte einen breiten Austausch an Fachinformationen und Erfahrungen.

6.1 Sachplan geologische Tiefenlager

Die KNE hat sich im Jahr 2008 mit den Grundlagen des Sachplans auseinandergesetzt und ab Ende November 2008 mit der Überprüfung der von der Nagra vorgelegten Vorschläge geologischer Standortgebiete begonnen (NTB 08-03). In einem ersten Schritt ging es dabei um die Grobprüfung betreffend Vollständigkeit oder allfälliger Mängel/Lücken der eingereichten Unterlagen. Die KNE wird während des Jahres 2009 das Auswahlverfahren nach den im Sachplan festgelegten sicherheitstechnischen Kriterien und Vorgaben im Detail prüfen und ihre Beurteilung in einem Expertenbericht zuhanden des ENSI festhalten.

6.2 Forschungsarbeiten im Felslabor Mont Terri

Die KNE hat sich an einer Informationssitzung im Felslabor Mont Terri über die laufenden Forschungsarbeiten der Nagra informiert. Von grossem Interesse sind auch die im Rahmen internationaler Zusammenarbeit stehenden Forschungsprojekte der europäischen Union (EURATOM). Die KNE orientierte sich ebenfalls über die Forschungstätigkeit des ENSI im Felslabor Mont Terri, welche einen wichtigen Beitrag zum Erhalt und zur Förderung der behördeninternen Fachkompetenz liefert.

6.3 KNE-Website

Informationen zur KNE waren bisher nur in Form einer auf der HSK-Website aufgeschalteten Pdf-Seite vorhanden und betrafen das Mandat und die Mitglieder der Kommission. Im Zug des Wechsels von der HSK zum ENSI hat die KNE eine eigene Webseite erhalten. Damit hat die Kommission nun die Möglichkeit, besser und vollständiger über ihre Aufgaben und Tätigkeiten zu informieren. Die neue KNE-Website wurde bis Ende 2008 beinahe fertig gestellt und im Januar 2009 unter der Adresse www.KNE-Schweiz.ch aufgeschaltet. Die Übersetzung der Internetseite auf Englisch ist in Vorbereitung.

Eine Liste der KNE-Mitglieder befindet sich in Anhang III.

7 Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)

Die Eidg. Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) wurde per 1. Januar 2008 neu geschaffen und löst die frühere Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) ab. Sie berät den Bundesrat, das UVEK sowie die Aufsichtsbehörde in Fragen der nuklearen Sicherheit und insbesondere der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Die KNS besteht aus sieben Mitgliedern, darunter zwei Geologen (siehe Anhang III), was die Bedeutung der Entsorgung in den kommenden Jahren widerspiegelt.

Die Aufgaben der Kommission werden in der Kommissionsverordnung (VKNS, SR 732.16), welche am 1. Januar 2009 in Kraft getreten ist, näher bezeichnet:

- Verfolgen des Stands von Wissenschaft und Technik sowie der Forschung,
- Prüfung grundsätzlicher Fragen der nuklearen Sicherheit,
- Mitwirkung beim Erlass von Vorschriften,
- Stellungnahmen zuhanden der Bewilligungsbehörden.

Nachfolgend sind die Aktivitäten der KNS im Berichtsjahr im Bereich Entsorgung radioaktiver Abfälle beschrieben. Weitere Informationen über die KNS und die Ergebnisse ihrer Tätigkeit sind auf der Internetseite www.kns.admin.ch zu finden.

7.1 Verfolgen des Stands von Wissenschaft und Technik sowie der Forschung

7.1.1 Besuch im Mont Terri

Im Juli 2008 liess sich die KNS vom Direktor des Mont Terri-Projekts über Organisation, Ziele und wichtige Resultate der Forschung informieren und besichtigte ausgewählte Experimente im Felslabor. Aus dem Mont Terri-Projekt resultieren nach Auffassung der Kommission wichtige generische Beiträge zur Sicherheit und technischen Machbarkeit von geologischen Tiefenlagern in Tongesteinen. Das Felslabor wäre auch zum Testen und Erproben von Instrumentierungen für die Langzeitüberwachung von Pilotlagern geeignet.

7.1.2 Ressortforschung

Die KSA hatte in den Jahren 2006 und 2007 Anregungen zur Forschung im Bereich Entsorgung radioaktiver Abfälle gemacht. Diese betrafen u. a.:

- alternative Behältermaterialien für die geologische Tiefenlagerung,
- die Vermeidung von Organika in den Abfallgebinden,
- die Instrumentierung zur Langzeitüberwachung des Pilotlagers,
- die Langzeitsicherung der Informationen über die geologischen Tiefenlager,
- die Rückholung der Abfälle.

Die KNS liess sich vom BFE im Oktober 2008 über das im Entwurf vorliegende behördliche «Forschungsprogramm radioaktive Abfälle», an dessen Erarbeitung auch ein KSA-Mitglied (Anne Eckhardt) beteiligt war, informieren (siehe Kap. 4.5 und Anhang VII). Die Kommission stellte fest, dass die meisten Anregungen der KSA ins Forschungsprogramm aufgenommen worden sind. Sie wird sich künftig regelmässig über den Stand des Programms informieren.

7.2 Mitwirkung beim Erlass von Vorschriften

7.2.1 Anhörung Richtlinie ENSI-G03

In ihren Kommentaren im Rahmen der Anhörung zur ENSI-G03 «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» [KNS 21/191.2] stellte die KNS fest, dass nicht alle Anforderungen im Entwurf enthalten sind, die für die Konkretisierung des EKRA-Konzepts der geologischen Langzeitlagerung notwendig sind. Insbesondere fehlen der Schnellverschluss zur Störfallbeherrschung, der Selbstverschluss und Anforderungen, welche die klare räumliche und hydraulische Separation von Pilot- und Hauptlager gewährleisten. Da die Eigenschaften der Gebinde und die Auslegung der Lager voneinander abhängig sind, kann nicht ausgeschlossen werden, dass endkonditionierte Abfälle nochmals umkonditioniert werden müssen; entsprechende Bestimmungen sollten nach Ansicht der KNS in die Richtlinie aufgenommen werden. Des Weiteren sollte das Entscheidungsverfahren für eine allfällige Rückholung von Abfällen geregelt werden. Soweit die Umweltschutzgesetzgebung anwendbar ist (z. B. chemisch toxische Stoffe), wäre in der Richtlinie auszuführen, welche Stelle wann und aufgrund welcher Basis diese Anforderungen festlegt. Daneben wies die KNS noch auf verschiedene spezifische Aspekte hin, z. B. die speziellen sicherheitstechnischen Anforderungen im Untertagebau, die Auslegung und Betrieb des Pilotlagers, das Konzept und der Beginn der Umweltüberwachung sowie die Vermeidung organischer Stoffe.

Aufgrund der Ergebnisse der Anhörung überarbeitete das ENSI den Richtlinienentwurf und stellte diesen der KNS zu einer letzten Durchsicht zu. In der Folge diskutierten Vertreter der KNS und des ENSI Fragen zum Richtlinienentwurf. Das ENSI legte dar, dass es gewisse Aspekte erst in einer späteren Phase des Entsorgungsprozesses, wenn es über weitere Erkenntnisse verfügt, in der Richtlinie festlegen will. Das ENSI nahm eine Anregung der KNS-Vertreter auf, eine Informationsveranstaltung zur Erläuterung seines Umgangs mit den Anhörungskommentaren durchzuführen (vgl. Kap. 5.9.2).

7.3 Stellungnahmen

7.3.1 Sachplan geologische Tiefenlager

Einen inhaltlichen Schwerpunkt der Kommissionsarbeiten bildete die Vorbereitung für ihre Stellungnahme zum Gutachten des ENSI zu den Standortgebietsvorschlägen der Nagra in Etappe 1 des Sachplanverfahrens.

Konzeptteil Sachplan geologische Tiefenlager

Im Februar nahm die KNS den aktuellen Entwurf des Konzeptteils zur Kenntnis. Sie gelangte zur Auffassung, dass damit ein zweckdienliches und gutes Standortauswahlverfahren für geologische Tiefenlager festgelegt ist. Bei der Umsetzung des Verfahrens wird für die Akzeptanz die Gleichwertigkeit der Kenntnisse der Geologie an den verschiedenen Standorten eine wichtige Rolle spielen. Von der Öffentlichkeit dürfte diese primär an den durchgeführten Felduntersuchungen, insbesondere den Bohrungen, gemessen werden. Angesichts des ambitionierten Zeitplans sollte deshalb möglichst bald geklärt werden, in welcher Tiefe die Kriterien in den einzelnen Etappen beurteilt werden müssen, welche geologischen Kenntnisse dafür erforderlich sind und welche Felduntersuchungen nötig sind, damit diese möglichst frühzeitig in Angriff genommen werden können. Mit Brief vom 3. März 2008 orientierte die KNS das BFE über diese Überlegungen [KNS 21/190].

Review des Optionenberichts

Eine Arbeitsgruppe der KNS nahm eine Überprüfung des Optionenberichts (NTB 05-02) vor. Sie kam zum Schluss, dass der Bericht in sich nachvollziehbar, aber keine ausreichende Grundlage für die Einengung von Standortgebieten in Etappe 1 des Sachplan ist. Ausgehend davon formulierte sie Erwartungen an die Unterlagen der Nagra für ihre Standortgebietsvorschläge in Etappe 1. Daneben identifizierte die Kommission einige nicht im Zusammenhang mit Etappe 1 stehende Themen wie Eigentumsverhältnisse bei Abfällen und geologischen Tiefenlagern, Status der Nagra sowie Fragen zu Pilotlager und Testbereichen. Die KNS wird diese Themen bei der Beurteilung des Entsorgungsprogramms aufnehmen.

Unterlagen zu Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager

Anfang November wurden die Vorschläge der Nagra für geologische Standortgebiete bekannt gegeben (siehe Kap. 4.3.1) und die Unterlagen der KNS zugestellt. In der Folge erteilte die KNS ihren beiden Mitgliedern M. Buser und C. Schlüchter einen Expertenauftrag für eine Erstbeurteilung des Einengungsberichts (NTB 08-03). Gemäss Sachplan wird die KNS zum Gutachten des ENSI Stellung nehmen.

7.3.2 Weitere Stellungnahmen

Aus Kapazitätsgründen beschloss die KNS, ihre Arbeit an den Stellungnahmen zum Entsorgungsprogramm (NTB 08-01) und zum Bericht «Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis» (NTB 08-02) erst aufzunehmen, wenn die Grundlagen für ihre Stellungnahme zum Einengungsbericht (NTB 08-03) erarbeitet sind (vgl. Kap. 4.4).

7.4 Informationsaustausch mit der Geschäftsleitung Nagra

Ende November trafen sich die Geschäftsleitung der Nagra und eine Delegation der KNS zum Informationsaustausch. Themen waren organisatorische und personelle Aspekte der beiden Organisationen, das Vorgehen der Nagra bei der Einengung der Standortgebiete in Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager und das Vorgehen der KNS bei deren Beurteilung, das Entsorgungsprogramm sowie die künftigen Arbeitsprogramme von Nagra und KNS. Es wurde vereinbart, sich künftig jährlich im November zum einem Informationsaustausch zu treffen.

7.5 Ausblick

Im Jahr 2009 werden die Arbeiten an der Stellungnahme zum Gutachten des ENSI zu den Standortgebietsvorschlägen der Nagra einen Schwerpunkt der Tätigkeit der KNS bilden. Im Mai wird sich die Kommission zudem mit der deutschen Entsorgungskommission¹², welche das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) berät und am 12. Juni 2008 ins Leben gerufen wurde, zum Gedankenaustausch treffen und Entsorgungsanlagen in Deutschland besichtigen.

¹² www.entsorgungskommission.de

8 Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)

8.1 Mont Terri-Projekt

Seit 1996 werden im Rahmen des internationalen Forschungsprojekts Mont Terri in einem erweiterten Teil des Sicherheitsstollens des Autobahntunnels Mont Terri (St-Ursanne, JU) die geochemischen, hydraulischen und felsmechanischen Eigenschaften des Opalinuston untersucht, dies insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit und technische Machbarkeit von geologischen Tiefenlagern für radioaktive Abfälle. Aktuell beteiligen sich 13 Organisationen aus 7 Ländern an den umfangreichen Forschungsvorhaben. Es sind dies: Andra (F), BGR (D), Criepi (J), Enresa (E), ENSI (CH), GRS (D), IRSN (F), JAEA (J), Nagra (CH), NWMO (Kanada), Obayashi (J), SCK•CEN (B) und swisstopo (CH). Das Forschungsprojekt steht unter der Leitung des Bundesamtes für Landestopografie (swisstopo), welches auch die Betreiberin des Felslabors ist. Informationen bietet die Website www.mont-terri.ch.

8.1.1 Abschluss der Erweiterung des Felslabors: Fertigstellung der Galerie 08

Die Galerie 08 besteht aus einem Zugangsstollen von 167 m Länge und rund 70 m seitlichen Nischen. Die Andra, BGR, Criepi, GRS, ENSI, Nagra und swisstopo investierten rund 3,62 Millionen Franken in den Erweiterungsbau. Bauherrin war die swisstopo, mit der Bauleitung wurde die jurassische Firma «GGT, Groupe Grands Travaux» betraut. Am 25. August 2008, dem Durchbruch der Galerie 08 in die Galerie 04, wurde ein kleines Fest gefeiert. Sowohl die jurassische Regierung als auch die Medien waren vor Ort präsent. Das Bauwerk konnte planmässig auf Ende 2008 fertig gestellt werden. Die effektiven Kosten waren rund 0.5 % höher als budgetiert. Während des Ausbruchs wurden drei grosse Experimente, so genannte Mine-by-Tests, durchgeführt: Das M-Experiment («mine-by») unter der Leitung der Nagra, das RC-Experiment («rock-mass characterisation») unter der Leitung des ENSI und das EZ-G-Experiment («geophysical characterisation») unter der Leitung der Andra. Der Sicherheit vor Ort wurde Priorität eingeräumt und während den Exkavationsarbeiten kam es zu keinem Unfall. Einzig die zu hohe Staubkonzentration wurde im Mai 2008 von der Suva und im November 2008 vom Kanton Jura beanstandet. Bei zukünftigen Bauten ist geplant, ein neuartiges Entstaubungssystem einzusetzen.

8.1.2 Reduzierter Besuchsbetrieb im Jahr 2008

Gemäss Auswertung der Besuchsstatistik haben rund 1450 Personen das Felslabor Mont Terri besucht. Dies sind ca. 670 Personen weniger als im Vorjahr. Der Grund dafür war die Erweiterung des Felslabors: Die Materialtransfers im Sicherheitsstollen erlaubten nur einen reduzierten Besuchsbetrieb. Es mussten viele Besuche abgesagt beziehungsweise auf das Jahr 2009 verschoben werden. Das Interesse am Felslabor ist nach wie vor gross, besonders in Kantonen, die vom Entsorgungsnachweis betroffen waren. Im Rahmen der Umsetzung des Sachplanes geologische Tiefenlager werden in Zukunft noch bedeutend mehr Besucherinnen und Besucher erwartet.

8.1.3 Experimenten-Portfolio und Investitionen

Seit dem Start des Forschungsprogramms im Jahr 1996 wurden 82 Experimente gestartet und davon 46 erfolgreich abgeschlossen. Ende 2008 waren noch 36 Experimente im Gang. Bis jetzt haben die 13 Projektpartnerinnen und -partner für Aufträge, die an über hundert Hochschulen, Forschungsinstitute und Spezialfirmen gingen, 51,2 Millionen Franken ausgegeben (inklusive Budget bis Mitte 2009 und inklusive Kosten für die Erweiterung des Felslabors). Bedeutendste schweizerische Projektpartnerin ist die Nagra mit einem Kostenbeitrag von 29 %, bedeutendste ausländische Partnerin die französische

sische Andra mit einem Beitrag von 27 %. Die anderen 11 Partnerinnen und Partner kommen für die restlichen 44 % auf.

Das Budget für die Experimente betrug im Jahr 2008 rund 3,95 Millionen Franken. Swisstopo als Betreiberin des Felslabors steuerte zusätzlich 0,5 Millionen Franken bei. Damit werden unter anderem die Mieten (Felslabor) und die Honorare der Commission de suivi (kantonale Mont Terri-Begleitkommission) bezahlt und die ganze Berichterstattung und Datenarchivierung finanziert.

Die wichtigsten der zurzeit 36 laufenden Experimente sind:

- Felsmechanische Experimente, vor allem zur Bestimmung des In-situ-Stressfeldes (AS- und DS-Experimente) und der Charakterisierung der Auflockerungszone während der Exkavation der Galerie 08 (MB-, RC- und EZ-G-Experimente)
- Transportmechanismen (DI-A-, DR- und DR-A-Diffusionsexperimente; Labor- und In-situ-Versuche mit Radionukliden; die Konzentrationen bei In-situ-Versuchen liegen unterhalb der Freigrenze¹³)
- Hydrogeologische Experimente: Untersuchung der so genannten «wet spots» (WS-H-Experiment), d. h. Feuchtstellen, die während dem Bau der Galerie 08 an verschiedenen Stellen im Felslabor aufgetreten sind) und der Evaporationsrate in der Auflockerungszone (FM-D-Experiment)
- Porenwasserchemie (PC-, PC-C-Experimente)
- Auswirkungen der pH-Fahne (Injektion von Zementwässern, CI-Experiment)
- Interaktion von Bitumen und Nitraten mit Opalinuston (BN-Experiment)
- Entstehung und felsmechanische Selbstabdichtung der Auflockerungszone (CD- und SE-H-Experimente)
- Technische Barrieren (EB-Experiment)
- Versiegelung von Bohrungen (Ton/Sandgemische, SB-Experiment)
- Gasmigration in Bentonit, der Auflockerungszone und im undeformierten Opalinuston (HG-A-, HG-B- und HG-C-Experimente). Neu ist das sogenannte HT-Experiment (Wasserstoff-Transfer)
- Korrosionsexperimente (IC-Experiment)
- Langzeit Monitoring (Entwicklung Porenwasserdrucke, LP-Experiment)
- Modellierung, Visualisierung (3M-Experiment, 3D-geologisches Modell der Mont Terri Antiklinale)

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

8.1.4 Neue Partnerin im Mont Terri Projekt

Die Verhandlungen mit der kanadischen «Nuclear Waste Management Organisation» (NWMO) konnten im März 2008 erfolgreich abgeschlossen werden. Seit 1. Juli 2008 ist NWMO Projektpartnerin. Kanadas Interesse gilt nicht ausschliesslich den kristallinen Sockelgesteinen, sondern auch Tonformationen – dies vor allem im Hinblick für die Lagerung von schwach- und mittelaktiven Abfällen. Ausgedehnte Tonformationen kommen vor allem im Osten Kanadas vor.

¹³ Experimente mit Konzentrationen von radioaktiven Markierstoffen, für die es keine behördliche Bewilligung braucht.

8.1.5 Dokumentation

Alle In-situ-Aktivitäten, Laborversuche und Modellierungsarbeiten werden dokumentiert. Das physische Archiv befindet sich aktuell in St-Ursanne, das elektronischen Archiv auf dem Mont Terri-Extranet. Der Synthesebericht über die Aktivitäten der letzten zwölf Jahre wurde fertig gestellt; Anfang 2009 wird er gedruckt.

8.1.6 Zuständigkeiten

Neu haben das Bundesamt für Strassen (ASTRA) und die kantonale «Unité Territoriale» der Autobahn A16 Einsitz in der kantonalen Mont Terri-Begleitkommission, der so genannten «Commission de suivi». Das ASTRA ist seit dem 1. Januar 2008 Eigentümerin des Mont Terri-Tunnelsystems, der Kanton Jura hingegen Eigentümerin des Felslabors Mont Terri. Die Benutzung des Sicherheitsstollens und die Schnittstellen mit dem Felslabor Mont Terri sind im so genannten «Accord 2008» festgelegt, der zwischen dem Kanton Jura, dem ASTRA und der swisstopo ausgehandelt wurde.

Ende Mai reichte swisstopo das Gesuch für die Forschungsarbeiten von Juli 2008 bis Juni 2009 beim Kanton Jura ein. Nach dessen Begutachtung durch die Commission de suivi erhielt swisstopo Anfang August 2008 vom Kanton Jura die Bewilligung zur Durchführung.

9 Bundesamt für Gesundheit (BAG)

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 2008 durchgeführten Sammelaktion haben insgesamt 30 Betriebe radioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $1.24 \cdot 10^{15}$ Bq und einem Gesamtvolumen von 12.1 m^3 (Rohvolumen) abgeliefert. Sowohl die Gesamtaktivität als auch das Gesamtvolumen liegt über den Werten von 2007 ($1.17 \cdot 10^{15}$ Bq / 2.2 m^3), was insbesondere mit einer einmaligen Lieferung eines Betriebes zusammenhängt, der seine Produktion eingestellt und die entsprechende Anlage zurückgebaut hat.

Unter Berücksichtigung des Artikels 83 der StSV konnten verschiedene Tritium- und C-14-haltige Abfälle einer Verbrennung zugeführt werden. Für mehrere geschlossene Strahlenquellen hoher Aktivität zeigte sich die Weiterverwendung als sinnvolle Alternative zur Entsorgung als radioaktiver Abfall.

Neben den im Rahmen der Sammelaktion eingegangenen Abfällen hat das CERN zu Jahresende 2.5 m^3 Abfall der «Isolde-Targets» mit einer Gesamtaktivität von $1.16 \cdot 10^{10}$ Bq (davon $6.8 \cdot 10^9$ Bq Tritium) ans PSI geliefert. Diese Abfälle sind in der untenstehenden Aufstellung nicht erfasst.

In der folgenden Tabelle sind die seit 1974 vom PSI entgegengenommenen MIF-Abfälle zusammengestellt. In der ersten Zeile ist die Summe der von 1974 bis 1995 abgelieferten Aktivitäten aufgelistet:

Aktivität [GBq ¹]						
Jahr	Anzahl Betriebe	/ -Strahler		-Strahler		Volumen ² [m ³]
		Ohne Tritium	Tritium	Ohne Radium	Radium	
1974–1995		30'827	9'726'635	5584	716	508.3
1996	65	74'000 ³	871'000	620	10	36.6
1997	39	170	500'000	420	-	16.5
1998	22	158	1'030'000	170	1	17.2
1999	23	29.7	169'000	141	10	7.0
2000	21	625	403'000	124	0.4	3.6
2001	30	468	316'000	118	0.1	4.3
2002	26	208	326'961	54	1.1	11.6 ⁴
2003	31	8030	108'000	61	38	6.2
2004	23	171	1'460'000	57	1.5	4.7
2005	28	823	949'000	3.5	0.6	2.0
2006	-	-	-	-	-	-
2007	38	372	117'000	2.9	0.9	2.2
2008	30	403	1'240'000	21.7	1.3	12.1

¹ Giga Bequerel ($1 \cdot 10^9$ Zerfälle pro Sekunde)

² bis 1999 abgegebenes Fassvolumen, ab 2000 effektiv abgegebenes Rohvolumen

³ Radiotherapie-Quellen (Cs-137, Co-60) und industrielle Bestrahlungsanlagen (Co-60)

⁴ inklusive 7.2 m^3 aus Kehrrichtverbrennungsanlage

10 Paul Scherrer Institut (PSI)

10.1 Tätigkeiten des PSI zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

Am PSI ist es die Sektion «Rückbau und Entsorgung», welche für die Verarbeitung der übernommenen MIF-Abfälle zuständig ist. Wie bereits im Kapitel 5.2 aufgeführt, wurden im Jahr 2008 aus dem Aufsichtsbereich des Bundesamtes für Gesundheit 16.1 m³ abgeliefert (Fassvolumen)¹⁴. Der Anteil an PSI-eigenen Rohabfällen betrug 57.9 m³ (Fassvolumen). Insgesamt fielen damit Abfälle von 74.0 m³ zur Verarbeitung an.

Im Berichtsjahr sind in den Entsorgungsanlagen der Sektion «Rückbau und Entsorgung» keine konditionierten 200-Liter-Fässer hergestellt worden. Der Grund dafür sind Renovation und Nachrüstung der entsprechenden Lagergebäude. Das PSI lieferte im Jahr 2008 129 200-Liter-Fässer mit verdichteten Abfällen an die Verbrennungs- und Schmelzanlage (Plasma-Anlage) des Zwiilags. Umgekehrt wurden keine konditionierten Gebinde vom Zwiilag ans PSI geliefert. Ferner wurden zwei Betonkleincontainer à 4.5 m³ mit Beschleunigerabfällen fertig gestellt.

10.2 Forschungsarbeiten am PSI

10.2.1 Zielsetzung

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm des Labors für Endlagersicherheit (LES) dient der Verstärkung der wissenschaftlichen Basis für die Entsorgung radioaktiver Abfälle. Langfristige und übergeordnete Ziele sind einerseits der Erhalt und die Erweiterung von Kenntnissen zum Radionuklidverhalten im Nah- und Fernfeld¹⁵ eines schweizerischen geologischen Tiefenlagers, andererseits quantitativer Aussagen zu den entsprechenden sicherheitsrelevanten Prozessen. Mit diesen Zielsetzungen unterstützt das Labor durch wissenschaftliche Beiträge Bund und Nagra in ihrer Aufgabe, radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie, Forschung und aus den Kernkraftwerken sicher zu entsorgen. Die Schwerpunkte des LES liegen auf den Gebieten

- Grundlagen der Endlagerchemie,
- Chemie und Physik von Radionukliden¹⁶ an Grenzschichten von Lagermaterialien und Gesteinen,
- Radionuklidtransport und Rückhalte-mechanismen in geologischen Medien und künstlichen Barrieren.

Die Arbeiten sind eine Kombination von experimentellen Untersuchungen im Labor und im Feld, der Entwicklung theoretischer Modelle und deren Validierung. Sie stehen in engem Zusammenhang mit den schweizerischen Tiefenlagerprojekten. Das LES stellt experimentelle Rohdaten und theoretische Grundlagen bereit, die nach entsprechender Aufbereitung in die Modellrechnungen der Sicherheitsanalysen einfließen. Als aktuelles Beispiel seien die in den Sachplan geologische Tiefenlager einfließenden generischen Grundwässer und die Sorptionsdatenbanken erwähnt.

¹⁴ Dies entspricht den im Kapitel 9 in Rohvolumen angegebenen Mengen von 12.1 m³ plus 2.5 m³ (Isolde-Targets des CERN).

¹⁵ Das Nahfeld ist derjenige Teil des Wirtgesteins, der durch die Erstellung und Existenz der Lagerhöhlräume beeinflusst wird (Auflockerung des Gebirges, Veränderung der chemischen Verhältnisse usw.). Als Fernfeld wird der durch das Tiefenlager unbeeinträchtigte Teil des Wirtgesteins mit den umgebenden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche bezeichnet.

¹⁶ Als Radionuklide oder radioaktive Nuklide bezeichnet man instabile Atome, die radioaktiv zerfallen.

Ein wichtiges Forschungsinstrument für die wissenschaftlichen Untersuchungen bildet die «Micro-XAS»-Röntgen-Absorptions-Strahllinie an der Schweizer Synchrotron-Lichtquelle (SLS), die seit zwei Jahren in Betrieb ist. Als Kernkompetenzen dieser Anlage haben sich die (Spektr-)Mikroskopie, die ultraschnelle Röntgendiffraktion und -spektroskopie sowie die In-situ-Mikro-Diffraktion, kombiniert mit der Analyse radioaktiver Proben, etabliert. MicroXAS- und Micro-EXAFS-Spektroskopie als Kernstück aller Mikrosondenuntersuchungen mittels harter Röntgenstrahlung standen dabei im Vordergrund der durchgeführten Arbeiten. Das grosse Interesse der Benutzergemeinschaft, die an dieser Forschungseinrichtung experimentiert, hat die Weiterentwicklung der Mikro-Röntgendiffraktion beschleunigt. In Ergänzung zu den «statischen Punktmessungen» wurden zweidimensionale Rasterabtastungen eingeführt, welche erweiterte kristallographische Betrachtungen und damit wertvolle zusätzliche Forschungsergebnisse ermöglichten.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten des LES bilden einen Teil der Grundlagen für die sicherheitstechnischen Analysen der Tiefenlagerkonzepte, die durch die Nagra erarbeitet und untersucht worden sind. Die Forschungsarbeiten werden deshalb von der Nagra finanziell unterstützt. Der entsprechende Forschungsvertrag wurde im Jahr 2008 bis Ende 2013 verlängert.

Im Entsorgungsprogramm der Nagra (siehe Kap. 4.4 und 11.1.1) werden die längerfristigen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben aufgeführt. Unter anderem in diesem Zusammenhang hat das LES im April 2008 ein Forschungs-Strategiepapier für einen Zeitraum von zehn Jahren erstellt und einem erweiterten Interessentenkreis zugänglich gemacht.

In die wissenschaftlichen Arbeiten des LES eingebunden waren im Jahre 2008 auch vier Dissertationen. Eine davon betrifft die Abklärung von Mechanismen der Nd- und Eu-Bindung durch zementartige Materialien und wurde im November erfolgreich abgeschlossen. Eine weitere Arbeit, welche die Thermodynamik von hydrotalcit-ähnlichen festen Lösungen behandelt, wird Ende 2009 zum Abschluss kommen. Zwei neue Doktoranden haben im Herbst mit ihren Studien begonnen (Aufnahme von Jod durch Endlager-relevante Materialien, Simulation geochemischer Prozesse in geothermalen Systemen). Eine Marie-Curie-Euratom-Stipendiatin und ein -Stipendiat haben ihre Arbeiten im 2008 abgeschlossen. Ein drittes Stipendium aus der gleichen Quelle läuft noch bis im August 2009. Ein Postdoc-Projekt über die kristallographische Analyse von Mikro-Diffraktionsbildern ist seit Mai 2008 in Bearbeitung, drei weitere Postdoc-Projekte sind bewilligt worden und Kandidierende werden zurzeit gesucht. Der Einbezug junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die Forschungsarbeiten für die Lagerung radioaktiver Abfälle sichert den Erhalt von Fachkompetenz für die Zukunft und bringt auch neue Ideen in die Forschungsarbeiten ein. Zwei Gastwissenschaftler aus Japan (JAEA, 1 Jahr) und Spanien (Enviros, 2 Jahre) haben im 2008 ihre Studien am LES begonnen und erweitern den internationalen Austausch von Forschungsergebnissen.

Im Felslabor Mont Terri wurden mit der neuen Galerie 08 vier neue Experimentalplätze zur Verfügung gestellt, an deren Experimenten sich auch das LES beteiligen wird.

10.2.2 Schwerpunkte der Arbeiten

Beiträge zur Umsetzung des Sachplans werden in den kommenden Jahren einen wichtigen Schwerpunkt der LES-Arbeiten bilden. Das LES hat mit einer generischen Studie zum Einfluss von Mineralogie und Grundwasserchemie auf die Sorption und mit einer Reihe von generischen Sorptionsdatenbanken für die vorläufigen Bewertungsstudien bereits zu diesem Auswahlverfahren beigetragen. Die insgesamt neun Datenbanken decken die Hauptgesteinstypen Tongestein, Granit und Kalkstein sowie die ganze Spannweite der erwarteten Tiefenwassertypen ab.

Für die in Etappe 2 des Sachplans notwendigen Sicherheitsanalysen werden wiederum thermodynamische Gleichgewichtsdaten benötigt. Sechs Jahre nach der Veröffentlichung der Nagra/PSI-Chemical Thermodynamic Database 01/01 wurde mit einem Update dieser Datenbank begonnen. Diese Aufdatierung soll bereits im Frühjahr 2009 fertig gestellt sein, da sie die Basis einer konsistenten Betrachtung von Wasserchemien, Löslichkeiten und Sorptionswerten bildet.

Reaktive Transportmodelle sind unverzichtbare und immer wichtiger werdende Werkzeuge, wenn es um Verständnis und um quantitative Aussagen zu den im Nah- und Fernfeld ablaufenden Transportphänomenen geht. Insbesondere seien hier Sorptions- und Mineralumwandlungsprozesse erwähnt, die in diesem komplexen und gleichzeitig auch kompakten Umfeld ablaufen.

Mineralumwandlungen an der Grenzfläche Zement–Ton, dort wo sehr starke chemische Gradienten vorherrschen, sind für die Sicherheitsanalysen von wesentlicher Bedeutung. Es können sich an diesen Stellen dünne Schichten («skins») von Umwandlungsprodukten bilden, welche den Transport durch die künstlichen und geologischen Barrieren massgeblich beeinflussen können. Ein vereinfachtes Zement–Bentonit Gleichgewichtssystem wurde mit dem reaktiven Transportmodell MCOTAC-GEMIPM2K analysiert. Die Sensitivitätsanalyse zeigte, dass sowohl die Wahl der Diffusionskoeffizienten als auch die Ortsauflösung des Berechnungsschemas einen ausgeprägten Einfluss auf die erwähnte «Hautbildung» haben. Eine vertiefte Betrachtungsweise der ablaufenden Auflösungs- und Fällungsprozesse ist vorgesehen.

Jodid (^{129}I), Chlorid (^{36}Cl) und Kohlenstoff (^{14}C) bestimmen im Wesentlichen die aus dem Zementnahfeld in das Fernfeld austretende Radioaktivität. In diesem Zusammenhang wurde die Aufnahme von $^{125}\text{I}^-$ und $^{36}\text{Cl}^-$ an karbonathaltigem HTS-Zement¹⁷ untersucht. Es zeigte sich, dass die Aufnahme von $^{125}\text{I}^-$ und $^{36}\text{Cl}^-$ mit steigender Konzentration von stabilem Cl^- abnahm, was beim markierten Cl^- mit Isotopenaustausch erklärt werden kann. Für das Jodid ist der Mechanismus aber noch nicht geklärt.

Erste Sorptionsexperimente von ^{14}C -markierter Ameisen- und Essigsäure an Zement zeigten unterschiedliche Befunde. Im Gegensatz zur sehr schwach sorbierenden Ameisensäure ($R_D \sim 10^{-4} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$) sorbiert die Essigsäure nicht am Zement. Die beiden Säuren sind angenommene Modellsubstanzen für «kleine, ^{14}C -haltige organische Moleküle», welche bei der anaeroben Korrosion von Stahl bei hohem pH entstehen.

Mit einer Kombination von nasschemischen EXAFS- (extended X-ray absorption fluorescence spectroscopy) und TRFLS- (time resolved laser fluorescence spectroscopy) Untersuchungen konnte die starke Sorption von dreiwertigen Lanthaniden an C-S-H-Phasen bestätigt werden. Es konnte weiter gezeigt werden, dass die Anfangsphase der Sorption vorwiegend durch Oberflächenkomplexierung bestimmt ist. Längerfristig erfolgt die Aufnahme in die Zwischenschicht und/oder über die Substitution von Calcium in den Ca-Schichten. Das heisst, im Endeffekt werden die dreiwertigen Kationen strukturell in die Zementsysteme eingebunden. Auch diese Ergebnisse sind für das bessere Verständnis des Radionuklidtransportes in der Geosphäre von Bedeutung.

Die unterstützenden Laboruntersuchungen zum Mont Terri-Feldexperiment zur Wechselwirkung von Zement mit Opalinuston (CI-Projekt) konzentrieren sich neu auf die Entwicklung von Mikro-Diffraktionstechniken (microXRD). Gemeinsam mit der ETH Lausanne und Forschenden an der Schweizerisch–Norwegischen Strahllinie an der ESRF in Grenoble werden sowohl Zementmaterialien als auch die Grenzfläche Zement–Ton auf sehr kleinen Skalen untersucht. Erste Messungen an dünnen Portlandzementproben wurden parallel dazu auch an der MicroXAS-Strahllinie der SLS durchgeführt und zeigten auf, dass an bestimmten Stellen der Proben kristalline Phasen identifiziert werden können.

Die Diffusion von ^{152}Eu in Opalinuston belegt ein «dual-porosity»-Verhalten, wie es bereits für ^{60}Co gefunden worden war; das heisst, man findet im untersuchten Gebiet sowohl einen langsamen als auch einen raschen Diffusionsprozess. Aus dem scheinbaren Diffusionskoeffizienten des «langsamen» Prozesses kann ein R_D -Wert von $100 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ abgeleitet werden. Ähnliche Werte sind bereits bei statischen Sorptionsexperimenten unter gleichen chemischen Bedingungen gefunden worden.

Das mechanistische «in-house»-Sorptionsmodell mit der Bezeichnung «2SPNE SC/CE» (two site protolysis non-electrostatics surface complexation/cation exchange) wurde auf die Analyse von physikalisch-

¹⁷ HTS steht für «Haute Teneur en Silice» und ist ein Zement mit hohem Silikatanteil, welcher hochsulfatbeständig ist. Er wird im Tiefbau verwendet, wenn der Sulfatgehalt des Grundwassers einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

chemischen Untersuchungen von Na-Illit angewandt. Mit vorgängig bestimmten Protolysekonstanten und Oberflächenkapazitäten konnten die Sorptionskurven von neun verschiedenen Kationen der Valenzstufen II bis IV modelliert werden. Wie schon beim Montmorillonit, wurde auch beim Na-Illit eine gute lineare Beziehung zwischen den Logarithmen der Oberflächenkomplexbildungskonstanten und den entsprechenden Hydrolysekonstanten über mehr als 30 Grössenordnungen festgestellt. Diese ermutigenden Resultate sind ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Entwicklung thermodynamisch begründeter Sorptionsdatenbanken.

10.2.3 Kooperationen

Mit einer ganzen Reihe in- und ausländischer Partnerinnen und Partner wurden die Kooperationen weitergeführt. Mit den Forschungszentren Karlsruhe und Rossendorf, dem Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) und mit der Empa hat das LES vertraglich festgelegte Kooperationsabkommen. Intensive Kontakte pflegt das LES aber auch mit Universitäten (Bern, UC London, Mainz, Strassburg, Tübingen) und mit weiteren Forschungsinstitutionen (CIEMAT Spanien, Eawag, JAEA Japan, SCK•CEN Belgien, VTT Finnland).

Die Verbindungen zur Hochschule wurden während des Jahres 2008 mit den Lehrtätigkeiten von Wolfgang Hummel (ETHZ) und Georg Kosakowski (Universität Tübingen) weiter gefestigt.

Im sechsten Rahmenprogramm der EU war das LES an FUNMIG und an ACTINET beteiligt. Beide Programme werden per Ende 2008 offiziell enden. Im siebten Rahmenprogramm wird sich das LES am integrierten Projekt «ReCosy» (Redox Phenomena Controlling Systems) mit der Leitung des Arbeitspakets 4 beteiligen. Zusätzlich wird das LES Mitglied der Kerngruppe ACTINET I3. Die MicroXAS-Strahllinie des PSI wurde über das LES in ACTINET I3 (Integrated Infrastructure Initiative) aufgenommen und profitiert damit von Mitteln aus dem 7. Rahmenprogramm.

Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften, in Berichten und an Fachkonferenzen sind im Anhang VI aufgeführt.

11 Nagra

Die radioaktiven Abfälle müssen gemäss Kernenergiegesetz von den Verursachern so entsorgt werden, dass der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist. Die Betreiber der Kernkraftwerke sowie die Schweizerische Eidgenossenschaft (zuständig für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung) haben für diese Aufgabe 1972 die Nagra gegründet mit dem Auftrag, die technisch-wissenschaftlichen Grundlagen für die langfristig sichere Entsorgung der Abfälle zu erarbeiten und die Realisierung vorzubereiten. Die Nagra wird dabei vom Bund beaufsichtigt. Sie arbeitet zusammen mit dem Paul Scherrer Institut (PSI), zahlreichen in- und ausländischen Hochschulen, Fachinstitutionen, Ingenieur- und Geologiebüros sowie den Genossenschaftlern der Nagra. Ende 2008 waren bei der Geschäftsstelle in Wettingen 81 Personen angestellt (Festangestellte und Teilzeitmitarbeitende zusammen 71,6 Vollzeitstellen). In den folgenden Abschnitten wird über die wichtigsten Tätigkeiten im Jahr 2008 berichtet. Eine umfassendere Darstellung (inkl. Jahresabschluss) erfolgt im Geschäftsbericht der Nagra.

11.1 Entsorgungsprogramm und Sachplanverfahren

11.1.1 Entsorgungsprogramm

Die Nagra hat im Jahr 2008 das vom Gesetz geforderte Entsorgungsprogramm für radioaktive Abfälle eingereicht (NTB 08-01). Es enthält Angaben über die Abfälle, die Zwischenlagerung, die geologische Tiefenlagerung, die Realisierung und die Entsorgungskosten. Das Entsorgungsprogramm wird von den Behörden geprüft und dem Bundesrat zur Genehmigung vorgelegt (siehe Kap. 4.4).

11.1.2 Sachplanverfahren

Nachdem der Bundesrat am 2. April 2008 den Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager genehmigt hatte, konnte die Nagra ihre auf Entwürfen des Sachplankonzepts basierenden umfangreichen Vorarbeiten zu den geologischen und technischen Grundlagen konsolidieren. Dies betraf vor allem die Kenntnisse über den Aufbau von geologisch-tektonischen Grossräumen und die in Frage kommenden Gesteinsformationen (GIS-Datenbank), die Abfalleigenschaften und -mengen, die technischen Einschlusskonzepte und die sicherheitsrelevanten Eigenschaften möglicher Wirtgesteine. Laufend wurden auch neue Daten integriert (z. B. von Erdwärmebohrungen).

Ausgehend vom ganzen Gebiet der Schweiz wurde ein sicherheitsgerichtetes Auswahlverfahren durchgeführt und im technischen Bericht NTB 08-03 dokumentiert. Für das geologische Tiefenlager HAA schlägt die Nagra die geologischen Standortgebiete Zürcher Weinland (ZH, TG), Nördlich Lägeren (ZH, AG) und Bözberg (AG) vor. Für das geologische Tiefenlager SMA werden die Standortgebiete Südranden (SH), Zürcher Weinland (ZH, TG), Nördlich Lägeren (ZH, AG), Bözberg (AG), Jura-Südfuss (SO, AG) und Wellenberg (NW, OW) vorgeschlagen. Die geologischen Standortgebiete Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren und Bözberg kommen sowohl für ein Lager HAA als auch ein Lager SMA am gleichen Standort in Betracht (Kombilager). Am 17. Oktober 2008 wurde der Bericht beim BFE eingereicht, am 6. November informierten die Behörden die Öffentlichkeit. Die Vorschläge der Nagra basieren ausschliesslich auf wissenschaftlich-technischen Grundlagen, die weitergehende gesamtheitliche Beurteilung ist Aufgabe der Behörden und des Bundesrates (siehe Kap. 4.3.1).

11.2 Radioaktive Abfälle

Die Nagra führt das zentrale «Inventar der radioaktiven Abfälle und Materialien, ISRAM» und hält es permanent auf dem aktuellsten Stand. Es umfasst alle Abfallgebinde, die bei den Kernkraftwerken, im Zwiilag und im Bundeszwischenlager gelagert sind (vgl. Anhang II). Es dient einerseits der Bewirtschaftung der Zwischenlager und ist andererseits Grundlage für die Projekte der Nagra. Das Inventar ermöglicht zu jeder Zeit einen vollständigen Überblick über alle in der Schweiz produzierten und gelagerten radioaktiven Abfälle und Materialien.

Daneben führt die Nagra auch ein «modellhaftes Inventar radioaktiver Materialien, MIRAM» (vgl. NTB 08-06). Dieses enthält neben den bereits existierenden Abfällen auch modellhaft die Mengen, Inventare, Kenndaten und Eigenschaften der in Zukunft zu erwartenden radioaktiven Abfälle sowie Abschätzungen über die Mengen und das Spektrum von Abfällen möglicher neuer Kernkraftwerke. Die erarbeiteten Daten bildeten eine Grundlage für das Entsorgungsprogramm 2008 sowie für die Sicherheitsanalysen und die Anlagen- und Betriebsplanung geologischer Tiefenlager im Rahmen des Sachplanverfahrens.

Zur Inventarisierung und Konditionierung radioaktiver Abfälle wurden im Berichtsjahr mehrere Projekte sowie Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt. Verschiedene Endlagerfähigkeits-Bescheinigungsverfahren (ELFB) für Abfälle des PSI und der Kernkraftwerke konnten abgeschlossen werden. Letztere betrafen insbesondere Wiederaufarbeitungsabfälle, welche ab dem Jahr 2009 in die Schweiz zurückgeliefert werden sollen.

11.3 Überprüfung der Entsorgungskosten (Kostenstudie)

Zur Sicherung der Entsorgungsfinanzierung werden durch die Betreiber der Kernkraftwerke Rückstellungen getätigt, deren Höhe aus den geschätzten Entsorgungskosten abgeleitet wird. Die Kostenschätzungen werden periodisch überprüft und bei Bedarf aktualisiert. Die letzte Aktualisierung wurde 2006 durchgeführt und die Resultate von den Behörden genehmigt (vgl. Kap. 4.1). Das im Jahr 2008 eingereichte Entsorgungsprogramm (NTB 08-01) enthält eine Zusammenfassung zu den Entsorgungskosten.

11.4 Technische Grundlagen

Zur Ergänzung von Unterlagen für das Sachplanverfahren sowie zur Vertiefung der vorhandenen Grundlagen im Hinblick auf künftige Rahmenbewilligungsverfahren für Tiefenlager führt die Nagra verschiedene Forschungsarbeiten durch. Bei den Arbeiten für die Rahmenbewilligungsverfahren stehen der langfristig sichere Einschluss der Abfälle, die Wahl der Materialien für die technischen Barrieren eines Tiefenlagers, die sicherheitsrelevanten Eigenschaften dieser Materialien und die Rückhaltung der Radionuklide in den technischen und natürlichen Barrieren eines geologischen Tiefenlagers im Zentrum.

Die Radionuklidrückhaltung in den technischen Barrieren und in der umgebenden geologischen Barriere ist eine der zentralen Eigenschaften für die Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers. Das Studium dieser Prozesse erfolgt im Rahmen einer langjährigen Zusammenarbeit mit dem Labor für Endlagersicherheit des Paul Scherrer Instituts (PSI). Untersucht wird unter anderem der durch chemische Prozesse verzögerte Transport von Radionukliden durch die Tonbarrieren Bentonit und Opalinuston und die Radionuklidrückhaltung im Zementnahfeld. Einige der Untersuchungen zur Rückhaltung und zum Transport von Radionukliden wurden im Rahmen von EU-Projekten abgewickelt. In Kapitel 10.2.2 «Forschungsarbeiten am PSI» werden die Untersuchungen näher beschrieben.

Die Nagra führt mit verschiedenen Partnerinnen und Partnern weitere Projekte durch, welche unterschiedliche Fragestellungen zur Tiefenlagerung klären sollen. Eine erste Gruppe solcher Projekte betraf im Jahr 2008 den technischen Einschluss der Abfälle. Untersucht werden die Rückhalteeigenschaften von Brennelementen mit hohem Abbrand, Fragestellungen zu Behältermaterialien für verglaste hochaktive Abfälle respektive abgebrannte Brennelemente und die bautechnisch und sicherheitstechnisch relevanten Eigenschaften von Stollenverfüllungen aus Bentonitpellets. Eine weitere Gruppe von Projekten betraf den Einfluss des durch die Abfälle gebildeten Gases auf die hydraulischen Verhältnisse im Lagerumfeld. Im Rahmen des Programms SMA wurde der aktuelle Kenntnisstand in Form eines Syntheseberichts zusammengefasst. Die Nagra nimmt an einem neuen EU-Projekt teil, das entsprechende Fragestellungen untersucht.

11.5 Felslabors

11.5.1 Felslabor Grimsel (BE)

Seit 1984 betreibt die Nagra das Felslabor Grimsel (FLG) als ein endlagerstandortunabhängiges Forschungslabor. Heute sind 15 Partnerorganisationen aus 10 Ländern sowie die EU an den Forschungsaktivitäten des FLG beteiligt. Hinzu kommen zahlreiche Universitäten und Forschungsinstitute aus dem In- und Ausland. Einige Experimente werden durch die EU finanziell unterstützt. Die Projekte haben Laufzeiten zwischen fünf und zehn Jahren.

Einen Schwerpunkt der Phase VI (2003–2013) bilden Projekte, die das Verständnis von technischen Barrierensystemen weiter vertiefen und deren praktische Umsetzung im Massstab 1:1 unter realistischen Bedingungen aufzeigen. So wurde zum Beispiel Anfang 2008 die Fortführung des FEBEX-Experimentes (1987–1997) durch ein neues Projektkonsortium beschlossen.

Einen weiteren Schwerpunkt der Phase VI bilden Projekte, die das Transportverhalten von Radionukliden unter Lager-realistischen Randbedingungen untersuchen. So wurde zum Beispiel im Rahmen des Experimentes LTD (Long-Term Diffusion) der so genannte Monopol-Versuch weitergeführt, bei welchem ein Radionuklidgemisch geringer Aktivität über einen längeren Zeitraum in der Gesteinsmatrix zirkuliert wird. Im Rahmen des Projektes LCS (Long-Term Cement Studies) konzentrierten sich die Aktivitäten im Jahr 2008 insbesondere auf die weitere Charakterisierung und Vorbereitung der Versuchsstandorte für die geplanten Feldexperimente. Das CFM-Projekt (Colloid Formation and Migration) startete mit den ersten Tracerexperimenten mit Kolloiden. Die zweite Hälfte des Jahres wurde im CFM-Projekt insbesondere für die weitere Verbesserung des Versuchsstandortes und für intensive Laborarbeiten und Modellierungen genutzt, um die Hauptversuche mit dem geplanten Einsatz von Radionukliden vorzubereiten.

Gleichzeitig bietet das FLG den Partnerinnen und Partnern auch die Möglichkeit zur Durchführung von kleineren, weniger komplexen Projekten, zum Beispiel Tests von neuen Untersuchungsmethoden und Equipment.

11.5.2 Felslabor Mont Terri (St-Ursanne, JU)

Das Forschungsprojekt Mont Terri unter der Leitung des Bundesamtes für Landestopografie (swisstopo) erlaubt es der Nagra, im Hinblick auf zukünftige Bewilligungsverfahren die relevanten Eigenschaften des Opalinustons in Bezug auf die Lagerung radioaktiver Abfälle im Massstab 1:1 vertieft zu untersuchen und das Prozessverständnis zu verbessern.

In der Programmphase 13 (Juli 2007–Juni 2008) war die Nagra an 23 Experimenten beteiligt. Die Beteiligung an der aktuellen Programmphase 14 (Juli 2008–Juni 2009) umfasst die Weiterführung der meisten Experimente aus der vorangehenden Phase sowie den Aufbau von neuen Experimenten in

den Bereichen Felssicherung, Hydrogeologie und Diffusion. Ebenfalls eingeschlossen ist die Fortsetzung von Projekten des 5. und 6. Rahmenprogramms der EU. Basierend auf den Erfahrungen der Nagra und den behördlichen Empfehlungen aus dem Projekt «Entsorgungsnachweis» liegt das Schwergewicht der experimentellen Tätigkeiten der Nagra auf der vertieften Erforschung der Entwicklung der Auflockerungszone, der Diffusion von Radionukliden im Opalinuston, der Gasmigration sowie bei der Weiterführung eines Langzeitexperimentes zur Wechselwirkung zwischen Tongestein und Zement (verwendet als Verfestigungs-, Verfüll- und Baumaterial).

Im Jahr 2008 wurde eine Erweiterung des Labors abgeschlossen. Die durch den Ausbruch induzierten Deformationen und Störungsmuster (Auflockerungszone) lieferten im Rahmen von felsmechanischen Experimenten wichtige Informationen über die Eigenschaften des Opalinustons und erlauben es, die bautechnischen Bedingungen zur Erstellung von Stollen vertieft zu untersuchen.

Weitere Angaben über das Forschungsprojekt Mont Terri finden sich in Kapitel 8.

11.6 Öffentlichkeitsarbeiten

Die Genehmigung des Sachplanes geologische Tiefenlager durch den Bundesrat im April und die Bekanntgabe der sechs möglichen Standortgebiete für geologische Tiefenlager im November prägten die Öffentlichkeitsarbeit der Nagra im Jahr 2008.

Die Nagra misst dem direkten Gespräch und dem Kontakt mit der Öffentlichkeit grosse Bedeutung zu. Mitarbeitende der Nagra konnten bei verschiedenen Podiumsdiskussionen und bei neun Informationsveranstaltungen des BFE zu den Standortgebieten (vgl. Kap. 4.3.2) die Arbeit der Nagra erläutern. In den beiden Felslabors Grimsel und Mont Terri wurden im Jahr 2008 insgesamt 2700 Besucherinnen und Besucher von Mitarbeitenden der Nagra durch die Anlagen geführt. Die Nagra war mit ihrem Informationsstand wie jedes Jahr an mehreren regionalen Gewerbeanlässen präsent.

Die Nagra gelangte im Jahr 2008 mit fünf Medienmitteilungen an die Öffentlichkeit. Es erschienen sehr viele Presse- und Fernsehbeiträge zur Entsorgung radioaktiver Abfälle, zur Genehmigung des Konzeptteils des Sachplanes geologische Tiefenlager und zur Bekanntgabe der vorgeschlagenen Standortgebiete. In diesem Zusammenhang konnten Vertreter der Nagra in einigen ausführlichen Interviews die aktuellen Arbeiten erläutern. Spezielles Interesse am Schweizer Entsorgungskonzept und am Sachplanverfahren hatten auch deutsche Medien.

Die Website dient als zentrale Informationsplattform. Sie wurde inhaltlich und gestalterisch vollständig überarbeitet. Der neue Web-Auftritt wurde zeitgleich mit der Bekanntgabe der Standortgebiete im November in Deutsch, Französisch und Englisch aufgeschaltet.

Zur Bekanntgabe der Standortgebiete wurde begleitendes Informationsmaterial erstellt. Insgesamt erschienen fünf Broschüren. Das Informationsblatt «nagra info» wurde in drei Ausgaben an die rund 22 000 Abonentinnen und Abonenten versandt und auch im Streuverband verteilt. Es ist zusätzlich in elektronischer Form als Newsletter (e-info) erschienen.

Das Informationsangebot wurde im Jahr 2008 durch die DVD «Die Lösung» ergänzt. Im Hauptfilm begleiten die Zuschauerinnen und Zuschauer eine Journalistin bei der Recherche über plötzlich aufgetauchte radioaktive Abfälle in einer Abfallverwertungsanlage. Ergänzend finden sich auf der DVD weitere Filme mit sachlichen Hintergrundinformationen inklusive Interviews mit Verantwortlichen der Nagra. Die Filme stehen auch auf der Website der Nagra zur Verfügung.

Anhang I: Ablieferung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle der Elektrizitätswirtschaft

Nachfolgende Tabelle enthält die Menge der in Sellafield und La Hague aufgearbeiteten Brennelemente im Berichtsjahr sowie die total bis heute verarbeitete Menge:

	Stand 31.12.2007 [t SM _{init} ¹⁸]	2008	Stand 31.12.2008 [t SM _{init} ¹⁸]
Sellafield	251.6	0	251.6
La Hague	766.1	5.1	771.2

Zur Zwischenlagerung ins Zwiilag und Zwibez kamen im Jahr 2008 weitere Behälter mit abgebrannten Brennelementen hinzu:

KKW	Anzahl Behälter	Anzahl BE	Transportierte Menge [kg SM _{init} ¹⁸]
Beznau I+II (KKB I+II) Zwibez	1	37	11'779
Mühleberg (KKM) Zwiilag	1	69	11'864
Gösgen (KKG) Zwiilag	--	--	--
Leibstadt (KKL) Zwiilag	2	138	25'331

Folgende schwach- und mittelaktive Abfälle wurden im 2008 aus den KKW ans Zwiilag geliefert:

KKW	Anzahl 200 l Fässer mit brennbarem radioaktiven Abfall	Anzahl Filtereinheiten	Volumina Altöl	Menge nicht brennbarer radioaktiver Abfälle
Beznau I+II (KKB I+II)	79	--	--	--
Mühleberg (KKM)	164	--	--	13.7 m ³
Gösgen (KKG)	72	--	--	--
Leibstadt (KKL)	177	303	--	--

¹⁸ SM_{init}: Schwermetall vor Einsatz im Reaktor

Anhang II: Bestand konditionierter Abfallgebinde in der Schweiz am 31.12.2008 (gemäss ISRAM)

Von der Nagra wird das zentrale «Inventar der radioaktiven Abfälle und Materialien, ISRAM» geführt (siehe Kap. 11.2). Es umfasst alle Abfallgebinde, die im Zwischenlager des Bundes (BZL), im Zwiilag und in den Zwischenlagern der Kernkraftwerke eingelagert sind. In der Datenbank sind weit über 25'000 Einzelgebinde gespeichert. Der überwiegende Teil der konditionierten Abfälle wird in Stahlfässer verpackt. Je nach Volumen und Art der Abfälle wird als Verpackung ein Container gewählt. Die Gebindebezeichnung Mosaik II steht für dickwandige Gussbehälter für stark aktivierte Materialien der Kernkraftwerke, KC bezeichnet Kleincontainer des PSI. 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 Zwiilag als typische Abfallkategorien. Die 180-Liter-Kokillen des Zwiilag, welche die Aktivität im Zwiilag dominieren, enthalten hochaktive verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von Brennelementen.

KKW Beznau	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq] ¹⁹
	100 l Fass	2785	289	$4.3 \cdot 10^{14}$
	200 l Fass	2976	656	$1.8 \cdot 10^{14}$
	1000 l Betoncontainer	178	175	$1.2 \cdot 10^{12}$
	Total	5939	1120	$6.1 \cdot 10^{14}$

KKW Gösgen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200 l Fass	826	174	$6.9 \cdot 10^{13}$
	1000 l Betoncontainer	27	25	$3.9 \cdot 10^{11}$
	Total	853	199	$6.9 \cdot 10^{13}$

KKW Leibstadt	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200 l Fass	5456	1165	$1.5 \cdot 10^{14}$
	Total	5456	1165	$1.5 \cdot 10^{14}$

KKW Mühleberg	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200 l Fass	3817	814	$2.3 \cdot 10^{14}$
	Total	3817	814	$2.3 \cdot 10^{14}$

¹⁹ Becquerel: Einheit für die Aktivität eines Radionuklids (1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde).

Bundesz Zwischenlager (PSI-Ost), Würenlingen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	200 l Fass	4795 ²⁰	1043	$2.1 \cdot 10^{15}$
	1000 l Betoncontainer	33	31	$1.0 \cdot 10^{14}$
	1.2 m ³ Fiberbeton- container	18	22	$1.6 \cdot 10^{13}$
	Mosaik II	1	1	$4.8 \cdot 10^{15}$
	4.5 m ³ Container KC	66	297	$4.4 \cdot 10^{13}$
	Total	4913	1394	$7.0 \cdot 10^{15}$

Zwilag, Würenlingen	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
	180 l Kokille	224	40	$3.1 \cdot 10^{18}$
	200 l Fass	5179	1104	$2.3 \cdot 10^{12}$
	1000 l Betoncontainer ²¹	61	60	$1.0 \cdot 10^{14}$
	Mosaik-II	5	7	$2.1 \cdot 10^{15}$
	4.5 m ³ Container KC	6	27	$3.0 \cdot 10^9$
	Total	5475	1238	$3.1 \cdot 10^{18}$

	Gebindeklasse	Anzahl	Volumen [m ³]	Aktivität [Bq]
Gesamttotal		26'453	5930	$3.1 \cdot 10^{18}$

²⁰ Einschliesslich 22 Gebinde von KKB (Sanierung)

²¹ Abfallgebinde aus den KKW und aus Stilllegung Versuchsatomkraftwerk Lucens

Anhang III: Mitglieder ENSI-Rat, KNS und KNE

ENSI-Rat

Der ENSI-Rat ist für die Führung des ENSI (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat) verantwortlich. Er wählt die Geschäftsleitung des ENSI und legt die strategischen Ziele fest. Dazu gehören namentlich die zukünftigen Tätigkeitsschwerpunkte sowie die Personal- und Ressourcenplanung.

Mitglieder

- Peter Hufschmied (Präsident): Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETH, Bauingenieur und Hydrogeologe, selbständig
- Anne Eckhardt Scheck (Vizepräsidentin): Dr. sc. nat., Biophysikerin, selbständig
- Horst-Michael Prasser: Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich
- Hans-Jürgen Pfeiffer: Dr. rer. nat., Physiker, Leiter der Abteilung Strahlenschutz, Notfallplanung und Organisation der HSK (bis 30. November 2007)
- Jürg V. Schmid: Pilot, Leiter Safety Management Division von Skyguide
- Pierre Steiner: Elektroingenieur, selbständiger Berater

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 nehmen.

Mitglieder

- Dr. Bruno Covelli (Präsident): Physiker, selbständig
- Marcos Buser: Geologe, selbständig
- Dr. Jean-Marc Cavedon: Physiker, Leiter des Forschungsbereiches Nukleare Energie und Sicherheit am PSI
- Dr. Erwin Lindauer: Maschineningenieur, ehemals Geschäftsführer des Simulatorzentrums Essen (Deutschland)
- PD Dr. Tanja Manser: Psychologin, Professur für Arbeits- und Organisationspsychologie ETH Zürich
- Prof. Dr. Christian Schlüchter: Professor für Quartär- und Umweltgeologie, Universität Bern
- Dr. Urs Weidmann: Physiker, Leiter des KKW Beznau

Kommission Nukleare Entsorgung (KNE)

Die Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) hat als erdwissenschaftliches Fachgremium des Bundes die Aufgabe, das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) in geologischen Fragen der nuklearen Entsorgung zu beraten und zu wissenschaftlichen Berichten der Nagra Stellung zu nehmen.

Mitglieder

- Simon Löw (Präsident): Dr. phil. nat., Professor für Ingenieurgeologie, ETH Zürich
- Lukas Baumgartner: Dr. phil. nat., Dekan und Professor für Mineralogie und Umweltwissenschaften, Universität Lausanne
- Alfred Isler: Dr. sc. nat. ETH, Geologe, Bundesamt für Landestopografie swisstopo
- Annette Johnson: Dr. sc. nat., Geochemikerin, Leiterin der Forschungsgruppe Gesteins-Wasser-Wechselwirkung, Eawag, Dübendorf
- Rolf Kipfer: Dr. sc. nat., Physiker, Professor und Leiter der Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser W+T, Eawag, Dübendorf
- Jürg Matter: Dipl. Bauing. ETH, Leiter Fachbereich Tunnelbau und Strukturtechnik, Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG, Zürich
- Hans-Rudolf Pfeifer: Dr. sc. nat., Professor für Geochemie, Centre d'Analyse Minérale, CAM, Universität Lausanne
- Fritz Schlunegger: Dr. phil. nat, Professor für exogene Geologie, Universität Bern
- Andreas Wetzel: Dr. phil. nat., Professor für Sedimentologie, Universität Basel
- Sekretariat: Erik Frank, Dr. phil. nat., Stv. Chef Sektion Geologische Tiefenlagerung, ENSI

Anhang IV: Abkürzungsverzeichnis

AEN	Agence pour l'énergie nucléaire
AGNEB	Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung / Groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets nucléaires
AGT	Abfallgebindetyp
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ATA	Alphatoxische Abfälle
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BE	(abgebrannte) Brennelemente
BFE	Bundesamt für Energie
BZL	Bundeszzwischenlager
CGD	Commission pour la gestion des déchets radioactifs
Cowam	Community Waste Management
CSA	Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires
CSN	Commission 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
DMRL	Déchets moyennement radioactifs à longue durée de vie
DSK	Deutsch-Schweizerische Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen
DSN	Division principale de la sécurité des installations nucléaires
ECI	Eléments de combustible irradiés
EKRA	Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
FSC	Forum on Stakeholder Confidence (Untergruppe RWMC)
HAA	Hochradioaktive Abfälle
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEA	International Atomic Energy Agency, auf deutsch IAEO (Internationale Atomenergie-Organisation)
IFSN	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire
ISRAM	Inventar der radioaktiven Abfälle und Materialien
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung

KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk
KNE	Kommission Nukleare Entsorgung
KNS	Kommission für nukleare Sicherheit
KSA	Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
LENu	Loi sur l'énergie nucléaire
LES	Labor für Endlagersicherheit / Laboratoire pour la sécurité des dépôts finals
LMA	Langlebige mittelradioaktive Abfälle
MAA-Lager	Lagergebäude für mittelaktive Abfälle bei der ZWILAG
MIF-Abfälle	Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
MIR (Déchets-)	Déchets de la médecine, de l'industrie et de la recherche
MIRAM	Modellhaftes Inventar radioaktiver Materialien
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
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
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFSP	Office fédéral de la santé publique
ORaP	Ordonnance sur la radioprotection
PSI	Paul Scherrer Institut
RWMC	Radioactive Waste Management Committee
SMA	Schwach- und mittelradioaktive Abfälle
StSV	Strahlenschutzverordnung
TCD	Type de colis de déchets
TE	(Conteneur de) transport et d'entreposage
TL	Transport- und Lager(-behälter)
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBS	Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
ZWABEL	Zwischenlagerausbau Behälterlager (des Zwibez)
Zwibez	Zwischenlager Kernkraftwerk Beznau
Zwilag	Zwischenlager Würenlingen AG

Anhang V: Internet Adressen

Organisation/Thema	Adresse
Bundesamt für Energie	www.bfe.admin.ch
Bundesamt für Energie – Radioaktive Abfälle	www.radioaktiveabfaelle.ch
Bundesamt für Gesundheit	www.bag.admin.ch
Community Waste Management	www.cowam.com
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	www.ensi.ch
Entsorgungsfonds	www.entsorgungsfonds.ch
Entsorgungskommission Deutschland	www.entsorgungskommission.de
Expertengruppe Schweizer-Tiefenlager ESchT	www.escht.de
Forum VERA (Verantwortung für die Entsorgung radioaktiver Abfälle)	www.forumvera.ch
Felslabor Grimsel	www.grimsel.com
Felslabor Mont Terri	www.mont-terri.ch
Forum on Stakeholder Confidence	www.nea.fr/html/rwm/fsc.html
Internationale Atomenergie-Organisation	www.iaea.org
Kommission Nukleare Entsorgung	www.KNE-Schweiz.ch
Kommission für nukleare Sicherheit	www.kns.admin.ch
Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle	www.nagra.ch
Nuclear Energy Agency	www.nea.fr
Paul Scherrer Institut	www.psi.ch
Stilllegungsfonds	www.stilllegungsfonds.ch
The World's Nuclear News Agency	www.worldnuclear.org/index.cfm
Zentrales Zwischenlager Würenlingen	www.zwilag.ch

Anhang VI: Liste der im Berichtsjahr erstellten Publikationen

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

Bundesamt für Energie (BFE)

- Konzeptteil Sachplan geologische Tiefenlager, 2. April 2008 / Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», 2 avril 2008 / Piano settoriale dei depositi in strati geologici profondi, Parte concettuale, 2 aprile 2008
- Jahresbericht 2007 der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (AGNEB), Juni 2008 / Rapport annuel 2007 du Groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets nucléaires (AGNEB), juin 2008
- tns-opinion, Attitudes towards radioactive waste in Switzerland. Report, Bundesamt für Energie, August 2008
- Gemeinsam einen Standort finden. Broschüre zum Sachplan geologische Tiefenlager, September 2008 / Chercher ensemble un site approprié. Brochure sur le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», septembre 2008
- Jahresbericht 2007 des Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke, 19.9.2008 / Rapport annuel 2007 du Fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, 19.9.2008
- Jahresbericht 2007 des Stilllegungsfonds für Kernkraftwerke, 19.9.2008 / Rapport annuel 2007 du Fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires, 19.9.2008
- Ecoplan, Raumplanerische Beurteilungsmethodik für den Standortvergleich von geologischen Tiefenlagern (Zwischenbericht), Bundesamt für Raumentwicklung, September 2008
- Werner Bühlmann, Das schweizerische Recht für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Staatsvertragliche Verpflichtungen, nationale gesetzliche Regeln, Rolle der Akteure, Atw. Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 53. Jg. Heft 10, Oktober 2008
- Michael Aebersold, Mit dem Sachplan geologische Tiefenlager auf Standortsuche. Auswahlverfahren für geologische Tiefenlager im Spannungsfeld von Gesellschaft, Wissenschaft und Politik, Regeln für die Standortsuche, Atw. Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 53. Jg. Heft 10, Oktober 2008
- Faktenblätter, November 2008 (d, f, i):
 1. Überblick: Worum geht es?
 2. Auswahl der Standorte: Ein transparentes und verbindliches Verfahren
 3. Zeitplan 2008–2038/48
 4. Geologisches Tiefenlager: Die wichtigsten Fakten
 5. Aktuelle Situation: Etappe 1 im Auswahlverfahren
 6. Partizipation der betroffenen Gemeinden
 7. Mehrere Gremien im Auswahlverfahren – klare Rollenteilung
 8. Kontakte
- Focus «Entsorgung» 4/2008. Newsletter zum Sachplan geologische Tiefenlager, 15.11.2008 / Focus «Gestion des déchets» n° 4/2008. Newsletter sur le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», 1.12.2008

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

- Brugger, M., Ferrari, A., Forkel-Wirth, D., Fürstner, M., Lebbos, E., Lorenzo Sentis, M., Roesler, S., Vlachoudis, V., Vollaire, J.
Predictions of residual doses with FLUKA for high energy accelerators at CERN, Workshop on Accelerator Radiation Induced Activation, ARIA, PSI Proceedings, October 2008
- Bucher, B., Rybach, L., Schwarz, G.
Search for long-term radiation trends in the environs of Swiss nuclear power plants. *Journal of Environmental Radioactivity* 99, 1311–1318 (2008). Elsevier, Amsterdam, ISSN 0265-931X
- Glotzbach, C., Reinecker, J., Danišik, M., Rahn, M., Frisch, W., Spiegel, C.
Neogene exhumation history of the Mont Blanc massif, western Alps. *Tectonics* 27, doi:10.1029/2008TC002257
- Implementation of the obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Management, Third National Report of Switzerland in Accordance with Article 32 of the Convention, September 2008
- Kuhlemann, J., Eelco, E.J., Krumrei, I., Kubik, P., Ivy-Ochs, S., Kucera, M.
Regional synthesis of Mediterranean atmospheric circulation during the Last Glacial Maximum. Abstract volume, 6th Swiss Geoscience Meeting, Lugano, 21st–23rd November 2008, 157–158
- Li, X.P., Rahn, M., Bucher, K.
Eclogite facies metarodingites – phase relations in the system $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-CaO-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$: an example from the Zermatt-Saas ophiolites. *Journal of metamorphic Geology* 26, 347–364
- Rahn, M., Selbekk, R., Spikings, R., Zaugg, A., Burkhalter, R.
Volcanic ash layers in OSM sediments: clues to their origin and the post-sedimentary tectonic history. Abstract volume, 6th Swiss Geoscience Meeting, Lugano, 21st–23rd November 2008, 56–57
- Reer, B.
Review of advances in human reliability analysis of errors of commission – Part 2: EOC quantification. *Reliability Engineering and System Safety* 93, 1105–1122 (2008), ISSN 0951-8320
- Reinecker, J., Danišik, M., Schmid, C., Glotzbach, C., Rahn, M., Frisch, W., Spiegel, C.
Tectonic control on the late stage exhumation of the Aar Massif (Switzerland): Constraints from apatite fission track and (U-Th)/He data. *TECTONICS* 27, doi:10.1029/2007TC002247
- Schwarz, G.
Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: Herausforderungen an die nukleare Sicherheitsbehörde. Verein Risiko & Sicherheit, Zürich, 29. Januar 2008
- Vernon, A.J., Van der Beek, P.A., Sinclair, H.D., Rahn, M.K.
Increase in Late Cenozoic denudation of the European Alps confirmed by analysis of a fission track thermochronology database. *Earth and Planetary Science Letters* 270, 316–329
- Wang, H., Rahn, M., Tao, X., Zheng, N., Xu, T.
Diagenesis and metamorphism of Triassic Flysch along profile Zoigê-Lushan, Northwest Sichuan, China. *Acta geologica Sinica* 82, 917–926

Nagra

Alle hier erwähnten NTBs (Nagra Technische Berichte) sind gedruckt oder als CD erhältlich. Sie können auch kostenlos von der Website der Nagra heruntergeladen werden.

- NTB 07-01
Grimsel Test Site – Investigation Phase IV: Borehole Sealing; P. Blümling and J. Adams, April 2008
- NTB 08-01
Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, Oktober 2008
- NTB 08-02
Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis, Oktober 2008
- NTB 08-03
Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager. Darlegung der Anforderungen, des Vorgehens und der Ergebnisse, Oktober 2008
- NTB 08-04
Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager. Geologische Grundlagen, Oktober 2008
- NTB 08-05
Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager. Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderungen an die Geologie: Bericht zur Sicherheit und Machbarkeit, Oktober 2008
- NTB 08-06
Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 08, Juli 2008
- NTB 08-07
Effects of post-disposal gas generation in a repository for low- and intermediate-level waste sited in the Opalinus Clay of Northern Switzerland, Oktober 2008
- NTB 08-12
Corrosion of carbon steel under anaerobic conditions in a repository for SF and HLW in Opalinus Clay, Oktober 2008

Paul Scherrer Institut (Labor für Endlagersicherheit)

- Beaud P., Johnson S.L., Streun A., Abela R., Abramsohn D., Grolimund D., Krasniqi F., Schmidt T., Schlott V., Ingold G.
Spatiotemporal stability of femtosecond hard X-ray undulator radiation studied by control of coherent optical phonons. *Phys. Rev. Lett.* 99, 174801(1–4) (2007)
- Bukowiecki N.¹, Lienemann P.¹, Zwicky C.N.¹, Furger M., Richard A., Falkenberg G.², Rickers K.², Grolimund D., Borca C.N., Hill M.¹, Gehrig R.¹, Baltensperger U.
X-ray fluorescence spectrometry for high throughput analysis of atmospheric aerosol samples: The benefits of synchrotron X-rays. *Spectrochim. Acta, Part B* 63, 929–938 (2008)
¹ EMPA, Duebendorf, Switzerland
² DESY, Hamburg, Germany
- Churakov S.V.
Hydrogen bond connectivity in jennite from ab initio simulations. *Cem. Concr. Res.* 38, 1359–1364 (2008)
- Churakov S.V., Mandaliev P.
Structure of the hydrogen bonds and silica defects in the tetrahedral double chain of xonotlite. *Cem. Concr. Res.* 38, 300–311 (2008)

- Froideval A., Degueldre C., Segre C.U.¹, Pouchon M.A., Grolimund D.
Niobium speciation at the metal/oxide interface of corroded niobium-doped Zircalloys: A X-ray absorption near-edge structure study. *Corros. Sci.* 50, 1313–1320 (2008)
¹ Institute of Technology, Chicago, USA
- Froideval A., Iglesias R., Samaras M., Schuppler S., Nagel P., Grolimund D., Victoria M., Hoffelner W.
Magnetic and structural properties of Fe-Cr alloys. *Phys. Rev. Lett.* 99, 237201(1–4) (2007)
- Gimmi T.
Modeling field diffusion experiments in clay rock: Influence of numerical representation of borehole and rock interface. *J. Environ. Sci. Sustain. Soc.*, 2, 61–68 (2008)
- Glaus M.A., Van Loon L.R.
Degradation of cellulose under alkaline conditions: new insights from a 12-years degradation study. *Environ. Sci. Technol.* 42, 2906–2911 (2008)
- Glaus M.A., Van Loon L.R.
Chemical reactivity of α -isosaccharinic acid in heterogeneous alkaline systems. PSI Bericht 08-01, Nagra NTB 08-10 (2008)
- Glaus M.A., Müller W., Van Loon L.R.
Diffusion of iodide and iodate through Opalinus Clay: Monitoring of the redox state using an anion chromatographic technique. *Appl. Geochem.* 23, 3612–3619 (2008)
- Glaus M.A., Van Loon L.R., Schwyn B.¹, Vines S.², Williams S.J.², Larsson P.³, Puigdomènech I.³
Long-term predictions of the concentration of α -isosaccharinic acid in cement pore water. *Mater. Res. Soc. Proc.* 1107, 605–612 (2008)
¹ NAGRA, Wetingen, Switzerland
² NDA, Oxon, United Kingdom
³ SKB, Stockholm, Sweden
- González Sánchez F., Jurányi F., Gimmi T., Van Loon L.R., Seydel T.¹, Unruh T.²
Dynamics of supercooled water in highly compacted clays studied by neutron scattering. *J. Phys. Condens. Matter* 20, 415102 (9) (2008)
¹ Institut Laue-Langevin, Grenoble, France
² Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibniz, Garching, Germany
- González Sánchez F., Van Loon L.R., Gimmi T., Jakob A., Glaus M.A., Diamond L.W.¹
Self-diffusion of water and its dependence on temperature and ionic strength in highly compacted montmorillonite, illite and kaolinite. *Appl. Geochem.* 23, 3840–3851 (2008)
¹ University of Bern, Switzerland
- González Sánchez F., Jurányi F., Gimmi T., Van Loon L., Unruh T.¹, Diamond L.²
Translational diffusion of water and its dependence on temperature in charged and uncharged clays: a neutron scattering study. *J. Chem. Phys.* 129, 174706 (11) (2008)
¹ Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibniz, Garching, Germany
² University of Bern, Switzerland
- Hartmann E.¹, Baeyens B., Bradbury M.H., Geckeis H.¹, Stumpf T.^{1,2}
A spectroscopic characterization and quantification of M(III)/clay mineral outer-sphere complexes. *Environ. Sci. Technol.* 42, 7601–7606 (2008)
¹ Karlsruhe Institut für Technology, Germany
² Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Germany
- Hummel W.
Radioactive contaminants in the subsurface: The influence of complexing ligands on trace metal speciation. *Monatshefte für Chemie / Chemical Monthly* 139, 459–480 (2008)
- Johnson S.L., Beaud P., Krasniqi F., Milne Ch.J.¹, Kaiser M.¹, Grolimund D., Abela R., Ingold G.,
Nanoscale depth-resolved coherent femtosecond motion in laser excited bismuth. *Phys. Rev. Lett.* 100, 155501 (2008)
¹ EPFL, Lausanne, Switzerland

- Kosakowski G., Churakov S.V., Thoenen T.
Diffusion of Na and Cs in montmorillonite. *Clays Clay Miner.* 56(2), 190–206 (2008)
- Kosakowski G., McDermottc.¹
Modeling matrix diffusion – Results of a benchmark study. *J. Environ. Sci. Sustain. Soc.* 2, 57–62 (2008)
¹ School of Geosciences, University of Edinburgh, Scotland
- Küpper F.C.^{1,2,3}, Carpenter L.J.⁴, McFiggans G.B.⁵, Palmer C.J.^{5,6}, Waite T.J.⁷, Boneberg E.-M.^{2,8}, Woitsch S.², Weiller M.², Abela R., Grolimund D., Potin Ph.⁹, Butler A.³, Luther III G.W.⁷, Kroneck P.M.H.², Meyer-Klaucke W.¹⁰, Feiters M.C.¹¹
Iodide in kelp: an inorganic antioxidant in life impacting atmospheric chemistry. *PNAS*, 105(19), 6954–6958 (2008)
¹ Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban, Scotland
² Universität Konstanz, Germany
³ University of California, Santa Barbara, USA
⁴ University of York, UK
⁵ University of Manchester, UK
⁶ University of Cape Town, South Africa
⁷ University of Delaware, Lewes, USA
⁸ Biotechnologie Institut Thurgau, Kreuzlingen, Switzerland
⁹ Centre National de la Recherche Scientifique and Université Pierre et Marie Curie Paris–VI, Roscoff, France
¹⁰ European Molecular Biology Laboratory, Hamburg, Germany
¹¹ University Nijmegen, Nijmegen, The Netherlands
- Lenz M.^{1,2}, Van Hullebusch E.D.^{1,3}, Farges F.^{4,5}, Nikitenko S.⁶, Borca C.N., Grolimund D., Lens P.N.L.^{1,7}
Selenium speciation in anaerobic biofilms assessed by X-ray absorption spectroscopy and sequential extraction procedures. *Environ. Sci. Technol.* 42, 7587–7593 (2008)
¹ Wageningen University, Wageningen, The Netherlands
² Universite Paris-Est, La Marne, France
³ University of Applied Sciences Northwestern (FHNW), Muttenz, Switzerland
⁴ Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, Paris, France
⁵ Stanford University, California, USA
⁶ Netherlands Organization for Scientific Research (NWO), DUBBLE at European Synchrotron Radiation Facility(ESRF), Grenoble, France
⁷ UNESCO-IHE Institute for Water Education, The Netherlands
- Maaß R., Van Petegem S., Zimmermann J., Borca C.N., Van Swygenhoven H.
On the initial microstructure of metallic micropillars. *Scr. Mater.* 59, 471–474 (2008)
- Maaß R., Van Petegem S., Grolimund D., Van Swygenhoven H., Kiener D.¹, Dehm G.¹
Crystal rotation in Cu single crystal micro pillars: insitu Laue and electron backscatter diffraction. *Applied Phys. Lett.* 92, 071905 (2008)
¹ Department of Materials Physics, Montanuniversität Leoben, Austrian Academy of Sciences, Leoben, Austria
- Maaß R., Van Petegem S., Van Swygenhoven H., Derlet P.M., Volkert C.A., Grolimund D.
Time resolved Laue diffraction of deforming micropillars. *Phys. Rev. Lett.* 99, 145505 (2007)
- Marques Fernandes M., Baeyens B., Bradbury M.H.
The influence of carbonate complexation on lanthanide/actinide sorption on montmorillonite. *Radiochim. Acta* 96, 691–697 (2008)

- Nilsson A.Ch.¹, Hedqvist I.², Degueldre C.
Granitic groundwater colloids sampling and characterisation: a strategy for artefact elimination. *Anal. Bioanal. Chem.* 391, 1327–1333 (2008)
¹ Geosigma, Dandery, Sweden
² SKB, Figeholm, Sweden
- Van Engen Spivey A.G.¹, Borca C.N., Cundiff S.T.²
Correlation coefficient for dephasing of light-hole excitons and heavy-hole excitons in GaAs quantum wells. *Solid State Commun.* 145, 303–307 (2008)
¹ Department of Physics, University of Puget Sound, Tacoma, Washington, USA 98416-1031
² JILA, University of Colorado and National Institute of Standards and Technology, Boulder, Colorado, USA 80309-0440
- Van Der Veen R.M.¹, Milne Ch.J.¹, Pham V.-T.¹, El Nahhas A.¹, Weinstein J.A.², Best J.², Borca C.N., Bressler Ch.¹, Chergui M.¹
EXAFS structural determination of the Pt₂(P₂O₅H₂)₄⁴⁻ anion in solution. *Chimia* 62, 287–290 (2008)
¹ EPFL, Lausanne, Switzerland
² The University of Sheffield, Department of Chemistry, S3 7HF Sheffield, UK
- Van Loon L.R., Glaus M.A.
Mechanical compaction of smectite clays increases selectivity for cesium. *Environ. Sci. Technol.* 42, 1600–1604 (2008)
- Wenk H.-R.¹, Voltolini M.¹, Mazurek M.², Van Loon L.R., Vinsot A.³
Preferred orientations and anisotropy in shales: Callovo-Oxfordian shale (France) and Opalinus Clay (Switzerland). *Clays Clay Miner.* 56, 285–306 (2008)
¹ University of California, Berkeley, USA
² University of Bern, Bern, Switzerland
³ ANDRA, Bure, France
- Wersin P.¹, Soler J.M.², Van Loon L.R., Eikenberg J., Baeyens B., Grolimund D., Gimmi T., Dewonck S.³
Diffusion of HTO, Br⁻, I⁻, Cs⁺ and ⁶⁰Co²⁺ in a clay formation: Results and modeling from an in-situ experiment in Opalinus Clay. *Appl. Geochem.* 23, 678–691 (2008)
¹ Gruner AG, Basel, Switzerland
² CSIC-IJA, Barcelona, Spain
³ ANDRA, Bure, France
- Wieland E., Tits J., D. Kunz D., Dähn R.
Strontium uptake by cementitious materials: A combined wet chemistry and EXAFS study. *Environ. Sci. Technol.* 42, 403–409 (2008)
- Wiltzius J.J.W, Sievers S.A., Sawaya M.R., Cascio D., Popov D., Riekkel C., Eisenberg D.
Atomic structure of the cross-beta spine of islet amyloid polypeptide (amylin). *Protein Sci.* 17, 1467–1474 (2008)
- Yaroschchuk A.E.¹, Glaus M.A., Van Loon L.R.
Diffusion through confined media at variable concentrations in reservoirs. *J. Membr. Sci.* 319, 133–140 (2008)
¹ ICREA and Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain
- Yaroschchuk A.E.¹, Van Loon L.R.
Improved interpretation of in-diffusion measurements with confined swelling clays. *J. Contam. Hydrol.* 97, 67–74 (2008)
¹ ICREA and Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain

Anhang VII: Forschungsprogramm radioaktive Abfälle



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Entsorgung radioaktive Abfälle

20. April 2009

Arbeitsgruppe Forschungsprogramm radioaktive Abfälle

Forschungsprogramm radioaktive Abfälle



Mitglieder der Arbeitsgruppe

Anne Eckhardt, KSA

Peter Hufschmid, KNE

Stefan Jordi, BFE (Redaktion)

Michael Schanne, Institut für Angewandte Medienwissenschaft IAM, Zürcher Hochschule Winterthur

Johannes Vigfusson, HSK



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Forschungsprojekte.....	6
1. Langzeitaspekte	6
1.1. Beobachtungsphase: Regelung, Finanzierung und Organisation.....	6
1.2. Wissenserhalt und Markierungskonzepte	8
2. Sachplanverfahren	10
2.1. Kommunikation mit der Gesellschaft	10
3. Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz.....	12
3.1. Werthaltungen und Interessen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle.....	12
4. Lagerkonzepte.....	15
4.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich.....	15
4.2. Schutz der Umwelt	17
4.3. Auslegung und Inventar des Pilotlagers.....	18
4.4. Monitoringkonzept und -einrichtungen	20
4.5. Schnell-/ Selbstverschluss	21
4.6. Erleichterte Rückholbarkeit.....	23
4.7. Materialwissenschaftliche Fragen	24
4.8. Sicherheitskriterien für lange Zeiträume	25
4.9. Folgen aus Ungewissheiten über Parameterwerte	26
5. Ethik / Recht	28
5.1. Umweltpolitische Fragen.....	28
5.2. Schutzziele.....	30
5.3. Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung	32
Weiteres Vorgehen	34
ANHANG 1: Terminplanung der Projekte	35
ANHANG 2: Koordination der Projekte	36
ANHANG 3: Sachkompetenzen / Zuständigkeiten der Institutionen des Bundes	37



Einleitung

In ihrem Bericht "Beitrag zur Entsorgungsstrategie für die radioaktiven Abfälle in der Schweiz"¹ stellte die Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle EKRA im Jahr 2002 Bedarf an unabhängiger, insbesondere auch sozialwissenschaftlich orientierter Forschung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle fest. Das Bundesamt für Energie BFE gab daraufhin eine genauere Untersuchung des Forschungsbedarfs in Auftrag, dessen Schlussbericht "Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle"² 2004 veröffentlicht wurde. Die Studie stellte unter anderem fest, dass in der Schweiz ein hohes Niveau einer naturwissenschaftlich-technischen Entsorgungsforschung existiert. Nachholbedarf sieht sie in der Bearbeitung von sozialwissenschaftlichen Fragestellungen der Entsorgung. Weiter müsse sichergestellt werden, dass neben der von der Nagra bestimmten Forschung auch eine unabhängige, staatlich finanzierte Entsorgungsforschung betrieben werden könne.

Die Studie wurde verschiedenen Behörden und Organisationen zur Stellungnahme unterbreitet. Diese wurden in einem Auswertungsbericht³ zusammenfassend dargestellt. Die wichtigsten Aussagen waren:

- Bedarf an naturwissenschaftlicher (z. B. Umsetzung Dreilagerkonzept, Materialforschung) und geisteswissenschaftlicher Forschung (z. B. Akzeptanzfragen, Umgang mit langen Zeiträumen) ist vorhanden.
- Inter- und Transdisziplinarität: institutionalisierter Austausch muss gefördert werden.
- Vermehrte Einholung von Zweitmeinungen.
- Trennung Verursacherforschung / regulatorische Sicherheitsforschung.
- Regelmässiges internationales Reviewing.
- Meinungen gingen bei vermehrter Koordination und bei der Finanzierung der Forschungsprojekte auseinander.
- Zudem wurde auf Probleme hingewiesen, wie dem Erhalt der Sachkompetenz und der Monopolisierung des Fachwissens durch eine kleine Anzahl an Akteuren, die sich mit Entsorgung radioaktiver Abfälle auseinandersetzen.

Inzwischen wird mit dem Sachplan geologische Tiefenlager ein neuer, innovativer Weg zur Standortwahl beschritten. Dies gilt sowohl für das Verfahren selbst, das sich stark auf partizipative Ansätze abstützt, als auch für seine Inhalte, z. B. die Ausarbeitung der relevanten sicherheitstechnischen und raumplanerischen Aspekte. Mit der Durchführung des Sachplanverfahrens stellen sich verschiedene konkrete Fragen, die im Rahmen eines regulatorischen Forschungsprogramms angegangen werden sollen. Daneben existieren weitere Fragen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle, die geklärt werden müssen, um das Bundesamt für Energie und die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK bei der Erfüllung ihres gesetzlichen Auftrages und ihrer daraus abgeleiteten Aufgaben zu unterstützen.

Ende 2006 erteilte das BFE daher einer Arbeitsgruppe von vier Fachleuten⁴ den Auftrag, einen Vorschlag für ein Forschungsprogramm auszuarbeiten. Das Forschungsprogramm zielt insbesondere darauf ab:

- BFE und HSK bei ihren Aufgaben als Bewilligungs- und Aufsichtsbehörden direkt zu unterstützen
- Das Spektrum der bei BFE und HSK verfügbaren Entscheidungsgrundlagen zu verbreitern, um die Ausgangslage für Entscheidungen von BFE und HSK zu verbessern
- Die von den Betreibern von Kernanlagen unabhängige Forschung zu fördern

¹ Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) (2000): Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle. Schlussbericht. Bern. / Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) (2002): Beitrag zur Entsorgungsstrategie für die radioaktiven Abfälle in der Schweiz. Bern.

² BFE (2004): Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle. Bern.

³ BFE (2006): Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle. Auswertung der Stellungnahmen. Bern.

⁴ Zusammensetzung siehe Umschlaginnenseite.



- Den Wissenserhalt und den Aufbau neuen Wissens im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz zu unterstützen

An vier Sitzungen der Arbeitsgruppe Forschungsprogramm wurden die von den jeweils sachverständigen Mitgliedern entwickelten Forschungsprojekte besprochen. Am 3. Mai 2007 wurde ein erster Entwurf in der Arbeitsgruppe nukleare Entsorgung des Bundes AGNEB diskutiert und die daraus resultierenden Ergebnisse flossen in die vorliegende Schlussversion mit ein.

Am 16. April 2008 fand eine Sitzung statt, wie die Forschungsprojekte priorisiert werden sollen. Teilnehmende waren Stefan Jordi (BFE), Hans Wanner (HSK), Martin Jermann (PSI), Paul Bossart (swisstopo). Ebenfalls wurde die Koordination des Forschungsprogramms besprochen. Dabei wurde deutlich, dass die HSK den Bereich der regulatorischen Sicherheitsforschung und das BFE denjenigen der geisteswissenschaftlichen Entsorgungsforschung betreuen soll. Die Koordination der Projekte, die inhaltlichen Zusammenhang aufweisen, soll durch ein möglichst ideales Zusammenspiel der begleitenden Gruppen erfolgen. Die Resultate der Diskussion sind in den folgenden Anhängen neu ins Forschungsprogramm aufgenommen worden:

- Anhang 1: Priorisierung der Projekte
- Anhang 2: Koordination der Projekte
- Anhang 3: Sachkompetenzen / Zuständigkeiten in den Institutionen des Bundes

Die AGNEB besprach sodann das Forschungsprogramm an der Sitzung vom 12. September 2008 und nahm es zustimmend zur Kenntnis.

Die auf den folgenden Seiten skizzierten Projekte sollen im Rahmen des Forschungsprogramms wissenschaftlich fundiert und gleichzeitig anwendungsorientiert bearbeitet werden. Die Themen der verschiedenen Projekte sollen nach Möglichkeit offen und interdisziplinär angegangen werden. Dabei wird die Qualitätssicherung der einzelnen Projekte jeweils durch eine Begleitgruppe sichergestellt. Je nach Projekt kann statt einer Begleitgruppe auch eine Reviewgruppe eingesetzt werden. In diesen Gruppen sind die entsprechenden Bundesstellen vertreten, Sachverständige von Hochschulen sowie weitere Expertinnen und Experten. Bei den Punkten Zeitplan und Kosten handelt es sich bei den meisten Projekten um grobe Schätzungen.

Bei den Projekten 4.7 und 4.9 ist eines von den übrigen Projekten abweichendes Vorgehen vorgesehen: Die erforderliche Sachkompetenz soll bei der Sicherheitsbehörde selber aufgebaut werden, dafür wird je eine projektverantwortliche Person bezeichnet, die sich entsprechend dem Projektbesrieb qualifiziert.

Auf Grund der hohen zeitlichen Priorität wurden drei Forschungsprojekte bereits initiiert. Siehe dazu Kapitel „Weiteres Vorgehen“.



Forschungsprojekte

1. Langzeitaspekte	
1.1. Beobachtungsphase: Regelung, Finanzierung und Organisation	
Ausgangslage	<p>Mit der geologischen Tiefenlagerung, die im Kernenergiegesetz verankert ist, sollen radioaktive Abfälle sicher und dauerhaft in tiefen geologischen Formationen entsorgt werden. Gleichzeitig erlaubt es das Konzept der geologischen Tiefenlagerung, über längere Zeiträume gesellschaftliche Handlungsoptionen aufrecht zu erhalten – vor allem für Überwachung, Rückholung von Abfällen und den Verschluss des Lagers.</p> <p>Für eine derartige Verbindung von dauerhafter Entsorgungslösung und Aufrechterhaltung gesellschaftlicher Handlungsoptionen existieren international kaum Vorbilder. Entsprechend sind verschiedene Fragen, die sich zur Beobachtungsphase eines Tiefenlagers stellen, bisher kaum erforscht. Solche Fragen betreffen vor allem die Bereiche organisatorisch-institutionelle und rechtliche Vorkehrungen, Sicherheit sowie Dokumentation und Wissensmanagement. Letztere werden im Rahmen eines eigenen Projekts (1.2, Wissenserhalt und Markierungskonzepte) behandelt.</p> <p>Die Dauer der Beobachtungsphase ist grundsätzlich offen. Für die Finanzierung der Beobachtungsphase sieht die neue Verordnung über den Stilllegungs- und Entsorgungsfonds eine Zeitdauer von 50 Jahren vor. Das Konzept der geologischen Tiefenlagerung lässt aber auch Beobachtungsphasen von bis zu mehreren Hundert Jahren zu. Ein derart langer Zeitraum stellt besondere Anforderungen an den Unterhalt und die Instandsetzung der Untertagebauten. Die Beobachtungsphase wird im Regelfall durch einen gesellschaftlich-politischen Beschluss beendet. Eine zentrale Voraussetzung für einen solchen Beschluss ist ausreichendes Vertrauen in die Langzeitsicherheit des Lagers. In gesellschaftlichen Krisenfällen soll die Beobachtungsphase durch einen Schnell- oder Selbstverschluss beendet werden.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Mit dem Projekt sollen die rechtlichen und organisatorisch-institutionellen Rahmenbedingungen für die Durchführung der Beobachtungsphase geklärt werden. Dabei sollen folgende Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Anforderungen sind an organisatorisch-institutionelle und rechtliche Vorkehrungen sowie an die Sicherheit während der Beobachtungsphase zu stellen?- Welche grundsätzlichen Merkmale zeichnen Institutionen aus, die über Zeiträume von bis zu mehreren Jahrhunderten betrieben wurden und noch heute betrieben werden?- Welche Erkenntnisse zu organisatorisch-institutionellen Voraussetzungen für einen erfolgreichen und stabilen längerfristigen Betrieb lassen sich daraus ableiten?- Welche besonderen rechtlichen Anforderungen stellt die Beobachtungsphase? Existieren Vorbilder, an denen sich die rechtliche Regelung der Beobachtungsphase ausrichten kann?- Welche organisatorisch-institutionellen Vorkehrungen können sicherstellen, dass einmal erarbeitetes Wissen auf Dauer praktiziert wird, zur Anwendung kommt?- Welche besonderen Anforderungen stellt die Beobachtungsphase bezüglich Sicherheit und Sicherung? Welche gesellschaftlichen Anforderungen ergeben sich daraus?- Wie können die zu Beginn des Projekts definierten Anforderungen konkret



	erfüllt werden? Welche Massnahmen sind im Rahmen des Sachplanverfahrens relevant. Welche Massnahmen sollten bereits heute oder in den kommenden Jahren in die Wege geleitet werden?
Vorgehen	<p>Erhebung des aktuellen Wissensstands. Umsetzung auf die Beobachtungsphase unter Berücksichtigung von Kostenwirksamkeitsaspekten und weiteren Beurteilungskriterien. Das Projekt beruht wesentlich auf einer Literaturrecherche. Dabei soll auf eine konkrete Auslegeordnung für die aktuellen und künftigen Arbeiten des BFE und der HSK hingearbeitet werden.</p> <p>Da die Teilaspekte organisatorisch-institutionelle und rechtliche Vorkehrungen und Sicherheit eng ineinander greifen, ist sicherzustellen, dass sie parallel zueinander bearbeitet werden und ein intensiver fachlicher Austausch aller Projektbeteiligten gewährleistet ist.</p>
Organisation	Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in den angesprochenen sozialwissenschaftlichen Bereichen, im Bereich Recht sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.
Zeitplan	Dauer: Ca. 1 Jahr
Kosten	Ca. 100 Personentage, d.h. CHF 120'000.-
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG)- Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) (2000): Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle. Schlussbericht. Bern.- Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) (2002): Beitrag zur Entsorgungsstrategie für die radioaktiven Abfälle in der Schweiz. Bern.- Fachliteratur zur langfristigen Beständigkeit von Organisationen bzw. Institutionen und zum Nachhaltigkeitsmanagement



1. Langzeitaspekte	
1.2. Wissenserhalt und Markierungskonzepte	
Ausgangslage	<p>Mit der geologischen Tiefenlagerung, die im Kernenergiegesetz verankert ist, werden radioaktive Abfälle sicher und dauerhaft in tiefen geologischen Formationen entsorgt. Auf die Beobachtungsphase, die einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten bis Jahrhunderten umfasst, folgt die Nachverschlussphase.</p> <p>Die Kernenergieverordnung verlangt das Erstellen einer Dokumentation, die für die langfristige Sicherstellung der Kenntnisse über das geologische Tiefenlager geeignet ist. Damit sollen Informationen über die Lage und den Inhalt des Lagers lange über dessen Verschluss hinaus erhalten bleiben. Mit zunehmender Dauer wird die Weitergabe dieser Informationen auf Grund unterschiedlichster Veränderungen immer schwieriger werden. Das hat einen Einfluss auf das Risiko eines unbeabsichtigten Eindringens in das Lager.</p> <p>Je nach Art der Abfälle muss das Tiefenlager über Zeiträume von 100'000 Jahren und mehr Schutz für Mensch und Umwelt bieten. Dazu gehört, dass das Risiko eines unbeabsichtigten Eindringens in das Lager möglichst gering bleibt. Ein denkbare Hilfsmittel ist eine Markierung des Lagers, die über sehr lange Zeiträume Bestand hat und verständlich bleibt.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt hat zum Ziel, einen Überblick über den heutigen Stand der Kenntnisse bezüglich des möglichen Vorgehens zur langfristigen Weitergabe von Informationen zu schaffen sowie einen Überblick über den internationalen Stand der Vorhaben und Anforderungen bezüglich einer Markierung von Endlagern zu geben. Es sollen insbesondere die folgenden Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Argumente sprechen für eine Markierung über sehr lange Zeiträume hinweg, welche Argumente sprechen dagegen?- Wie wird die Notwendigkeit einer Markierung beurteilt?- Wie wird die Machbarkeit einer Markierung, die über sehr lange Zeiträume hinweg funktionsfähig bleibt, beurteilt? <p>Als Grundlage für die Beurteilung der Notwendigkeit und Machbarkeit einer Markierung sowie für allfällige weitergehende Arbeiten zur Umsetzung der Markierung dient die Beantwortung folgender Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Erkenntnisse existieren heute zu Dokumentation und Wissensmanagement über Jahrzehnte, Jahrhunderte und Jahrtausende hinweg?- Welche Vorkehrungen können sicherstellen, dass dokumentiertes Wissen über geschichtliche Zeiträume und darüber hinaus verstanden wird?- Welche Vorkehrungen können sicherstellen, dass dokumentiertes Wissen über geschichtliche Zeiträume praktiziert wird, zur Anwendung kommt?- Welche Grundlagen, Erkenntnisse und Konzepte existieren zur Markierung als Kommunikationsmittel über geologische Zeiträume und zur Kommunikation mit anderen Lebensformen?- Welche Markierungskonzepte schützen über welche Zeiträume Tiefenlager gegen unbeabsichtigtes Eindringen?- Welche Empfehlungen lassen sich aus den zuvor erhobenen Grundlagen und Erkenntnissen für die Nachverschlussphase ableiten?- Welche Massnahmen sollten bereits heute oder in den kommenden Jahren in die Wege geleitet werden? Welche raumplanerischen Konsequenzen ergeben sich aus den Anforderungen an die Markierung? Welche Aufgaben stellen sich für den Bund, welche Aufgaben für andere Institutionen? Welche Anforderungen müssen bereits im Rahmen des Sachplanverfahrens umgesetzt werden?



Vorgehen	<p>Erhebung und Analyse des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik aufgrund einer Literaturrecherche. Die Untersuchung umfasst sowohl konzeptionelle als auch technische Fragen. Entwicklung von Handlungsempfehlungen auf Stufe des Konzepts.</p> <p>Es sollen unter anderem Erkenntnisse aus folgenden Disziplinen berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Materialwissenschaften- Archäologie und Geschichtswissenschaften- Sprach- und Literaturwissenschaften, vor allem im Bereich der transkulturellen Kommunikation- Bibliothekswissenschaften, inkl. Langzeitarchivierung
Organisation	<p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in den angesprochenen natur- und sozialwissenschaftlichen Bereichen sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.</p>
Zeitplan	<p>Dauer: ca. 1 Jahr; hohe zeitliche Priorität</p>
Kosten	<p>Ca. 100 Personentage, d.h. CHF 120'000.-</p>
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Projekt 1.1 (Langzeitaspekte: Beobachtungsphase: Regelung, Finanzierung und Organisation) <p>Fachliteratur und Arbeiten internationaler Gremien, einschliesslich älterer Quellen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none">- DOE, U.S. Department of Energy: Waste Isolation Pilot Plant. How Will Future Generations Be Warned? Carlsbad 1999- OECD: "Future Human Actions at Disposal Sites", Report of a Working Group on Assessment of Future Human Actions at Radioactive Waste Disposal Sites, 1995- NKS (1993): "Conservation and Retrieval of Information. Elements of a Strategy to Inform Future Societies about Nuclear Waste Repositories", Nordiske Seminar og Arbejdsrapporter 1993:596- Arbeiten der ANDRA zu diesem Thema- Jüngere Literatur zur Langzeitarchivierung. Literatur zur Haltbarkeit von Datenträgermedien. Berichte zu Erfahrungen mit der Erhaltung der Lesefähigkeit von Datenträgern. Literatur zur „transkulturellen Kommunikation“ (ev. Raumflugkörper-Botschaften der NASA, Interpretationen der Zeugnisse vergangener Kulturen) soweit zugänglich.- Posner R., (Hrsg.) (1984): Und in alle Ewigkeit: Kommunikation über 10 000 Jahre: Wie sagen wir unsern Kindeskindern wo der Atommüll liegt? In: Zeitschrift für Semiotik. http://ling.kgw.tu-berlin.de/semiotik/deutsch/ZFS/Zfs84_3.htm- R. Posner (Hrsg.) (1990): Warnungen an die ferne Zukunft: Atommüll als Kommunikationsproblem. München, Raben-Verlag.



2. Sachplanverfahren	
2.1. Kommunikation mit der Gesellschaft	
Ausgangslage	Die Realisierung von geologischen Tiefenlagern ist nach heutigem Stand der Technik möglich - wissen und sagen die Techniker, Wissenschaftler und die Behörden. Ein Teil der Bevölkerung, aber auch Umweltorganisationen äussern heftige Zweifel oder bestreiten dies. Manchmal sind solche Äusserungen gepaart mit Misstrauen gegenüber den involvierten Stellen. Es ist eine Illusion, dass selbst ein transparentes und partizipatives Vorgehen wie der "Sachplan Geologische Tiefenlager" alle Zweifel und das Misstrauen bezüglich der technischen Realisierbarkeit und der Sicherheit eines solchen Projekts ausräumen wird.
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Zielsetzung: Das Forschungsprojekt soll Grundlagen für die Informations- und Kommunikationsaktivitäten für die Behörden einerseits und für die partizipativen Gremien andererseits während der Umsetzungsphase des Sachplans liefern, unter besonderer Berücksichtigung des Vertrauensaufbaus zwischen den Akteuren und des konstruktiven Dialogs.</p> <p>Basierend auf der Ausgangslage stellen sich folgende Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Woher kommen die Ängste gegenüber der Technik, das Misstrauen gegenüber Wissenschaftlern, Experten? Weshalb bewerten Teile der Bevölkerung Risiken für Umwelt und Gesundheit anders als die Wissenschaft?- Der Ausgangspunkt zur Bearbeitung dieser Problematik ist der Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft: Wie ist dieser Dialog zu gestalten? Was sind grundlegende Prinzipien? Wie können das Misstrauen, die subjektiv empfundenen Ängste abgebaut werden? Steht dieses Misstrauen in einem Zusammenhang mit der Kommunikation von Experten und Wissenschaft?- Wie sind diese Erkenntnisse in der Entsorgungsthematik anwendbar?- Mit zunehmender Betroffenheit (Etappe 2 des Sachplanverfahrens) wird das Informations- und Mitteilungsbedürfnis Betroffener grösser. Diesem Umstand ist Rechnung zu tragen: Wie müssen Kommunikationskonzepte gestaltet sein, damit das Vertrauen der Betroffenen auf- und das Misstrauen in die Wissenschaft / Experten abgebaut werden kann? <p>In der Umsetzung des Sachplans Geologische Tiefenlager ist der Dialog zwischen den Behörden und den betroffenen Regionen zentral. Die partizipativen Gremien werden innerhalb ihrer Region einen Informations- und Kommunikationsauftrag zu erfüllen haben.</p>
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none">- Überblick verschaffen und Auswerten bestehender Umfragen zum Thema Risikowahrnehmung, Kommunikation und Vertrauen im Energiebereich.- Überblick verschaffen und Auswerten bestehender Literatur zum Thema Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, fokussiert auf neue Technologien, insbesondere der Entsorgung radioaktiver Abfälle.- Medienanalyse der bisherigen Kommunikationstätigkeiten der wichtigsten Akteure im Bereich der Entsorgung; Entwickeln eines Bewertungsrasters, mit dem Aussagen bezüglich Verständlichkeit bei den beabsichtigten Empfängern gemacht werden können.- Analyse internationaler Erfahrungen im Bereich der Entsorgung (bspw. STOLA Dessel, B);- Entwickeln von Empfehlungen- Erarbeiten eines Kommunikationsleitfadens
Organisation	Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten



	werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufordern. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen: Vertreter Abteilung EA des BFE und Abteilung Kommunikation des BFE; Leitung der Begleitgruppe durch den Programmleiter EWG.	
Zeitplan	Ausschreibung via Internet unter www.ewg-bfe.ch	4. April 2007
	Einreichen der Offerten (max. 10 Seiten inkl. Anhang) in 5 Exemplaren	4. Mai 2007
	Entscheid über die Erteilung des Forschungsauftrags an Auftragnehmer	25. Mai 2007
	Beginn der Arbeiten	Juni 2007
	Ca. 3 Sitzungen mit der Begleitgruppe Abschluss der Arbeiten (12 Monate Projektdauer)	Juni 2008
	Abgabe Jahresbericht EWG	Erste Woche Dez. 08
	Fachreferate	Nach Bedarf BFE
Kosten	Von Seite EWG/BFE werden 80'000.- zur Verfügung gestellt. Forschungsprojekte sind von der Mehrwertsteuer befreit. Die Arbeiten sind gemäss den Ansätzen für Forschung des Bundes zu verrechnen. Allenfalls können Drittmittel von andern Ämtern/Forschungsinstitutionen mobilisiert werden.	
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<p>Umfragen, Gruppendiskussionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - BFE (2006): Sachplan Geologische Tiefenlager, Bericht "Fokusgruppen" - Isopublic (2007): Bevölkerungsbefragung zum Thema Atomkraft vom 25.-27.1.2007. Schwerzenbach. - Rütter und Partner (2006): Nukleare Entsorgung in der Schweiz. Untersuchung der sozio-ökonomischen Auswirkungen von Entsorgungsanlagen. Rüslikon. <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ETH-swissnuclear Projekt "Wege in eine Allianz der Verantwortung" (2007): Verschiedene Seminararbeiten zur Berichterstattung über die Entsorgung radioaktiver Abfälle in den Medien. http://bscw.net.ethz.ch/pub/bscw.cgi/6217976. - KUPPER P. (2003): Atomenergie und gespaltene Gesellschaft. Die Geschichte des gescheiterten Projekts Kernkraftwerk Kaiseraugst. Zürich - OECD/NEA: Forum on Stakeholder Confidence: Zahlreiche Veröffentlichungen "Good Practises" zum Thema Kommunikation / Dialog im Bereich der Entsorgung (siehe folgende) - NEA (2000): Stakeholder Confidence and Radioactive Waste Disposal. Workshop Proceedings Paris. Paris. - NEA (2003): Public Information, Consultation and Involvement in Radioactive Waste Management. An international Overview of Approaches and Experiences. Paris. - Peters H. P. (1994): Wissenschaftliche Experten in der öffentlichen Kommunikation über Technik, Umwelt und Risiken. In: Öffentlichkeit, öffentliche Meinung, soziale Bewegungen. Opladen. S. 162-190. - RENN O. (ca. 1990): Risikowahrnehmung und Risikobewertung: Soziale Perception und gesellschaftliche Konflikte. Referat. - RENN O. (1994): Konfliktbewältigung durch Kooperation in der Umweltpolitik. Theoretische Grundlagen und Handlungsvorschläge. In: oikos (Hrsg.): Kooperationen für die Umwelt. Im Dialog zum Handeln. Zürich. 	



3. Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz	
3.1. Werthaltungen und Interessen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle	
Ausgangslage	<p>Bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle spielen eine Vielfalt von Werthaltungen, Interessen und Meinungen in komplexer Art und Weise zusammen.</p> <p>Für das Vertrauen, das den Behörden von der Bevölkerung entgegen gebracht wird, ist nicht nur entscheidend, welche Botschaften vermittelt werden, sondern vor allem auch, von wem diese Botschaften stammen. Bei der Suche nach geeigneten Standorten für geologische Tiefenlager spielen neben Sicherheit und wirtschaftlichen Aspekten im Wesentlichen auch Fragen der Governance eine Rolle, d.h. der Steuerung und Regelung durch Politik und Verwaltung.</p> <p>Bisher meldet sich bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle primär eine kleine Kerngruppe engagierter Personen zu Wort, deren Einstellungen und Argumentationsmuster in der Community bekannt sind. Diese Personen werden zudem regelmässig von den Medien für Stellungnahmen angefragt.</p> <p>Welche Erklärungsmuster in der breiten Bevölkerung vorherrschen und wie deren Meinungsbildung erfolgt, ist dagegen kaum geklärt.</p> <p>Zum Teilaspekt der Risikowahrnehmung und -kommunikation existieren international zahlreiche Untersuchungen. Zudem wurden in mehreren Ländern bereits Erfahrungen mit konkreten Entsorgungsprojekten gemacht. Diese werden im Projekt „Kommunikation mit der Gesellschaft“ evaluiert. Das Zusammenwirken von Werthaltungen, Interessen und Meinungen wurde bisher nicht eingehender untersucht. Insbesondere fehlen auch spezifische Ergebnisse zur Situation in den verschiedenen Landesteilen der Schweiz.</p> <p>Während in der Fallstudie „Kommunikation mit der Gesellschaft“ der bestehende Stand der Kenntnisse erhoben und ausgewertet wurde, dient das Forschungsprojekt „Werthaltungen und Interessen in der Entsorgung radioaktiver Abfälle“ dazu, neue, aktuelle Informationen über die Meinungslandschaft in der Schweiz zu gewinnen.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt liefert aktuelle und differenzierte Informationen zur Meinungslandschaft bezüglich der Entsorgungsthematik in der Schweiz. Die Ergebnisse sollen es dem BFE ermöglichen, auch bisher versteckte Konfliktpotenziale frühzeitig zu erkennen und mit Spannungsfeldern und Informationsdefiziten angemessen umzugehen.</p> <p>Aufgrund dieser Ausgangslage sind folgende Fragen zu beantworten:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Werte und Interessen werden durch die Entsorgung radioaktiver Abfälle berührt?- Wie beeinflussen diese Werte und Interessen die individuellen Meinungen?- Wer und was tragen wesentlich zur Meinungsbildung in der Bevölkerung bei?- Welches Meinungsspektrum und welche Deutungsmuster existieren in den verschiedenen Landesteilen der Schweiz? Welche sind die Kernfragen, die die Bevölkerung bewegen?- Wo existieren mögliche Konflikte und widersprüchliche Haltungen, welche die Lösung der Entsorgungsfrage erschweren? (Untersuchungen in anderen europäischen Ländern haben etwa eine sehr weit verbreitete Grundhaltung: "Die Entsorgungsfrage muss rasch und engagiert gelöst werden – aber nicht in der Nähe meines Wohnorts" aufgezeigt)



Vorgehen	Es soll eine sozialwissenschaftlich ausgerichtete Untersuchung durchgeführt werden, die in zwei Schritte zu gliedern ist. In einem ersten Schritt sollen vorhandene Dokumente (u.a. Umfragen, Schlussbericht BFE über durchgeführte Gespräche in Fokusgruppen) ausgewertet werden. Dabei sollen Hypothesen aufgestellt oder Modelltypen für den Meinungsbildungsprozess erarbeitet werden. In einem zweiten Schritt sollen die aufgestellten Hypothesen oder die erarbeiteten Modelltypen anhand von Interviews überprüft werden. Die Untersuchung soll betont lösungsorientiert angelegt sein und alle Landesteile der Schweiz berücksichtigen. Die Untersuchung ermöglicht ein besseres Verständnis der Fragen, welche Öffentlichkeit und Politik beschäftigen, und erlaubt es, im Sachplan- und Rahmenbewilligungsverfahren spezifisch auf die in der Bevölkerung vorhandenen Bedürfnisse einzugehen. Es sollen keine Handlungsempfehlungen abgegeben werden.	
Organisation	Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in den angesprochenen sozialwissenschaftlichen Bereichen sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Expertinnen und Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen; Leitung der Begleitgruppe durch Nicole Mathys, Programmleiterin EWG, des Bundesamts für Energie.	
Zeitplan	Ausschreibung via Internet unter www.ewg-bfe.ch	Anfang 2009
	Einreichen der Offerten (max. 10 Seiten inkl. Anhang) in 5 Exemplaren	Ende Mai 2009
	Entscheid über die Erteilung des Forschungsauftrags an Auftragnehmer	Mitte Juni 2009
	Beginn der Arbeiten	Anfang Juli 2009
	Ca. 4 Sitzungen mit der Begleitgruppe	
	Abschluss der Arbeiten (8 Monate Projektdauer)	Februar 2010
Kosten	Von Seite EWG/BFE werden Fr. 100'000.- zur Verfügung gestellt. Forschungsprojekte sind von der Mehrwertsteuer befreit. Die Arbeiten sind gemäss den Ansätzen für Forschung des Bundes zu verrechnen. Allenfalls können Drittmittel von andern Ämtern/Forschungsinstitutionen mobilisiert werden.	
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<p>Folgende Literatur dient als Grundlage für die Studie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - BFE (noch nicht veröffentlicht) (2009): Projekt „Kommunikation mit der Gesellschaft“ - BFE (2008): Attitudes towards radioactive waste in Switzerland - BFE (2006): Sachplan Geologische Tiefenlager, Fokusgruppen, Schlussbericht - Europäische Kommission (2008): Einstellung zu radioaktiven Abfällen, Spezial Eurobarometer 297 - Europäische Kommission (2005): Radioaktive Abfälle, Spezial Eurobarometer 227 - ISOPUBLIC: Bevölkerungsbefragung zum Thema Atomkraft vom 25.-27.1.2007 - OECD/NEA: Forum on Stakeholder Confidence: Zahlreiche Veröffentlichungen "Good Practises" zum Thema Kommunikation / Dialog im Bereich der Entsorgung - Peters H. P. (1994): Wissenschaftliche Experten in der öffentlichen Kommunikation über Technik, Umwelt und Risiken. In: Öffentlichkeit, öffentliche Mei- 	



	<p>nung, soziale Bewegungen. Opladen. S. 162-190</p> <ul style="list-style-type: none">- Renn, O.: Risikowahrnehmung und Risikobewertung: Soziale Perzeption und gesellschaftliche Konflikte. In: S. Chakraborty und G. Yadiaroglu (Hrsg.): Ethische und soziale Aspekte in ganzheitlichen Risikobetrachtungen. Köln (TÜV Rheinland 1991), S. 06-1 bis 06-62- Renn O. (1994): Konfliktbewältigung durch Kooperation in der Umweltpolitik. Theoretische Grundlagen und Handlungsvorschläge. In: oikos (Hrsg.): Kooperationen für die Umwelt. Im Dialog zum Handeln. Zürich.- R. W. Scholz, M. Stauffacher, S. Bösch, P. Krütli & A. Wiek (Eds.), Entscheidungsprozesse Wellenberg - Lagerung radioaktiver Abfälle in der Schweiz. ETH-UNS Fallstudie 2006. Chur: Verlag Rüegger.- Stauffacher, M., Krütli, P., & Scholz, R. W. (Eds.). (2008). Gesellschaft und radioaktive Abfälle – Ergebnisse einer schweizweiten Befragung. ETH-UNS TdLab Projekt. Zürich, Chur: Verlag Rüegger.- Stolle M. (2002): Beeinflusst das Interesse für Technik die Einstellung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle? In: Technikfolgenabschätzung. Nr. 3/4. Karlsruhe.
--	---



4. Lagerkonzepte	
4.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich	
Ausgangslage	Bei der Bewirtschaftung verschiedener Abfallarten, z. B. schwachaktiver Abfälle und chemotoxischer Sonderabfälle, stellen sich grundsätzlich ähnliche Probleme. Vor allem seit Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts wurden in der Gesetzgebung aber auch beispielsweise in Abfallleitbildern Prinzipien einer "guten" Abfallbewirtschaftung formuliert, z. B. das Verdünnungsverbot. Aus historischen Gründen ist die Abfallbewirtschaftung in zwei unterschiedlichen Gesetzgebungsbereichen geregelt, der Umweltschutzgesetzgebung einerseits und der Strahlenschutz- und Kernenergiegesetzgebung andererseits. Vielfach werden in beiden Gesetzgebungsbereichen ähnliche Grundsätze verfolgt, es existieren aber auch Hinweise auf Inkonsistenzen, die sich ungünstig auf die Sicherheit auswirken und künftig politischen Handlungsbedarf schaffen können.
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt dient dazu, Konsistenzen und Inkonsistenzen in der Bewirtschaftung von radioaktiven Abfällen, chemotoxischen Sonderabfällen und Siedlungsabfällen systematisch zu erheben und deren Auswirkungen differenziert zu analysieren. Damit sollen Grundlagen geschaffen werden, um die verschiedenen Abfallarten nach gleichen Prinzipien zu behandeln und einheitlichen Anforderungen an Sicherheit und Nachhaltigkeit gerecht zu werden.</p> <p>Das Projekt wird insbesondere von folgenden Fragen geleitet:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche sind die Prinzipien einer "guten Abfallbewirtschaftung"? Welche Schutzziele existieren heute und wie werden diese Schutzziele begründet resp. lassen sich diese Schutzziele begründen?- Wo bestehen heute Inkonsistenzen in der Bewirtschaftung verschiedener Abfallarten? Welche Begründungen können für die Inkonsistenzen angeführt werden?- Welche Bedeutung besitzen die ermittelten Inkonsistenzen im Licht der Prinzipien einer guten Abfallbewirtschaftung und insbesondere für die Sicherheit von Mensch und Umwelt? Welche Massnahmen wären machbar und geeignet, um allfällige Defizite bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle zu beheben?- Wie soll weiter vorgegangen werden, um bestehende Inkonsistenzen zu beheben?
Vorgehen	Literaturrecherche, evtl. ergänzt durch Experteninterviews. Das Projekt soll federführend von einer Expertengruppe des Bundes erarbeitet werden, der Vertreter von HSK, BFE, BAG, BAFU und KNS sowie evtl. weiterer Organisationen, z. B. der KNE, angehören. In beratender Funktion können weitere Experten, z. B. von Kantonen, Nagra und ZWILAG, beigezogen werden. Die Expertengruppe wird bei Bedarf durch einen Auftragnehmer unterstützt.
Organisation	Bei einer Arbeitsgemeinschaft des Auftragnehmers ist eine Federführung zu bestimmen und insbesondere auf ein kleines Kernteam von qualifizierten Fachleuten und eine effiziente Organisationsstruktur zu achten. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in der Abfallbewirtschaftung sowie in der Risikoanalyse und -beurteilung nachzuweisen.
Zeitplan	Dauer ca. 30 Monate.
Kosten	<ul style="list-style-type: none">- 4 bis 6 Sitzungen der Expertengruppe, darunter eine Klausurtagung. Aufwand für Taggelder, Organisation der Klausurtagung, eigenen Recherchen etc., ca. CHF 40'000.-- 65 Personentage des Auftragnehmers, ca. CHF 80'000.-



Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungs- arbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Strahlenschutz, Kernenergie- und Umweltschutzgesetzgebung- Richtlinie B05 der HSK zur Konditionierung radioaktiver Abfälle- NCRP: Risk-based classification of radioactive and hazardous chemical wastes / recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, 2002- P.A. Miller, N.L. Clesceri: Waste Sites as Biological Reactors, Lewis Publishers, Boca Raton 2003
---	---



4. Lagerkonzepte	
4.2. Schutz der Umwelt	
Ausgangslage	<p>Für geologische Tiefenlager (wie auch andere Kernanlagen) verlangt das KEG den Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen. International war bisher die Ansicht vorherrschend, dass nicht-menschliche Spezies als Arten geschützt seien, wenn Vorkehrungen getroffen werden, die dem Menschen als Individuen ausreichenden Schutz gewähren. In den letzten Jahren wird vermehrt nach einer wissenschaftlichen Begründung dieser Annahmen gefragt.</p> <p>Die Experten gehen in dieser Frage behutsam vor. Es scheint, dass die Annahme, dass mit dem individuellen Schutze des Menschen auch die anderen Lebewesen als Arten geschützt seien, wieder an Akzeptanz gewinnt. Es ist schon lange eine Stellungnahme der ICRP (International Commission on Radiological Protection) zu dieser Frage angekündigt. IAEA bleibt vorläufig bei der bisherigen (oben dargelegten) Position.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Einen Überblick zu schaffen über die internationalen Bestrebungen, den Schutz von nicht-menschlichem Leben vor Strahlung aus einem Endlager zu begründen.</p> <p>Die Fragestellung betrifft</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundsätzlichen Überlegungen der ICRP und der IAEA zu diesem Thema - den Stand der begleitenden Untersuchungen bei Aufsichtsbehörden und Betreibern von Endlagern, um andere Schutzkriterien für nicht-menschliche Lebewesen zu entwickeln.
Vorgehen	<p>Literatur-Recherche. Ausgehend von Dokumenten der IAEA, der EU-Kommission und der ICRP sollen</p> <ol style="list-style-type: none"> a. die geschichtliche sowie die aktuelle Ansicht der ICRP zum Strahlenschutz von nicht-menschlichen Lebensformen festgehalten und ihre Begründungen dargelegt werden, b. die wesentlichsten Einsichten einzelner Autoren und Organisationen über die Strahlenempfindlichkeit nicht-menschlicher Organismen und über deren modellmässige Erfassung dargelegt werden, und c. ein kurzer Überblick über die Anforderungen an den Schutz nicht-menschlicher Organismen in verschiedenen Länder gegeben werden.
Organisation	Auftrag an in diesem Fachgebiet erfahrene Einzelperson.
Zeitplan	Ca. 3 Monate (Projektzeit)
Kosten	Aufwand: a) 1 PW (Personenwoche); b) 2 PW; c) 1 PW; Redaktion: 2 PW. Total 6 PW, oder CHF 36'000
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ol style="list-style-type: none"> a. Publikationen der ICRP: Insbesondere: ICRP Publication 91 und ICRP Draft Recommendations (2007, Nachfolgedokument zu ICRP 60). b. Schlussbericht des EU-Projekts FASSET (Framework for assessment of environmental impact of ionising radiation in European ecosystems). c. In den genannten Dokumenten zitierte Quellen sowie zusätzliche Literatursuche.



4. Lagerkonzepte	
4.3. Auslegung und Inventar des Pilotlagers	
Ausgangslage	<p>Das Tiefenlager für radioaktive Abfälle enthält gemäss KEV ein so genanntes Pilotlager, das einen kleinen aber repräsentativen Anteil des gesamten Lagerinventars enthält. Im Pilotlager ist das Verhalten der Abfälle, der Verfüllung und des Wirtgesteins bis zum Ablauf der Beobachtungsphase zu überwachen. Die Ergebnisse dienen der Erhärtung des Sicherheitsnachweises und müssen auf das Hauptlager übertragbar sein.</p> <p>Über die Auswahl der Abfälle und die zu überwachenden Parameter haben die Behörden noch keine Vorschriften erlassen. Auch ist die Frage der möglichen Auswahl der Abfallgebinde für ein Pilotlager unter Bewahrung einer Aussagekräftigkeit für das Hauptlager und insbesondere Vermeidung solcher gegenseitiger Gebindebeeinflussungen, die nicht im Hauptlager vorkommen, kaum untersucht worden. Zudem existieren noch offene Fragen zur Positionierung und Auslegung des Pilotlagers.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt bezweckt das Erarbeiten von Grund-Erkenntnissen, die zum zielgerechten Betrieb des Pilotlagers beitragen.</p> <p>Dabei sind unter anderem die folgenden Fragen zu beantworten:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche gesellschaftlichen Anforderungen werden an das Pilotlager gestellt? Welche Fragen sollen mit dem Betrieb des Pilotlagers beantwortet werden? Welche Beobachtungen sollen möglich sein?- Wie ist bei gegebenem Inventar des Hauptlagers das Inventar des Pilotlagers zu wählen?- Welche Eigenschaften können innerhalb welcher Zeiträume im Pilotlager gemessen werden, die zu eindeutigen Aussagen auch über das Hauptlager führen?- Welche Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Abfallsorten müssen im Pilotlager vermieden werden, damit für das Hauptlager gültige Aussagen gemacht werden können?
Vorgehen	<p>Aus Literaturstudien ist zuerst ein Überblick über langfristig messbare Parameter des Pilotlagers zu beschaffen. Siehe dazu auch das Projekt 4.4 (Monitoringkonzept und –einrichtungen)</p> <p>Anhand von zwei bis drei unterschiedlichen Modelllagern und –lagerinventaren, sollen mögliche Beschickungen der zugehörigen Pilotlager untersucht werden. Daraus sollen allgemeingültige Erkenntnisse und Empfehlungen für die Auslegung und den Betrieb von Pilotlagern abgeleitet werden.</p>
Organisation	<p>Wegen der Neuartigkeit der Fragestellung ist eine Arbeitsgruppe einem einzelnen Experten vorzuziehen.</p> <p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen.</p>
Zeitplan	<p>Ca. 18 Monate. Hohe Priorität. Koordiniertes Vorgehen mit Projekt 4.4 (Monitoringkonzept und –einrichtungen) erforderlich.</p> <p>Da das Lagerkonzept im Sachplanverfahren voraussichtlich eine wichtige Rolle spielen wird, weist die Klärung konzeptioneller Fragen hohe Dringlichkeit auf.</p>
Kosten	Ca. sechs Personen-Monate Aufwand oder CHF 150'000.-



Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungs- arbeiten	Zu messbaren Parametern: Siehe Grundlagenangaben zum Projekt 4.4 (Monitoringkonzept und –einrichtungen) Modellannahmen zu Lagern und Inventaren können aus bisherigen Endlagerprojekten der Nagra oder aus solchen anderer Länder gewonnen werden.
---	---



4. Lagerkonzepte	
4.4. Monitoringkonzept und -einrichtungen	
Ausgangslage	Die Langzeitsicherheit eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle wird mit komplexen Modellrechnungen nachgewiesen. Dabei wird die Freisetzung und Ausbreitung von Radionukliden anhand von zahlreichen Annahmen über das physikalische und chemische Verhalten der Abfälle, der technischen und geologischen Barrieren über lange Zeiträume berechnet. Zur Bestätigung der Modellrechnungen sind Langzeitbeobachtungen in einem Tiefenlager äusserst wertvoll. Im EKRA Konzept wurde dafür das Pilotlager vorgesehen. Langzeitversuche stellen hohe Anforderungen an das Monitoringkonzept sowie die Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit der entsprechenden technischen Einrichtungen.
Zielsetzung, Fragestellungen	Ziel der Studie ist, den Stand der Technik und die zukünftigen Entwicklungsrichtungen in Bezug auf ein Monitoringkonzept und die –einrichtungen im Hinblick auf ein Pilotlager darzustellen. Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden: <ul style="list-style-type: none"> - Welche Parameter müssen gemessen werden um einerseits die allgemeine Entwicklung der Lagerbedingungen zu erfassen und andererseits die Prozesse, welche zur Freisetzung und Ausbreitung von Radionukliden führen, überwachen zu können? - Welche Messmethoden und Messinstrumente stehen für diese Aufgaben zur Verfügung und wo sind ihre Grenzen? - Welche bekannten und neu zu entwickelnden Messmethoden haben das Potenzial, die offenen Probleme in Zukunft zu lösen? - Wie kann ein Monitoringkonzept für ein Pilotlager aussehen?
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenstellen der Parameter welche beobachtet werden sollen (Was, wie häufig, wie lange?). - Literaturstudie zum Stand der Technik in Bezug auf langfristig einsetzbare Messmethoden - Abschätzung des Potenzials von drahtloser Datenübertragung, drahtloser Energieversorgung, Selbstreparatur usw. - Erstellen eines Berichtes mit Schlussfolgerungen und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.
Organisation	Das Projekt erfordert die Einsetzung einer Arbeitsgruppe mit internationalen Experten auf den Gebieten: Auswahl der relevanten Parameter, Messtechnik, Pilotlagerkonzepte. Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen.
Zeitplan	Dauer ca. 18 Monate. Hohe Priorität. Koordiniertes Vorgehen mit Projekt 4.3 (Auslegung und Inventar des Pilotlagers) erforderlich.
Kosten	Etwa sechs Personenmonate; CHF 150'000.-
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Entsprechende Arbeiten im Felslabor Grimsel. - IAEA (2001): Monitoring of Geologic Repositories for High Level Radioactive Waste. IAEA-TECDOC 1208. - EU: Thematic Network on the Role of Monitoring in a Phased Approach to Geologic Disposal of Radioactive Waste. - Weitere technische Berichte aus nationalen Entsorgungsprojekten



4. Lagerkonzepte	
4.5. Schnell-/ Selbstverschluss	
Ausgangslage	<p>Das von der EKRA entwickelte Konzept der geologischen Tiefenlagerung, welches Eingang in das neue Kernenergiegesetz gefunden hat, sieht eine längere Phase der Beobachtung und Offenhaltung des Tiefenlagers nach der Einlagerung von radioaktiven Abfällen vor. Die Dauer der Beobachtungsphase ist zeitlich nicht limitiert und kann mehrere hundert Jahre betragen (vgl. Projekt 1.1, Langzeitaspekte: Beobachtungsphase: Regelung, Finanzierung und Organisation).</p> <p>Aus der Geschichte der Menschheit ist bekannt, dass selbst stabil erscheinende Gesellschaften in relativ kurzer Zeit in ernsthafte Krisen stürzen können, z. B. aufgrund von Pandemien oder Krieg. Als Beispiel für die Auswirkungen solcher Krisen auf ein geologisches Tiefenlager sei erwähnt, dass bei einem Ausfall der Energieversorgung Wasser, welches dem Tiefenlager zufließt, nicht mehr weggepumpt werden kann und dass das Lager dann innert weniger Tage oder Wochen mit Wasser geflutet wird.</p> <p>Ob in einer solchen Situation das Tiefenlager rechtzeitig fachgerecht verschlossen und versiegelt wird, kann heute niemand voraussagen. Dieses Risiko hat die EKRA vorausgesehen und deshalb verlangt, dass Massnahmen zum Schnell- oder Selbstverschluss vorgesehen werden, welche die Langzeitsicherheit der eingelagerten Abfälle so weit als möglich ohne menschliches Eingreifen gewährleisten.</p> <p>Bis heute wurden diese Massnahmen von den Lager-Projektanten nicht konkretisiert. Ähnliche Probleme wie beim unbeabsichtigten Verlassen des unverschlossenen Tiefenlagers treten auch bei der Option Rückholbarkeit eingelagerter Abfälle auf (vgl. Projekt 4.6, Lagerkonzepte: Erleichterte Rückholbarkeit).</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt sollen die Grundlagen geschaffen werden, um die Anforderungen der Behörden an einen Schnell- oder Selbstverschluss zu definieren. Um das Ziel zu erreichen, sollen folgende Fragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Abschätzung der Risiken, die von einem nicht verschlossenen Tiefenlager ausgehen können- Untersuchung möglicher Szenarien für plötzliche Krisensituationen- Untersuchung möglicher Massnahmen für einen Schnellverschluss- Untersuchung möglicher Massnahmen für einen Selbstverschluss- Untersuchung möglicher Risiken eines Selbstverschlusses- Formulierung von Empfehlungen für die behördlichen Anforderungen
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none">- In einem ersten Schritt sollen mit einer Szenarienanalyse und radiologischen Berechnungen die Risiken eines nicht ordnungsgemäss verschlossenen Tiefenlagers untersucht werden.- In einem zweiten Schritt sollen historische Krisenereignisse untersucht werden, welche zum raschen Zusammenbruch von gesellschaftlichen Organisationsformen geführt haben. Basierend auf den Erkenntnissen aus den historischen Ereignissen sollen mögliche zukünftige Krisenszenarien entwickelt werden. Wie wichtig könnte in einer ähnlichen Situation den Betroffenen der Verschluss eines Tiefenlagers sein? Inwiefern könnten die Betroffenen in der Lage sein, das Lager aktiv zu verschliessen?- In einem dritten Schritt sind mögliche Massnahmenkonzepte für einen Schnell- oder Selbstverschluss zu entwickeln.



Organisation	<p>Die Organisation für dieses Projekt muss einerseits Sachverständige für die Stabilität und das Verhalten der technischen und geologischen Barrieren eines nicht verschlossenen Tiefenlagers umfassen, andererseits Fachleute, welche die Ausbreitung von Radionukliden und die Langzeitsicherheit beurteilen können. Zusätzlich sind Historiker und Zukunftsforscher bei zu ziehen, welche sich speziell mit Krisensituationen befassen.</p> <p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen.</p>
Zeitplan	Für die Studie wird eine Zeitraum von einem Jahr veranschlagt
Kosten	Für konzeptionelle Arbeiten: Ca. sechs Personen-Monate Aufwand oder CHF 150'000. Für allfällige weitergehende Arbeiten: Ein Forscherteam mit fünf Beteiligten, wovon zwei mit je 70 % und drei, mit je 30% Zeitaufwand geschätzt werden, verursacht Kosten von rund 0.5 Mio. CHF.
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) (2002): Beitrag zur Entsorgungsstrategie für die radioaktiven Abfälle in der Schweiz. UVEK, Bern.- KEG- BfS (2004): Untersuchung der Möglichkeiten und er sicherheitstechnischen Konsequenzen einer Option zur Rückholung eingelagerter Abfälle aus einem Endlager.- ASTRA (2009): Szenarien der Gefahrenentwicklung – Teilprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Die Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und seiner Kunstbauten“, Bern.- Literatur aus den beteiligten Fachgebieten



4. Lagerkonzepte	
4.6. Erleichterte Rückholbarkeit	
Ausgangslage	<p>Die Rückholung eingelagerter radioaktiver Abfälle aus einem Tiefenlager kann aus sicherheitstechnischen, sozial-politischen oder wirtschaftlichen Überlegungen angestrebt werden.</p> <p>In einem Bericht der NEA (NEA (2002): Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste: Reflections at the International Level) wird betont, dass das Ziel eines Tiefenlagers die passive, sichere Isolation der Abfälle über lange Zeit ist, und dass eine Rückholbarkeit lediglich ein Unterziel oder eine Präferenz ist.</p> <p>Generell muss die Frage der Rückholbarkeit auch im Licht aktueller Bestrebungen, den Brennstoffkreislauf zu optimieren und nachhaltig zu gestalten, betrachtet werden.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Ziel der Studie ist, den Stand des Wissens auf dem Gebiet der erleichterten Rückholbarkeit für ein Tiefenlager nach den Rahmenbedingungen des KEG darzustellen und mögliche Massnahmen zu empfehlen. Dazu sollen folgende Fragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie kann die erleichterte Rückholbarkeit für ein Tiefenlager nach KEG definiert werden? - Welche technischen und baulichen Massnahmen sind zur Realisierung der Rückholbarkeit notwendig? - Welche Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit sind zu erwarten?
Vorgehen	<p>Auswerten der zugänglichen Literatur über Rückholbarkeit im Rahmen von Endlagerprojekten im Hinblick auf die Fragestellungen. Verfolgen der sich daraus ergebenden konkreten geotechnischen oder ingenieurtechnischen Problemstellungen. Feststellen des heutigen Standes der Technik zur Bewältigung solcher Probleme. Skizzieren möglicher Vorkehrungen oder Zustände des Lagers, die der erleichterten Rückholbarkeit dienen sollen. Untersuchen dieser Vorkehrungen / Zustände im Bezug auf die Sicherheit des Lagers in der Beobachtungsphase und die Langzeitsicherheit.</p>
Organisation	<p>Arbeitsgruppe, die sowohl geotechnische Fragen wie auch sicherheitsanalytische Fragen abdecken kann.</p> <p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen.</p>
Zeitplan	Projektzeit von neun Monaten.
Kosten	Ca. 4 Personen-Monate oder CHF 100'000.
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - BfS (2004) Untersuchung der Möglichkeiten und der sicherheitstechnischen Konsequenzen einer Option zur Rückholung eingelagerter Abfälle aus einem Endlager - NEA (2002): Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste: Reflections at the International Level. OECD. - Studien der Nagra zur Rückholbarkeit in den Projekten SMA Wellenberg und Entsorgungsnachweis HAA/LMA - Geotechnische und ingenieurtechnische Referenzliteratur - Spezielle Literaturquellen zur Sicherheitsanalyse von Endlagern



4. Lagerkonzepte	
4.7. Materialwissenschaftliche Fragen	
Ausgangslage	<p>Plastische tonreiche Materialien (z. B. Bentonit, mit oder ohne Beimischung von Sand) erfüllen in den Konzepten für Tiefenlager für hochaktive Abfälle, wo sie als eine der Nahfeldbarrieren eingesetzt werden, eine wichtige Rolle. Solche Materialien zeigen ein komplexes Verhalten bei den extremen Beanspruchungen, die in den ersten Jahrtausenden im Tiefenlagernahfeld herrschen. Tongesteine wie der Opalinuston und auch andere tonreiche Gesteine kommen auch als Wirtgesteine geologische Tiefenlager für hochaktive sowie für schwach- und mittelaktive Abfälle in Frage.</p> <p>Um die langfristige Prognose der Lagerentwicklung auf möglichst sicherer Grundlage erstellen zu können, müssen die relevanten Eigenschaften der Tone und Tongesteine bekannt sein und ihre Entwicklung beurteilt werden können. Die Sicherheitsbehörde muss das nötige Know-how haben, um den Stand des Wissens zu beurteilen.</p> <p>Im Weiteren können sich die unterschiedlichen Materialien, die in einem Tiefenlager zusammentreffen, gegenseitig chemisch beeinflussen. Die möglichen Prozesse, die durch eine gegenseitige Beeinflussung ausgelöst werden können, müssen verstanden und im Hinblick auf die Langzeitsicherheit beurteilt werden können.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt soll materialwissenschaftliche Fachkompetenz bei den Behörden aufbauen. Damit schafft sich die Behörde Know-how, um ihre Beurteilungsarbeiten durchführen zu können. Zudem wird sie für die Entsorgungspflichtigen und für Experten damit zu einem kompetenten Gesprächspartner.</p> <p>Wichtige Fragestellungen, die beim Aufbau von Know-how behandelt werden sollten, betreffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verhalten von Tonmaterial unter gleichzeitiger mehrfacher Beanspruchung durch Wärme, Gasdruck, Wasserdruck und mechanischen Druck. Folgerungen im Bezug auf Gastransport und Wasseraufsättigung. - Stabilität gängiger Wirtgesteinskandidaten unter chemischer Beanspruchung durch ein Tiefenlager. Chemische Wechselwirkungen im Endlager. - Korrosion möglicher Behältermaterialien unter Tiefenlagerbedingungen und Auswirkungen von Korrosionsprodukten.
Vorgehen	<p>Eine Fachperson ist zu bezeichnen (falls nötig zu rekrutieren), die über Grundwissen in Materialwissenschaften verfügt. Die Ausbildung erfolgt über die Mitarbeit an Projekten, in denen materialwissenschaftliche Themen erforscht werden, beispielsweise in Felslabors oder an internationalen oder nationalen Projekten mit Bezug zu relevanten Fragestellungen im CH-Programm.</p>
Organisation	<p>Bezeichnen resp. Rekrutierung der auszubildenden Fachperson. Aufstellen eines Ausbildungsprogramms. Teilnahme an nationalen (Felslabors) oder internationalen Projekten, z. B. EU-Rahmenprogramm</p>
Zeitplan	<p>Dauer: nicht limitiert</p>
Kosten	<p>Da die Person bei der Aufsichtsbehörde fest angestellt sein muss, betreffen die anfallenden Kosten in erster Linie Aufenthaltskosten im Ausland und allenfalls eine Mitfinanzierung gemeinsamer Projekte, z. B. über das EU-Frameworkprogramm. Es ist mit bis zu 100'000 CHF zu rechnen, verteilt über 3-4 Jahre.</p>
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<p>Spezialliteratur, Technische Berichte aus dem Umfeld der Tiefenlagerung, EU-Projekte und -Berichte (COBECOMA, NF-PRO, TIMODAZ, MICADO, GLAMOR).</p>



4. Lagerkonzepte	
4.8. Sicherheitskriterien für lange Zeiträume	
Ausgangslage	Für alle Lagerprojekte gilt bisher, dass diverse langsame Prozesse nach langer Zeit zu einem Zustand führen können, wo eine geringe Freisetzung von (langlebigen) Radionukliden nicht ausgeschlossen werden kann. Die Frage, ob die Lager in ferner Zukunft genügend sicher seien, wird normalerweise dadurch beantwortet, dass die Folgen dieser Freisetzung für eine hypothetische Bevölkerung der heutigen Art berechnet und mit den heutigen Strahlenschutzbedürfnissen verglichen werden. Es gibt Bestrebungen, diesem Massstab der heutigen menschlichen Gesellschaft weitere Kriterien an die Seite zu stellen, die unabhängig von der physiologischen Beschaffenheit der Lebewesen der fernen Zukunft sind. Beispiele solcher Kriterien sind solche, die sich auf die Veränderung natürlicher radiologischer Parameter in der Endlagernähe beziehen. Es geht um die natürlichen Radionuklidkonzentrationen und natürlichen Radionuklidströme.
Zielsetzung, Fragestellungen	Überblick über die radiologischen Kennwerte des geologischen Untergrunds der Schweiz als Grundlage für behördliche Entscheidungen. Die Fragestellung lautet: - Wie können quantitative Schutzkriterien auf der Grundlage der natürlichen radioaktiven Verhältnisse angegeben und begründet werden?
Vorgehen	- Studie, die die verfügbaren Informationen über den radiologischen Parameter der tieferen geologischen Schichten in der Schweiz zusammenstellt. (Konzentrationen und Verfrachtungen radioaktiver Nuklide). - Vorschlag möglicher Schutzkriterien für ein geologisches Tiefenlager aufgrund eines Vergleichs mit den natürlichen Verhältnissen.
Organisation	Forschungsauftrag, möglicherweise im akademischen Bereich. Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen.
Zeitplan	Dauer: 1 Jahr
Kosten	Vier Personenmonate oder 100'000 CHF
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	- Das Projekt weist Bezüge zu den Projekten 1.2 (Langzeitaspekte: Wissenserhalt und Markierung), 2.1 (Sachplanverfahren: Kommunikation mit der Gesellschaft), 3.1 (Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz: Meinungsbildung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle) und 4.2 (Lagerkonzepte: Schutz der Umwelt) auf. - Datensammlungen der swisstopo. Bohranalysen der Nagra. Weitere chemische Bohrdaten, z. B. der Kantone. Informationen und Modelle zur grossräumigen Geohydrodynamik. Erosionsdaten und -modelle. Als Vergleich: Ähnliche Studien aus anderen Ländern (z. B. Spanien, Deutschland). Arbeitsberichte der IAEA. - Konferenzberichte und Studien aus dem Umfeld der Entsorgung: IAEA, EU-Projekte, andere Organisationen.



4. Lagerkonzepte	
4.9. Folgen aus Ungewissheiten über Parameterwerte	
Ausgangslage	<p>Bei der Sicherheitsanalyse für ferne Zeiten genügt eine Berechnung eines Vorgangs alleine nicht. Um eine belastbare Aussage über den Vorgang zu erhalten, müssen die Ungewissheiten in Parametern und Prozessmodellen sorgfältig analysiert und ihr Einfluss auf die Ergebnisse bewertet werden. Ein Aspekt der Fragestellung ist die Sensitivität des Ergebnisses einer Berechnung auf Veränderungen in den Parameterwerten, die in die Berechnung eingehen.</p> <p>Eine ähnliche Fragestellung betrifft die probabilistische Risikoberechnung, wo mehrere variable Parameter durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen ihrer Werte beschrieben werden. Bei einer numerischen Berechnung ist eine glaubwürdige Abdeckung des Parameterraums ohne sehr lange Rechenzeiten schwierig zu erreichen.</p> <p>Die Aufsichtsbehörde muss die Techniken für den Umgang mit Ungewissheiten beherrschen.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Das Projekt soll die Fachkompetenz bei der Aufsichtsbehörde für den Umgang mit Ungewissheiten über Parameterwerte ausbauen. Damit schafft sich die Behörde Know-how, um selber komplexe Sensitivitätsanalysen durchführen zu können. Wichtige Themenbereiche sind die mehrdimensionale Sensitivitätsanalyse und die praktischen Rechenverfahren zur numerischen Auswertung mehrdimensionaler, durch komplexe Rechenverfahren definierter Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für behördliche Entscheidungen.</p> <p>Zentrale Fragen, denen im Rahmen der Weiterbildung nachgegangen werden soll, sind:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Methoden erlauben es, die Folgen der gleichzeitigen Variation mehrerer Parameter in einer Sensitivitätsstudie möglichst ökonomisch zu untersuchen?- Wie kann bei einer probabilistischen Berechnung einer von mehreren Variablen abhängigen Zielgrösse eine befriedigende Abdeckung des Parameterraumes auf ökonomische Weise erreicht werden?
Vorgehen	<p>Ein Fachspezialist der Aufsichtsbehörde soll sich schwerpunktmässig mit dem Umgang mit Ungewissheiten über Parameterwerte beschäftigen. Die Einarbeitung soll in Form einer Weiterbildung erfolgen. Sie beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none">- Studium der heute bekannten Methoden der Sensitivitätsanalysen in mehreren Variablen. Darstellung ihrer Vor- und Nachteile, inkl. Vergleich des Rechenaufwandes.- Kritische Bewertung der in Sicherheitsanalysen für Tiefenlager (oder bei formal ähnlichen mathematischen Fragestellungen) eingesetzten (modifizierten) Monte-Carlo-Verfahren. Übersicht über neuere Techniken und Erfahrungen in diesem Bereich.
Organisation	<p>Bezeichnen der Fachperson. Planen der Weiterbildung: Selbststudium, spezifische Kurse, Projekte. Die Federführung liegt beim Sektionschef, an der Planung sind die Modellierer der Sektion beteiligt.</p>
Zeitplan	<p>Dauer: rund 2-3 Jahre</p>
Kosten	<p>Keine Personalkosten</p>



Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungs- arbeiten	Mathematische Literatur, Konferenzberichte und Studien aus dem Umfeld der Entsorgung: IAEA, EU-Projekt THERESA (gekoppelte Prozesse), andere Organisationen. Neuere Publikationen zu probabilistischen Sicherheitsanalysen für Tiefenlager und zu modifizierten Monte-Carlo-Verfahren im Allgemeinen. Literatur über moderne Anwendungen probabilistischer Methoden in anderen Sachgebieten.
---	---



5. Ethik / Recht	
5.1. Umweltpolitische Fragen	
Ausgangslage	<p>Die Sorge um den Schutz von Mensch und Umwelt vor schädigenden Einwirkungen, die aus menschlichen Tätigkeiten stammen, hat in den vergangenen Jahren zu verschiedenen grundsätzlichen Diskussionen geführt. Nachhaltigkeit und Vorsorgeprinzip beispielsweise sind zwei wichtige Grundsätze, mit deren Umsetzung an praktischen Beispielen mittlerweile auch vielfältige Erfahrungen existieren.</p> <p>Die Entsorgung radioaktiver Abfälle stellt – unter anderem aus historischen Gründen – einen Sonderfall der Abfallbewirtschaftung dar. Um Konsistenz mit anderen Bereichen der Abfallbewirtschaftung und allgemeiner des Schutzes von Mensch und Umwelt zu gewährleisten, sollte die Anwendung grundlegender umweltpolitischer Prinzipien und aktueller umweltpolitischer Diskussionen im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle überprüft werden (vgl. auch Projekt 4.1, Lagerkonzepte: Abfallbewirtschaftung im Vergleich).</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Die Untersuchung liefert Entscheidungsgrundlagen für BFE und HSK. Sie zeigt auf, wo Konsistenz mit aktuellen umweltpolitischen Grundsätzen besteht, wo allenfalls Handlungsbedarf besteht und welche Entwicklungen sich für die kommenden Jahre abzeichnen.</p> <p>Mit dem Projekt sollen vor allem folgende Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche wichtigen umweltpolitischen und umweltethischen Diskussionen der vergangenen Jahre sind für die Entsorgung radioaktiver Abfälle von Bedeutung?- Welche neuen Diskussionen, die für die Entsorgung wichtig werden könnten, zeichnen sich heute ab?- Wie wird insbesondere das Prinzip der Nachhaltigkeit im Entsorgungsbereich umgesetzt?- Welche Verpflichtungen bestehen aus heutiger Sicht gegenüber späteren Generationen? Wie können diese Verpflichtungen erfüllt werden?- Welche Anforderungen sind an gesellschaftliche Steuerungsmechanismen im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle zu stellen?- Welche wesentlichen Anforderungen ergeben sich zusammenfassend an die Entsorgung radioaktiver Abfälle? Welche dieser Forderungen sind bereits erfüllt? Wo besteht ggf. noch Handlungsbedarf? Welche Massnahmen sind geeignet, evtl. bestehende Lücken zu schliessen?
Vorgehen	<p>Systematische Erhebung und Darstellung wichtiger umweltpolitischer und umweltethischer Diskussionen, z. B. um Nachhaltigkeit, Vorsorge- und Fairnessprinzip, intergenerationelle Ethik resp. Gerechtigkeit. Umsetzung auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle. Das Projekt beruht wesentlich auf einer Literaturrecherche und den Erfahrungen des Projektteams. Dabei soll auf eine konkrete Auslegeordnung für die aktuellen und künftigen Arbeiten des BFE hingearbeitet werden.</p>
Organisation	<p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in den Bereichen Umweltethik und Recht sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Erfahrungen mit der praktischen Umsetzung umweltethischer Prinzipien sind von Vorteil. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.</p>



Zeitplan	Dauer: 9 Monate bis 1 Jahr. Da das Projekt wichtige Informationen für weitere Forschungsarbeiten, z. B. für die Projekte 1.2 und 4.1 liefert, sollte es zügig realisiert werden.
Kosten	Ca. 65 Personentage; CHF 80'000.-
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none">- ARE (in Vorbereitung): Strategie nachhaltige Entwicklung des Bundesrats. Revision der Strategie 2002. Bern.- Interdepartementale Arbeitsgruppe "Vorsorgeprinzip" (2003): Das Vorsorgeprinzip aus schweizerischer und internationaler Sicht. Synthesepapier. Bern.- D. Appel, J. Kreuzsch, W. Neumann (2001): Vergleichende Bewertung von Entsorgungsoptionen für radioaktive Abfälle. Abschlussbericht im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe. Hannover.- W. Boetsch (2003): Ethische Aspekte bei der Endlagerung radioaktiver Stoffe. Abschlussbericht. Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bonn.- Leder, G.B.; Achenbach, R.; Spaemann, V. Gerhardt (2003): Ethische Aspekte der Endlagerung. Tagungsbericht. Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bonn.- W. Veith (2006): Intergenerationelle Gerechtigkeit. Stuttgart.



5. Ethik / Recht	
5.2. Schutzziele	
Ausgangslage	<p>Mit Schutzziele für geologische Tiefenlager wird festgelegt, welches Mass an Sicherheit für Mensch und Umwelt erreicht werden soll. Im Vordergrund steht dabei der Mensch. Daneben sind jedoch auch nicht-menschliche Arten und ökologische Systeme zu berücksichtigen. Da je nach Art der Abfälle über Zeiträume von 100'000 Jahren und mehr dafür gesorgt werden muss, dass keine unzumutbare Gefährdung von den Abfällen ausgeht, wird zudem auch der Schutz künftiger Lebensformen diskutiert.</p> <p>Zur Frage geeigneter langfristiger Schutzziele existieren in der Fachliteratur unterschiedliche Ansätze und Meinungen.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Mit dem Projekt soll eine Übersicht über die aus ethischer Sicht relevanten Überlegungen zum Vorhaben, Menschen (Lebewesen) in einer weit entfernten Zukunft angemessen zu schützen, erarbeitet werden. Der Fokus soll dabei nicht zu eng auf geologische Tiefenlager gelegt werden, d.h. auch andere Aspekte sollen mit einbezogen werden (ganzheitliche Betrachtungsweise). Zudem wird eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Definition von Schutzziele bei der HSK bereitgestellt.</p> <p>Mit dem Projekt sollen folgende Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Überlegungen und umweltpolitischen Prinzipien sind geeignet, als Grundlage für die Wahl künftiger Schutzziele zu dienen?- Was heisst insbesondere "schützen" über lange Zeiträume (bei unbekannter Evolution von Mensch und Technik)?- Was ist unter Gerechtigkeit im Umgang mit Mensch und Umwelt (z. B. bezüglich Strahlenschutz) über sehr lange Zeitspannen zu verstehen (intergenerational equity)?- Gibt es eine Zeitspanne, nach der eine intergenerationelle Verpflichtung ihren Sinn verloren hat?
Vorgehen	<p>Übersicht über die aus ethischer, rechtlicher und naturwissenschaftlich-technischer Sicht relevanten Überlegungen zum Vorhaben, Menschen (Lebewesen) in einer weit entfernten Zukunft angemessen zu schützen.</p> <p>Das Projekt besteht wesentlich in einer systematischen Literaturrecherche. Erhebung und Diskussion bestehender Ansätze, Entwicklung von Empfehlungen zuhanden der HSK.</p>
Organisation	<p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen im Bereich Schutzziele sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen. Allenfalls sind im Verlauf des Projektes Synergien zu den derzeit laufenden Arbeiten der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT und zum Projekt "Risiko Schweiz" beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz zu nutzen.</p>
Zeitplan	Dauer: 6 bis 9 Monate
Kosten	Ca. 65 Personentage; CHF 80'000.-



<p>Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungs- arbeiten</p>	<ul style="list-style-type: none">- Projekte 1.2 (Langzeitaspekte: Wissenserhalt und Markierung), 4.1 (Lagerkonzepte: Abfallbewirtschaftung im Vergleich), 4.2 (Schutz der Umwelt) , 4.8 (Sicherheitskriterien für lange Zeiträume) und 5.1 (Umweltpolitische Fragen)- Richtlinie R-21 der HSK- Entsprechende Regelwerke anderer Länder- Ergebnisse der Projekte "Schutzziele" der PLANAT im Rahmen des Aktionsplans Naturgefahren der PLANAT- NEA (1995): The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal. Paris. <p>Fachliteratur zur intergenerationellen Ethik, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none">- D. Birnbacher (1988): Verantwortung für zukünftige Generationen.- H. Jonas (1984): Das Prinzip Verantwortung.- W. Veith (2006): Intergenerationelle Gerechtigkeit. Stuttgart.
---	--



5. Ethik / Recht	
5.3. Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung	
Ausgangslage	<p>Die Entsorgung radioaktiver Abfälle beansprucht längere Zeiträume, über die mit gesellschaftlichen Veränderungen zu rechnen ist.</p> <p>Aus heutiger Sicht soll den nachfolgenden Generationen Handlungsspielraum gewährt werden, um beispielsweise neue umweltpolitische Grundsätze bei der geologischen Tiefenlagerung umzusetzen. Gleichzeitig wird jedoch auch ein Schutz vor unerwünschten Entwicklungen, z. B. gesellschaftlicher Destabilisierung und kriegerischen Ereignissen (vgl. Projekt 4.5, Schnell-/ Selbstverschluss), angestrebt.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Die Untersuchung liefert Grundlagen zum Umgang mit gesellschaftlichen Veränderungen, die BFE und HSK bei ihrer Tätigkeit als Bewilligungs- bzw. Aufsichtsbehörden unterstützen.</p> <p>Mit dem Projekt sollen folgende Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Wie kann bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle ausreichende Flexibilität gewährleistet werden, um gesellschaftlichen Veränderungen angemessen gerecht zu werden? Welches Mass an Offenheit soll angestrebt werden? Wo ist es sinnvoll, heute schon weitgehend definitive Entscheidungen für die weitere Zukunft zu treffen?- Welche Anforderungen stellen künftige gesellschaftliche Entwicklungen – soweit heute absehbar – an die Sicherheit des Lagers?- Wo entstehen Spannungsfelder zwischen den Anforderungen an Offenheit und Sicherheit? Wie können diese Spannungsfelder gelöst werden?- Welche Anforderungen sind – im Hinblick auf gesellschaftliche Veränderungen – an die Prozesse, die von der Standortwahl bis zum Verschluss geologische Tiefenlager führen, und an geologische Tiefenlager selbst zu stellen?
Vorgehen	<p>Untersuchung zu den Auswirkungen, welche die Dynamik gesellschaftlicher Veränderungen, insbesondere des Wertewandels, mittel- und langfristig auf die Entsorgung, beispielsweise auf die Sicherheitskultur oder die Weitergabe von Informationen, zeigen kann. Dabei sollen unter anderem die spezifischen Eigenschaften langlebiger Institutionen bzw. Infrastrukturen, z. B. Strassen- und Wegenetz, miteinbezogen werden. Diskussion rechtlicher Fragen, z. B. langfristige Raumplanung, Nutzungseinschränkungen, Militärstatus. Entwicklung von Empfehlungen, wie im weiteren Verfahren ausreichende Flexibilität aber auch Sicherheit gegenüber technischen und gesellschaftlichen Neuerungen erreicht werden kann.</p> <p>Das Projekt beruht wesentlich auf einer Literaturrecherche und der Erfahrung des Projektteams. Zentrales Element ist eine Szenarienanalyse, in die beispielsweise weitreichende Auswirkungen des Klimawandels einbezogen werden. Zudem soll mindestens ein Workshop mit Experten, die im Verlauf der Recherche ermittelt wurden, durchgeführt werden.</p>
Organisation	<p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen im sozialwissenschaftlichen Bereich sowie in der Entsorgung radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten werden durch eine Begleitgruppe betreut. In der Offerte sind erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.</p>
Zeitplan	<p>Dauer: ca. 1 Jahr. Die Ergebnisse sollten begleitend zum Sachplan- und Rahmenbewilligungsverfahren periodisch aktualisiert werden.</p>



Kosten	Ca. 65 Personentage; CHF 80'000.-
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungs- arbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Projekt 1.2 (Langzeitaspekte: Wissenserhalt und Markierung)- Inglehart, R. (1989). Kultureller Umbruch. Wertwandel in der westlichen Welt. Frankfurt, Main.- Inglehart, Ronald / Welzel, Christian (2005): Modernization, Cultural Change and Democracy. New York.- Christian Giordano, Jean-Luc Patry (Hg.) (2005): Wertkonflikte und Wertewandel - Eine pluridisziplinäre Begegnung, Reihe: Freiburger Sozialanthropologische Studien, Bd. 6. Freiburg.- K.-H. Hillmann (2003): Wertwandel. Ursachen - Tendenzen – Folgen. Würzburg.- Osterdiekhoff, G.W., Jegelka, N. (Hg.) (2001): Werte und Wertewandel in westlichen Gesellschaften: Resultate und Perspektiven der Sozialwissenschaften. Opladen. <p>Zu stufenweisem Vorgehen:</p> <ul style="list-style-type: none">- National Research Council (2003): One Step at a Time: The Staged Development of Geologic Repositories for High-Level Radioactive Waste. Washington.- OECD/NEA (1999): Confidence in the Long-term safety of Deep Geological Repositories: Its Development and Communication. Paris- OECD/NEA (2004): Stepwise Approach to Decision Making for Long-term Radioactive Waste Management: Experience, Issues and Guiding Principles. Paris. <p>Zu Reversibilität und Rückholbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none">- OECD/NEA (2002): Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste: Reflections at the International Level. Paris.



Weiteres Vorgehen

Auf Grund hoher zeitlicher Priorität wurden bereits drei Forschungsprojekte angegangen. Im Sommer 2007 wurde das Forschungsprojekt „Sachplanverfahren: Kommunikation mit der Gesellschaft“ gestartet. Das Projekt „Abfallbewirtschaftung im Vergleich“ wurde im Frühling 2008 begonnen und im Sommer 2008 wurde ein Teil (Literaturrecherche) des Projekts „Langzeitaspekte: Wissenserhalt und Markierung“ lanciert.

Das Forschungsprogramm wurde an der AGNEB-Sitzung vom 12. September 2008 diskutiert und in dieser Form gut geheissen. Bezüglich der Finanzierung und der Koordination des Forschungsprogramms wurde folgendes Vorgehen skizziert:

- Das BFE betreut die geisteswissenschaftlichen Projekte (Langzeitaspekte (in enger Absprache mit der HSK)); Sachplanverfahren; Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz; Ethik, Recht) und die HSK diejenigen der regulatorischen Sicherheitsforschung (Lagerkonzepte). Dazu gehört die Initiierung, Vergabe, Konstituierung und Organisation der Begleitgruppen, Kontakt zu den Auftragnehmenden sowie die Finanzierung über die jeweiligen Forschungskredite.
- Die Koordination der Projekte untereinander wird teilweise durch Begleitgruppen identischer Zusammensetzung (siehe Anhang 2) gewährleistet.
- Die AGNEB hat die Aufgabe, die Umsetzung des Forschungsprogramms zu begleiten und zu koordinieren.
- Unterstützt wird die AGNEB dabei von einem Forschungssekretariat im BFE. Dieses hat des Weiteren die Aufgabe, die geisteswissenschaftliche Forschung im Bereich Entsorgung zu verfolgen und darüber in der AGNEB zu berichten. Es stellt auch die Koordination mit der entsprechenden Stelle in der HSK, welche für die Forschungsprojekte in der regulatorischen Sicherheitsforschung zuständig ist, sicher.
- BFE und die HSK informieren regelmässig in der AGNEB über den Fortschritt und die Ergebnisse der Forschungsprojekte in ihrem Zuständigkeitsbereich.

Mit dem vorliegenden Forschungsprogramm ist der Forschungsbedarf des Bundes bis ca. 2013, d.h. mittelfristig, abgedeckt. Eine Überarbeitung des Programms wird in ca. vier Jahren fällig. Zu diesem Zeitpunkt wird sich die Frage nach der Fortsetzung oder dem Start neuer Projekte stellen.

ANHANG 1: Terminplanung der Projekte

	ca. Dauer (Mt)	2. Hälfte 08	2009	2010	2011	2012ff
1 Langzeitaspekte						
1.1. Beobachtungsphase: Regelung, Finanzierung und Organisation	12					
1.2. Wissenserhalt und Markierungskonzepte	12					
2 Sachplanverfahren						
2.1. Kommunikation mit der Gesellschaft	12					
3 Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz						
3.1. Werthaltungen und Interessen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle	12-18					
4 Lagerkonzepte						
4.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich	30					
4.2. Schutz der Umwelt	3					
4.3. Auslegung und Inventar des Pilotlagers	18					
4.4. Monitoringkonzept und -einrichtungen	18					
4.5. Schnell-/ Selbstverschluss	6*					
4.6. Erleichterte Rückholbarkeit	4*					
4.7. Materialwissenschaftliche Fragen	n.limitiert					
4.8. Sicherheitskriterien für lange Zeiträume	4*					
4.9. Folgen aus Ungewissheiten über Parameterwerte	n.limitiert					
5 Ethik / Recht						
5.1. Umweltpolitische Fragen	2*					
5.2. Schutzziele	2*					
5.3. Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung	2*					

*Personenmonate

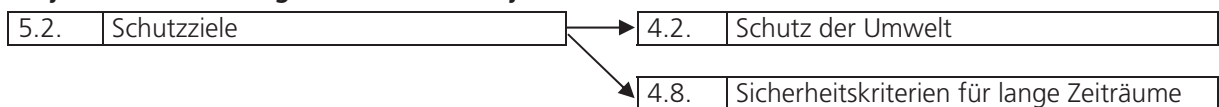
ANHANG 2: Koordination der Projekte

Koordination der Projekte jeweils durch Begleitgruppe in identischer Zusammensetzung:

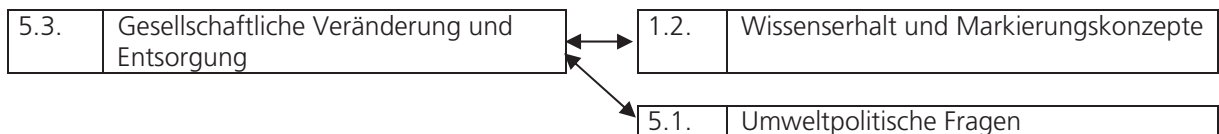
2.1.	Kommunikation mit der Gesellschaft
3.1.	Werthaltungen und Interessen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle
5.3.	Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung

4.3.	Auslegung und Inventar des Pilotlagers
4.4.	Monitoringkonzept und -einrichtungen

Projekte, die Grundlagen für andere Projekte liefern:



Koordination der Projekte untereinander, durch Austausch der Ergebnisse:



ANHANG 3: Sachkompetenzen / Zuständigkeiten der Institutionen des Bundes

Organisation

BFE

- Erarbeiten von Grundlagen für die Entsorgungspolitik und –strategie des Bundes.
- Planen, koordinieren und leiten der Entsorgungsprojekte und überwachen der Durchführung von Verfahren (z. B. Sachplanverfahren).
- Koordinieren und zusammenarbeiten mit Bundesstellen, Kantone, Organisationen und dem benachbarten Ausland.
- Sicherstellen der Finanzierung von Stilllegung und Entsorgung.
- Planen und durchführen von Informations- und Kommunikationstätigkeiten.
- Mitarbeiten in nationalen und internationalen Gremien (z. B. IAEA, OECD/NEA).

HSK

Generell:

- Aufsicht über die Entstehung, Behandlung, Zwischenlagerung und Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle, über den Transport radioaktiver Materialien und über die Stilllegung von Kernanlagen.

Speziell im Zusammenhang mit der geologischen Tiefenlagerung:

- Erarbeitung von Beurteilungsgrundlagen für die geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle.
- Beurteilung und Begleitung der erdwissenschaftlichen Untersuchungen im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung.
- Koordination der Aufsicht über die erdwissenschaftlichen Untersuchungen im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle.
- Führung des Sekretariates der Kommission Nukleare Entsorgung (KNE).
- Mitwirkung an Projekten auf dem Gebiet der Erdwissenschaften.
- Bearbeitung von erdwissenschaftlichen Fragestellungen im Zusammenhang mit den schweizerischen Kernanlagen.
- Durchführen von Studien zur Szenarienanalyse, zu den geochemischen Vorgängen, zum Langzeitverhalten von technischen Barrieren und zur geosphärischen Radionuklidausbreitung.
- Entwicklung, Prüfung und Einsatz von konzeptuellen Modellen und Computerprogrammen für Sicherheitsanalysen der Tiefenlagerung.
- Koordination der behördlichen Aufsicht über das Zentrale Zwischenlager sowie über Spezialtransporte.
- Aufsicht über die Durchführung der Transporte radioaktiver Stoffe zu und von Kernanlagen.

Speziell im Zusammenhang mit der Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle:

- Erarbeitung von Beurteilungsgrundlagen für die Konditionierung und Zwischenlagerung und die Endlagerung radioaktiver Abfälle.
- Beurteilung der Konditionierverfahren für radioaktive Abfälle und Beaufsichtigung der diesbezüglichen Anlagen.
- Beurteilung der Spezifikationen von radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.
- Beurteilung der Projekte zur Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen sowie Beaufsichtigung bei Erstellung und Betrieb solcher Anlagen.
- Behandlung von Fragen der Stilllegung von Kernanlagen.

Generell:

- Kompetenzzentrum der Schweiz für Geoinformationen sowie für geologische, geophysikalische, geotechnische, geodätische und topografische Grundlagen; betreibt die Bundes-Geodateninfrastruktur und koordiniert die Nationale Geodaten-Infrastruktur der Schweiz.
- Ist die erdwissenschaftliche Fachstelle des Bundes und stellt den übrigen Stellen des Bundes, den kantonalen Fachstellen sowie Dritten geologische Informationen zur Verfügung im Hinblick auf die nachhaltige Nutzung des geologischen Untergrunds, die Berücksichtigung der geologischen Gegebenheiten in Planungs- Konzessionierungs- und Bewilligungsverfahren; die Präventionen vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen geologischer Prozesse auf Personen und Sachen.
- Geologische Beratung und Unterstützung der Bundesverwaltung sowie Dritter, denen Aufgaben des Bundes übertragen sind; Begleitung geologischer Untersuchungen bei Projekten der Bundesverwaltung

Speziell im Zusammenhang mit der geologischen Tiefenlagerung:

- Bereitstellen von geologischen Daten und Informationen von nationalem Interesse wie Vorkommen und Beschaffenheit von geeigneten Gesteinsformationen zur Lagerung von Stoffen und Abfällen oder im Bereich bestehender und geplanter Infrastrukturen von nationalem Interesse.
- Betrieb und Führung eines Felslabors (Mont Terri). Experimentelle Fachkenntnisse in Selbstabdichtung von Tongesteinen, geologischen Heterogenitäten im Opalinuston, hydraulischen Tests (Bohrloch-Evapometer) und langzeitlichen Hebungsdaten (geodätische Präzisionsmessungen).
- Hydraulische und felsmechanische Charakterisierung von gering durchlässigen Gesteinen (z. B. Tonformationen in der Schweiz)
- Geologie der Schweiz: detaillierte Kenntnisse der Lithofazies und Stratigraphie aller Gesteine. Verbreitung der verschiedenen Facies. Detailkenntnisse (geologischer Atlas der Schweiz, 1:25'000)
- Geologie der Schweiz: detaillierte Kenntnisse über die Tektonik der Schweiz, insbesondere von tektonischen Brüchen und Diskontinuitäten in allen Skalenbereichen.
- Tiefenplanung in der Schweiz.
- 3D Modellierung: in-house Fachkompetenz von dreidimensionalen geologischen Modellen, komplexen Geoinformationssystemen und Geodiensten.
- Führung des Sekretariates der Eidgenössischen Geologischen Kommission (EGK).
- Leitung des interdepartementalen Koordinationsorgans Geologie des Bundes.
- Sekretariat und Einberufungsstelle der Kantonsgeologen-Konferenz.
- Präsidium des Stratigraphischen Komitees der Schweiz.
- Umfangreich dokumentiertes Bohrkernlager von bedeutenden Tiefbohrungen der Schweiz.
- Monitoring-Konzepte sowie Mittel- und Langfrist-Monitoring von Geodaten und Geoinformationen.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'énergie OFEN
Division Droit et sécurité

Juin 2009

Rapport annuel 2008

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

Sommaire

1	Préface	4
2	AGNEB	5
3	Conseil fédéral	6
3.1	Loi sur l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (LIFSN)	6
3.2	Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»	6
3.3	Révision complète de la loi fédérale sur la responsabilité civile en matière nucléaire (LRCN)	6
3.4	Ordonnances relatives à la loi sur l'énergie nucléaire (LENU)	7
3.5	Interventions parlementaires	7
4	Office fédéral de l'énergie (OFEN)	8
4.1	Fonds pour la désaffectation des installations nucléaires et la gestion des déchets radioactifs	8
4.2	Instances agissant dans le contexte de la démonstration de la faisabilité	9
4.3	Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»	9
4.4	Recherche	12
4.5	Activités au niveau international	13
5	Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN)	15
5.1	Gestion des déchets dans les centrales nucléaires	15
5.2	Gestion des déchets au PSI	16
5.3	Entrepôt central de Zwiilag	16
5.4	Installations de traitement des déchets de Zwiilag	17
5.5	Déchets radioactifs provenant du retraitement	18
5.6	Transports d'éléments combustibles irradiés	18
5.7	Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»	18
5.8	Laboratoires souterrains	19
5.9	Activités diverses	19
6	Commission pour la gestion des déchets radioactifs (CGD)	20
6.1	Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»	20
6.2	Travaux de recherche dans le laboratoire souterrain du Mont Terri	21
6.3	Site de la CGD	21
7	Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN)	22
7.1	Suivi de l'avancement de la science et de la technique ainsi que de la recherche	22
7.2	Participation à l'adoption de prescriptions	23
7.3	Prises de position	23
7.4	Echange d'informations avec les responsables de la Nagra	24
7.5	Perspectives	25
8	Office fédéral de topographie (swisstopo)	26
8.1	Projet du Mont Terri	26
9	Office fédéral de la santé publique (OFSP)	29

10	Institut Paul Scherrer (PSI)	30
10.1	Activités du PSI pour le traitement et la gestion des déchets radioactifs	30
10.2	Recherches menées au PSI	30
11	Nagra	34
11.1	Programme de gestion des déchets et procédure du plan sectoriel	34
11.2	Déchets radioactifs	35
11.3	Détermination des coûts de stockage en profondeur (étude sur les coûts)	35
11.4	Bases techniques	35
11.5	Laboratoires souterrains.....	36
11.6	Relations publiques.....	37

1 Préface

Dans le rapport annuel 2007, je terminais la préface sur ces mots: «Il reste du pain sur la planche!». Aujourd'hui, grâce à l'extraordinaire engagement de tous les acteurs et de toutes les personnes impliqués, nous pouvons dresser un bilan satisfaisant: en 2008, trois grandes étapes témoignent des sensibles progrès réalisés en matière de gestion des déchets radioactifs.

Le 2 avril 2008, le Conseil fédéral a approuvé la «Conception générale» du plan sectoriel «Dépôt en couches géologiques profondes» après une vaste procédure d'élaboration qui a duré environ trois ans. Il a ainsi donné le coup d'envoi de la recherche de sites appropriés pour le stockage des déchets radioactifs. Les règles régissant les trois étapes de la procédure de sélection des sites d'implantation de dépôts en couches géologiques profondes sont définies dans la «Conception générale».

Le 17 octobre 2008, se fondant sur les critères relevant de la sécurité et de la faisabilité technique arrêtés dans le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», la Nagra a proposé aux autorités fédérales six domaines d'implantation géologiques appropriés sur le plan géologique; il s'agit des domaines «Bözberg», «partie nord de la Lägeren» et «Weinland zurichois» pour les déchets hautement radioactifs comme pour les déchets moyennement et faiblement radioactifs, ainsi que des domaines «Pied sud du Jura», «Südranden» et «Wellenberg» pour les déchets moyennement et faiblement radioactifs.

Le 6 novembre 2008, l'OFEN, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et la Nagra ont présenté les domaines d'implantation proposés et les prochaines étapes de la procédure lors d'une conférence de presse. Durant les mois de novembre et décembre, des séances d'information de la population ont eu lieu dans toutes les régions de Suisse concernées et en Allemagne voisine.

Ce rapport annuel donne une idée de l'important travail fourni par les personnes actives dans la gestion des déchets radioactifs au cours de l'année écoulée; je les remercie vivement pour leur engagement. Je tiens tout spécialement à remercier les cantons et les communes concernés, qui ont collaboré avec les autorités fédérales pour présenter les domaines d'implantation proposés. Merci également aux membres de l'AGNEB pour les nombreux débats engagés et pour les précieuses informations fournies.

L'année prochaine sera consacrée essentiellement à l'évaluation des critères relevant de la sécurité et de la faisabilité technique dans les domaines d'implantation proposés par l'IFSN, la Commission pour la gestion des déchets radioactifs (CGD) et la Commission de la sécurité nucléaire (CSN). D'importantes étapes sont prévues également dans l'aménagement du territoire. Aussi la méthode d'évaluation appliquée pour comparer les différents sites durant la deuxième étape doit-elle être arrêtée d'entente avec les cantons lors de la première étape déjà; il en va de même pour les périmètres de planification provisoires définis pour chaque domaine d'implantation. Autre objectif d'importance: l'organisation de la participation régionale, qui assume d'importantes tâches dès la deuxième étape.

L'OFEN entend diriger la procédure en garantissant plusieurs objectifs: préserver sa crédibilité autant que sa transparence, maintenir la confiance dans la collaboration entre les cantons et les communes, respecter les délais et éviter que les règles appliquées ne soient remaniées suite à des interventions politiques.



Dr Werner Bühlmann

2 AGNEB

Institué par le Conseil fédéral en février 1978, le Groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets nucléaires (AGNEB) a pour mission de suivre les travaux réalisés en Suisse dans ce domaine, de rédiger des avis pour le Conseil fédéral, de superviser les procédures d'autorisation au niveau fédéral et d'étudier les questions qui se posent sur le plan international. L'AGNEB se compose de représentants des autorités chargées de la surveillance, des autorisations, de la santé, de l'environnement et de l'aménagement du territoire, ainsi que de représentants de la topographie nationale et de la recherche. Le Groupe de travail a le mandat d'établir un rapport annuel rendant compte de ses activités au Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

L'AGNEB s'est réuni à trois reprises. Il a examiné le programme de gestion des déchets radioactifs et a décidé de ne se prononcer sur la procédure de contrôle en la matière que lorsque les différents résultats et expertises seront soumis à consultation. Les travaux des autorités concernant la planification de la mise en œuvre du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» ont été à l'ordre du jour de chacune de ses réunions.

D'autre part, l'AGNEB a approuvé le programme de recherche sur les déchets radioactifs (cf. chapitre 4.5.1 et Annexe VII) et s'est occupé de l'organisation des travaux de recherche de la Confédération en matière de gestion des déchets. Il assurera le suivi de la mise en œuvre du programme de recherche, son contrôle annuel et, le cas échéant, sa mise à jour. Pour ce faire, l'AGNEB bénéficiera du soutien d'un secrétariat de l'OFEN.

3 Conseil fédéral

3.1 Loi sur l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (LIFSN)

Cette loi octroie à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) une personnalité juridique autonome et modifie sa désignation: désormais, elle s'appelle «Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSUN)» et devient un établissement fédéral de droit public.¹ Dans un premier temps, les dispositions de la LIFSN concernant le conseil de l'IFSUN sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2008, les autres dispositions sont entrées en force le 1^{er} janvier 2009. Le 12 novembre 2008, le Conseil fédéral a adopté l'ordonnance sur l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (OIFSUN) et l'ordonnance sur la Commission fédérale de sécurité nucléaire (OCSN). Les deux textes de loi sont entrés en vigueur le 1^{er} janvier 2009.

3.2 Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

Le 2 avril 2008, le Conseil fédéral a approuvé la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Celle-ci définit les règles et les procédures régissant la recherche de sites d'implantation de dépôts en couches géologiques profondes. Dans ce contexte, la plus haute priorité est accordée à la protection à long terme de l'être humain et de l'environnement. La procédure de sélection doit également tenir compte des aspects socio-économiques et liés à l'aménagement du territoire. L'adoption de la Conception générale permet de lancer la recherche de sites d'implantation aptes à accueillir des dépôts en couches géologiques profondes en Suisse. Dans une première étape, la Nagra doit présenter une sélection de domaines adéquats sur le plan géologique (cf. chapitre 4.3.1).

Par ailleurs, le Conseil fédéral a également arrêté que les responsables de la gestion des déchets sont tenus de remettre le programme de gestion des déchets radioactifs en même temps qu'ils proposent des domaines d'implantation géologiques (cf. chapitre 4.4).

3.3 Révision complète de la loi fédérale sur la responsabilité civile en matière nucléaire (LRCN)

Dans son arrêté fédéral du 13 juin 2008 concernant l'approbation et la mise en œuvre des conventions relatives à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, l'Assemblée fédérale a adopté la révision de la LRCN. La modification de l'ordonnance sur la responsabilité civile en matière nucléaire (ORCN) est en cours. Les conventions internationales relatives à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire et la LRCN n'entreront certainement pas en vigueur avant au moins un à deux ans.

¹ Le présent rapport annuel utilise uniquement l'abréviation IFSUN, même dans les cas où, d'un point de vue formel, il s'agissait encore de la DSN au cours de l'année sous revue.

3.4 Ordonnances relatives à la loi sur l'énergie nucléaire (LEnu)

Le 16 avril 2008, le DETEC a adopté deux ordonnances, à savoir l'ordonnance du DETEC sur les hypothèses de risque et sur les mesures de sûreté pour les installations et les matières nucléaires (RS 732.112.1) et l'ordonnance du DETEC sur la méthode et sur les standards de vérification des critères de la mise hors service provisoire d'une centrale nucléaire (SR 732.114.5); l'une comme l'autre ordonnances sont entrées en force le 1^{er} mai 2008. Le projet d'ordonnance sur les hypothèses de risque et sur l'évaluation de la protection contre les défaillances dans les installations nucléaires est en cours d'élaboration.

3.5 Interventions parlementaires

Le 14 mars, le Conseil fédéral a répondu à l'interpellation 07.3812 «Plan sectoriel *Dépôts en couches géologiques profondes* pour les déchets nucléaires» du conseiller national Hans-Jürg Fehr (PS/SH) datée du 19 décembre 2007. L'interpellateur a posé une série de questions sur le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Il demande notamment que trois sites d'implantation figurent dans le choix établi au terme de la procédure de sélection du plan sectoriel, et non pas seulement deux; il souhaite que la comparaison entre les différents sites d'implantation se base sur un niveau de données identiques, et il demande que l'impact socio-économique d'un dépôt de déchets radioactifs soit déjà évalué au cours de la première étape. Par ailleurs, le conseiller national Fehr a proposé de définir comme région d'implantation toute région située dans un rayon de 30 km autour d'un site prévu et de laisser participer également les cantons voisins au comité des cantons. Dans sa réponse, le Conseil fédéral a souligné que tous les points soulevés par l'interpellation avaient déjà été discutés et examinés lors de la procédure d'élaboration de la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes».

Lors des heures de questions de la session hivernale du Conseil national, le Conseil fédéral a dû répondre à plusieurs questions concernant la gestion des déchets radioactifs. Christoph von Rotz (UDC/OW) a voulu savoir si les décisions démocratiques concernant le Wellenberg prises en 1995 et 2002 étaient encore acceptées, étant donné que la Nagra a une nouvelle fois proposé le Wellenberg en tant que domaine d'implantation (cf. chapitre 4.3.1). Dans sa réponse, le Conseil fédéral s'est référé à la nouvelle loi fédérale sur l'énergie nucléaire et aux différentes étapes de la procédure du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Thomas Hurter (UDC/SH) a posé la question de savoir s'il ne serait pas plus judicieux de procéder à l'évaluation des aspects socio-économiques lors de la première étape. Ici aussi, le Conseil fédéral a insisté sur la nécessité de respecter les trois étapes prévues par le plan sectoriel. Lors des débats, le conseiller fédéral Moritz Leuenberger a laissé entendre qu'il ne fallait pas changer les roues d'un train en marche. Enfin, Hildegard Fässler (PS/SG) a évoqué la récente nomination du conseiller aux Etats Pankraz Freitag à la présidence du Conseil d'administration de la Nagra et a voulu savoir si un mandat de conseiller aux Etats était compatible avec un tel poste. Comme la Nagra est une société coopérative de droit privé et non une commission extraparlamentaire de la Confédération, le Conseil fédéral a estimé que rien ne s'opposait à ce qu'un membre du Parlement soit simultanément membre du Conseil d'administration de la Nagra.

Plusieurs autres interventions ont été déposées vers la fin de la session d'hiver: dans sa motion (08.3892) du 18 décembre 2008, le conseiller national Thomas Hurter a chargé le Conseil fédéral de procéder, dès la première étape, à des études socio-économiques sur tous les domaines d'implantation prévus. Le conseiller national Josef Lang (Alternative/ZG) est également revenu sur la question du Wellenberg: il a demandé au Conseil fédéral quelle valeur il accordait aux décisions de la population nidwaldienne, qui a refusé par deux fois l'entreposage de déchets radioactifs au Wellenberg (08.1135). Quant à l'interpellation du conseiller national Bastien Girod (Verts/ZH) déposée le 19 décembre 2008 (08.3978), elle portait sur l'évaluation de la démonstration de faisabilité du stockage des déchets radioactifs.²

² Le Conseil fédéral a répondu à ces interventions le 6 mars 2009.

4 Office fédéral de l'énergie (OFEN)

4.1 Fonds pour la désaffectation des installations nucléaires et la gestion des déchets radioactifs

En vertu de la loi, ceux qui produisent des déchets radioactifs doivent les gérer en toute sécurité et à leurs frais. Les coûts de gestion des déchets qui surviennent pendant l'exploitation des centrales, notamment ceux qui sont liés aux recherches menées par la Nagra ou à la construction de dépôts intermédiaires, doivent être payés au fur et à mesure par les exploitants. Il n'en va pas de même pour les coûts de désaffectation des centrales nucléaires et les coûts de gestion des déchets radioactifs après la mise hors service des centrales: ceux-ci sont pris en charge par deux fonds indépendants, à savoir le fonds pour la désaffectation des installations nucléaires et le fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires, tous deux alimentés par les contributions des exploitants.

4.1.1 Fonds pour la désaffectation des installations nucléaires

Le *fonds pour la désaffectation des installations nucléaires* assure le financement des coûts de désaffectation et de démantèlement des installations nucléaires, ainsi que des coûts de gestion des déchets radioactifs ainsi produits. Selon les derniers calculs, les coûts de désaffectation des cinq centrales nucléaires que compte la Suisse et du dépôt intermédiaire fédéral de Würenlingen s'élèvent à quelque 2,2 milliards de francs (base des prix 2006³). Ces coûts doivent entièrement être pris en charge par le fonds. A la fin 2008, le capital cumulé s'élevait à 1,069 milliard de francs.

4.1.2 Fonds pour la gestion des déchets radioactifs

Le *fonds de gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires* couvre les coûts de la gestion des déchets d'exploitation et des éléments combustibles irradiés après la mise hors service des centrales nucléaires. Selon les derniers calculs, ces coûts se montent à environ 13,4 milliards de francs (base des prix 2006³), dont 4,503 milliards ont été financés jusqu'à fin 2007 (p. ex. travaux de recherche et de préparation, retraitement d'éléments combustibles irradiés, construction d'un entrepôt central, acquisition de conteneurs de transport et d'entreposage). Une nouvelle tranche est due à partir de 2008 jusqu'à la mise hors service; celle-ci est financée au fur et à mesure par les responsables de la gestion des déchets (2,539 milliards de francs). Le fonds doit mettre à disposition 6,308 milliards de francs. Fin 2008, le capital cumulé se montait à 2,309 milliards de francs.

4.1.3 Nominations à la Commission administrative

Suite à la démission de MM. Manfred Thumann (Forces motrices du Nord-Est de la Suisse SA), Christoph Stalder (La Mobilière) et Kurt Baumgartner (Atel), le Conseil fédéral a désigné trois nouveaux membres de la Commission administrative pour la période 2008–2011. Il s'agit en l'occurrence de:

- M. Rolf Bösch, CFO Axpo Holding, Axpo Holding SA;
- M. Herbert Niklaus, responsable des segments Energie pour la Suisse et Services énergétiques, Atel Holding SA;

³ Les coûts de désaffectation et de gestion des déchets sont recalculés à intervalles réguliers. En 2006, les exploitants des centrales nucléaires les ont actualisés, l'IFSN les a vérifiés en 2007.

- Mme Nadine Probst, responsable du Compliance Office, Groupe Mobilière.

Les autres membres de la commission sont: MM. Walter Steinmann (président, OFEN) et Kurt Rohrbach (vice-président, BKW FMB Energie SA), Mme Jacqueline Demierre, MM. Roland Hengartner, Peter Hirt (Atel) et Urs Eggenberger (AFF).

4.2 Instances agissant dans le contexte de la démonstration de la faisabilité

En 2008 également, deux des trois instances constituées dans le cadre de la procédure visant à démontrer la faisabilité du stockage des déchets hautement radioactifs se sont réunies en vue d'échanger des informations.

4.2.1 Comité des représentants des gouvernements cantonaux

Le *Comité des représentants des gouvernements cantonaux* (de Zurich, d'Argovie, de Thurgovie et de Schaffhouse), du Land allemand de Bade-Wurtemberg et du Landkreis allemand («arrondissement») de Waldshut, ainsi que des autorités suisses (OFEN, IFSN), tous concernés par la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets hautement radioactifs, a été constitué en 2004. Il s'est réuni à quatre reprises en 2008. L'OFEN a ouvert les débats sur la procédure à suivre lors de la publication des domaines d'implantation pour des dépôts en couches géologiques profondes proposés par la Nagra. Un autre thème traité a été la constitution des instances prévues par le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes». Parmi ces instances figurent le Comité des cantons, le Groupe d'experts des cantons en matière de sécurité, le groupe de travail Aménagement du territoire, le groupe de travail Information et communication, ainsi que le Forum technique sur la sécurité.

4.2.2 Groupe de travail Information et communication

Le *Groupe de travail Information et communication* s'est réuni à deux reprises durant l'année sous revue. Les principaux thèmes qu'il a examinés se rapprochent des sujets traités par le Comité des représentants des gouvernements cantonaux, à savoir l'état actuel de la procédure du plan sectoriel et la marche à suivre lors de la publication des domaines d'implantation sélectionnés par la Nagra. A l'origine, le groupe de travail a été constitué par l'OFEN dans le cadre de la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs. Suite à la décision du Conseil fédéral de juin 2006, selon laquelle la démonstration de faisabilité était établie, le canton de Zurich a pris la direction du groupe de travail. Ont participé aux réunions les cantons de ZH, AG, TG, et SH, le présidium du gouvernement de Freiburg-in-Breisgau (D), le Landkreis allemand de Waldshut (D), le groupe de travail Opalinus, l'OFEN, l'IFSN et la Nagra. La dernière réunion dans cette constellation a eu lieu le 17 juin 2008. Le groupe de travail Information et communication sera reconstitué dans le cadre de la procédure du plan sectoriel. La transparence de l'information et l'esprit d'ouverture qui a marqué les discussions ont été loués de toutes parts et jugés très constructifs.

4.3 Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

Les mois qui ont suivi l'approbation de la Conception générale du plan sectoriel «Dépôts géologiques en couches profondes» le 2 avril 2008 par le Conseil fédéral (cf. section 3.2) ont été marqués par les préparatifs de la publication des domaines d'implantation proposés et de la suite de la procédure. Les étapes de la communication ont été planifiées et définies dans les détails d'entente avec les cantons. Par ailleurs, il a fallu organiser le projet pour la procédure du plan sectoriel.

4.3.1 Présentation et publication des domaines d'implantation proposés par la Nagra

Le 17 octobre dernier, la Nagra a présenté à l'OFEN les domaines d'implantation qu'elle avait sélectionnés. Après information préalable des cantons, des communes et des Etats voisins directement concernés, les propositions de domaines dont les propriétés géologiques permettraient, selon la Nagra, l'aménagement de dépôts en couches géologiques profondes pour les déchets radioactifs, ont été présentées le 6 novembre 2008 lors d'une conférence de presse de l'OFEN, en présence de la Nagra et de l'IFSN. Il s'agit en l'occurrence de trois domaines d'implantation pour les déchets hautement radioactifs et de six domaines d'implantation pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs; trois régions (Weinland zurichois, partie nord de la Lägeren et Bözberg) pourraient entrer en ligne de compte pour un dépôt combiné (dépôt pour toutes les catégories de déchets).

Dépôts pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs:

- Südranden (canton SH);
- Weinland zurichois (cantons ZH et TG);
- Partie nord de la Lägeren (cantons ZH et AG);
- Bözberg (canton AG);
- Pied sud du Jura (cantons SO et AG);
- Wellenberg (cantons NW et OW);

Dépôts pour les déchets hautement radioactifs:

- Weinland zurichois (cantons ZH et TG);
- Partie nord de la Lägeren (cantons ZH et AG);
- Bözberg (canton AG).

Les domaines d'implantation géologiques proposés seront analysés dans les détails par les autorités fédérales chargées de la sécurité (IFSN, CGD, CSN) au cours de l'année 2009. Lorsqu'il disposera des expertises des autorités et de la méthodologie de comparaison des sites de dépôts en couches géologiques profondes dans l'optique de l'aménagement du territoire (cf. section 4.3.3), l'OFEN procédera à une évaluation globale des régions d'implantation proposées avant de rédiger un rapport sur les résultats avec des cartes des sites et les textes d'accompagnement. Ce rapport sera soumis pour approbation au Conseil fédéral, conjointement aux résultats de la procédure d'audition de trois mois durant laquelle les cantons, les communes, les Etats voisins, les partis, les organisations et la population pourront se prononcer. La décision du Conseil fédéral et, partant, la conclusion de l'étape 1, sont prévues en 2011.

4.3.2 Séances d'information dans les régions concernées

Les domaines d'implantation proposés par la Nagra, de même que les prochaines étapes de la procédure de sélection, ont été présentés à la population au cours de neuf séances d'information publiques organisées dans les régions concernées et en Allemagne. Au cours de ces séances, l'OFEN a expliqué la procédure de sélection. Des représentants des gouvernements cantonaux, de l'IFSN et de la Nagra ont en outre présenté leur rôle dans cette procédure et répondu avec l'OFEN aux questions des citoyennes et citoyens.

Date et lieu des différentes séances d'information, ainsi que nombre approximatif des participants:

- le 18.11.2008 à Neuhausen am Rheinfall (SH), 140 personnes;
- le 20.11.2008 à Glattfelden (ZH), 330 personnes;
- le 24.11.2008 à Marthalen (ZH), 100 personnes;

- le 25.11.2008 à Engelberg (OW), 80 personnes;
- le 27.11.2008 à Jestetten (D), 400 personnes;
- le 3.12.2008 à Stans (NW), 50 personnes;
- le 4.12.2008 à Niedergösgen (SO), 140 personnes;
- le 11.12.2008 à Oberbözberg (AG), 320 personnes;
- le 17.12.2008 à Aarau (AG), 120 personnes.

Les manifestations se sont déroulées sans heurts dans une ambiance certes critique, mais constructive. Dans certains cas (notamment dans le Weinland zurichois et à Stans), des manifestations de protestation pacifiques ont eu lieu en marge de la manifestation.

4.3.3 Instances

Groupe de travail ad hoc Aménagement du territoire

A la demande des cantons, les travaux concernant l'aménagement du territoire ont commencé dans le cadre d'un groupe de travail Aménagement du territoire *ad hoc* avant même que les domaines d'implantation géologiques proposés par la Nagra ne soient rendus publics. Ce groupe de travail *ad hoc* était composé de l'ARE, de l'OFEV et de l'OFEN, des cantons AG, BE, SH, SO, et ZH, de la Nagra et de la société Ecoplan. En 2008, ce groupe de travail *ad hoc* s'est réuni à quatre reprises sous la direction de l'ARE. Il a par ailleurs visité l'entrepôt intermédiaire central Zwiilag et le laboratoire souterrain du Mont Terri. Le rapport intermédiaire⁴ sur la méthodologie de comparaison des sites de dépôts en couches géologiques profondes dans l'optique de l'aménagement du territoire constitue l'un des fruits de son travail. Cette méthodologie d'évaluation doit permettre d'analyser, au cours de l'étape 2, l'incidence d'un dépôt en couches géologiques profondes sur l'environnement, l'économie et la société. De plus, le groupe de travail *ad hoc* a préparé une compilation des données qui doivent être prises en compte lors de l'inventaire des aspects liés à l'aménagement du territoire réalisé à l'étape 1.

Forum technique sur la sécurité

Le Forum technique sur la sécurité traite des questions techniques et scientifiques sur la sécurité et la géologie émanant de la population, des communes, régions d'implantation, organisations, cantons et collectivités publiques des Etats voisins concernés, et y répond. Le Forum est composé de spécialistes de l'autorité menant la procédure (OFEN), de l'autorité de contrôle ou de soutien (IFSN, swisstopo), des commissions (CSN, CGD), de la Nagra, des spécialistes désignés par le Comité des cantons, ainsi que des représentants des régions d'implantation. Les réunions auront lieu à l'Ecole polytechnique fédérale. Le Forum entamera son travail en 2009, dès que les régions d'implantation auront désigné leurs représentants et que les premières questions lui seront parvenues. Il sera placé sous la direction de l'IFSN, qui dirige déjà le Forum technique sur la démonstration de la faisabilité. Les questions et les réponses afférentes seront publiées sur le site www.technischesforum.ch.

4.3.4 Documents imprimés⁵ et Internet

Après l'approbation de la Conception générale du plan sectoriel par le Conseil fédéral, la brochure «Chercher ensemble un site approprié» a été adaptée en vue d'informer spécifiquement sur la marche à suivre appliquée lors de la première étape de la procédure de sélection. Tous les cantons, ainsi que

⁴ Cf. liste des publications à l'Annexe VI

⁵ Cf. liste des publications à l'Annexe VI

les autorités des communes situées à la surface des domaines d'implantation, ont obtenu au total huit fiches informatives contenant l'essentiel des informations sur le stockage en couches géologiques profondes et sur le plan sectoriel. Ces fiches ont été traduites dans les trois langues nationales et mises à disposition sur Internet. Des panneaux d'exposition⁶ consacrés à la procédure de sélection des sites ont été exposés lors des réunions d'information organisées dans les différentes régions. La quatrième édition de la newsletter Focus Gestion des déchets a été publiée en novembre avec un éditorial signé par le Conseiller fédéral Moritz Leuenberger. Par ailleurs, le site www.dechetsradioactifs.ch a été complété et mis à jour.

4.4 Recherche

4.4.1 Programme de recherche sur les déchets radioactifs

Le programme de recherche sur les déchets radioactifs a pour objectif de combler les lacunes des activités de recherche de la Confédération. Outre des projets relatifs aux sciences techniques et naturelles, certains projets seront également réalisés dans le domaine des sciences humaines et sociales. Ce programme a été élaboré en 2006 et 2007 par un groupe de travail composé de représentants de l'OFEN, de l'IFSN, de la CGD, de la CSA et d'une haute école spécialisée. Il a été finalisé d'entente avec l'AGNEB, puis approuvé lors de la séance de l'AGNEB le 12 septembre 2008⁷. L'OFEN assure le suivi des projets réalisés dans le domaine des sciences humaines, tandis que l'IFSN veille à la recherche pour la régulation en matière de sécurité. Tant l'OFEN que l'IFSN lancent les projets dans leur domaine d'activité, attribuent les mandats et garantissent le financement. L'AGNEB accompagne et coordonne l'application et la mise à jour du programme de recherche sur les déchets radioactifs. Chaque projet bénéficie du soutien d'un groupe de suivi composé d'experts scientifiques de l'instance fédérale concernée et/ou de hautes écoles, ainsi que d'autres experts.

4.4.2 Projets de recherche en cours

Communication avec la société

Le projet de recherche «communication avec la société», lancé en juin 2007, a pour objectif de fournir les bases des activités d'information et de communication des autorités et des comités de participation durant la mise en œuvre du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»; il vise par ailleurs à montrer comment établir la confiance entre les acteurs, et comment mener un dialogue constructif. En 2008, le groupe d'accompagnement s'est réuni à trois reprises. Ont pris part à ces réunions des représentants de la Confédération et des milieux scientifiques, ainsi que des spécialistes de la communication. La première réunion a eu lieu en mars et a traité de la méthode à choisir; les résultats intermédiaires ont été discutés en juillet et en novembre. Les résultats du projet sont consignés dans deux rapports: l'un fait la synthèse du résultat des études de cas réalisées en Belgique, en Allemagne et en Suède, tandis que l'autre présente les fondements d'une bonne communication dans la pratique. Il est prévu de définir un fil conducteur pour la communication dans les régions d'implantation sur la base de ce dernier rapport.

⁶ Visibles sur la photo en première page

⁷ Le programme de recherche sur les déchets radioactifs figure à l'Annexe VII

Sondage sur les déchets radioactifs

En juillet 2008, un sondage représentatif a été effectué sur mandat de l'OFEN auprès de 1026 citoyennes et citoyens dans toute la Suisse. Au printemps 2008, la Commission européenne a réalisé un sondage quasi identique auprès de quelque 27 000 citoyennes et citoyens dans toute l'UE. L'enquête menée en Suisse a démontré que la majorité des Suisses se montre sceptique face à l'énergie nucléaire. En revanche, ils souhaitent une solution rapide et concrète pour la gestion des déchets radioactifs et exigent de pouvoir participer directement aux processus décisionnels qu'une telle gestion implique.

Conservation des connaissances et concepts de marquage

En vertu des dispositions de la loi et de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire, la Confédération doit veiller à garantir la conservation à long terme des informations concernant les dépôts en couches géologiques profondes. Selon l'art. 40, al 7 LENU, le Conseil fédéral «prescrit le marquage durable du dépôt en profondeur». De cette manière, les informations sur l'emplacement et le contenu d'un dépôt en couches géologiques profondes sont conservées bien au-delà de son scellement. Avec le temps cependant, la transmission de ces informations devient toujours plus difficile en raison des multiples changements intervenus. Le projet vise donc à faire l'inventaire de l'état actuel des connaissances relatives à une éventuelle procédure de transmission des informations à long terme, ainsi que de l'état, à l'échelle internationale, des projets et des exigences en matière de marquage des dépôts en couches géologiques profondes. Le premier volet du projet a été initié en été 2008; il consiste à faire des recherches sur les ouvrages de référence et à analyser l'état actuel des connaissances scientifiques.

4.5 Activités au niveau international

4.5.1 Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) – *Radioactive Waste Management Committee (RWMC)*

La 41^e conférence du *Radioactive Waste Management Committee* ou «Comité de gestion des déchets radioactifs» a eu lieu du 12 au 14 mars 2008 à Paris. Elle a porté essentiellement sur les rapports d'activité des trois groupes de travail IGSC (*Integration Group for the Safety Case*), FSC (*Forum on Stakeholder Confidence*) et WPDD (*Radioactive Waste Management Working Party on Decommissioning and Dismantling*), ainsi que sur les derniers développements dans les Etats membres.

4.5.2 Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) – *Forum on Stakeholder Confidence (FSC)*

La neuvième édition du *Forum on Stakeholder Confidence* ou «Forum sur la confiance des parties prenantes» s'est également déroulée à Paris (du 4 au 6 juin 2008). Hormis les rapports des pays participant au forum, des sujets «*analogues*» (exemples de la manière dont la nature préserve et stocke), leur contribution à l'établissement de liens de confiance, le recours aux modèles et aux symboles dans la communication, le «*policy making*» et l'«*implementation*», ainsi que les campagnes visant à intégrer les parties prenantes ont été à l'ordre du jour. La Suisse a également suscité l'intérêt des participants en présentant le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes».

4.5.3 EURWASTE '08

Depuis 1975, l'UE a mis en œuvre et conclu sept programmes de recherche. Septième conférence de ce type, EURWASTE '08 a eu lieu à Luxembourg. Le premier jour (20 octobre 2008), quatre sessions ont été consacrées à la politique, aux stratégies, au financement, à la collaboration et à la communication des risques. Les deuxième et troisième jours (21/22 octobre) ont été consacrés au 6^e programme-cadre Euratom (2002–2006). D'autres thèmes importants ont été la partition et la transmutation, le processus de champ proche, les technologies de stockage, les actinides et processus de migration, ainsi que les études de faisabilité et la coordination de la RD&D.

5 Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN)

Depuis le 1er janvier 2009, la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) s'appelle officiellement Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) (cf. section 3.1). L'IFSN a repris l'ensemble des tâches et des effectifs de la DSN. C'est un établissement fédéral de droit public rattaché au troisième cercle de l'Administration fédérale, autonome sur les plans fonctionnel, institutionnel et financier. La direction rapporte au conseil de l'IFSN⁸ institué début 2008 et dont le rôle se rapproche de celui d'un conseil d'administration. Le présent rapport annuel utilise uniquement le terme IFSN, même dans les cas où, du point de vue formel, la DSN existait encore.

5.1 Gestion des déchets dans les centrales nucléaires

L'exploitation des centrales nucléaires génère des déchets radioactifs bruts issus de diverses sources. Ces déchets bruts sont collectés, conditionnés au cours de campagnes et placés dans des entrepôts en attendant leur stockage dans un dépôt en couches géologiques profondes. Tout le processus est réalisé sous la surveillance de l'IFSN.

Pendant l'année sous revue, les quantités de déchets radioactifs bruts provenant de toutes les centrales nucléaires sont restées dans la moyenne des valeurs à long terme: au total, 119 m³ de déchets bruts ont été produits. Les déchets bruts devant être traités dans la station d'incinération et de fusion (four à plasma) de Zwiilag sont préparés et mis en fûts. Les autres sont gardés dans des locaux affectés à cette fin situés dans la zone contrôlée des centrales nucléaires en vue de leur traitement ultérieur.

La libération des matériaux sortis des zones contrôlées ayant été mesurés comme étant non radioactifs constitue un élément important pour minimiser les déchets radioactifs. Il s'agit principalement de déchets métalliques, de gravats de béton et de matériaux d'isolation. Les matériaux libérés comme étant non radioactifs peuvent être soit réutilisés, soit acheminés pour une gestion traditionnelle. Au cours de l'année sous revue, 128 tonnes de ce type de matériaux provenant des centrales nucléaires ont été mesurés comme étant non radioactifs, conformément aux dispositions de la directive HSK-R-13.

Le conditionnement comprend la solidification, l'immobilisation dans une matrice et l'emballage des déchets radioactifs bruts dans un colis apte au transport, à l'entreposage et au stockage en profondeur. En 2007, des résines échangeuses d'ions usées ont été immobilisées dans du polystyrène et des boues ont été conditionnées par enrobage dans du ciment à la centrale nucléaire de Beznau. Des résines usées ont été coulées dans du ciment au cours de plusieurs campagnes dans les centrales nucléaires de Mühleberg et de Leibstadt.

Avec le projet ZWABEL (aménagement entrepôt de conteneurs), la centrale nucléaire de Beznau a préparé une partie de son entrepôt intermédiaire Zwibez pour l'emmagasinage de conteneurs de transport et d'entreposage (conteneurs TE) renfermant des éléments combustibles irradiés (ECI). Fin février, l'IFSN a autorisé l'exploitation active, à titre d'essai, de l'entrepôt de conteneurs, ce qui a permis de stocker le premier conteneur TE renfermant 37 ECI provenant de la tranche 2 de la centrale nucléaire de Beznau en avril 2008. Cette exploitation à titre d'essai, ainsi que des inspections de l'IFSN, ont permis de vérifier si les procédures et les directives d'exploitation étaient applicables dans la pratique et d'adapter certains détails. Une fois les directives d'exploitation remaniées, la documentation finale rédigée et les derniers points en suspens liquidés, l'IFSN a octroyé le permis d'exploitation définitif pour l'entrepôt de déchets hautement radioactifs (DHR) le 16 octobre 2008, mettant ainsi un terme au projet ZWABEL avec succès.

⁸ Les membres figurent à l'Annexe III

5.2 Gestion des déchets au PSI

Les déchets radioactifs bruts du PSI proviennent d'une part du fonctionnement de cet institut, par exemple suite à des recherches sur les combustibles, des accélérateurs ou du démontage des réacteurs de recherche. D'autre part, le PSI est le centre fédéral de ramassage des déchets radioactifs ne provenant pas de l'utilisation de l'énergie nucléaire. Ce sont par exemple des déchets en provenance d'autres instituts de recherche de la Confédération et des cantons, des déchets des secteurs de la médecine et de l'industrie, mais aussi ceux du DDPS. En 2008, le PSI a généré 57,9 m³ de déchets bruts. 16,1 m³ de déchets bruts et de déchets déjà préconditionnés ont été collectés lors des campagnes annuelles de ramassage de déchets provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche, ainsi que d'autres livraisons (cf. sections 9 et 10.1). 28 m³ de déchets précompactés ont été livrés au four à plasma de Zwiilag avec la spécification d'acceptation correspondante.

Les déchets bruts collectés au PSI ont des caractéristiques chimiques et physiques très différentes. C'est pourquoi ils nécessitent souvent un traitement avant leur conditionnement final. De plus, en raison des divers concepts de conditionnement et d'emballage, ils présentent un éventail plus large et souvent changeant de types de colis de déchets (TCD) que ceux produits dans les centrales nucléaires. En 2008, deux petits conteneurs cubiques de type KC-T12 ont été cimentés au PSI. La quantité de matériaux soumis à déclaration d'après la directive HSK-R-13 de l'IFSN, et qui ont été libérés comme étant non radioactifs, a totalisé 28,8 tonnes. La majeure partie provient du démontage du réacteur de recherche DIORIT, une autre partie est due à l'assainissement du bâtiment renfermant les halles de stockage de déchets radioactifs, ainsi que de l'assainissement du système d'aération du laboratoire chaud (Hotlabor)⁹.

Ce sont surtout des fûts standards (d'une contenance de 200 litres) de déchets conditionnés et des petits conteneurs (jusqu'à 4,5 m³) qui sont entreposés dans le dépôt intermédiaire fédéral (BZL). Ces derniers renferment des composants non conditionnés ou conditionnés pour le stockage final, provenant essentiellement du réacteur DIORIT et des installations situées sur le site ouest du PSI. En nombre limité et sous certaines conditions, l'IFSN a toléré la mise en dépôt d'autres déchets non conditionnés, en application du principe d'optimisation. L'espace réservé aux fûts standard d'une contenance de 200 litres était toujours occupé à 82 % fin 2008. Les halles AB et C ainsi que la place d'empilement sont utilisées pour l'entreposage à court et à moyen termes d'une grande variété de déchets faiblement et moyennement radioactifs, soit avant, soit après leur conditionnement. L'inventaire de ces halles est soumis à de fortes fluctuations. De plus, la halle AB sert de dépôt de courte durée permettant la décroissance de la radioactivité des déchets à courte vie. Le système de comptabilité ISRAM (système informatique de gestion des déchets radioactifs) pour les déchets radioactifs introduit par le PSI dans tous les secteurs est identique à celui utilisé par les centrales nucléaires.

5.3 Entrepôt central de Zwiilag

Les divers compartiments de l'entrepôt de Zwiilag comprennent la halle des conteneurs pour éléments combustibles irradiés (ECI) et pour déchets vitrifiés de haute activité provenant du retraitement (coquilles de verre), le bâtiment pour déchets de moyenne activité (entrepôt MAA) et la halle pour déchets de faible et de moyenne activités. Le bâtiment de réception et la cellule chaude (local confiné pour manipuler des substances fortement radioactives) en font aussi partie.

Fin 2007, 28 conteneurs de transport et d'entreposage (conteneurs TE) étaient emmagasinés dans la halle des conteneurs. Trois autres conteneurs TE ont été emmagasinés durant l'année sous revue. L'IFSN a vérifié les demandes d'entreposage et procédé à plusieurs inspections au cours des travaux d'emmagasinage. Ce faisant, elle a constaté que les travaux étaient réalisés conformément aux

⁹ Le laboratoire chaud est une installation expérimentale de la technique des grands équipements qui permet d'étudier sans danger, de manière sûre, des substances et des matériaux radioactifs.

instructions. Fin 2008, 31 conteneurs TE étaient donc entreposés, dont 5 de type CASTOR et 3 de type TN¹⁰ avec au total 224 coquilles de verre provenant du retraitement d'ECl par Areva NC, 22 conteneurs de type TN avec au total 1625 ECl provenant de l'exploitation des centrales nucléaires, ainsi qu'un conteneur de type CASTOR renfermant les ECl provenant de la mise hors service du réacteur de recherche DIORIT du PSI.

En plus de ces conteneurs de transport et d'entreposage avec des ECl et des coquilles de verre, la halle des conteneurs contient également six grands conteneurs de déchets provenant du démantèlement de l'ancienne centrale nucléaire expérimentale de Lucens depuis septembre 2003.

En 2008 aussi, des colis de déchets déjà conditionnés ont été transportés des entrepôts des centrales à Zwilag et placés dans l'entrepôt MAA. Durant l'année sous revue, la plupart des livraisons provenaient des centrales nucléaires de Mühleberg et de Leibstadt. Les colis de déchets produits au cours des deux campagnes dans le four à plasma ont également été placés dans cet entrepôt. Fin 2008, l'inventaire de l'entrepôt MAA recensait 5228 fûts.

Zwilag veut d'abord utiliser pendant plusieurs années la halle pour déchets de faible et de moyenne activités comme entrepôt conventionnel pour des équipements et matériaux non radioactifs. Par conséquent, l'aménagement se limite, comme les années précédentes, aux équipements nécessaires à cette affectation. Actuellement, 216 sur les auparavant plus de 1000 fûts vides sont stockés dans cette halle; il est prévu de les décontaminer et de les éliminer dans les mois à venir.

5.4 Installations de traitement des déchets de Zwilag

L'installation de conditionnement sert au traitement de déchets de faible activité provenant de l'exploitation et du futur démantèlement des centrales nucléaires suisses et, si nécessaire, au traitement de déchets radioactifs sans rayonnement alpha¹¹ des secteurs de la médecine, de l'industrie et de la recherche.

En 2008, l'installation de conditionnement a été utilisée comme suit:

- l'entrepôt à rayonnement de l'installation de conditionnement a été utilisé comme entrepôt-tampon pour des déchets bruts, qui seront plus tard transférés dans l'entrepôt à rayonnement de la station d'incinération et de fusion (four à plasma) avant d'être incinérés;
- des déchets secondaires issus de l'exploitation de l'entrepôt, de l'installation de conditionnement et de la station d'incinération et de fusion (four à plasma) ont été traités et emballés en vue d'un conditionnement final ultérieur. L'ancien revêtement du four à plasma notamment a été cimenté dans 4 petits conteneurs (KC-T12);
- des parties d'installations qui y ont été démontées provenant de tous les secteurs de Zwilag ont été décontaminées et expédiées ensuite pour réparation ou gestion;
- quelque 1000 fûts vides, qui ne sont plus utilisés par le PSI et qui ont été repris et emmagasinés dans la halle pour déchets de faible et de moyenne activités dans le cadre d'un accord avec Zwilag, ont été démantelés et libérés comme étant non radioactifs;
- des éléments de blindage provenant de la centrale nucléaire de Mühleberg, sur lesquels un revêtement en métal activé a été constaté et qui n'ont pas pu être libérés comme étant non radioactifs, ont été cimentés dans des petits conteneurs (KC-T12).

¹⁰ Type de conteneur (fabriqué par la société française Transnucléaire).

¹¹ Le rayonnement alpha ou rayonnement α est un type de rayonnement ionisant qui intervient lors de la désintégration radioactive, ou désintégration alpha. Un nucléide radioactif émettant ce rayonnement est appelé émetteur alpha. Il s'agit d'un rayonnement corpusculaire composé de noyaux d'hélium-4 appelés particules alpha, qui sont composées de deux protons et de deux neutrons.

Le four à plasma a été conçu pour l'incinération et la fusion de déchets de faible activité générés par l'exploitation des centrales nucléaires suisses et par la médecine, l'industrie et la recherche. Les déchets bruts sont ainsi transformés, avec réduction de leur volume, en un produit apte à l'entreposage et au stockage final ne contenant pas de matière organique. Au cours de la période sous revue, deux campagnes ont à nouveau été menées, l'une au printemps, l'autre en automne. Les travaux ont été réalisés dans les délais: 1030 fûts de déchets ont été conditionnés avec succès et transformés en 229 colis conditionnés. Le volume de déchets traités a ainsi une nouvelle fois légèrement augmenté par rapport à l'année précédente. Pour la première fois, des déchets bruts pouvant être fondus ont été traités dans le cadre de la campagne menée au printemps. Suite aux essais effectués, le revêtement du four a dû être remplacé. Les résultats recueillis lors des tests ont été appliqués dans la pratique durant la campagne d'automne: la modification du chargement et de l'exploitation de l'installation a permis de minimiser l'usure même lors du traitement de ces déchets difficiles.

Les points qui restent à satisfaire avant l'octroi définitif du permis d'exploitation permanente et illimitée concernent uniquement l'élaboration de différents documents et leur vérification par l'IFSN.

5.5 Déchets radioactifs provenant du retraitement

Les sociétés Areva NC à la Hague (France) et SL (Sellafield Ltd., auparavant BNFL/BNGS) à Sellafield (Grande-Bretagne) procèdent au retraitement d'éléments combustibles irradiés (ECI) provenant des centrales nucléaires suisses conformément aux contrats conclus; ceux-ci prévoient que les déchets issus de ce processus doivent être repris par la Suisse. Des déchets hautement radioactifs vitrifiés (coquilles de verre) provenant du retraitement par Areva NC sont prêts à être rapatriés en Suisse, d'autres sortes de déchets, notamment chez SL, le seront prochainement. Des experts de l'IFSN suivent par sondage la sortie du dépôt, contrôlent les déchets à reprendre et assistent au chargement des conteneurs. Les premières coquilles de verre ont été rapatriées depuis Areva NC en 2001. Huit convois ont été acheminés de La Hague au Zwiilag avant fin 2006. Avec les transports déjà effectués, la Suisse a rempli environ 50 % de ses engagements envers Areva NC en qui concerne le flux de déchets hautement radioactifs. Les prochains transports n'auront lieu qu'à partir de 2013. Les premiers retours de coquilles de verre depuis SL devraient avoir lieu au plus tôt à partir de 2011. Le rapatriement de déchets compactés moyennement radioactifs depuis Areva NC commencera en 2009. A l'IFSN, les préparatifs requis sont en cours.

5.6 Transports d'éléments combustibles irradiés

En raison du moratoire de dix ans, aucun transport d'ECI ne sera effectué vers l'étranger d'ici à 2016. En Suisse, des ECI ont été transférés de la centrale de Mühleberg au Zwiilag avec deux séries de navettes comprenant chacune dix transports individuels. De plus, un conteneur avec 69 ECI a été convoyé de la centrale de Leibstadt au Zwiilag. Tous les transports ont été effectués dans le respect des valeurs limites de contamination en vigueur pour le transport de marchandises dangereuses et de la législation en matière de radioprotection.

5.7 Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

La Nagra a proposé une sélection de domaines d'implantation géologiques le 17 octobre 2008, laquelle a été rendue publique le 6 novembre 2008. L'IFSN a expliqué le rôle et les tâches qu'elle assume dans le processus de vérification actuel lors de la conférence de presse et des séances d'information qui ont été organisées par la suite dans les régions d'implantation. Comme ce fut déjà

le cas pour la démonstration de la faisabilité du stockage des déchets radioactifs, l'IFSN sera chargée de la direction du Forum technique sur la sécurité (cf. section 4.3).

5.8 Laboratoires souterrains

En 2008, la Nagra a poursuivi ses activités de recherche menées avec une participation internationale dans les laboratoires souterrains du Grimsel (roches cristallines) et du Mont Terri (Argiles à Opalinus). On y a effectué des études permettant d'acquérir des connaissances fondamentales sur la conception de la construction de dépôts en couches géologiques profondes et sur l'évaluation de leur sécurité. (cf. chapitre 8 et section 11.5).

L'IFSN poursuit ses propres activités de recherche dans le laboratoire souterrain du Mont Terri en vue de maintenir et de promouvoir les compétences de ses spécialistes. Ces quatre dernières années, l'IFSN a réalisé l'expérience EZ-B (*fracture generation in excavation disturbed zone*) et procédé à d'innombrables mesures dans une galerie (niche EZ-B) en collaboration avec l'institut de géologie de l'ingénieur de l'EPFZ. Cette expérience consistait à analyser la formation de fissures dans la zone perturbée suite au réarrangement des tensions autour d'une galerie percée dans les Argiles à Opalinus. Cette expérience s'est achevée avec succès en 2008 et les conclusions ont été publiées dans une thèse de doctorat (Salina Yong, diss. EPF n° 17575). Ces travaux de recherche ont permis de mieux comprendre les phénomènes géotechniques qui jouent un rôle crucial dans l'analyse des Argiles à Opalinus en tant que roche d'accueil pour un dépôt géologique en couches profondes.

Dans le cadre de la construction de la nouvelle galerie 08, l'IFSN a lancé une nouvelle expérience (expérience RC) en avril 2008, en collaboration avec l'institut de géologie de l'ingénieur de l'EPFZ; cette expérience a pour but d'examiner les déformations rocheuses provoquées par le perçage de la galerie. L'expérience RC (*rock-mass characterisation*) fait partie intégrante d'une série d'expériences réalisées durant la construction de la nouvelle galerie 08. Une fois la galerie 08 terminée, elle sera poursuivie pendant plus de trois ans dans le but d'observer également les lents mouvements de convergence (mouvements de reptation) grâce à un système de surveillance permanente.

D'autre part, l'IFSN participe à deux expériences ultérieures réalisées dans la niche EZ-B en collaboration avec swisstopo; celles-ci ont pour objectif d'analyser le comportement cyclique d'assèchement du mur de la galerie en relation avec le climat dans la galerie (température, humidité de l'air), et d'évaluer une nouvelle méthode permettant de définir la perméabilité à l'aide de trois forages.

5.9 Activités diverses

5.9.1 Substances organiques dans des déchets radioactifs

Dans le cadre du programme de recherche sur les déchets radioactifs (cf. section 4.5.1 et Annexe VII), plusieurs projets prévus s'articulent autour du terme «concepts de dépôts»; ils sont coordonnés ou réalisés par l'IFSN. Le projet «Abfallbewirtschaftung im Vergleich» (comparaison de la gestion des déchets) a débuté en 2008. Il traite de la teneur organique dans les déchets radioactifs, incluant également d'autres substances non minéralisées, telles que les éléments métalliques. Hormis l'IFSN, l'OFEV, l'OFSP et la CSN participent également au projet. Si nécessaire, ils pourront faire appel à des spécialistes de la Nagra et des centrales, ainsi qu'à d'autres experts. Le projet doit démontrer dans quel cas il est nécessaire d'intervenir dans la gestion des déchets radioactifs, et quelles mesures sont à prévoir. Lorsqu'il n'est pas nécessaire d'intervenir, il doit fournir des motifs convaincants et compréhensibles. Ce projet devrait être terminé en 2010.

5.9.2 Directive concernant les dépôts en couches géologiques profondes (ENSI-G03)

La procédure d'audition du projet de la directive G03 «Spezifische Anforderungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» a débuté en mars et pris fin en juin 2008. Outre les destinataires habituels (offices fédéraux, commissions et exploitants de centrales nucléaires), Greenpeace, la Fondation suisse de l'énergie (FSE) et le WWF ont été invités à se prononcer. L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE a traduit le projet de directive en anglais et l'a adressée aux membres du forum des instances chargées de la sécurité (*RWMC Regulators' Forum*) pour qu'ils y ajoutent leurs commentaires. L'IFSN a recueilli 11 avis et 149 commentaires au total. La directive a ensuite été remaniée en tenant compte de ces commentaires et la structure des chapitres améliorée par rapport au projet mis en consultation. En septembre 2008, l'IFSN a remis le nouveau projet à la CSN et à la Nagra, ses deux principaux interlocuteurs en la matière, pour qu'elles puissent le consulter. Leurs remarques et suggestions ont été discutées lors d'une séance commune. L'exigence de la CSN, qui demande que l'emplacement et la conception du dépôt pilote, la fermeture rapide et la fermeture automatique soient réglés concrètement dans la directive, est prématurée aux yeux de l'IFSN (cf. section 7.2.1). Ces questions sont en effet examinées de manière approfondie dans le cadre du programme de recherche sur les déchets radioactifs (cf. Annexe VII). Les conclusions de ces investigations seront intégrées dans la directive par la suite.

6 Commission pour la gestion des déchets radioactifs (CGD)

En 2008, le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» a été au cœur des travaux de la commission. D'autre part, la CGD s'est informée sur le programme de recherche international du laboratoire souterrain du Mont Terri (cf. section 8.1.3). Elle a également examiné le projet de directive G03 «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» de l'IFSN et s'est prononcée à ce sujet. La CGD s'est réunie à six reprises pour des séances de travail (séances plénières).

Début 2008, le président et un membre de la CGD ont participé à un atelier de travail organisé par l'OFEN et l'IFSN; ce workshop avait pour objectif de débattre et de définir clairement les tâches et le rôle assumés par la Confédération et ses instances spécialisées, à savoir la CGD et la CSN (Commission fédérale de sécurité nucléaire). Par ailleurs, la CGD a rencontré des représentants du DETEC, de l'OFEN et de la Commission fédérale de géologie (CFG) à plusieurs reprises pour discuter des tâches et des modifications induites pour la CGD par la nouvelle loi sur la géoinformation (LGéo) et ses ordonnances afférentes, ainsi que par l'ordonnance sur la géologie nationale (OGN) et l'ordonnance du DDPS sur la Commission fédérale de géologie (OCFG).

En octobre 2008, les présidents ou responsables des groupes d'experts nationaux qui conseillent leurs autorités respectives dans le domaine de la gestion et du stockage des déchets radioactifs (*Meeting of Advisory Bodies to Government, ABG*), se sont réunis à Paris sur l'invitation de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE. La CGD y était représentée par son président et par son secrétaire. Cette rencontre, à laquelle ont participé des groupes d'experts de huit pays, a permis de dresser un précieux inventaire des tâches et des activités assumées par ces instances; les experts ont par ailleurs pu échanger nombre d'informations et d'expériences.

6.1 Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

Durant l'année sous revue, les travaux de la CGD ont porté sur les bases du plan sectoriel; puis, dès fin novembre 2008, la commission a commencé à évaluer les domaines d'implantation géologiques proposés par la Nagra (rapport technique NTB 08-03). Il s'agissait dans un premier temps de vérifier dans les grandes lignes si les documents remis étaient complets ou s'ils présentaient d'éventuelles lacunes. En 2009, la CGD procèdera à un contrôle détaillé des critères et des exigences en matière de faisabilité et de sécurité technique définis dans la procédure de sélection du plan sectoriel; les résultats de son travail seront consignés dans un rapport d'experts destiné à l'IFSN.

6.2 Travaux de recherche dans le laboratoire souterrain du Mont Terri

La CGD s'est rendue au Mont Terri pour une séance d'information sur les travaux de recherche de la Nagra menés actuellement. Les projets de recherche de l'Union européenne (EURATOM) réalisés en collaboration internationale revêtent eux aussi une grande importance. La CGD s'est également informée sur les activités de recherche de l'IFSN dans le laboratoire souterrain du Mont Terri; celles-ci contribuent en effet grandement à maintenir et à promouvoir les compétences de ses spécialistes.

6.3 Site de la CGD

Jusqu'ici, les informations sur la CGD se résumaient à une seule page en format pdf sur le site de la DSN, sur laquelle étaient indiqués le mandat de la commission et le nom de ses membres. La CGD a obtenu son propre site Internet au moment où la DSN est devenue l'IFSN. Désormais, la commission a la possibilité de présenter ses tâches et ses activités de manière plus approfondie. Le nouveau site de la CGD était pratiquement terminé fin 2008, il est disponible depuis janvier 2009 à l'adresse www.KNE-Schweiz.ch. Le contenu du site est actuellement traduit en anglais.

La liste des membres de la CGD figure à l'Annexe III.

7 Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN)

Nouvellement instituée le 1^{er} janvier 2008, la Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN) remplace l'ancienne Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires (CSA). Elle exerce un rôle consultatif auprès du Conseil fédéral, du DETEC et de l'autorité de surveillance pour les questions de sécurité nucléaire, et notamment pour la gestion des déchets radioactifs. La CSN compte sept membres, dont deux géologues (cf. Annexe III), ce qui montre bien l'importance que prendra la gestion des déchets radioactifs ces prochaines années.

Les tâches de la commission sont définies plus en détail dans l'ordonnance sur la Commission fédérale de sécurité nucléaire (OCSN, RS 732.16), laquelle est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2009:

- suivi de l'avancement de la science et de la technique ainsi que de la recherche;
- étude des questions fondamentales de sécurité nucléaire;
- participation à l'adoption de prescriptions;
- prises de position à l'attention des autorités compétentes en matière d'autorisation.

Les activités de la CSN dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs durant l'année sous revue sont décrites ci-après. Le site Internet www.kns.admin.ch fournit de plus amples informations sur la CSN et sur les résultats de ses travaux.

7.1 Suivi de l'avancement de la science et de la technique ainsi que de la recherche

7.1.1 Visite au Mont Terri

En juillet 2008, la CSN a rencontré le directeur du projet du Mont Terri afin de s'informer sur l'organisation, les objectifs et les principaux résultats de recherche; elle a également inspecté certaines expériences du laboratoire souterrain. Aux yeux de la CSN, le projet du Mont Terri contribue pour beaucoup à la faisabilité technique et à la sécurité des dépôts en couches géologiques profondes aménagés dans les roches argileuses. D'autre part, elle estime que le laboratoire souterrain se prêterait également pour tester l'instrumentation utilisée pour la surveillance à long terme de dépôts pilotes.

7.1.2 Recherche sectorielle

En 2006 et 2007, la CSA avait émis des suggestions pour la recherche dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. Celles-ci concernaient notamment:

- la recherche d'autres matériaux pour les conteneurs placés dans les dépôts géologiques en couches profondes;
- l'absence de substances organiques dans les colis de déchets;
- l'instrumentation utilisée pour la surveillance à long terme du dépôt pilote;
- la garantie à long terme des informations sur les dépôts géologiques en couches profondes;
- la récupération des déchets.

En octobre 2008, l'OFEN a informé la CSN du projet «Programme de recherche sur les déchets radioactifs», à l'élaboration duquel avait également participé un membre de la CSA (Anne Eckhardt) (cf. section 4.5 et Annexe VII). La commission a constaté que la plupart des suggestions de la CSA avaient été intégrées dans le programme de recherche. Elle s'informerait désormais régulièrement sur l'état d'avancement du programme.

7.2 Participation à l'adoption de prescriptions

7.2.1 Procédure d'audition concernant la directive G03 de l'IFSN

Dans les commentaires qu'elle a faits au cours de la procédure d'audition concernant la directive G03 de l'IFSN «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» [KNS 21/191.2], la CSN a relevé que le projet ne tenait pas compte de toutes les exigences requises pour concrétiser le concept de dépôt géologique à long terme de l'EKRA. Font défaut notamment la fermeture rapide pour la maîtrise des incidents, la fermeture autonome et les exigences garantissant la nette séparation, sur les plans spatial et hydraulique, entre dépôt pilote et dépôt principal. La qualité des colis de déchets étant liée à la conception des dépôts, il n'est pas exclu que des déchets définitivement conditionnés doivent subir un nouveau conditionnement; selon la CSN, des dispositions en ce sens devraient être définies dans la directive. Par ailleurs, elle estime nécessaire de régler la procédure décisionnelle applicable en cas d'éventuelle récupération des déchets. Tant que la législation sur la protection de l'environnement est applicable (p. ex. substances chimiques toxiques), la directive doit préciser quelle instance est chargée de définir les exigences, à quel moment et sur quelle base. De plus, la CSN a relevé différents aspects spécifiques, comme par exemple les exigences en matière de sécurité et de faisabilité technique liées à l'exploitation souterraine, la conception et l'exploitation du dépôt pilote, le concept et le début de la surveillance de l'impact sur l'environnement, ainsi que l'évitement de substances organiques.

L'IFSN a adapté le projet de la directive en tenant compte des conclusions de la procédure d'audition, puis l'a soumise à la CSN pour un dernier examen. Par la suite, des représentants de la CSN et de l'IFSN ont abordé des questions relatives au projet de la directive. L'IFSN a expliqué qu'elle ne veut arrêter certains aspects dans la directive que lors d'une phase ultérieure du processus de gestion des déchets radioactifs, lorsqu'elle disposera de connaissances plus étendues. L'IFSN a par ailleurs pris acte d'une suggestion des représentants de la CSN, qui proposent d'organiser une séance d'information visant à expliquer comment procéder avec les commentaires recueillis lors de la procédure d'audition (cf. section 5.9.2).

7.3 Prises de position

7.3.1 Plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

La préparation de sa prise de position sur le rapport de l'IFSN relatif aux domaines d'implantation proposés par la Nagra à l'étape 1 de la procédure du plan sectoriel a constitué une part importante des travaux de la CSN.

Conception générale du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

La CSN a pris connaissance de l'actuel projet de la Conception générale en février. Elle a estimé qu'elle définit une procédure utile et pragmatique pour sélectionner les domaines aptes à abriter des dépôts géologiques en couches profondes. Lors de la mise en œuvre de la procédure, l'équivalence

des connaissances géologiques sur les différents domaines d'implantation jouera un rôle essentiel dans l'acceptation de la procédure. La population l'évaluera en premier lieu en fonction des investigations effectuées sur le terrain et notamment des forages réalisés. Compte tenu du calendrier très ambitieux, il convient donc d'établir au plus vite jusqu'à quel niveau les critères doivent être évalués au cours des différentes étapes, quelles connaissances géologiques sont requises et quelles analyses sont nécessaires sur le terrain, afin d'être en mesure de procéder au plus vite. La CSN a fait part de ses réflexions à l'OFEN dans une lettre datée du 3 mars 2008 [KNS 21/190].

Rapport sur les options

Un groupe de travail de la CSN a examiné le rapport sur les options (NTB 05-02). Il en a conclu que si celui-ci est compréhensible en soi, il ne constitue pas une base suffisante pour une sélection plus restrictive des domaines d'implantation à l'étape 1 du plan sectoriel. Se fondant sur cet argument, le groupe de travail a formulé des attentes pour les documents de la Nagra se rapportant aux domaines d'implantation proposés à l'étape 1. Par ailleurs, la commission a identifié plusieurs thèmes sans lien avec l'étape 1, tels que les rapports de propriétaire dans le cas des déchets et des dépôts en couches géologiques profondes, le statut de la Nagra, ainsi que d'autres questions relatives au dépôt pilote et aux zones de test. La CSN abordera ces thèmes lors de l'évaluation du programme de gestion des déchets.

Documentation de l'étape 1 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes»

Début novembre, les domaines d'implantation géologiques proposés par la Nagra ont été rendus publics (cf. section 4.3.1) et la documentation afférente envoyée à la CSN. Par la suite, la CSN a mandaté deux de ses membres, en l'occurrence M. Buser et C. Schlüchter, de procéder à une première évaluation du rapport sur la limitation de la sélection (NTB 08-03). Comme le prévoit le plan sectoriel, la CSN se prononcera sur le rapport de l'IFSN.

7.3.2 Autres prises de position

Pour des raisons liées aux capacités de travail, la CSN a décidé de n'entamer sa prise de position sur le programme de gestion des déchets (NTB 08-01) et sur le rapport «Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis» (NTB 08-02) qu'après avoir jeté les bases de son avis sur la délimitation de la sélection (NTB 08-03) (cf. section 4.4).

7.4 Echange d'informations avec les responsables de la Nagra

Fin novembre, la direction de la Nagra a rencontré une délégation de la CSN pour échanger des informations. Différents thèmes ont été abordés lors de cette rencontre: aspects organisationnels et personnels des deux organisations, manière de procéder de la Nagra lors de la délimitation de la sélection des domaines d'implantation à l'étape 1 du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes», procédure d'évaluation de la CSN pour les domaines d'implantation, programme de gestion des déchets, ainsi que futurs programmes de travail de la Nagra et de la CSN. Les deux instances ont convenu de se réunir chaque année en novembre pour échanger des informations.

7.5 Perspectives

En 2009, la prise de position sur le rapport de l'IFSN relatif aux domaines d'implantation proposés par la Nagra représentera une grande part des activités de la CSN. Par ailleurs, la commission rencontrera en mai la commission allemande de gestion des déchets (*Deutsche Entsorgungskommission*¹²). Instituée le 12 juin 2008, celle-ci conseille le Ministère allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sécurité des réacteurs (*Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BMU*). Cette réunion a pour but l'échange d'idées et la visite d'installations de gestion des déchets en Allemagne.

- Renforcement de la recherche réglementaire en matière de sécurité dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs;
- Comptabilité des matières nucléaires et des déchets radioactifs.

¹² www.entsorgungskommission.de

8 Office fédéral de topographie (swisstopo)

8.1 Projet du Mont Terri

Depuis 1996, une extension de la galerie de sécurité du tunnel autoroutier du Mont Terri (St-Ursanne, JU) est utilisée dans le cadre d'un projet de recherche international pour mener des expériences sur les propriétés géochimiques, hydrauliques et géotechniques des Argiles à Opalinus, notamment dans la perspective de la sécurité et de la faisabilité technique de dépôts en couches géologiques profondes pour les déchets radioactifs. Actuellement, ce sont treize organisations originaires de sept pays qui participent à ce vaste projet de recherche: l'Andra (F), le BGR (D), le Criepi (J), l'Enresa (S), l'ENSI (CH), le GRS (D), l'IRSN (F), la JAEA (J), la Nagra (CH), le NWMO (Canada), l'Obayashi (J), le SCK•CEN (B) et swisstopo (CH). Ce projet de recherche est dirigé par l'Office fédéral de topographie (swisstopo), qui est aussi chargé de gérer le laboratoire souterrain. Le site www.mont-terri.ch fournit des informations plus détaillées.

8.1.1 Fin des travaux d'agrandissement du laboratoire souterrain: achèvement de la galerie 08

La galerie 08 est composée d'une galerie d'accès longue de 167 m et de quelque 70 m de niches latérales. L'Andra, le BGR, le Criepi, le GRS, l'ENSI, la Nagra et swisstopo ont investi quelque 3,62 millions de francs pour l'agrandissement du laboratoire. Swisstopo a œuvré à titre de maître de l'ouvrage, tandis que la direction des travaux a été confiée à l'entreprise jurassienne «GGT, Groupe Grands Travaux». Une petite fête a eu lieu le 25 août 2008, date de la percée de la galerie 08 dans la galerie 04. Le gouvernement jurassien et les médias étaient présents. L'ouvrage a été achevé dans les délais fin 2008, comme prévu. Les coûts effectifs ont dépassé le budget d'environ 0,5 %. Durant les travaux de perçage, trois grandes expériences appelées *mine-by-tests* ont été réalisées: l'expérience M (*mine-by*) réalisée sous l'égide de la Nagra, l'expérience RC (*rock-mass characterisation*) réalisée sous la direction de l'IRSN, et l'expérience EZ-G (*geophysical characterisation*) réalisée sous la direction de l'Andra. La priorité a été accordée à la sécurité sur le chantier, si bien que les travaux d'excavation ont pu être menés à bien sans aucun accident. Seule exception: la concentration de poussières trop élevée a été incriminée par la Suva en mai 2008, puis par le canton du Jura en novembre 2008. Il est prévu de recourir à un nouveau système d'aspiration des poussières pour les futurs travaux.

8.1.2 Diminution du nombre de visiteurs en 2008

A en croire l'analyse de la statistique des visiteurs, quelque 1450 personnes ont visité le laboratoire souterrain du Mont Terri, soit environ 670 personnes de moins que l'année précédente. Cette diminution du nombre de visiteurs s'explique par l'agrandissement du laboratoire: le transfert du matériel dans les galeries de sécurité n'a en effet permis qu'un nombre restreint de visites. Beaucoup ont dû être annulées, voire repoussées en 2009. Le laboratoire souterrain suscite toujours un grand intérêt, notamment dans les cantons concernés par la démonstration de faisabilité du stockage des déchets radioactifs. On s'attend désormais à une hausse encore plus marquée de la fréquentation dans le cadre de la mise en oeuvre du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes».

8.1.3 Portefeuille d'expériences et investissements

82 expériences ont été lancées depuis le début du programme de recherches en 1996, dont 46 ont pu être menées à bien. Fin 2008, 36 expériences étaient encore en cours. Les treize partenaires du projet ont investi à ce jour 51,2 millions de francs dans des mandats confiés à plus d'une centaine de hautes

écoles, d'instituts de recherche et de sociétés spécialisées (budget du premier semestre 2009 et coûts de l'agrandissement du laboratoire souterrain compris). La Nagra est le principal partenaire suisse: elle prend en charge environ 29 % des coûts. L'Andra est quant à elle le principal partenaire étranger, avec une contribution couvrant quelque 27 % des coûts. Les 44 % restants sont pris en charge par les 11 autres partenaires.

L'enveloppe financière allouée aux expériences s'est élevée à près de 3,95 millions de francs en 2008. Swisstopo, qui gère le laboratoire souterrain, a versé 0,5 million de francs supplémentaires, qui servent notamment à payer les loyers (laboratoire souterrain) et les honoraires de la Commission de suivi (commission cantonale de suivi du Mont Terri), ainsi que la rédaction de l'ensemble des rapports et l'archivage des données.

Parmi les 36 expériences en cours, les plus importantes sont les suivantes:

- expériences géotechniques, visant notamment à déterminer le champ de contraintes *in situ* (expériences AS et DS) et les caractéristiques géotechniques de la zone perturbée au cours des travaux d'excavation de la galerie 08 (expériences MB, RC et EZ-G);
- mécanismes de transport (expériences de diffusion DI-A, DR et DR-A; expériences en laboratoire et *in situ* avec des radionucléides; les concentrations dans les expériences *in situ* sont inférieures au seuil de tolérance¹³);
- expériences hydrogéologiques: analyse des fameux *wet spots* (expérience WS-H), c'est-à-dire des zones d'humidité survenues en différents endroits du laboratoire souterrain au cours des travaux de construction de la galerie 08, ainsi que du degré d'évaporation dans la zone perturbée (expérience FM-D);
- chimie de l'eau interstitielle (expériences PC et PC-C);
- répercussions d'un pH élevé (suite à l'injection d'une suspension de ciment, expérience CI);
- interaction de bitumes et de nitrates avec les Argiles à Opalinus (expérience BN);
- création et autoscellement géotechnique de la zone perturbée (expériences CD et SE-H);
- barrières techniques (expérience EB);
- scellement des forages (mélange d'argile et de sable, expérience SB);
- migration des gaz dans la bentonite, la zone perturbée et les Argiles à Opalinus non déformées (expériences HG-A, HG-B et HG-C); nouveauté: l'expérience HT (transfert d'hydrogène);
- expériences de corrosion (expérience IC);
- surveillance à long terme (développement des pressions de l'eau interstitielle, expérience LP);
- modélisation, visualisation (expérience 3M, modèle géologique 3D des anticlinaux du Mont Terri).

Les travaux de recherche sont menés dans des universités, des instituts de recherche et des contracteurs privés suisses et étrangers. En Suisse, il s'agit notamment de l'EPFZ, de l'Institut Paul Scherrer et de l'Université de Berne. Les mandats sont confiés aux contracteurs par swisstopo.

8.1.4 Nouveau partenaire dans le cadre du projet Mont Terri

Les négociations menées avec l'organisation canadienne «Nuclear Waste Management Organisation» (NWMO) ont abouti à un résultat favorable en mars 2008. La NWMO participe au projet à titre de partenaire à partir du 1^{er} juillet 2008. Le Canada ne s'intéresse pas uniquement aux roches du socle

¹³ Expériences réalisées avec des concentrations de traceurs radioactifs qui ne nécessitent pas d'autorisation officielle.

cristallin, mais aussi aux formations argileuses – notamment en vue du dépôt de déchets faiblement à moyennement radioactifs. Il existe de vastes zones de formations argileuses surtout à l'Est du Canada.

8.1.5 Documentation

Toutes les activités *in situ*, les essais de laboratoire et les travaux de modélisation sont documentés. L'archive physique se trouve actuellement à St-Ursanne, l'archive électronique sur le réseau extranet du Mont Terri. Le rapport de synthèse présentant les activités qui ont été menées ces douze dernières années est terminé; il sera publié début 2009.

8.1.6 Compétences

L'Office fédéral des routes (OFROU) et l'unité territoriale cantonale de l'autoroute A16 siègent désormais dans la Commission cantonale de suivi du laboratoire du Mont Terri. L'OFROU est propriétaire du système de tunnels du Mont Terri depuis le 1^{er} janvier 2008, tandis que le laboratoire souterrain du Mont Terri est aux mains du canton du Jura. L'utilisation de la galerie de sécurité et les points de recoupement avec le laboratoire souterrain du Mont Terri sont réglés dans le fameux «Accord 2008», fruit des négociations entre le canton du Jura, l'OFROU et swisstopo.

Fin mai, swisstopo a demandé au canton du Jura l'autorisation de procéder à des recherches entre juillet 2008 et juin 2009. Cette requête a été examinée par la Commission de suivi avant que le canton du Jura donne à swisstopo le feu vert pour ses travaux de recherche début août 2008.

9 Office fédéral de la santé publique (OFSP)

L'ordonnance sur la radioprotection (RS 814.501) prescrit que les déchets radioactifs en provenance de la médecine, de l'industrie et de la recherche (déchets MIR) doivent être livrés au centre fédéral de ramassage. Le PSI, en tant que centre fédéral de ramassage, collecte les déchets, les conditionne et est chargé de les entreposer dans l'entrepôt fédéral. D'entente avec le PSI, l'OFSP organise en général une campagne de ramassage des déchets MIR par an.

Lors de la campagne de ramassage 2008, 30 entreprises ont livré des déchets radioactifs représentant une activité totale de $1,24 \cdot 10^{15}$ Bq et un volume total de $12,1 \text{ m}^3$ (volume brut). Tant l'activité totale que le volume total dépassent les valeurs de 2007 ($1,17 \cdot 10^{15}$ Bq / $2,2 \text{ m}^3$); cette progression est due notamment à une livraison unique d'une entreprise qui a mis un terme à la production et a donc démantelé ses installations.

Différents déchets contenant du tritium et des radionucléides C-14 ont été brûlés dans le respect des dispositions de l'art. 83 ORaP. Dans le cas de différentes sources radioactives scellées de haute activité, la réutilisation des déchets s'est avérée être une alternative judicieuse à l'élimination des déchets radioactifs.

Outre les déchets collectés lors de la campagne de ramassage, le CERN a livré $2,1 \text{ m}^3$ de «cibles Isolde» représentant une activité totale de $1,16 \cdot 10^{10}$ Bq (dont $6,8 \cdot 10^9$ Bq tritium) au PSI en fin d'année. Ces déchets ne sont pas inclus dans le tableau ci-dessous.

Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble des déchets MIR collectés depuis 1974 par le PSI. La première ligne indique le total des activités livrées de 1974 à 1995:

Activité [GBq ¹]						
Année	Nombre d'entreprises	Emetteurs /		Emetteurs		Volume ² [m ³]
		Sans tritium	Tritium	Sans radium	Radium	
1974–1995		30'827	9'726'635	5584	716	508,3
1996	65	74'000 ³	871'000	620	10	36,6
1997	39	170	500'000	420	-	16,5
1998	22	158	1'030'000	170	1	17,2
1999	23	29,7	169'000	141	10	7,0
2000	21	625	403'000	124	0,4	3,6
2001	30	468	316'000	118	0,1	4,3
2002	26	208	326'961	54	1,1	11,6 ⁴
2003	31	8030	108'000	61	38	6,2
2004	23	171	1'460'000	57	1,5	4,7
2005	28	823	949'000	3,5	0,6	2
2006	-	-	-	-	-	-
2007	38	372	117'000	2,9	0,9	2,2
2008	30	403	1'240'000	21,7	1,3	12,1

¹ Giga Bequerel ($1 \cdot 10^9$ désintégrations par seconde)

² Jusqu'en 1999: volume des fûts livrés, dès 2000 volume brut effectivement livré

³ Sources de rayonnement utilisées en radiothérapie (Cs-137, Co-60) et installations d'irradiation industrielles (Co-60)

⁴ Y compris $7,2 \text{ m}^3$ provenant d'une usine d'incinération des ordures ménagères

10 Institut Paul Scherrer (PSI)

10.1 Activités du PSI pour le traitement et la gestion des déchets radioactifs

Au PSI, c'est la section «Démontage et gestion» qui est chargée du traitement des déchets MIR reçus. Comme déjà mentionné à la section 5.2, des entités relevant de la surveillance de l'Office fédéral de la santé publique ont livré en 2008 16,1 m³ de déchets radioactifs (volume des fûts)¹⁴. Le PSI a généré 57,9 m³ de déchets bruts (volume des fûts). Il a ainsi traité 74,0 m³ de déchets au total.

En raison des travaux de rénovation et de reconfiguration des bâtiments concernés, la section «Démontage et gestion» n'a pas produit de fûts (d'une contenance de 200 litres) dans ses installations de gestion des déchets au cours de l'année sous revue. En 2008, le PSI a livré 129 fûts (d'une contenance de 200 litres) de déchets comprimés à la station d'incinération et de fusion (four à plasma) de Zwiilag. A l'inverse, celui-ci n'a livré aucun colis de déchets conditionnés au PSI. Par ailleurs, deux petits conteneurs en béton d'un volume de 4,5 m³ ont été remplis de déchets provenant de l'accélérateur.

10.2 Recherches menées au PSI

10.2.1 Objectifs

Le programme de recherche & développement du Laboratoire pour la sécurité des dépôts finals (LES) sert à consolider les bases scientifiques de la gestion des déchets radioactifs. Les objectifs primordiaux à long terme sont, d'une part, la conservation et l'approfondissement des connaissances sur le comportement des radionucléides dans le champ proche et dans le champ lointain¹⁵ d'un dépôt géologique en couches profondes en Suisse, d'autre part, l'acquisition de données quantitatives sur les processus pertinents pour la sécurité. De par ces objectifs, le laboratoire soutient la Confédération et la Nagra dans leur tâche, qui consiste à garantir une gestion sûre des déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche, ainsi que des centrales nucléaires. Les compétences clés du laboratoire portent sur les domaines suivants:

- bases de la chimie des dépôts finals,
- chimie et physique des radionucléides¹⁶ dans les couches limites entre les matériaux de stockage et les roches,
- migration de radionucléides et mécanismes de rétention dans les milieux géologiques et les barrières ouvragées (techniques).

Les travaux effectués associent des expériences en laboratoire et sur le terrain, la mise au point de modèles théoriques et leur validation. Ils sont étroitement liés aux projets suisses de dépôts en couches géologiques profondes. Le LES met à disposition des données expérimentales brutes et des bases théoriques qui sont, après un traitement approprié, intégrées dans les modélisations des études de sécurité. A titre d'exemple, citons les eaux souterraines génériques et les banques de données de sorption prises en compte dans le plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes».

¹⁴ Correspond aux 12,1 m³ indiqués en volume brut au chapitre 9, plus 2,5 m³ («cibles Isolde» du CERN).

¹⁵ Le champ proche est la partie de la roche d'accueil influencée par l'aménagement des espaces de stockage (ameublissement de la roche, modifications chimiques, etc.). Par champ lointain, on désigne la partie de la roche d'accueil non touchée par le dépôt en couches profondes avec les couches géologiques environnantes jusqu'à la surface terrestre.

¹⁶ Par radionucléides ou nucléides radioactifs, on entend des atomes instables qui se désintègrent en produisant une radioactivité.

La ligne d'absorption des rayons X «microXAS» au sein de l'unité Source de lumière suisse synchrotron (SLS), en service depuis deux ans, est un instrument de recherche qui a son importance pour les analyses scientifiques. Les compétences clés de cette installation sont la (spectro)microscopie, la diffraction et la spectroscopie ultrarapide aux rayons X et la microdiffraction *in situ*, conjuguées à l'analyse d'échantillons radioactifs. Les travaux réalisés reposaient essentiellement sur les spectroscopies microXAS et microEXAFS, élément central de toutes les analyses par microsonde par voie de rayonnement X dur. Le grand intérêt manifesté par les utilisateurs qui procèdent à des expériences dans cette installation de recherche a permis d'accélérer le développement de la microdiffraction aux rayons X. Les «mesures statiques en un point» ont ainsi été complétées par un balayage bidimensionnel, ce qui a permis d'effectuer des analyses cristallographiques plus poussées qui ont fourni de précieux résultats complémentaires.

Les analyses de sécurité technique des concepts des dépôts en couches géologiques profondes, élaborés et examinés par la Nagra, reposent en partie sur les résultats des travaux scientifiques du LES. C'est la raison pour les travaux de recherche bénéficiant du soutien financier de la Nagra. Le contrat de recherche a été reconduit en 2008 pour cinq ans (jusqu'à fin 2013).

Dans son programme de gestion des déchets (cf. chapitres 4.4 et 11.1.1), la Nagra présente les activités de recherche et de développement prévues à plus long terme. Dans ce contexte, le LES a notamment élaboré en avril 2008 un document de recherche stratégique valable dix ans; ce document a été rendu accessible à un cercle élargi d'intéressés.

En 2008, les travaux de recherche du LES ont également inclus quatre thèses de doctorat, dont l'une traitait du mécanisme des liaisons Nd et Eu dans les matériaux de type ciment. Elle a été terminée avec succès en novembre. Une autre thèse portant sur la thermodynamique des solutions solides de type hydrotalcite sera terminée fin 2009. Deux nouveaux doctorants ont commencé leur thèse en automne (absorption d'iode par des matériaux ayant leur importance pour les dépôts finals; simulation de processus géochimiques dans des systèmes géothermaux). Une boursière (Marie Curie et Euratom) et un boursier ont achevé leurs travaux en 2008. Une troisième bourse octroyée par les mêmes sources arrive à échéance en août 2009. D'autre part, un projet postdoctoral traitant de l'analyse cristallographique d'images de microdiffraction est en cours depuis mai 2008, trois autres projets postdoctoraux ont été approuvés, la recherche de candidats est en cours. La participation de jeunes scientifiques aux travaux de recherche sur le stockage de déchets radioactifs permet d'assurer le maintien du niveau des compétences spécialisées et la prise en compte d'idées nouvelles. Deux scientifiques invités venant du Japon (JAEA, une année) et d'Espagne (Enviros 21, deux ans) ont entamé leurs recherches au LES en 2008 et renforcent l'échange international des résultats de recherches.

La nouvelle galerie 08 dans le laboratoire souterrain du Mont Terri a permis la création de quatre nouveaux postes expérimentaux, aux travaux desquels le LES participera également.

10.2.2 Grands axes des travaux de recherche

Les contributions en vue de mettre en œuvre le plan sectoriel constituent l'un des grands axes des travaux qui seront menés au LES ces prochaines années. Le LES a déjà contribué à la procédure de sélection avec une étude générique de l'influence de la minéralogie et de la chimie des eaux souterraines sur la sorption, ainsi qu'avec une série de banques de données de sorption génériques pour les travaux d'évaluation provisoires. Les banques de données sont au nombre de neuf et recouvrent les principaux types de roche tels que l'argile, le granit et le calcaire, ainsi que tous les types d'eaux profondes.

Les analyses de sécurité prévues à la deuxième étape du plan sectoriel nécessitent quant à elles des données d'équilibre thermodynamique. La mise à jour de la *Nagra/PSI-Chemical Thermodynamic Database 01/01* a débuté six ans après sa publication. Cette actualisation devrait être terminée au printemps 2009 déjà, étant donné que cette banque de données permet une analyse consistante de la chimie des eaux, des solubilités et des valeurs de sorption.

Les modèles de transport réactifs sont des outils indispensables. Leur importance croît en permanence lorsqu'il s'agit de comprendre et de quantifier les phénomènes de migration ayant lieu dans les champs proche et lointain. Relevons dans ce contexte les processus de sorption et de transformation de minéraux qui interviennent dans cet environnement complexe et compact à la fois.

Les transformations de minéraux à la surface limite entre ciment et argile, où les gradients chimiques sont très élevés, sont essentielles pour les analyses de sécurité. De minces couches («skins») de produits de transformation peuvent s'y former et sont susceptibles d'influencer la migration à travers les barrières ouvragées et géologiques de manière déterminante. Le modèle de transport réactif MCOTAC-GEMIPM2K a permis d'analyser un système d'équilibre ciment-bentonite simplifié. L'analyse de sensibilité a démontré que tant le choix des coefficients de diffusion que la résolution géométrique du schéma de calcul exercent une influence importante sur la formation des couches mentionnée. Il est prévu d'analyser les processus de dissolution et de précipitation de manière plus approfondie.

La radioactivité passant du voisinage du ciment au champ lointain dépend pour l'essentiel du iode (^{129}I), du chlorure (^{36}Cl) et du carbone (^{14}C). Dans ce contexte, la sorption de $^{125}\text{I}^-$ et $^{36}\text{Cl}^-$ par le ciment HTS¹⁷ à teneur en carbone a été analysée. Il s'est avéré que la sorption de $^{125}\text{I}^-$ et $^{36}\text{Cl}^-$ diminue au fur et à mesure que la concentration de Cl^- stable s'accroît, ce qui, dans le cas du Cl^- marqué, s'explique par l'échange d'isotopes. Dans le cas du iode cependant, le mécanisme reste à identifier.

Les premières expériences de sorption d'acide formique et d'acide acétique marqués au ^{14}C par le ciment ont abouti à des résultats divergents. Si la sorption d'acide formique est extrêmement faible ($R_b \sim 10^{-4} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$), la sorption d'acide acétique est inexistante. Les deux types d'acide sont des substances moléculaires admises à titre de «petites molécules organiques à teneur de ^{14}C », qui surviennent lors de la corrosion anaérobie de l'acier en cas de pH élevé.

Une combinaison d'analyses de chimie aqueuse EXAFS (*extended X-ray absorption fluorescence spectroscopy*) et TRLFS (*time resolved laser fluorescence spectroscopy*) a permis de confirmer la sorption élevée de phases CSH par les lanthanides trivalents. Par ailleurs, les analyses ont démontré que la phase initiale de sorption dépend essentiellement du complexe de surface. A plus long terme, la sorption a lieu dans la couche intermédiaire et/ou par le biais de la substitution de calcium dans les couches Ca. Au final, cela signifie que les cations trivalents sont intégrés dans la structure du ciment. Ces résultats ont eux aussi leur importance pour mieux comprendre la migration des radionucléides dans la géosphère.

Les analyses de laboratoire effectuées dans le cadre des expériences sur le terrain du Mont Terri portant sur l'interaction entre le ciment et les Argiles à Opalinus (projet CI) se concentrent désormais sur l'évolution des techniques de microdiffraction (microXRD). D'entente avec l'EPF de Lausanne et avec des chercheurs travaillant avec la ligne de lumière suisse-norvégienne à l'ESRF de Grenoble, aussi bien les matériaux de ciment que la couche limite entre ciment et argile sont analysés à très petite échelle. Simultanément, de premières mesures effectuées sur des échantillons de ciment Portland ont été réalisées avec la ligne de lumière microXAS de SLS et ont permis d'identifier des phases cristallines dans certains échantillons.

La diffusion d' ^{152}Eu dans les Argiles à Opalinus révèle un comportement analogue au ^{60}Co : en d'autres termes, il existe un processus de diffusion lent et un processus de diffusion rapide. Le coefficient de diffusion apparent du processus «lent» permet de déduire une valeur R_b de $100 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Des expériences de sorption statiques réalisées dans des conditions chimiques identiques ont déjà abouti à des valeurs comparables.

Le modèle de sorption mécanistique développé en interne intitulé «2SPNE SC/CE» (*two site protolysis non-electrostatics surface complexation/cation exchange*) a été appliqué dans le cadre de l'analyse

¹⁷ L'abréviation HTS signifie «haute teneur en silice» et désigne un ciment résistant aux sulfates. Ce type de ciment est utilisé dans le génie civil lorsque la teneur en sulfate des eaux souterraines dépasse une valeur limite définie.

physique et chimique d'illite sodique. Les constantes de protolyse et les capacités de surface définies au préalable ont permis de modéliser les courbes de sorption de neuf cations différents des états de valence II à IV. Comme ce fut déjà le cas pour la montmorillonite, l'illite sodique a elle aussi démontré une bonne relation linéaire entre les logarithmes des constantes de complexe de surface et les constantes d'hydrolyse correspondantes pour plus de trente ordres de grandeur. Ces résultats encourageants posent un jalon important vers le développement de banques de données de sorption fondées sur le thermodynamisme.

10.2.3 Coopérations

Les coopérations avec de multiples partenaires suisses et étrangers ont suivi leurs cours. Le LES a conclu des contrats de coopération avec les centres de recherche de Karlsruhe et de Rossendorf, le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) et l'Empa. Il entretient également un contact étroit avec plusieurs universités (Berne, UC Londres, Mayence, Strasbourg, Tübingen), ainsi qu'avec d'autres instituts de recherche (CIEMAT en Espagne, Eawag, JAEA au Japon, SCK•CEN en Belgique, VTT en Finlande).

Les relations avec les hautes écoles ont encore été renforcées en 2008 grâce aux activités d'enseignement de Wolfgang Hummel (EPFZ) et de Georg Kosakowski (Université de Tübingen).

Dans le cadre du sixième Programme-cadre de l'UE, le LES a participé au projet FUNMIG et au réseau d'excellence ACTINET. Officiellement, ces deux programmes se terminent fin 2008. Dans le cadre du septième Programme-cadre de l'UE, le LES participera au projet intégré «ReCosy» (*Redox Phenomena Controlling Systems*) en assurant la direction du lot de travaux 4. D'autre part, le LES devient membre du groupe ACTINET I3. La ligne de lumière microXAS du PSI a été intégrée dans ACTINET I3 (*Integrated Infrastructure Initiative*) par l'intermédiaire du LES et bénéficie ainsi de fonds alloués dans le cadre du septième programme-cadre de recherche européen.

Les publications parues dans des revues scientifiques, les rapports et les conférences spécialisées sont mentionnées à l'annexe VI.

11 Nagra

La loi sur l'énergie nucléaire arrête que les déchets radioactifs doivent être gérés par leurs producteurs d'une manière qui assure la protection durable de l'homme et de l'environnement. A cet effet, les exploitants des centrales nucléaires ont créé la Nagra en 1972, conjointement avec la Confédération helvétique (responsable des déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche). Placée sous la surveillance de la Confédération, la Nagra a pour tâche d'élaborer les bases scientifiques et techniques requises pour un stockage des déchets qui soit sûr à long terme. Elle travaille en collaboration avec l'Institut Paul Scherrer (PSI), de nombreuses universités suisses et étrangères, des instituts spécialisés, des bureaux d'ingénieurs et de géologie ainsi qu'avec les coopérateurs de la Nagra. A la fin de 2008, le siège de la Nagra à Wettingen employait 81 personnes (71,6 équivalents plein temps). Les chapitres qui suivent résument l'essentiel des activités déployées au cours de l'exercice 2008. Pour plus de détails (y compris bilan), veuillez vous référer au rapport annuel de la Nagra.

11.1 Programme de gestion des déchets et procédure du plan sectoriel

11.1.1 Programme de gestion des déchets radioactifs

La Nagra a soumis en 2008 le programme de gestion pour les déchets radioactifs requis en vertu de la loi (NTB-08-01). Ce document contient des informations concernant les déchets, leur entreposage, leur stockage en couches géologiques profondes, la réalisation des dépôts et les coûts de gestion. Les autorités doivent examiner ce programme et le soumettre au Conseil fédéral pour approbation (cf. chap. 4.4).

11.1.2 Procédure du plan sectoriel

Le 2 avril 2008, le Conseil fédéral a approuvé la conception générale du plan sectoriel «Dépôt en couches géologiques profondes», ce qui a ensuite permis à la Nagra de consolider les bases géologiques et techniques qu'elle avait élaborées dans le cadre des vastes travaux préliminaires réalisés en fonction des ébauches de la conception générale du plan sectoriel. Elle a surtout approfondi les connaissances sur les régions géotectoniques et les couches rocheuses entrant en ligne de compte (base de données SIG), les propriétés et le volume des déchets, les concepts de confinement technique et les caractéristiques liées à la sécurité des roches d'accueil potentielles. Toutes les données nouvelles (p. ex. de forages géothermiques) ont été intégrées au fur et à mesure.

Une procédure de sélection axée sur les aspects liés à la sécurité a été effectuée en prenant l'ensemble du territoire suisse comme point de départ. Ces travaux sont documentés dans le rapport NTB 08-03. Sur cette base, la Nagra retient trois sites potentiels pour le dépôt en profondeur destiné aux DHR: Weinland zurichois (ZH, TG), nord des Lägeren (ZH, AG) et Bözberg (AG). Elle propose six domaines d'implantation pour le dépôt des DFMR: Südranden (SH), Weinland zurichois (ZH, TG), nord des Lägeren (ZH, AG), Bözberg (AG), pied sud du Jura (SO, AG) et Wellenberg (NW, OW). Trois des domaines d'implantation géologiques proposés – Weinland zurichois, nord des Lägeren et Bözberg – se prêtent aussi bien au stockage des DHR que des DFMR (dépôt combiné). Le rapport a été remis à l'OFEN le 17 octobre 2008 et moins d'un mois plus tard, le 6 novembre, les autorités informaient le public. Les propositions de la Nagra reposent sur des critères exclusivement scientifiques et techniques. L'appréciation globale, elle, relèvera des autorités et du Conseil fédéral (cf. chap. 4.2.1).

11.2 Déchets radioactifs

La Nagra tient l'«inventaire central des déchets et matériaux (ISRAM)», et le met à jour en permanence. Tous les colis qui sont entreposés aux abords des centrales nucléaires, dans le dépôt intermédiaire Zwiilag et dans le dépôt intermédiaire de la Confédération y sont recensés (cf. annexe II). Ce registre est indispensable pour gérer les entrepôts et les chiffres servent de base pour les projets de la Nagra. Il permet aussi d'avoir à tout moment une vue d'ensemble de tous les déchets et matériaux radioactifs produits et entreposés en Suisse.

Parallèlement, la Nagra tient un «inventaire-type des matières radioactives (MIRAM)» (cf. NTB 08-06). Celui-ci recense non seulement les déchets existants mais également ceux qui sont prévus à l'avenir, y compris leurs caractéristiques. Il comprend aussi une estimation de l'inventaire, des quantités et des types de déchets qui pourraient être produits par d'éventuelles centrales nucléaires nouvelles. Les données obtenues ont été utilisées comme base pour le programme de gestion des déchets 2008, pour les analyses de sécurité ainsi que pour la planification de la construction et de l'exploitation des dépôts en couches géologiques profondes dans le cadre de la procédure du plan sectoriel.

Divers projets et travaux de recherche et développement ont été mis en œuvre durant l'exercice sous revue dans le domaine de l'inventaire et du conditionnement des déchets radioactifs. Plusieurs procédures de certification concernant l'aptitude de colis au stockage final (ELFB) ont pu être achevées pour le compte du PSI et des centrales nucléaires. Pour ces dernières, elles ont surtout porté sur des déchets provenant du retraitement, lesquels doivent revenir en Suisse courant 2009.

11.3 Détermination des coûts de stockage en profondeur (étude sur les coûts)

Les exploitants de centrales nucléaires font des provisions pour assurer le financement de la gestion des déchets radioactifs. Les montants versés se fondent sur une estimation des coûts, qui doit être vérifiée périodiquement et adaptée en cas de besoin. La dernière mise à jour a été réalisée en 2006 et les résultats ont été approuvés par les autorités (cf. chap. 4.1). Le programme de gestion des déchets soumis en 2008 (NTB 08-01) contient un résumé de ces coûts.

11.4 Bases techniques

La Nagra mène divers travaux de recherche pour compléter les documents requis pour la procédure du plan sectoriel et pour approfondir les connaissances en vue des futures procédures d'autorisation générale pour les dépôts géologiques en profondeur. Dans ce dernier cas, les efforts se concentrent sur le confinement sûr et à long terme des déchets, le choix des matériaux pour les barrières techniques, les caractéristiques de ces matériaux eu égard à la sûreté et la rétention des radionucléides par les barrières ouvragées et naturelles.

Cette rétention assurée par les barrières techniques et par les formations géologiques environnantes constitue l'un des éléments centraux pour la sûreté à long terme d'un dépôt en couches profondes. Ces processus sont étudiés depuis de longues années en collaboration avec le Laboratoire de Gestion des déchets à l'Institut Paul Scherrer (PSI). Les recherches se concentrent notamment sur le transport par diffusion, ralenti par des processus chimiques, des radionucléides dans les barrières en argiles (bentonite, Argiles à Opalinus) et sur les mécanismes de rétention dans le ciment voisin. Une partie des expériences relative à la rétention et au transport de radionucléides ont été effectuées dans le cadre de projets de l'UE. Ces recherches sont décrites plus en détail dans le chapitre 10.2.2 «Recherches menées au PSI».

La Nagra met en œuvre d'autres projets avec divers partenaires, le but étant de répondre à plusieurs questions concernant le stockage en profondeur. Une première série de projets en 2008 a porté sur le confinement technique des déchets. Une attention particulière a été accordée aux propriétés de rétention en rapport avec les assemblages combustibles présentant un taux de combustion élevé, aux matériaux destinés au conditionnement de DHR vitrifiés ou d'éléments combustibles usés ainsi qu'aux caractéristiques déterminantes en matière de construction et de sûreté pour les comblements de galeries au moyen de granulats de bentonite. Une autre série de projets a été consacrée aux effets que les gaz émis par les déchets peuvent avoir sur les conditions hydrauliques dans le voisinage du dépôt. L'état actuel des connaissances a été résumé dans un rapport de synthèse rédigé dans le cadre du programme DFMR. Précisons que la Nagra participe à un nouveau projet de l'UE visant à répondre à ces questions.

11.5 Laboratoires souterrains

11.5.1 Laboratoire souterrain au Grimsel (BE)

La Nagra gère depuis 1984 le Laboratoire souterrain du Grimsel (LSG), où sont menées des recherches indépendantes du site d'implantation du dépôt en profondeur. Actuellement, 15 organisations partenaires de 10 pays ainsi que l'UE participent aux travaux au LSG. Il faut y ajouter de nombreuses universités et instituts de recherche, suisses et étrangers. Certaines expériences sont co-financées par l'UE. Les projets s'étendent sur une période de cinq à dix ans.

La phase VI (2003–2013) est axée notamment sur des projets d'approfondissement des connaissances sur les systèmes de barrières techniques et de leur mise à l'essai à l'échelle 1:1 dans des conditions réalistes. Début 2008, un nouveau consortium a ainsi décidé de poursuivre l'expérience FEBEX (1987–1997).

Un autre point fort de la phase VI se trouve être la recherche sur les caractéristiques du transport des radionucléides dans les conditions réalistes d'un dépôt. Dans le cadre du projet LTD (Long-Term Diffusion) par exemple, on a poursuivi «l'essai Monopole», où un mélange de radioéléments de faible activité circule dans une matrice rocheuse pendant une longue durée. Le projet LCS (Long-Term Cement Studies), lui, s'est concentré en 2008 sur une précision de la caractérisation des sites d'essai et sur leur préparation en vue des expériences sur le terrain. Dans le cadre du projet CFM (Colloid Formation and Migration), les premières expériences prévues avec des traceurs colloïdaux ont été lancées; le second semestre a été consacré surtout à l'amélioration du site de test, à des travaux intensifs en laboratoire et à des modélisations, afin de préparer au mieux les essais principaux avec les radionucléides.

Le LSG offre en outre la possibilité aux partenaires de mettre en œuvre des projets plus modestes, par exemple de tester de nouvelles méthodes d'examen ou des équipements.

11.5.2 Laboratoire souterrain du Mont Terri (St-Ursanne, JU)

Le projet de recherche Mont Terri, placé sous la direction de l'Office fédéral de topographie (swisstopo), permet à la Nagra d'étudier plus en détail les propriétés des Argiles à Opalinus, en particulier celles qui seront déterminantes pour les procédures d'autorisation. Elle peut y réunir des connaissances sur le stockage de déchets radioactifs à l'échelle réelle et approfondir sa compréhension des processus.

Durant la phase 13 du programme de recherche (juillet 2007–juin 2008), la Nagra a participé à 23 expériences. Sa participation à l'actuelle 14^e phase (juillet 2008–juin 2009) englobe essentiellement la poursuite de la majeure partie des expériences de la période précédente et la mise en place de nouveaux essais dans les domaines de la stabilisation des roches, de l'hydrogéologie et de la diffusion.

Elle inclut également la poursuite de projets des 5^e et 6^e programmes-cadres de recherche de l'UE. Se fondant sur son expérience et sur les recommandations des autorités concernant la démonstration de faisabilité, la Nagra axe ses travaux pratiques sur l'acquisition de connaissances approfondies concernant l'évolution dans le temps de la zone perturbée, la diffusion des radionucléides dans les Argiles à Opalinus et sur la migration des gaz; elle continue en outre une expérience à long terme sur les interactions entre roches argileuses et ciment (utilisé pour la consolidation, le comblement et la construction).

Les travaux d'agrandissement du laboratoire ont été achevés en 2008. Les déformations provoquées par le perçage et les schémas de désagrégation (zone de perturbation) ont fourni des informations précieuses sur les propriétés des Argiles à Opalinus dans le cadre d'expériences sur la tectonique des roches. Elles ont également permis d'étudier plus précisément les conditions techniques à respecter lors du creusement de galeries.

Vous trouverez de plus amples informations sur le projet de recherche du Mont Terri au chapitre 8.

11.6 Relations publiques

Le travail de relations publiques de la Nagra aura été dominé en 2008 par l'approbation du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» par le Conseil fédéral en avril et par l'annonce en novembre des six domaines d'implantation potentiels pour les dépôts géologiques.

La Nagra attache une grande importance au dialogue et au contact directs avec le public. Des collaborateurs de la Nagra ont ainsi participé à diverses tables rondes et à neuf séances d'information de l'OFEN concernant les domaines d'implantation (cf. chap. 4.2.2) et en ont profité pour expliquer le travail de la coopérative. Un total de 2700 visiteurs ont été guidés à travers les deux laboratoires souterrains, au Grimsel et au Mont Terri, en 2008. Comme chaque année, la Nagra a en outre monté son stand d'information à diverses expositions artisanales régionales.

La Nagra a informé le public par le biais de cinq communiqués de presse en 2008. Les journaux ont publié de nombreux articles et la télévision a consacré plusieurs reportages à la gestion des déchets radioactifs, à l'approbation de la conception générale du plan sectoriel et à l'annonce des domaines d'implantation potentiels. Dans ce contexte, divers représentants de la Nagra ont donné des interviews et ont ainsi pu exposer en détail les actuels travaux de l'organisation. Précisons enfin que les médias allemands ont également témoigné un grand intérêt pour le concept suisse de gestion des déchets et la procédure du plan sectoriel.

Le site Web joue le rôle de plateforme d'information centrale. Il a été entièrement remanié, qu'il s'agisse du contenu ou de la conception graphique. La nouvelle présentation sur Internet a été mise en service au moment de l'annonce des domaines d'implantation, en langues française, allemande et anglaise.

Divers supports d'information ont été élaborés pour accompagner l'annonce des domaines d'implantation proposés. La Nagra a ainsi édité cinq brochures au total. Les trois numéros de la publication «nagra info» ont été envoyés aux quelque 22 000 abonnés et distribués par un envoi postal en masse. Ils sont en outre parus sous forme de newsletters électroniques (e-info).

L'offre d'information a été complétée du DVD «Die Lösung» (en allemand) en 2008. Dans le film principal, le spectateur accompagne une journaliste menant des investigations sur des déchets radioactifs qui ont subitement fait surface dans une installation de traitement. Ce DVD contient aussi des documentaires, y compris des interviews de spécialistes de la Nagra. Ces films sont également à disposition sur le site Web (en allemand).