

Überblicksbericht 2010

Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:

Schmelzen von radioaktiven Abfällen im CARLA-Schmelzbetrieb (Quelle: Siempelkamp Nukleartechnik)

BFE Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle

Überblicksbericht 2010

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiterin BFE (Autorin):

Simone Brander, Bundesamt für Energie (simone.brande@bfe.admin.ch)

Bereichsleiterin BFE:

Simone Brander (simone.brande@bfe.admin.ch)

www.bfe.admin.ch/forschungradioaktiveabfaelle/

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich die Autorin dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Das Forschungsprogramm *Radioaktive Abfälle* hat zum Zweck, die regulatorischen Forschungstätigkeiten des Bundes zu koordinieren. Im Rahmen des Forschungsprogramms werden neben technisch-naturwissenschaftlichen Projekten auch solche aus geistes- und sozialwissenschaftlichen Bereichen durchgeführt. Das Programm wurde von einer Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern des Bundesamtes für Energie (BFE), der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) (seit 2009 Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI), der Kommission Nukleare Entsorgung (KNE), der Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) sowie einer Fachhochschule in den Jahren 2006/07 erarbeitet und mit der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb) konsolidiert. Eine Ad-hoc-Untergruppe der Agneb entwarf im April 2008 einen Zeitplan für die anstehenden Forschungsprojekte und diskutierte die Abhängigkeiten der einzelnen Forschungsprojekte untereinander. An der Agneb-Sitzung

vom 12. September 2008 wurde das Forschungsprogramm *Radioaktive Abfälle* verabschiedet. Mit diesem ist der Forschungsbedarf im Bereich Entsorgung radioaktiver Abfälle des Bundes bis ca. 2013 abgedeckt. Das BFE betreut die geisteswissenschaftlichen Projekte und das ENSI die regulatorische Sicherheitsforschung. Sowohl das BFE als auch das ENSI initiieren die Projekte in ihrem Bereich, vergeben die Aufträge und stellen die Finanzierung sicher. Die Agneb begleitet und koordiniert die Umsetzung und Aktualisierung des Forschungsprogramms *Radioaktive Abfälle*. Die einzelnen Forschungsprojekte werden wissenschaftlich begleitet. In diesen Begleitgruppen sind je nach Projekt die entsprechenden Bundesstellen vertreten und/oder Hochschulen sowie weitere Expertinnen und Experten. Im Jahr 2010 bildeten die Themen *Abfallbewirtschaftung im Vergleich, Lagerauslegung, Pilotlager: Auslegung und Inventar, Monitoringkonzept und -einrichtungen* (ENSI) sowie *Werthaltungen und Meinungen* (BFE) die Schwerpunkte des Forschungsprogramms.

IEA-Klassifikation: 4.1.Nuclear

Schweizer Klassifikation: 3.1.2 Radioaktive Abfälle

Programmschwerpunkte

Das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle umfasst für die Jahre 2008–2012 die folgenden Schwerpunkte:

- *Langzeitaspekte*: Beobachtungsphase, Wissenserhalt, Markierungskonzepte;
- *Sachplanverfahren geologische Tiefenlager*: Kommunikation mit der Gesellschaft;
- *Wahrnehmung, Meinungsbildung und Akzeptanz*: Werthaltungen und Meinungen;
- *Lagerkonzepte*: Abfallbewirtschaftung im Vergleich, Schutz der Umwelt, Pilotlager, Monitoringkonzepte, Schnell-/Selbstverschluss, erleichterte Rückholbarkeit, materialwissenschaftliche Fragen, Sicherheitskriterien für lange Zeiträume, Folgen aus Ungewissheiten über Parameter;
- *Ethik/Recht*: Umweltpolitische Fragen, Schutzziele, Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung.

Ausblick 2011

Im Jahr 2011 wird das BFE das Projekt *Gesellschaftliche Veränderung und Entsorgung* aus dem Schwerpunkt *Ethik/Recht* starten.

Die weitere Bearbeitung des Projekts *Abfallbewirtschaftung im Vergleich* umfasst im ersten Halbjahr 2011 das Arbeitspaket *Risiko-orientierte Abfallbewirtschaftung*. Dabei werden die bezüglich der geologischen Tiefenlagerung sicherheitsrelevanten Abfalleigenschaften identifiziert und beurteilt. Wo angezeigt, werden Massnahmen zur Minderung des Sicherheitsrisikos entwickelt. Gemäss aktuellem Terminplan wird das Projekt mit einer Gesamtbeurteilung und der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen im zweiten Halbjahr 2011 abgeschlossen.

Im Jahr 2011 werden bei den Projekten *Lagerauslegung, Pilotlager: Auslegung und Inventar, Monitoringkonzept und -einrichtungen* die in den drei Projektplänen aufgezeigten Arbeitspakete

gestartet. Zu den geplanten Arbeitssitzungen und Kolloquien sollen nationale wie internationale Expertinnen und Experten beigezogen werden, um ein möglichst umfassendes Bild von Fachmeinungen zu den aufgeworfenen Fragen einzuholen. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden ausgewertet und dokumentiert.

Highlights 2010

Wissenserhalt und Markierungskonzepte

Der Bund hat gemäss Kernenergiegesetz (KEG) und -verordnung dafür zu sorgen, dass die Informationen über Tiefenlager langfristig erhalten bleiben. Nach Artikel 40 Absatz 7 des KEG schreibt der Bundesrat «die dauerhafte Markierung des Lagers vor». Damit sollen Informationen über die Lage und den Inhalt eines Tiefenlagers lange über dessen Verschluss hinaus erhalten bleiben. Mit zunehmender Dauer wird die Weitergabe dieser Informationen aufgrund unterschiedlichster Veränderungen immer schwieriger werden. Der erste Teil des Projekts wurde im Sommer 2008 mit dem Ziel gestartet, einen Überblick über den heutigen Stand der Kenntnisse bezüglich des möglichen Vorgehens zur langfristigen Weitergabe von Informationen sowie über den internationalen Stand der Vorhaben und Anforderungen an die Markierung von Tiefenlagern [M. Buser, «Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern», BFE 2010] zu erlangen. Am 2. Juli 2010 wurde die Literaturübersicht zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern mit einer Medienmitteilung veröffentlicht. Die Studie kommt zum Schluss, dass die wichtigsten Fragen zum Wissenserhalt frühzeitig erkannt wurden. Was konkret getan werden soll, um ein Tiefenlager zu markieren, erfordert jedoch noch eine gesellschaftliche Diskussion und weitere Forschungsarbeiten. Die Studie soll eine Grundlage zu dieser Diskussion liefern, wie die Schweiz - und auch andere Länder -

die Frage der Markierung von Tiefenlagern handhaben soll. Aus diesem Grunde sollen die Erkenntnisse der Studie in die internationale Diskussion einfließen. Die Schweiz wird sich an einem Projekt der Nukleare Energie-Agentur (NEA) – ein spezialisiertes Organ der Organisation für europäische und wirtschaftliche Zusammenarbeit (OECD) – beteiligen, welches sich mit Fragen rund um die Markierung befasst wird. Das BFE hat deshalb im November 2010 an einer entsprechenden Vorbereitungssitzung der OECD in Paris teilgenommen.

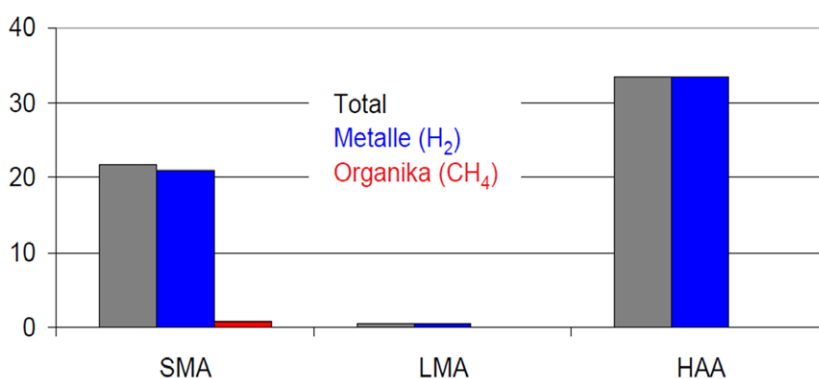
Werthaltungen und Meinungen

Im Frühling 2010 wurde das Forschungsprojekt *Werthaltungen und Meinungen in der Entsorgung radioaktiver Abfälle* gestartet. Das Forschungsprojekt dient dazu, neue und aktuelle Informationen über die Werte- und Meinungslandschaft bezüglich der Entsorgungsthematik in der Schweiz zu gewinnen. Das Zusammenwirken von Werthaltungen und Meinungen wurde bisher nicht eingehend untersucht. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen es dem BFE ermöglichen, die Kommunikations- und Informationsbedürfnisse der betroffenen Bevölkerung im Sachplanverfahren besser abzudecken. Zum Forschungsprojekt wurde eine Begleitgruppe unter der Leitung des BFE eingesetzt, die sich im Jahr 2010 zu drei Sitzungen getroffen hat. In der Begleitgruppe sind neben Professoren

aus den Gebieten Sozialpsychologie und Publizistikwissenschaft auch vom Sachplanverfahren betroffene Gemeinden und Kantone sowie ein Startmoderator vertreten. In einem ersten Teilprojekt wurden vorhandene Wertemodelle gegeneinander abgewogen und hinsichtlich der Tauglichkeit für den Themenbereich Standortsuche für geologische Tiefenlager überprüft. Anschliessend wurde mit einer Literaturlauswertung nach Verknüpfungen zwischen bereits vorhandenen Daten und den gewählten Wertemodellen gesucht. Dabei wurde überprüft, welche Werte im Standortuchprozess effektiv angesprochen werden. Mit einer Erhebung anhand eines Fragebogens wurden die identifizierten Wertetypen sowie die Meinung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle in- und ausserhalb der provisorischen Standortregionen erhoben. Diese Erhebung erlaubte die gezielte Auswahl von Interviewpartnerinnen und Interviewpartner aus dem gesamten Wertespektrum. Die Interviewten sollen die für sie wichtigen Werte einbringen und deren Verknüpfung zum Thema radioaktive Abfälle konkretisieren können. Weiter soll ausgelotet werden, welche Bedeutung Werte in der Meinungsbildung für die interviewten Personen haben. Das Forschungsprojekt wird voraussichtlich im Frühling 2011 abgeschlossen.

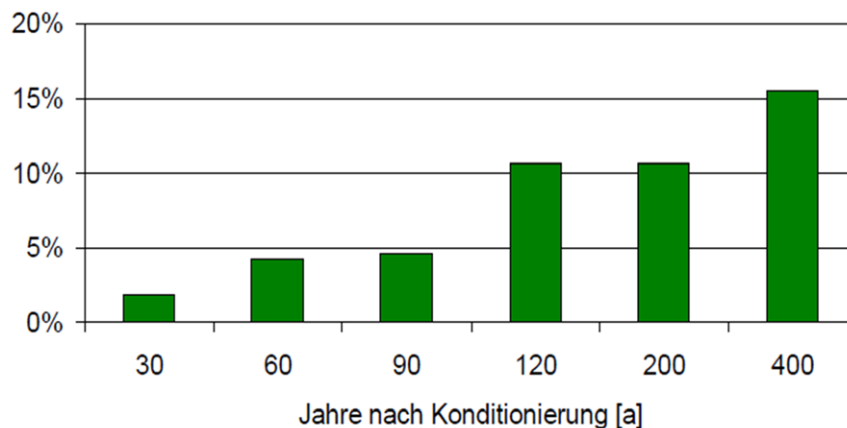
Abfallbewirtschaftung im Vergleich

Das ENSI bearbeitet das Projekt *Abfallbewirtschaftung im Vergleich* zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), sowie der Kommission für nukleare Sicherheit (KNS). Für spezifische Fragestellungen werden Spezialistinnen und Spezialisten der Nuklearindustrie (Abfallproduzierende und die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Nagra) einbezogen. Das Projekt beinhaltet strategische und technisch/wissenschaftliche Überlegungen zur aktuellen Bewirtschaftung der radioaktiven und nichtradioaktiven Abfälle. Sie betreffen unter anderem die Abfallminimierung, den Umgang mit Organika haltigen radioaktiven Abfällen und die Verbringung metallischer Werkstoffe in geologische Tiefenlager. Die Zielsetzung für



Figur 1: Herkunft der produzierten Gesamtgasmenge im Lager SMA (schwach und mittelaktive Abfälle), LMA (langlebige mittelaktive Abfälle) bzw. HAA (hochaktive Abfälle). Beiträge zur Gasmenge aus der Korrosion von Metallen (Bildung von Wasserstoff H₂) und dem Abbau organischer Substanzen (Bildung von Methan CH₄) in Millionen m³ (STP = Standardbedingungen bezüglich Temperatur und Druck).

das Projekt *Abfallbewirtschaftung im Vergleich* ist eine systematische Analyse der heutigen Bewirtschaftungspraxis für radioaktive und nichtradioaktive Abfälle. Es wird geprüft, ob relevante Regelungen und Prinzipien des Umweltschutzgesetzes in der Gesetzgebung zur Bewirtschaftung radioaktiver Abfälle nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden. Die Studie soll aufzeigen, wo bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle diesbezüglich Handlungsbedarf besteht und welche Massnahmen angezeigt sind. In Bereichen, wo kein Handlungsbedarf besteht, soll die Studie dafür überzeugende Begründungen liefern. Im Berichtsjahr wurden die vorgesehenen Arbeiten bezüglich Vermeidungspotenzial und Behandlungsverfahren fortgesetzt. Dazu wurden weitere Abfallproduzenten (Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen, Zwischenlager Würenlingen AG) nach ihren Prinzipien und Methoden der Abfallbewirtschaftung befragt. Im Hinblick auf eine möglichst geringe Gasproduktionsrate im geologischen Tiefenlager stand insbesondere die Vermeidung metallischer Abfälle im Vordergrund. Ein Fachgespräch in einem Schmelzwerk für radioaktive metallische Abfälle vermittelte einen wertvollen Einblick in die praktischen Möglichkeiten einer Dekontamination durch das Einschmelzen und die Rückführung der gereinigten Metalle in den industriellen Stoffkreislauf. Die Arbeiten haben bestätigt, dass sich in Hinblick auf die zentralen Fragestellungen des Projekts die folgenden radioaktiven Abfälle als besonders bedeutungsvoll erweisen: Harze, Konzentrate und Mischabfälle aus dem Betrieb der Kernkraftwerke, sowie Abfälle aus der Nachbetriebsphase. Die Zusammensetzung dieser Abfälle (insbesondere Organika und Metalle) ist bekannt und in den entsprechenden Abfallsortenberichten umfassend dokumentiert. Oberstes Prinzip der Abfallbewirtschaftung in Kernkraftwerken ist die Abfallvermeidung. Dazu verhelfen optimierte betriebliche Abläufe, aber auch weiter entwickelte Verfahren zur Dekontamination der Abfälle mit anschliessender Freimessung (Tätigkeiten zur Entlassung von Material aus dem Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung, insbesondere der Nachweis und die Dokumentation, dass ein Material nicht mehr radioaktiv ist). Bei der Prüfung neuer Abfallbehandlungsverfahren stehen vor allem Fragen der industriellen Reife, technischen Umsetzbarkeit, Kosten und Strahlenschutz



Figur 2: Einsparpotenzial der Abklinglagerung für metallische radioaktive Abfälle. Reduktion des Abfallvolumens für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) als Funktion der Abklingzeit.

im Vordergrund. Die Möglichkeiten für eine alternative Behandlung organischer Ionenaustauscherharze oder eine verlängerte Abklinglagerung speziell für metallische Grosskomponenten aus den Sekundärkreisläufen werden gegenwärtig durch die Abfallverursachenden ausgewertet. Auf den Einsatz von organischen Ionenaustauscherharzen wird vermutlich in allfälligen neuen Anlagen nicht vollständig verzichtet werden können.

Lagerauslegung, Pilotlager: Auslegung und Inventar, Monitoringkonzept und -einrichtungen

Ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle besteht gemäss Kernenergieverordnung (KEV) aus einem Hauptlager, aus einem Pilotlager und aus Testbereichen. Die Schweiz ist zurzeit weltweit das einzige Land, das im Lagerkonzept eines geologischen Tiefenlagers ein Pilotlager vorschreibt. Das Pilotlager enthält einen kleinen, aber repräsentativen Anteil des Lagerinventars. Mit Hilfe des Pilotlagers 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. Die Ergebnisse aus dem Pilotlager bilden somit eine wichtige Grundlage für den Entscheid des Lagerverschlusses.

Das Kernenergiegesetz fordert vor dem Verschluss eines Tiefenlagers eine Beobachtungsphase, die in der Kernenergieverordnung konkretisiert wird. Das Monitoring während dieser Phase erfolgt einerseits von der Oberfläche aus, andererseits auf Lagerniveau in

den Testbereichen (Felslabor) und anhand der Messinstrumentierung um das Pilotlager. Die Ergebnisse dieser Überwachung dienen der Erhärtung des Sicherheitsnachweises und bilden die Grundlagen für den Entscheid über den endgültigen Verschluss des Tiefenlagers.

Die Projekte *Lagerauslegung, Pilotlager: Auslegung und Inventar* und *Monitoringkonzept und -einrichtungen* wurden in der zweiten Jahreshälfte 2010 gestartet. Diese drei vom ENSI betreuten Projekte haben viele Schnittstellen untereinander, was eine enge Koordination und Kooperation erfordert. Für das Jahr 2010 lag die Zielsetzung auf der Abfassung der Projektpläne, dem Abschluss der Verträge mit den notwendigen Expertinnen und Experten sowie der thematischen Abgrenzung der drei Projekte voneinander. Diese Ziele wurden erreicht. Gemäss den Projektplänen werden sich die Projekte mit folgenden Aspekten befassen:

Das Projekt *Pilotlager: Auslegung und Inventar* untersucht die notwendigen Anforderungen an das Pilotlager, an dessen Platzierung, Bestückung und die wichtigsten zu überwachenden Parameter. Das Projekt dauert von Juli 2010 bis Juni 2012.

Das Projekt *Monitoringkonzept und -einrichtungen* fokussiert auf alle Schritte der Überwachung, angefangen von der dem Bau eines Felslabors vorangehenden Umweltüberwachung bis zur Möglichkeit, nach Verschluss des Lagers die Überwachung fortzusetzen. Das Projekt soll dem ENSI einen möglichst breiten und vollständigen Überblick über mögliche Monitoringkonzepte und Techniken verschaffen.

Es soll zudem Entscheidungsgrundlagen liefern, die für die Festlegung der Anforderungen an die Überwachung eines Pilotlagers gestellt werden. Die Aktivitäten des Projekts werden sich eng an den Aktivitäten und Resultaten des internationalen EU-Forschungsprogramms MoDeRn (Monitoring Deve-

lopments for Safe Repository Operation and Staged Closure) orientieren, das sich mit allen Aspekten des Monitorings im Umfeld eines geologischen Tiefenlagers auseinandersetzt. Das Projekt dauert unter Berücksichtigung der Dauer des EU-Projekts MoDeRn von August 2010 bis Dezember 2013.

Das Projekt *Lagerauslegung* schliesslich beschäftigt sich mit den Grundzügen der Auslegung der verschiedenen Lagerteile, wobei die lokale geologische Situation und die Eigenschaften des Wirtgesteins zu berücksichtigen sind. Das Projekt wurde im Oktober 2010 gestartet und dauert bis Juni 2012.

Nationale Zusammenarbeit

Im Auftrag der Agneb führt das BFE das Forschungssekretariat des Forschungsprogramms *Radioaktive Abfälle*. Das Forschungssekretariat stellt im Hinblick auf die Umsetzung der geplanten Forschungsprojekte die Koordination mit dem ENSI und den anderen Bundesstellen sicher. Zu diesem Zweck traf sich die Umsetzungsgruppe *Forschungsprogramm* am 19. März 2010 zu einer Sitzung. Die Umsetzungsgruppe setzte sich aus Vertretungen von BFE, ENSI, KNS, PSI und Swisstopo zusammen. Die Agneb wurde am 16. März 2010 und am 30. November 2010 über den Stand der Umsetzung des Forschungsprogramms informiert.

Am 29. Januar 2010 wurde das Forschungsprogramm *Radioaktive Abfälle* der Eidgenössischen Energieforschungskommission (CORE) vorgestellt.

Im Rahmen der Umsetzung des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager wurde das Forschungsprogramm *Radioaktive Abfälle* am 14. Juni 2010 dem Beirat Entsorgung und am 18. November 2010 der Arbeitsgruppe Information und Kommunikation (AG I&K) vorgestellt.

Das BFE veröffentlichte im Jahr 2010 zwei Medienmitteilungen zum Forschungsprogramm *Radioaktive Abfälle*. Am 2. Juli 2010 wurde die *Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern* mit einer Medienmitteilung publiziert, was zu ausführlichen Berichten in den Tageszeitungen führte. Am 28. Juli 2010 wurde das Forschungsprojekt *Werthaltungen und Meinungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle* mit einer Medienmitteilung lanciert. Dabei wurde der Versand von Fragebogen an die Bevölkerung kommuniziert und die Durchführung von Interviews angekündigt.

Internationale Zusammenarbeit

OECD/NEA – Radioactive Waste Management Committee

Im März 2010 fand das 43. Treffen des *Radioactive Waste Management Committee* (RWMC) der OECD/NEA in Paris (F) statt. Neben der Berichterstattung aus diversen Arbeitsgruppen sowie aktuellen Informationen aus den Mitgliedstaaten wurden die zwei Schwerpunkte «Radiologische Schutzkriterien für geologische Tiefenlager» sowie «Langzeitdokumentation» diskutiert. Ein wichtiges Traktandum bildete weiter das Thema «Reversibilität und Rückholbarkeit».

OECD/NEA – Forum on Stakeholder Confidence

Im September 2010 fand das alljährliche und insgesamt elfte Treffen des *Forum on Stakeholder Confidence* (FSC) der OECD/NEA in Paris (F) statt. Nebst dem Informationsaustausch über die Tätigkeiten des RWMC sowie internationaler Gremien wurde das Thema «Memory» eingehend behandelt. An dieser Stelle wurde die Literaturstudie *Markierung von geologischen Tiefenlagern* des BFE vorgestellt. Zudem wurde das Thema «Transparenz» ausführlich diskutiert. Dabei zeigte sich, dass unter «Transparenz» länderspezifisch Unterschiedliches verstanden wird, insbesondere was Offenheit sowie Art

und Weise von transparenten Verfahren anbelangt. Ein Kolloquium zum zehnten Jubiläum des FSC beinhaltete einen umfassenden Rückblick über die bisherigen Inhalte und Tätigkeiten des FSC.

Internationale Konferenz «Reversibility and Retrievalability»

Im Dezember 2010 fand in Reims (F) die internationale Konferenz «Reversibility and Retrievalability – An International Conference and Dialogue» statt. Im Rahmen von Referaten, Panels und Gruppendiskussionen wurden Reversibilität und Rückholbarkeit aus der Sicht von Politik, Wissenschaft und Forschung, Gesetzgebung sowie lokalen Akteurinnen und Akteuren beleuchtet. Die Konferenz hat gezeigt, dass Reversibilität und Rückholbarkeit heute in den meisten Ländern diskutiert, erforscht und zum Teil bereits umgesetzt bzw. erprobt werden. Wichtige Differenzen bestehen bei der Frage nach der Zielsetzung (technische Notwendigkeit, gesellschaftliche Anforderung, Massnahme zur Erreichung von Akzeptanz, Kombination), bei der technischen Umsetzung und beim Zeithorizont (wie lange sollen Abfälle «einfach» zurückgeholt werden können?). Es wurden auch grundsätzliche Bedenken zur Rückholbarkeit geussert, weil damit die langfristige Sicherheit in Frage gestellt werden könnte.

