

Endlagerung radioaktiver Abfälle im Ausland



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR

Schweiz

Nach der Kernenergiegesetzgebung (seit 2005 in Kraft) wird das Auswahlverfahren für **geologische Tiefenlager (schwach- und mittelradioaktiv, SMA bzw. hochradioaktiv, HAA)** in einem Sachplan des Bundes geregelt. Der Konzeptteil wurde im April 2008 vom Bundesrat verabschiedet. Er definiert die Verfahrensschritte und die Auswahlkriterien zur Standortwahl sowie die am Prozess Beteiligten. Mit dem Sachplan wird ein transparentes, nachvollziehbares und verbindliches Auswahlverfahren gewährleistet. Das Bundesamt für Energie (BFE) trägt dabei die Gesamtverantwortung. Die wichtigsten Grundsätze des Sachplans sind:

- Die Sicherheit von Mensch und Umwelt hat oberste Priorität. Der Sicherheit nachgeordnet sind Aspekte der Raumnutzung, Wirtschaft und Gesellschaft.
- Um Tiefenlager optimal platzieren zu können, werden neben der Sicherheit auch raumplanerische und sozioökonomische Aspekte berücksichtigt.
- Mit den Gemeinden der Standortregion und der betroffenen Bevölkerung ist eine intensive Zusammenarbeit vorgesehen. Aufbau einer regionalen Partizipation.
- Das Verfahren muss transparent kommuniziert werden.

Die Standortsuche erfolgt in drei Etappen und wird rund zehn Jahre dauern. Dann wird der Bundesrat über die Erteilung der Rahmenbewilligung für je einen Standort für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) und hochradioaktive Abfälle (HAA) oder für einen Standort für alle Abfallkategorien entscheiden. Danach folgt die Genehmigung durch das eidgenössische Parlament und eine anschließende Volksabstimmung, falls das fakultative Referendum gegen die Rahmenbewilligung ergriffen wird. Die drei Etappen der Standortsuche sind:

Der Schwerpunkt der **Etappe 1** liegt auf der Identifizierung geeigneter Standortgebiete aufgrund von sicherheitstechnischen und geologischen Kriterien. Die Standortgebiete wurden auf Basis des bestehenden erdwissenschaftlichen Kenntnisstands von der Nationalen Genossenschaft für die Entsorgung radioaktiver Abfälle (Nagra) vorgeschlagen. Folgende Standortgebiete sind vorgeschlagen: Südranden (Kanton Schaffhausen), Zürcher Weinland (Kantone Zürich, Thurgau), Nördlich Lägeren (Kantone Zürich, Aargau), Bözberg Kanton Aargau), Jura-Südfuss (Kanton Solothurn, Aargau) und Wellenberg (Niedwalden, Obwalden). Der Entscheid des Bundesrates wird Mitte 2011 erwartet. Ab 1.9.2010 sind die Vorschläge in einer dreimonatigen öffentlichen Anhörung.

Im Zentrum von **Etappe 2** liegt die Partizipation: Die Standortregionen haben die Möglichkeit, bei der Konkretisierung der Lagerprojekte sowie den Untersuchungen der sozioökonomischen und raumplanerischen Auswirkungen mitzuarbeiten. Zudem werden die Standorte sicherheitstechnisch verglichen, bevor die Nagra pro Abfallkategorie mindestens zwei Standorte vorschlagen kann.

In **Etappe 3** werden die verbleibenden Standorte vertieft untersucht. Um einen gleichwertigen sicherheitstechnischen Kenntnisstand zu erhalten, sind aus heutiger Sicht erdwissenschaftliche Untersuchungen, inklusive Sondierbohrungen, notwendig. Vor der Einreichung von Rahmenbewilligungsgesuchen müssen zudem die Grundlagen für Kompensationsmaßnahmen und für die Beobachtung der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen erarbeitet sowie die Frage der Abgeltungen geregelt werden.

Frankreich

Am 30. Dezember 1991 beschloss die französische Regierung ein Gesetz über die Entsorgung hochradioaktiver Abfälle langer Lebensdauer. Das Gesetz verlangt die Durchführung von Forschungsarbeiten (über 15 Jahre) in 3 Bereichen, so dass das Parlament – auf Vorschlag der Regierung – darüber entscheiden kann, welcher Entsorgungsweg (oder welche Kombination) großtechnisch zu realisieren sei. Die drei Bereiche sind:

- Endlagerung in tiefen geologischen Schichten,
- Langzeitzwischenlagerung und
- Abtrennung und Transmutation der langlebigen Radionuklide.

Verantwortlich für die Konzeptentwicklung, Standortsuche sowie Bau und Betrieb von Untertage-Laboratorien bzw. Endlager ist die „Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA). Sie ist seit 1991 dem Ministerium für Industrie und Umwelt unterstellt.

Kurzlebige schwachaktive Abfälle werden in oberflächennahen Endlager unter Verantwortung der ANDRA entsorgt: Centre de la Manche (1962-1994) und Centre de l'Aube (seit 1992). Ein weiteres Endlager für sehr schwach-radioaktive Abfälle („very low level waste“) befindet sich seit 2003 in Morvilliers (Nähe Soullaines-Dhuys, Aube). Ein weiteres Endlager für langlebige schwach- und mittelradioaktive Abfälle (Radium, Graphit) befindet sich in Planung.

Zur Frage der Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen hat die ANDRA 2005 zu den drei Optionen das „Dossier Argile“ eingereicht. Auf dieser Basis wurde im Juni 2006 ein weiteres Gesetz beschlossen, auf dessen Basis die Forschungen weiterbetrieben werden sollen. Für die Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven und hochaktiven Abfällen wird angestrebt, ein Baubewilligungsgesuch 2015 einzureichen und ab 2025 ein geologisches Tiefenlager zu betreiben. Die Rückholbarkeit der eingelagerten Abfälle muss dabei für mindestens 100 Jahre gewährleistet werden, wobei die Festlegung des genauen Zeitraums in einem weiteren Gesetz erfolgen soll.

Ziel beim Weg der Tiefenlagerung ist die Einrichtung von mindestens zwei Untertagelabors an den drei Standorten in Haute-Marne/Meuse (Ostfrankreich), Bagnols-sur-Cèze (bei Marcoule in Südfrankreich), Vienne (Westen). Geologisches Medium bei den beiden ersten ist Ton, beim letzten Granit. In den Untertagelabors werden Daten gesammelt, die über den Entsorgungsweg Tiefenlagerung Auskunft geben sollen. Das Untertagelabor „Meuse-Haute-Marne in Bure (seit 2000, Tongesteinsformation) liegt in einer potentiellen Standortregion. Der vorge-sehene Lagerstandort befindet sich mehrere Kilometer vom Felslabor entfernt und wird z. Zt. exploriert. Die Commission Nationale d'Evaluation, eine Bewertungskommission, die die Regierung unterstützt hat bereits ein Negativ-Votum zum Standort Vienne abgegeben.

Grundsätzlich verfolgt Frankreich z. Zt. die Langzeitzwischenlagerung (von nx50 Jahren) und Abtrennung/Transmutation. Dabei geht es um die Abtrennung der langlebigen Spaltprodukte und Aktiniden aus dem Abfall und deren Umwandlung durch Bestrahlung. Hintergrund ist wohl die Hoffnung, dass durch Langzeitzwischenlagerung die Zeit gewonnen werden kann, die man bis zur Beherrschung der Abtrennung/Transmutation braucht. Damit würde nur noch ein kleiner Rest an Abfall in ein Tiefenlager zu verbringen sein.

Belgien

Die ONDRAF/NIRAS „Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies“ ist seit 1980 für den Umgang mit allen Arten von radioaktiven Abfällen zuständig.

Für die Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen wurde der Dialog mit potentiellen Standortgemeinden, d.h. mit solchen Gemeinden, auf deren Gebiet bereit eine kerntechnische Anlage betrieben wird (Mol, Dessel, Fleurus/Farciennes), im Rahmen von „local partnerships“ angestrebt. Bereits 2005 haben Dressel und Mol der Möglichkeit der Einrichtung eines Endlagers prinzipiell zugestimmt. Aufgrund eines Regierungsbescheids wird das Projekt in Zusammenarbeit mit Mol und Dressel erarbeitet. Der Betrieb könnte frühestens 2016/2017 beginnen.

Für Hochradioaktive Abfälle, langlebige mittelaktive Abfälle und Brennelemente hat die ONDRAF bereits 2001 der Regierung einen Bericht über die grundsätzliche Machbarkeit der „geologischen Endlagerung“ in Tongestein (SAFIR 2) vorgelegt. Dieser wurde bereits auch schon von einer Expertengruppe überprüft. Ein Vorschlag der ONDRAF zum weiteren Vorgehen (Plan Déchets) wurde 2010 nach umfassenden Konsultationen eingereicht. Eine abschließende Entscheidung zur Entsorgungsstrategie seitens der Regierung steht noch aus. Belgien betreibt seit 1984 das Untertagelabor HADES in Mol.

Großbritannien

Zuständig für Fragen der Kernenergie ist das Department of Trade and Industry (DTI). Die Verantwortung für die Durchführung der Entsorgung liegt bei den Abfallproduzenten. Seit Ende 2006 ist die Nuclear Decommissioning Authority (NDA) für die Stilllegungsprojekte und die Implementierung der Endlagerung aller Arten von radioaktiven Abfällen zuständig.

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) werden oberirdische Läger in Drigg (seit 1959) und in Dounreay (seit 1957) unterhalten. Die britische Regierung verabschiedete im März 2007 allgemeine Prinzipien zur Entsorgung von SMA. Z. Zt. läuft das Konsultationsverfahren.

Die hochradioaktiven Abfälle, abgebrannte Brennelemente und langlebige, mittelaktive Abfälle werden in oberirdischen Zwischenlagern aufbewahrt. Die Regierung hat 1995 den Antrag auf Einrichtung eines Untertagelabors in Sellafield abgelehnt. Seit 1999 wird eine breite Beteiligung der Öffentlichkeit angestrebt. Die verschiedenen Entsorgungsoptionen wurden vom Committee on radioactive waste management (CoRWM) im Zeitraum 2003 bis 2006 untersucht. Die britische Regierung entschied im Oktober 2006, dass die Option geologische Tiefenlagerung weiterverfolgt werden soll, vorausgesetzt, die lokale Bevölkerung stimmt dem Vorhaben zu. Seit 2008 hat die Regierung ihre Strategie geändert. Zukünftig soll das Standortauswahlverfahren auf der freiwilligen Bewerbung potentieller Standortgemeinden fortgeführt werden.

Finnland

Die von den Stromerzeugern TVO und IVO 1995 gegründet POSIVA ist mit den Entsorgungsaufgaben betraut. Sie ist verantwortlich für Konzeptentwicklung und Standortsuche im Bereich von abgebrannten Brennelementen.

Für die SMA gibt es am Standort des KKW's Loviisa seit 1998 ein geologisches Endlager für Betriebsabfälle in ca. 110 m Tiefe im Kristallingestein. Ein vergleichbares Endlager wurde auch am Standort des KKW Olkiluoto in ca. 100 m Tiefe bereits 1992 eingerichtet.

Endlager für langlebige, mittelradioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente ist in Olkiluoto (Kristallingestein) geplant. Es wurde bereits 2001 vom Parlament im Grundsatz bewilligt (decision-in-principal). Das Baubewilligungsverfahren soll 2012, das Betriebsbewilligungsverfahren 2018 beginnen. Die Forschungs- und Planungsarbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit SKB (Schwedische Kernbrennstoff-Entsorgungsgesellschaft) durchgeführt. Das standortspezifische Felslabor ONKALO ist seit September 2004 im Bau, Die Arbeiten sollen 2010 abgeschlossen sein. Der Schlussbericht zu den Untersuchungen wird 2012 erwartet. Mit dem Betrieb wird ab 2020 gerechnet.

Schweden

Verantwortlich für die Entsorgung der Abfälle sind die Betreiber der KKW. Dazu wurde von ihnen bereits 1972 die schwedische Kernbrennstoff und Abfall-Gesellschaft (SKB) gegründet.

Ein unterirdisches Endlager für schwach –und mittelradioaktive Abfälle wird am Standort Forsmark seit 1988 betrieben. Das Endlager befindet sich ca. 50 m unter der Ostsee im Wirtsgestein Kristallin. Der Betrieb steht unter Verantwortung der SKB. Das Endlager bietet Platz für ca. 63 000 Kubikmeter Abfälle und ist z.Zt. mit rd. 31 000 Kubikmeter belegt.

Für abgebrannte Brennelemente und HAA laufen die Standortuntersuchungen seit 2002 in den beiden KKW-Standortgemeinden Oskarshamn (Laxemar) und Östhammar (Forsmark). Am 03.06.2009 hat die SKB die Wahl des Standortes Forsmark bekannt gegeben.. Der entsprechende Antrag erfolgt 2010. Mit dem Beginn des Pilotbetriebs wird bis 2020 gerechnet. Die Errichtung einer BE-Konditionierungsanlage wurde 2006 auch für den Standort Oskarshamn geplant (Baugesuch 2006). Dort werden die BE wegen der Langerbedingungen in Kupferbehälter verpackt (5 Meter lang, ca. 27 t schwer).

Für langlebige, schwach- und mittelradioaktive Abfälle wird seit Mitte der neunziger Jahre ein geologisches Endlager geplant. Der Betrieb könnte ca. 2035 beginnen.

Das Felslabor auf der Halbinsel Äspö (Okershamn) ist seit 1995 in Betrieb. Im sog. „Canister Laboratory“ (Okershamn) werden seit 1998 Methoden zum Verschließen und zur Prüfung von Abfallbehältern entwickelt.

Spanien

Im Auftrag der spanischen Regierung liegt die Verantwortlich für den Umgang mit radioaktiven Abfällen bei der „Empresa Nacional de Residuos Radioactivos“ (ENRESA). Sie wurde 1984 gegründet und ist dem Ministerium für Industrie, Handel und Tourismus unterstellt.

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle betreibt Spanien seit 1992 ein oberirdisches Endlager in EL Cabril unter der Leitung der ENRESA. Die definitive Betriebsbewilligung wurde 2001 erteilt. Am gleichen Standort ist seit Mitte 2008 auch eine Anlage für sehr schwachradioaktive Abfälle in Betrieb.

Für HAA, LMA und BE betreibt die ENRESA Forschungen sowohl im Bereich der geologischen Endlagerung (Option: Kristallin- und Sedimentgestein sowie Salz) als auch zum Verfahren der Transmutation. Z. Zt. erfolgt keine konkrete Standortsuche.

USA

Die Entsorgung schwachaktiver Abfälle liegt in der Verantwortung der Bundesstaaten. Für Forschung und Entwicklung im Bereich Entsorgung sowie für die Entsorgung der abgebrannten BE ist das Department of Energy (DOE) zuständig, gemeinsam mit dem 1982 gegründeten Office of Civilian Radiactive Waste Management (OCRWM).

Endlager für SMA-Abfälle der DOE (keine kommerziellen Abfälle) gibt es an sechs Standorten: Hanford Site, Idaho National Laboratory (INL), Los Alamos National Laboratory (LANL), Nevada Test Site (NTS), Oak Ridge Reservation (ORR) und Savannah River Site (SRS). Oberflächennahe Endlager für kommerzielle Abfälle sind nachfolgend aufgelistet (keine Rückholung vorgesehen):

Geschlossen: Beatty, Nevada (1962-1992), Maxey Flats (Morehead), Kentucky (1963-1977), Sheffield III (1968-1978), West Valley, NY (1963-1975)

In Betrieb: Richland, Washington (seit 1965), Barnwell, South Carolina (seit 1971), Environcare bei Clive, Utah (seit 1995) und WCS, Texas (seit 2009).

Für HAA und BE war seit 1987 ein geologisches Tiefenlager in Yucca Mountain, Nevada, geplant (vulkanisches Tuffgestein). 2001 erfolgte die Bewilligung durch den Kongress, die Baugesuch wurde 2008 eingereicht. Die jetzige Regierung möchte diese Option jedoch nicht mehr weiter verfolgen und hat 2010 eine „Blue Ribbon“ Kommission damit beauftragt, bis 2012 mögliche Entsorgungsalternativen zu untersuchen. Das Baugesuch der DOE wird deshalb zurückgezogen.

Bei Carlsbad, New Mexico betreibt die DOE seit 1999 ein Endlager im Wirtsgestein Salz für militärische Transuran-Abfälle – Waste Isolation Pilot Plant (WIPP). Seit 1955 wurden in den USA Salzformationen für die Einlagerung radioaktiver Abfälle in Betracht gezogen. Mit dem Bau der WIPP wurde 1980 begonnen. Im März 1999 wurde die Anlage mit der ersten Anlieferung von radioaktiven Abfällen des Los Alamos National Laboratory's in Betrieb genommen. Seitdem werden dort in rund 650 m Tiefe die Transuranabfälle aus neun mit militärischen Aufgaben befassten US-Anlagen (Rocky Flats, Los Alamos National Laboratory, Idaho National Laboratory, Hanford Site u. a.) eingelagert. Der Einlagerungsbereich besteht aus acht Feldern (Panels) mit jeweils sieben Streckenkammern (Rooms). Die Einlagerungskapazität beträgt rund 180.000 m³.

Japan

Für den Umgang mit SMA (aus den KKW) ist die Japan Nuclear Fuel Ltd. (JNFL) zuständig. Für die Entsorgung der HAA und LMA (TRU) ist die Nuclear Waste Organisation of Japan (NUMO) zuständig, die 2000 gegründet wurde. Für MIF-Abfälle (Medizin, Industrie und Forschung) sowie Stilllegungsabfälle sind unter Verantwortung des Radioactive Waste Management and Nuclear Facility Decommissioning Technology Center (RANDEC). Für Forschung und Entwicklung liegt die Verantwortung bei der Japan Atomic Energy Agency (JAEA).

SMA Abfälle werden seit 1992 in Rokkasho-mura oberirdisch gelagert. Untersuchungen für ein unterirdisches Lager (50-100 Meter) für Stilllegungsabfälle sind z. Zt. im Gange. Für MIF-Abfälle ist ein oberirdisches SMA-Lager in Planung.

Ein geologisches Endlager für HAA ist unter Verantwortung der NUMO in Planung. Alle Gemeinden sind 2002 eingeladen worden, sich als potentieller Endlagerstandort zu bewerben (Open solicitation). Die Standortwahl soll bis 2025 abgeschlossen sein und die Betriebsaufnahme bis 2035 erfolgen.

Im ehem. Eisen- und Kupferbergwerk Kamaishi und im Uranbergwerk Tono (beide im Granit) wurden von der JNC (JAEA) zwischen 1988 und 1998 bzw. 1986 bis 2003 Felslabors betrieben. Weitere Felslabors unter der Verantwortung von JAEA in Horonobe (Sediment) und Mizunami (Kristallin) sind im Bau.

Kanada

Nach Einführung des neuen Nuclear Fuel Waste Act im Jahr 2002 wurde von den KKW-Betreibern die Nuclear Waste Management Organisation (NWMO) gegründet. Seit 1982 ist für die SMA-Abfälle das Low-Level Radioactive Waste Management Office (LLRWMO) zuständig.

Für die SMA ist von der OPG (Ontario Power Generation) ein geologisches Endlager in Kin-cardine (Bruce KKW) geplant. Seit Dezember 2005 läuft das Bewilligungsverfahren. Bis 2011 sollen die Umweltverträglichkeitsprüfung und die provisorische Sicherheitsanalyse vorgelegt werden. Die Inbetriebnahme ist für 2017 vorgesehen.

Für die Endlagerung der Brennelemente im sog. Canadian Shield ist ein Konzept entwickelt 1998 von der CEAA (Canadian Environmental Assessment Agency) positiv bewertet worden. Gemäß den Forderungen im Nuclear Fuel Waste Act hat die NWMO bereits Ende 2005 einen Bericht über die zukünftige Entsorgungsstrategie vorgelegt. Die Kanadische Regierung hat sich daraufhin für ein Konzept entschieden, welches Zwischenlagerung und Tiefenlagerung, einschließlich Monitoring und Rückholbarkeit kombiniert (Adaptive Phased Management). Nach einer Konsultationsphase soll das Standortauswahlverfahren 2010 beginnen.

Beim bis 2001 betriebenen Felslabor URL (Lac du Bonnet) wird z. Zt. der Verschluss betrieben.