



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Agneb

16. April 2012

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

Überarbeitet von Simone Brander (BFE) und Markus Hugi (ENSI), Oktober 2009

- Redaktionelle Überarbeitung
- Anpassung Terminplan (Anhang 1)
- Sachkompetenz ENSI (Anhang 3)

Überarbeitet von Simone Brander (BFE), Felix Altorfer (ENSI) und Meinert Rahn (ENSI), März 2012

- Redaktionelle Überarbeitung
- Anpassung Terminplan (Anhang 1)
- Ergänzung Projekt Lagerauslegung



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	13
3.1. Werthaltungen und Meinungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle	13
4. Lagerkonzepte	16
4.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich	16
4.2. Schutz der Umwelt	18
4.3. Auslegung und Inventar des Pilotlagers	19
4.4. Monitoringkonzept und -einrichtungen	21
4.5. Schnell-/ Selbstverschluss	22
4.6. Erleichterte Rückholbarkeit	25
4.7. Materialwissenschaftliche Fragen	26
4.8. Sicherheitskriterien für lange Zeiträume	28
4.9. Folgen aus Ungewissheiten über Parameterwerte	29
4.10 Lagerauslegung	31
5. Ethik / Recht	33
5.1. Umweltpolitische Fragen	33
5.2. Schutzziele	35
5.3. Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung	37
Weiteres Vorgehen	39
ANHANG 1: Terminplanung der Projekte	40
ANHANG 2: Koordination der Projekte	41
ANHANG 3: Sachkompetenzen und Zuständigkeiten der Institutionen des Bundes	42



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 von Akteurinnen und 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 Kriterien 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 das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI (bis 31. Dezember 2008: 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 ENSI bei ihren Aufgaben als Bewilligungs- und Aufsichtsbehörden direkt zu unterstützen,

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.



- Das Spektrum der bei BFE und ENSI verfügbaren Entscheidungsgrundlagen zu verbreitern, um die Ausgangslage für Entscheidungen von BFE und ENSI zu verbessern,
- Die von den Betreibern von Kernanlagen unabhängige Forschung zu fördern,
- 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 (ENSI), Martin Jermann (PSI), Paul Bossart (swisstopo). Die Koordination des Forschungsprogramms wurde ebenfalls besprochen. Dabei wurde vereinbart, dass das ENSI den Bereich der regulatorischen Sicherheitsforschung und das BFE denjenigen der geisteswissenschaftlichen Entsorgungsforschung betreuen soll. Die regulatorische Sicherheitsforschung bezeichnet die von den staatlichen Behörden abzuwickelnde Forschung zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit – im vorliegenden Fall im Hinblick auf eine sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle. 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: Terminplanung der Projekte
- Anhang 2: Koordination der Projekte
- Anhang 3: Sachkompetenzen und Zuständigkeiten der Institutionen des Bundes

Die Agneb besprach sodann das Forschungsprogramm an der Sitzung vom 12. September 2008 und nahm es zustimmend zur Kenntnis. Gleichzeitig legte die Agneb fest, dass das BFE ein Forschungsssekretariat zur Umsetzung des Forschungsprogramms führt.

Die auf den folgenden Seiten skizzierten Projekte sollen im Rahmen des Forschungsprogramms wissenschaftlich fundiert und gleichzeitig anwendungsorientiert bearbeitet werden. Nach Abschluss jedes Forschungsprojekts soll evaluiert werden, ob ein Folgeprojekt auf diesem Themengebiet Sinn macht und notwendig ist. Die im vorliegenden Forschungsprogramm aufgeführten Forschungsprojekte zeigen die nächsten, anstehenden Schritte auf. Dabei ist nicht die Meinung, dass die erwähnten Themenbereiche mit den geplanten Projekten abschliessend erforscht werden können.

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 Projektbeschrieb qualifiziert.

Im Sommer und Herbst 2009 wurde das Forschungsprogramm durch das BFE und das ENSI aktualisiert und am 27. November 2009 erneut der Agneb vorgelegt.

Im März 2012 fand eine erneute Aktualisierung des Forschungsprogramms durch das BFE und das ENSI statt. Am 14. März 2012 wurde das Forschungsprogramm erneut der Agneb vorgelegt.



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	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 des ENSI hingearbeitet werden. 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.
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 Expertinnen und 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	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 Expertinnen und Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.
Zeitplan	Dauer: ca. 2 Jahre; hohe zeitliche Priorität
Kosten	Ca. 100 Personentage, d. h. CHF 120 000 (40 000 für Literaturrecherche)
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 (1999): Waste Isolation Pilot Plant. How Will Future Generations Be Warned? Carlsbad. –OECD (1995): Future Human Actions at Disposal Sites, Report of a Working Group on Assessment of Future Human Actions at Radioactive Waste Disposal Sites. –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 vergangenen 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.
Ergebnisse	Buser Marcos (2010): Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern. Bundesamt für Energie BFE. Bern.



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/innen, Wissenschaftler/innen 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 Kommunikationstätigkeiten für die Behörden einerseits und für die partizipativen Gremien andererseits während der Umsetzungsphase des Sachplans liefern, unter besonderer Berücksichtigung des Vertrauensaufbaus zwischen den Akteurinnen und Akteuren und des konstruktiven Dialogs.</p> <p>Basierend auf der Ausgangslage stellen sich folgende Fragen: –Woher kommen die Ängste gegenüber der Technik, das Misstrauen gegenüber Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Expertinnen und 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 Expertinnen und 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 / Expertisen abgebaut werden kann?</p> <p>In der Umsetzung des Sachplans geologische Tiefenlager ist der Dialog zwischen den Behörden und den betroffenen Regionen zentral. Die regionale Partizipation wird in den jeweiligen Standortregionen 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 Akteurinnen und Akteure im Bereich der Entsorgung; Entwickeln eines Bewertungsrasters, mit dem Aussagen bezüglich Verständlichkeit bei den beabsichtigten Empfänger/innen 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 Expertinnen und Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgruppe soll nicht mehr als 8 Personen umfassen: Vertreter Abteilung EA des BFE und Abteilung Kommunikation des BFE; Leitung der Begleitgruppe durch die Programmleitung 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 Auftragnehmende	25. Mai 2007
	Beginn der Arbeiten	Juni 2007
	Ca. 3 Sitzungen mit der Begleitgruppe Abschluss der Arbeiten (12 Monate Projektdauer)	November 2008
	Verabschiedung Berichte durch Geschäftsleitung	Juni 2009
	Publikation / Durchführung einer Tagung	September 2009
Kosten	Von Seite EWG/BFE werden CHF 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. Rüschlikon. <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 Perzeption und gesellschaftliche Konflikte. Referat. –RENN O. (1994): Konfliktbewältigung durch Kooperation in der Umweltpoli- 	



	tik. Theoretische Grundlagen und Handlungsvorschläge. In: oikos (Hrsg.): Kooperationen für die Umwelt. Im Dialog zum Handeln. Zürich.
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none">–GALLEGO CARRERA D., SCHENKEL W. et al. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager – Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft»: Grundlagen für die Kommunikation in den Standortregionen, Bundesamt für Energie BFE, Bern.–GALLEGO CARRERA D., SCHENKEL W. et al. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager – Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft»: Wissenschaftlicher Schlussbericht, Bundesamt für Energie BFE, Bern.–SCHENKEL W. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager – Arbeitshilfe für die Kommunikation in den Standortregionen, Bundesamt für Energie BFE, Bern.



3. Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz	
3.1. Werthaltungen und Meinungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle	
Ausgangslage	<p>Die Diskussionen rund um die Entsorgung radioaktiver Abfälle sind von einer Vielfalt von Werthaltungen und Meinungen geprägt.</p> <p>Bestehende Untersuchungen zeigen auf, dass für das Vertrauen, das den Behörden von der Bevölkerung entgegen gebracht wird, nicht nur entscheidend ist, 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. Dabei spielt die Kommunikation und Information eine zentrale Rolle.</p> <p>Bisher meldete sich bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle primär eine kleine Kerngruppe engagierter Personen zu Wort, deren Meinungen und Argumentationsmuster bekannt sind. Diese Personen werden zudem regelmässig von den Medien für Stellungnahmen angefragt. Studien zeigten auf, dass in einem kleinen Teil der Bevölkerung eine klare Meinung bezüglich der Entsorgungsfrage vorherrscht, ein Grossteil aber diesbezüglich indifferent ist. Welche Deutungsmuster (Zusammenspiel von Werten, Meinungen und Einflussfaktoren) in der breiten Bevölkerung vorherrschen, ist 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 Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft» des BFE evaluiert.</p> <p>Während im Projekt «Kommunikation mit der Gesellschaft» der bestehende Stand der Kenntnisse erhoben und ausgewertet wurde, dient das Forschungsprojekt «Werthaltungen und Meinungen in der Entsorgung radioaktiver Abfälle» dazu, neue, aktuelle Informationen über die Werte- und Meinungslandschaft bezüglich der Entsorgungsthematik in der Schweiz zu gewinnen. Das Zusammenwirken von Werthaltungen und Meinungen wurde bisher nicht eingehender untersucht.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen es dem BFE ermöglichen, die Kommunikations- und Informationsbedürfnisse der betroffenen Bevölkerung im Sachplanverfahren besser abzudecken.</p> <p>Aufgrund dieser Ausgangslage sind folgende Fragen zu beantworten:</p> <ul style="list-style-type: none">–Welche Werte⁵ werden durch die Entsorgung radioaktiver Abfälle berührt?–Welche Werte beeinflussen welche Meinungen bezüglich der Entsorgung radioaktiver Abfälle? Können aus den individuellen Wertorientierungen Werttypen gebildet werden?–Welche Werttypen werden durch die Tätigkeiten der verschiedenen Akteurinnen und Akteure im Standortauswahlverfahren tangiert (Bundesbehörden, Entsorgungsverantwortliche etc.)?–Welche externen Faktoren, die von der Entsorgungsthematik berührt wer-

⁵ Unter Werte werden feste, bewusst oder unbewusst im individuellen Überzeugungssystem verankerte Dispositionen mit hoher Änderungsresistenz verstanden. Beispiele für Werte sind soziale Anerkennung, Ehrlichkeit, Schutz der Umwelt oder Erfolg.



	<p>den (Faktoren wie Verfahrensgestaltung, der Entscheidungsfindung, der Information oder der Partizipation) tragen wesentlich zur Meinungsbildung einer Person bei?</p> <p>–Welches Meinungsspektrum und welche Deutungsmuster (Zusammenspiel von Werten, Meinungen und Einflussfaktoren) existieren?</p>	
Vorgehen	<p>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 Focusgruppen) 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.</p>	
Organisation	<p>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.</p>	
Zeitplan	Ausschreibung	Anfang 2010
	Einreichen der Offerten (max. 10 Seiten inkl. Anhang) in 5 Exemplaren	Ende Mai 2010
	Entscheid über die Erteilung des Forschungsauftrags an Auftragnehmer	Mitte Juni 2010
	Beginn der Arbeiten	Anfang Juli 2010
	Ca. 4 Sitzungen mit der Begleitgruppe	
	Abschluss der Arbeiten (8 Monate Projektdauer)	Februar 2011
Kosten	<p>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.</p>	
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<p>Folgende Literatur dient als Grundlage für die Studie:</p> <ul style="list-style-type: none"> –GALLEGO CARRERA D., SCHENKEL W. et al. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager – Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft»: Grundlagen für die Kommunikation in den Standortregionen, Bundesamt für Energie BFE, Bern. –GALLEGO CARRERA D., SCHENKEL W. et al. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager – Forschungsprojekt «Kommunikation mit der Gesellschaft»: Wissenschaftlicher Schlussbericht, Bundesamt für Energie BFE, Bern. –SCHENKEL W. (2009): Sachplan geologische Tiefenlager - Arbeitshilfe für 	



	<p>die Kommunikation in den Standortregionen, Bundesamt für Energie BFE, Bern.</p> <ul style="list-style-type: none">–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 Meinung, soziale Bewegungen. Opladen. S. 162-190–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.
Ergebnisse	Seidl R., Moser C., Krütli P., Stauffacher M. (2011): Werthaltungen und Meinungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Bundesamt für Energie. Bern.



4. Lagerkonzepte	
4.1. Abfallbewirtschaftung im Vergleich	
Ausgangslage	<p>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.</p> <p>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.</p>
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 Vertreterinnen und Vertreter des ENSI, BFE, BAG, BAFU und KNS sowie evtl. weiterer Organisationen, z. B. der KNE, angehören. In beratender Funktion können weitere Expertinnen und Experten, z. B. von Kantonen, Nagra und ZWILAG, beigezogen werden. Die Expertengruppe wird bei Bedarf durch eine Auftragnehmerin oder einen Auftragnehmer unterstützt.
Organisation	Im Rahmen einer Arbeitsgruppe mit Beteiligung des BAFU, BAG, ENSI und der KNS wurden in mehreren Fachsitzungen unter Beteiligung der Experten der KKW und der Nagra die Fragestellungen diskutiert. Der Entwurf des Schlussberichts ist erstellt. Das Projekt wird per Juni 2012 abgeschlossen.
Zeitplan	Dauer: 2008–2012.



Kosten	–4 bis 6 Sitzungen der Expertengruppe, darunter eine Klausurtagung. Aufwand für Taggelder, Organisation der Klausurtagung, eigenen Recherchen etc., ca. CHF 40 000 –65 Personentage der Auftragnehmerin oder des Auftragnehmers, ca. CHF 80 000
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	–Strahlenschutz, Kernenergie- und Umweltschutzgesetzgebung –Richtlinie B05 der HSK (heute ENSI) 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 (2003): Waste Sites as Biological Reactors, Lewis Publishers, Boca Raton.



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 Expertisen 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 Autorinnen und Autoren und Organisationen über die Strahlenempfindlichkeit nicht-menschlicher Organismen und über deren modellmässige Erfassung dargelegt werden, undc. 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>Unter Leitung des ENSI wurde eine Arbeitsgruppe gebildet. Die erste Sitzung fand am 21. Oktober 2011 statt. Beteiligt sind Vertreter der Swisstopo, der ETH Zürich, der AG SiKa, des ENSI und externe Experten. Die Fragestellungen werden gemäss dem erstellten Projektplan diskutiert.</p>
Zeitplan	<p>Ca. 24 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	<p>Ca. sechs Personen-Monate Aufwand oder CHF 150 000</p>



Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte For- schungsarbeiten	Zu messbaren Parametern: Siehe Grundlagenangaben zum Projekt 4.4 (Monitoringkonzept und -einrichtungen) Modellannahmen zu Lagern und Inventaren können aus bisherigen Endla- gerprojekten der Nagra oder aus solchen anderer Länder gewonnen wer- den.
---	--



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: –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	–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	Unter der Leitung des ENSI wird eine Arbeitsgruppe gebildet. Es zeigt sich, dass das EU-Projekt MoDeRn. (http://www.modern-fp7.eu/) bereits sehr ähnliche Fragestellungen im europäischen Rahmen diskutiert. Es ist daher sinnvoll, die Resultate dieses Projekts und auch die Resultate des Projekts Pilotlager (4.3) abzuwarten. Das Projekt MoDeRn wird 2013 abgeschlossen.
Zeitplan	Dauer ca. 30 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	–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 Historikerinnen und Historiker sowie Zukunftsforschende beizuziehen, 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 ein 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 der 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.
Resultate	<ul style="list-style-type: none">–Bei der Erstellung der Richtlinie ENSI G-03 wurde die Frage eines Schnellverschlusses intensiv diskutiert. Das ENSI kam zu folgenden Schlussfolgerungen:–Von der EKRA wurde auch die Frage eines selbsttätigen Verschlusses (<i>Selbstverschluss</i>) erwogen. Ein solcher Verschluss würde innert einer angemessenen Zeit in Aktion treten, falls bestimmte regelmässige Unterhaltsarbeiten nicht ausgeführt werden. Von der Forderung eines Selbstverschlusses wurde in der Richtlinie abgesehen, da damit viele ungeklärte Fragen und Risiken verbunden sind: Fragen des Unterhalts, um die selbsttätige Einsatzbereitschaft aufrechtzuerhalten, die Feststellung und Verifizierung dieser Bereitschaft ohne eine Probeauslösung, das Verhindern einer unbeabsichtigten Auslösung, die Überwachung und Gewährleistung der Fähigkeit der Einrichtung und die mit einer Selbstverschlusseinrichtung verbundene geringere Versiegelungsqualität.–Das ENSI sieht in seiner Richtlinie dafür den temporären Verschluss vor. Er unterscheidet sich vom ordnungsgemässen Verschluss (Art. 39 Abs. 3 und 4 KEG) durch das schnelle Handeln und die Möglichkeit der Reversibilität der getroffenen Massnahmen. Gründe für einen temporären Verschluss können beispielsweise eine sich abzeichnende gesellschaftliche Instabilität, ein unmittelbar drohender Kriegszustand, Epidemien oder ein ökonomischer Zusammenbruch sein. Die Lagerbetreibenden müssen auf solche Situationen reagieren können und daher Vorkehrungen treffen, die zur Erlangung eines Zustands passiver Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers führen. Beispielsweise kann dazu die vorsorgliche Lagerung der für eine (einfache) Versiegelung notwendigen Materialien in der Anlage dienen. Es wird nicht gefordert, dass solche Vor-Ort-Reserven für eine



	<p>endgültige Versiegelung ausreichen, aber zumindest für eine Versiegelung einzelner Schlüsselzonen, die einige Jahrzehnte bis Jahrhunderte einen stabilen und sicheren Zustand garantiert.</p> <p>–Hinsichtlich des <i>Schnellverschlusses</i> weist das ENSI in seiner Richtlinie auf die Vorgaben zur Störfallberherrschaft hin. Störfälle wie Brand oder Wassereinträge sind zu beherrschen, insbesondere ist aufzuzeigen, dass solche Vorkommnisse keine Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit haben.</p>
--	---



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. 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 Expertinnen und 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 Expertinnen und Experten damit zu einer kompetenten Gesprächspartnerin.</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,	<p>Spezialliteratur, Technische Berichte aus dem Umfeld der Tiefenlagerung, EU-Projekte und -Berichte (COBECOMA, NF-PRO, TIMODAZ, MICADO,</p>



verwandte Forschungsarbeiten	GLAMOR).
Resultate	<p>Das ENSI hat 2011 zwei Stellen besetzt, deren Aufgabe die Modellierung von gekoppelten Prozessen ist. Insbesondere wird die Gasbildung und der Transport von Gas im Lagerbereich und im Tiefenlager berechnet. Im weiteren werden auch Fragen zur Geochemie des Tiefenlagernahfelds und ihrer Einflüsse auf den Radionuklidtransport untersucht. Durch die Verstärkung der ENSI-Modelliergruppe können auch interdisziplinäre Fragestellungen (thermisch-hydraulisch-chemische Kopplungen) vertiefter untersucht werden. Das ENSI beteiligt sich am DECOVALEX-Projekt, um die eigenen Berechnungen mit experimentell gewonnenen Daten zum Nahfeldverhalten vergleichen zu können.</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 Expertinnen und 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: Wis-senserhalt 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>Eine Fachspezialistin oder 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>



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



4. Lagerkonzepte	
4.10 Lagerauslegung	
Ausgangslage	<p>Die Anforderungen an die Lagerauslegung sind im Kernenergiegesetz, der Kernenergieverordnung und der Richtlinie ENSI-G03 festgehalten.</p> <p>Die Vorschläge der Nagra in Etappe 1 des Sachplanverfahrens beinhalten die Erstellung von geologischen Tiefenlagern in tonreichen Gesteinen. Die Vorschläge beinhalten verschiedene Möglichkeiten der Lagerrealisierung (bspw. Kombilager, Aufteilung des SMA-Lagers auf zwei Wirtgesteine, Sicherung der aufgefahrenen HAA-Lagerstollen, Erschliessung des Lagers mittels Rampe und/oder Schacht.</p> <p>In den weiteren Schritten der Lagerrealisierung werden die für die Lagerkonzepte sicherheitsrelevanten Aspekte der tonreichen Wirtgesteine optimiert werden. Aus Sicht des ENSI ist deshalb abzuklären, ob hinsichtlich der behördlichen Anforderungen Reglungsbedarf besteht.</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Im Projekt sollen Möglichkeiten der Lagerrealisierung (bspw. Kombilager, Aufteilung des SMA-Lagers auf zwei Wirtgesteine, Sicherung der aufgefahrenen HAA-Lagerstollen, Erschliessung des Lagers mittels Rampe und/oder Schach) diskutiert werden. Ausgehend von den grundlegenden Sicherheitsfunktionen der jeweiligen Lagerteile soll geklärt werden, ob die vorgeschlagenen Tiefenlagerkonzepte den gesetzlichen Auftrag nach dauerndem Schutz von Mensch und Umwelt sicherstellen.</p> <p>Im Rahmen einer breiten Anhörung soll abgeklärt werden, ob für das ENSI Reglungsbedarf für Anforderungen an die Lagerkonzepte besteht. Zu den Projekten 4.3 und 4.4 soll eine enge Zusammenarbeit und themengerechte Abgrenzung erfolgen.</p> <p>Zu beantwortende Fragen sind unter anderen:</p> <ul style="list-style-type: none">– Welche Möglichkeiten der Anordnung der Einlagerungsstollen gibt es und welches sind ihre Vor- und Nachteile? Welche Faktoren sind zu berücksichtigen?– Wie ist die Lagerauslegung optimal auf die geologisch-tektonische Situation am Standort anzupassen (Trennflächengeometrie und -häufigkeit, Spannungsverteilung)? Welche Faktoren sind zu berücksichtigen? Welche Anpassungen in der Auslegung wären möglich/sinnvoll, wenn geologische Komplikationen auftreten?– Welche vollflächigen Stützmittel können entlang der HAA-Einlagerungsstollen im Opalinuston bzw. Tongesteinen verwendet werden? Welche Anpassungen an das Design aus dem Entsorgungsnachweis sind dazu notwendig (z. B. Ausbruchsquerschnitt)? Welche Konsequenzen haben die Anpassungen auf die Langzeitsicherheit?– Wie stark kann und soll ein Lagerkonzept auf geologische Komplikationen ausgerichtet werden? Welche Komplikationen sind in der Planung zu berücksichtigen?– Mit welchen Techniken können wirksam und langfristig Wassereinträge in den Zugangsbauwerken (Schacht/Rampe) bei der Querung von Aquiferen oder Störungszonen vermieden bzw. deren Wirkung aufgefangen werden?– Was ist die sicherheitstechnische Bedeutung der Ausbruchstechniken?– Erfüllen die vorgeschlagenen Zugangsbauwerke (d. h. Rampe und/oder Schacht) ihre sicherheitstechnische Funktion im Lagerkonzept?



	<ul style="list-style-type: none">– Was sind die sicherheitstechnische Bedeutung einer Aufteilung des SMA-Lagers auf zwei Wirtgesteine?– Was sind die sicherheitstechnischen Vor- und Nachteile eines Kombilagers?– Wie beeinflussen Behältermaterial, Hohlraumverfüllung, Versiegelungsbauwerke und die lagerbedingten Einflüsse die Lagerauslegung?– Welchen Einfluss hat die Behältergrösse auf das Lagerkonzept?
Vorgehen	<p>Anhand eines Fragebogens soll zunächst ein Überblick über die potenziell sicherheitsrelevanten Aspekte zusammengestellt werden. Anhand dieser Aspekte wird das weitere Vorgehen bestimmt. Es soll in breiter Vernehmlassung geprüft werden, ob alternative Ansätze eine sicherheitstechnische Verbesserung darstellen und ob sie ins Lagerkonzept eingebaut werden sollen (Arbeitspaket 1).</p> <p>Die von der Nagra vorgeschlagenen Lagerkombinationen sollen bezüglich ihrer sicherheitstechnischen Eigenschaften evaluiert werden, insbesondere die verschiedenen Möglichkeiten von Schacht und Rampe als Zugangsbauwerke oder die Möglichkeiten einer mehrstöckigen Anlegung der Lagerkavernen (Arbeitspaket 2).</p> <p>Es soll abgeklärt werden, ob verschiedene Techniken der Hohlraumsicherung Relevanz für die Langzeitsicherheit haben und wie die Zugangsbauwerke sicher vor Wassereinbrüchen geschützt werden können (Arbeitspaket 3).</p> <p>Für eine optimierte Auslegung des Lagers in einer geologischen Situation sollen die entsprechenden Kriterien gesammelt und gewichtet werden. Dabei sollen auch die entsprechenden Flexibilitäten für unerwartete Situationen beurteilt werden (Arbeitspaket 4).</p> <p>Die Ergebnisse des Projekts werden in einem Schlussbericht zusammengeführt (Arbeitspaket 5).</p>
Organisation	Das Projekt wird vom ENSI geleitet. Weitere Expertinnen und Experten (z. B. von der ehemaligen EKRA) und die Nagra sind für Fachsitzungen beizuziehen. Nach Bedarf werden weitere Expertinnen und Experten aus dem Ausland zur Präsentation der dortigen Lagerkonzepte beigezogen.
Zeitplan	<p>Ca. 24 Monate. Ein koordiniertes Vorgehen mit den Projekten 4.3 (Auslegung und Inventar des Pilotlagers) sowie 4.4 (Monitoringkonzept und -einrichtungen) ist erforderlich.</p> <p>Die Diskussionen der Projektgruppe werden vom ENSI bei der Beurteilung der Vorschläge der Nagra in Etappe 2 berücksichtigt. Aus Sicht des ENSI werden generell Fragen zur Lagerrealisierung bis zur Einreichung des Baugesuchs zu diskutieren sein.</p>
Kosten	Ca. vier Personen-Monate Aufwand oder CHF 105 000.–, ca. CHF 30 000.– für externe Expertinnen und Experten.
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none">– Unterlagen der Nagra zu Etappe 1, insbesondere NTB 08-01 bis -07 sowie NTB 10-01,– Aktuelle und frühere Berichte zu den Lagerkonzepten in anderen Ländern mit weit fortgeschrittenen Entsorgungsprogrammen in tonreichen und anderen Gesteinen (insbesondere Frankreich, Belgien, Spanien, Schweden, Finnland, Kanada, USA, Ungarn),– Berichte zu den Themen Stollenverfüllung, Versiegelungstechniken, Schacht und Rampenbau, Wassereinbrüche und deren Handhabung.



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 ENSI. 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 Expertinnen und Experten noch nicht anzufragen. Die Begleitgrup-</p>



	pe soll nicht mehr als acht Personen umfassen.
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">–Der Bundesrat (2012): Strategie nachhaltige Entwicklung 2012–2015. Bern.–Interdepartementale Arbeitsgruppe «Vorsorgeprinzip» (2003): Das Vorsorgeprinzip aus schweizerischer und internationaler Sicht. Synthesepapier. Bern.–D. Appel, J. Kreusch, 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 beim ENSI 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. Das Projekt besteht wesentlich in einer systematischen Literaturrecherche. Erhebung und Diskussion bestehender Ansätze, Entwicklung von Empfehlungen zuhanden des ENSI.</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 Expertinnen und 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



Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte For- schungsarbeiten	<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 ENSI-G03-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 lange Zeiträume. Während diesen ist mit vielfältigen gesellschaftlichen Veränderungen zu rechnen (u. a. gesellschaftliche Destabilisierung z. B. ausgelöst durch kriegerische Ereignisse oder ökonomische Umwälzungen). Das etappierte Vorgehen im Standortauswahlverfahren für geologische Tiefenlager und bei den anschliessenden Bewilligungsverfahren erlaubt es, laufend neue wissenschaftliche Erkenntnisse und veränderte gesellschaftliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und offene Fragen stufengerecht zu beantworten. Gleichzeitig wird die Lagerung von radioaktiven Abfällen in geologischen Schichten angestrebt, da gemäss internationaler Expertise das langfristige Entsorgungskonzept ohne menschliche Einflussmöglichkeiten die grösstmögliche Sicherheit für Mensch und Umwelt bietet. Dies führt zu einem Spannungsfeld zwischen Sicherheit (z. B. reduzierter Zugang zu den radioaktiven Abfällen und zum Tiefenlager) und Flexibilität im gesellschaftlichen Bereich (z. B. neue gesetzliche Grundlagen).</p>
Zielsetzung, Fragestellungen	<p>Dieses Forschungsprojekt liefert zuhanden des Bundesamts für Energie (BFE) und des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) Empfehlungen zum Umgang mit gesellschaftlichen Veränderungen im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle.</p> <p>Mit dem Projekt sollen folgende Leitfragen beantwortet werden:</p> <ul style="list-style-type: none">– Welche Bandbreite an Szenarien von gesellschaftlichen Veränderungen sind denkbar, die für die geologische Tiefenlagerung von radioaktiven Abfällen relevant sind?– Welche verfahrensmässigen und juristischen Auswirkungen haben gesellschaftliche Veränderungen auf die verschiedenen Realisierungsphasen eines geologischen Tiefenlagers (Standortwahl, Bau- & Einlagebetriebsbetrieb, Überwachung, Zustand nach Verschluss)?– Welche neuen ethischen Fragestellungen und Dilemmata können sich aufgrund gesellschaftlicher Veränderungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle ergeben?– Welche Überlegungen und Handlungsempfehlungen sind im Hinblick auf zukünftige gesellschaftliche Veränderungen von der Standortwahl bis zum Verschluss geologischer Tiefenlager bereits heute mit einzubeziehen?
Vorgehen	<p>Die Leitfragen sollen aufgrund eines interdisziplinären Vorgehens beantwortet werden (u. a. Einbezug der Disziplinen Politologie, Soziologie, Klimatologie und Rechtswissenschaften). In einem ersten Schritt sollen anhand einer Literaturrecherche die Spannungsfelder und genauen Fragestellungen definiert werden. Anschliessend sollen die Fragen mittels qualitativen Interviews und mindestens einem Workshop mit Expertinnen und Experten (die im Verlaufe der Recherche ermittelt wurden) bearbeitet und beantwortet werden. Zentrales Element ist eine beschreibende Szenarienanalyse, in die weitreichende Auswirkungen gesellschaftlicher Veränderungen einbezogen werden. In einem Schlussbericht sollen mögliche Szenarien und daraus abgeleitete Empfehlungen zuhanden des BFE und des ENSI dokumentiert werden.</p>
Organisation	<p>Bei einer Arbeitsgemeinschaft ist eine Federführung zu bestimmen. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind Kompetenzen in den angesprochenen sozial- und geisteswissenschaftlichen Bereichen sowie in der Entsorgung</p>



	radioaktiver Abfälle nachzuweisen. Die Arbeiten können durch eine Begleitgruppe betreut werden, falls dies als sinnvoll erachtet wird. Falls eine Begleitgruppe zweckmässig erscheint, sind in der Offerte erste Vorschläge für eine Begleitgruppe darzulegen. Dabei sind die potenziellen Begleitgruppenmitglieder noch nicht anzufragen. Eine allfällige Begleitgruppe soll nicht mehr als acht Personen umfassen (Leitung der Begleitgruppe durch Simone Brander, Programmleiterin des Forschungsprogramms Radioaktive Abfälle des Bundesamts für Energie).
Zeitplan	Dauer: ca. 1 Jahr. Die Ergebnisse sollten begleitend zum Sachplan- und Rahmenbewilligungsverfahren periodisch aktualisiert werden.
Kosten	Ca. 65 Personentage; CHF 80 000
Grundlagen, Referenzprojekte, verwandte Forschungsarbeiten	<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>Zum stufenweisen 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 der damaligen 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 dem ENSI; Sachplanverfahren; Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz; Ethik, Recht) und das ENSI 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 im ENSI, welche für die Forschungsprojekte in der regulatorischen Sicherheitsforschung zuständig ist, sicher.
- BFE und ENSI 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. Spätestens zu diesem Zeitpunkt wird sich die Frage nach der Fortsetzung oder dem Start neuer Projekte stellen. Es erscheint aber sinnvoll, mindestens den Terminplan (Anhang 1) jährlich zu aktualisieren.

Bis Ende Februar 2012 war das Konzept der Energieforschung des Bundes 2013–2016 in Anhörung. Das Energieforschungskonzept des Bundes ist eine gemeinsame Vision der Schweizer Forschergemeinde und ein Planungsinstrument für die Förderinstanzen des Bundes. Gestützt auf dieses Energieforschungskonzept wird deshalb das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle voraussichtlich im Laufe des Jahres 2012 im Hinblick auf die Jahre 2013–2016 aktualisiert werden.

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	30					Das Projekt wird im Rahmen der OECD/RWMC/NEA weitergeführt.
2	Sachplanverfahren						
2.1.	Kommunikation mit der Gesellschaft	18					
3	Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz						
3.1.	Werthaltungen und Meinungen 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	24					
4.4.	Monitoringkonzept und -einrichtungen	30					
4.5.	Schnell-/ Selbstverschluss	6*					
4.6.	Erleichterte Rückholbarkeit	4*					
4.7.	Materialwissenschaftliche Fragen	n.limitiert					
4.8.	Sicherheitskriterien für lange Zeiträume	Erledigt - vgl. Richtlinie ENSI-G03					
4.9.	Folgen aus Ungewissheiten über Parameterwerte	n.limitiert					
4.10	Lagerauslegung	4*					
5	Ethik / Recht						
5.1.	Umweltpolitische Fragen	2*					
5.2.	Schutzziele	2*					
5.3.	Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung	2*					

*Personenmonate

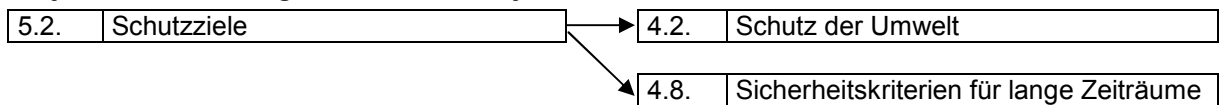
ANHANG 2: Koordination der Projekte

Koordination der Projekte jeweils durch Begleitgruppe in identischer Zusammensetzung:

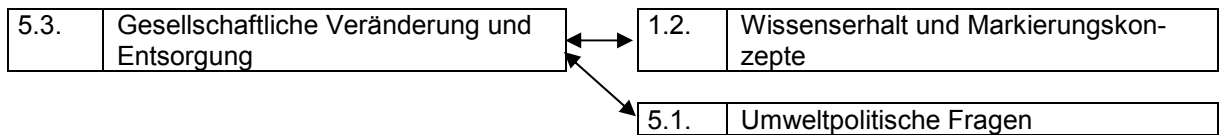
2.1.	Kommunikation mit der Gesellschaft
3.1.	Werthaltungen und Meinungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle
5.3.	Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung

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 und 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. IAEO, OECD/NEA).

ENSI

Generell:

- Aufsichtsbehörde des Bundes im Kernenergiebereich: Anlagenbegutachtung und Betriebsüberwachung für Kernkraftwerke, Zwischenlager für radioaktive Abfälle und nukleare Forschungseinrichtungen
- Strahlenschutz von Personal und Bevölkerung sowie Schutz kerntechnischer Anlagen vor Sabotage
- Aufsicht über die Entstehung, Behandlung, Zwischenlagerung und Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle, über den Transport radioaktiver Materialien und über die Stilllegung von Kernanlagen
- Förderung und Koordination der regulatorischen Sicherheitsforschung

Speziell im Zusammenhang mit der geologischen Tiefenlagerung:

a) Geologie

- Erarbeitung der geologischen Anforderungen und Beurteilungsgrundlagen für die geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle
- Beurteilung und Begleitung der geowissenschaftlichen Untersuchungen im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung
- Führung des Sekretariates der Kommission Nukleare Entsorgung (KNE)
- Überprüfung und Begleitung der Forschungsprogramme zur geologischen Tiefenlagerung
- Durchführung von Studien zur Szenarienanalyse geologischer Prozesse und zum Langzeitverhalten der Geosphäre
- Prüfung der geowissenschaftlichen Inputdaten für die sicherheitstechnische Überprüfung von Tiefenlagerprojekten (im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager)
- Technische und wirtschaftliche Beurteilung der periodisch erstellten Unterlagen zum Entsorgungsfonds

b) Sicherheit

- Erarbeitung der sicherheitstechnischen Anforderungen an die Auslegung des Tiefenlagers und seiner Komponenten
- Erarbeitung von Beurteilungsgrundlagen für die geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle
- Sicherheitstechnische Begutachtung von Unterlagen der Entsorgungspflichtigen; Durchführung von Studien zur Szenarien- und Konsequenzenanalyse, insbesondere zu den geochemischen Vorgängen, zum Langzeitverhalten von technischen Barrieren und zur Radionuklid Ausbreitung aus einem Tiefenlager in die Geosphäre und Biosphäre
- Entwicklung, Prüfung und Einsatz von konzeptuellen Modellen und Computerprogrammen für Sicherheitsanalysen für geologische Tiefenlager
- Überprüfung und Überwachung des von den Entsorgungspflichtigen einzureichenden Entsorgungsprogramms
- Beurteilung der Endlagerfähigkeit neuer Abfallgebindetypen
- Führung des Sekretariates des Technischen Forums Sicherheit (im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager)

Speziell im Zusammenhang mit der Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle:

- Erarbeitung von Beurteilungsgrundlagen für die Konditionierung und Lagerung radioaktiver Abfälle bzw. Lagerung und Behandlung abgebrannter Brennelemente
- Beurteilung der Spezifikationen von Abfallgebinden/-gebindetypen
- Beurteilung der Projekte zur Behandlung/Lagerung von Abfällen und abgebrannten Brennelementen sowie die Aufsicht über Bau und Betrieb solcher Einrichtungen
- Buchführung über radioaktive Abfälle in den schweizerischen Kernanlagen
- Beurteilung der Sicherheitsnachweise von Transport- und Lagerbehältern für die Lagerung abgebrannter Brennelemente und hochaktiver Abfälle

Behandlung von allgemeinen Fragen zur Stilllegung, Projektleitung bei Stilllegungsprojekten und periodische Beurteilung der Stilllegungspläne von Kernanlagen im Hinblick auf die Rückstellungsbildung

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 Hebungsraten (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 Geologische 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.

