

Informationsreise des Nuklearforums Schweiz nach Olkiluoto / Finnland, 5.-7. September 2010

Medienrohstoff

Inhalt

Elektrizitätsversorgung in Finnland	1
Kernkraftwerke in Finnland	2
Der Druckwasserreaktor EPR	3
Genehmigungsverfahren für Olkiluoto-3	4
Genehmigungsverfahren in der Schweiz	6
Zwischenlager (Finnland und Schweiz)	9
Geologische Tiefenlager (Finnland und Schweiz)	10
Vergleichstabelle Schweiz – Finnland	13

Thema: **Elektrizitätsversorgung in Finnland**

Im Vergleich zu den meisten westlichen Ländern hat Finnland einen sehr hohen Energiekonsum. Die Gründe dafür liegen in der energieintensiven Struktur der finnischen Industrie, dem hohem Lebensstandard, dem kalten Klima und den grossen Distanzen. Wie die Schweiz ist auch Finnland stark von Energieimporten abhängig: Im Jahr 2008 importierte das Land 55% der insgesamt konsumierten Energie aus dem Ausland (Schweiz: fast 70%).

Für die Energieversorgung des Landes spielt die Elektrizität eine zentrale Rolle. Im Jahr 2009 lag der Landesverbrauch der rund 5,3 Mio. Einwohner bei rund 81 Terawattstunden (Schweiz: 61,8 Terawattstunden bei 7,7 Mio. Einwohnern). Damit ist der Pro-Kopf-Stromverbrauch in Finnland fast doppelt so hoch wie in der Schweiz. 46% des Stroms flossen in die Industrie (Schweiz: 31,7%) und über 665'000 finnische Haushalte heizen gegenwärtig mit Strom. In den vergangenen Jahren haben sich 60-70% der Familien, die ein neues Eigenheim bauten, für eine Stromheizung entschieden.

Das jüngste Szenario des finnischen Handels- und Industrieministeriums rechnet bis 2020 mit einer weiteren deutlichen Zunahme des Stromverbrauchs auf über 100 Terawattstunden. Zudem muss ein erheblicher Teil der fossilen Kraftwerkskapazität in absehbarer Zeit ersetzt werden.

Die finnische Stromversorgung stützt sich heute auf einen breiten Energiemix: rund 28% des Stroms stammen aus Kernkraftwerken (Schweiz: rund 40%), rund 30% aus der Verbrennung von Erdgas, Kohle, Torf und Erdöl, 16% aus Wasserkraftwerken und rund 11% aus Biomasse und der Kehrichtverbrennung.

15% des Strombedarfs wurden im vergangenen Jahr importiert, vor allem aus Russland und in geringem Umfang aus Schweden, Norwegen und Estland. Das Potenzial der Windenergie ist in Finnland wegen der eher ungünstigen Windverhältnisse begrenzt.

Informationen zur Energieversorgung in Finnland unter: www.tem.fi → Englische Fassung

Thema: Kernkraftwerke in Finnland

Das erste Kernkraftwerk Finnlands nahm 1977 in Loviisa, rund 100 Kilometer östlich von Helsinki, den kommerziellen Betrieb auf. Am gleichen Standort wurde kurz danach ein zweiter Reaktorblock fertiggestellt, der 1981 den kommerziellen Betrieb aufnahm. Es handelt sich um zwei 488-Megawatt-Druckwasserreaktoren des sowjetischen Typs WWER-440, die jedoch von Baubeginn an mit westlicher Sicherheitstechnik und Schutzgebäuden ausgestattet wurden. Betrieben werden Loviisa-1 und -2 von Fortum Power and Heat Oy, die sich mehrheitlich in Staatsbesitz befindet.

In Olkiluoto stehen zwei Siedewasserreaktoren schwedischer Herkunft (AB Asea-Atom, heute Westinghouse Atom AB). Sie haben in den Jahren 1979 (Olkiluoto-1) und 1982 (Olkiluoto-2) den kommerziellen Betrieb aufgenommen. Eigentümerin ist die Teollisuuden Voima Oyj (TVO), die ihren Aktionären den erzeugten Strom zum Gestehungspreis abgibt. In mehreren Modernisierungsschritten wurde die Leistung der beiden Reaktoren von ursprünglich je 660 Megawatt auf heute je 860 Megawatt erhöht.



Übersichtskarte der Kernkraftwerke in Skandinavien und in den angrenzenden Gebieten.

Mit der Inbetriebnahme der Kernkraftwerke konnten alte fossilbefeuerte Kraftwerke stillgelegt werden. Entsprechend sank in Finnland anfangs der 1980er-Jahre der Anteil des Stroms aus Kohlekraftwerken deutlich. Er lag im Jahr 2009 bei noch 13,1%.

Im Februar 2004 wurde in Olkiluoto mit den Aushubarbeiten für das fünfte Kernkraftwerk des Landes begonnen (Olkiluoto-3), und am 12. September 2005 erfolgte die offizielle Grundsteinlegung. Bei Olkiluoto-3 handelt es sich um den weltweit ersten Druckwasserreaktor vom Typ EPR mit einer elektrischen Leistung von rund 1600 Megawatt.

Am 1. Juli 2010 stimmte das 200-köpfige finnische Parlament zwei von drei weiteren beantragten Kernkraftwerks-Neubauprojekten zu (mit 120 gegen 72 bzw. 121 gegen 71 Stimmen). Nach diesen positiven Grundsatzentscheidungen haben die TVO und die Fennovoima Oy nun fünf Jahre Zeit, ein Gesuch für eine Baubewilligung ihrer Projekte einzureichen. Die TVO plant eine vierte Einheit am Standort Olkiluoto, während sich die Fennovoima noch für einen der beiden Standorte Simo oder Pyhäjoki entscheiden muss.

Informationen zur Kernenergie in Finnland unter: www.tem.fi → Englische Fassung

Informationen zur Kernenergie weltweit unter: www.nuclearplanet.ch

Thema: Der Druckwasserreaktor EPR

Beim EPR handelt es sich um ein Kernkraftwerk der fortgeschrittenen dritten Generation (die schweizerischen Kernkraftwerke gehören wie die meisten der heute weltweit in Betrieb stehenden Kernanlagen zur zweiten Generation). Der EPR ist eine Weiterentwicklung der französischen N4-Druckwasserreaktoren und der deutschen «Konvoi»-Kernkraftwerke, die zwischen 1988 und 1999 den Betrieb aufgenommen haben. Durch den evolutionären Ansatz flossen in den EPR die praktischen Erfahrungen aus Tausenden von Reaktorbetriebsjahren in Deutschland und Frankreich ein. Zudem wurden die Ergebnisse der jahrzehntelangen Sicherheitsforschung der beiden Länder berücksichtigt. Entwickelt wurde der EPR ab 1993 von Framatome (Frankreich; heute Teil der Areva-Gruppe) und Siemens (Deutschland).

Mit der Entwicklung des EPR wurde die bereits sehr geringe Eintretenswahrscheinlichkeit eines Unfalls mit Kernschmelzschaden weiter verringert. Die Sicherheitssysteme wurden erweitert und das Reaktorgebäude besteht nun aus zwei äusserst robusten Stahlbetonhüllen. Innerhalb des Reaktorgebäudes befindet sich eine Ausbreitungsfläche, auf der im unwahrscheinlichen Fall eines Kernschmelzschadens der geschmolzene Kern gekühlt werden könnte. Die Auswirkungen würden auch in diesem hypothetischen Fall auf die Anlage beschränkt bleiben und es würden keine unzulässigen Mengen radioaktiver Stoffe in die Umgebung gelangen.

Der EPR zeichnet sich weiter durch niedrige Stromproduktionskosten aus und benötigt weniger Uran pro produzierte Kilowattstunde als seine Vorgänger. Der EPR ist auf eine Betriebsdauer von 60 Jahren ausgelegt.

Der EPR in Olkiluoto ist der erste Reaktor dieses Typs, der weltweit gebaut wird. Es handelt sich daher um ein sogenanntes «First-of-its-kind»-Projekt. Mittlerweile befinden sich insgesamt vier EPR im Bau: Im französischen Flamanville wurde im Dezember 2007 mit dem Bau begonnen und in Taishan (China) sind seit Ende 2009 zwei weitere Einheiten in Entstehung. Die später gestarteten Neubauprojekte profitieren dabei von den Erfahrungen beim Bau der bereits weiter fortgeschrittenen Anlagen und die Prozesse können optimiert werden. So dürften die beiden Einheiten in China nach einer deutlich kürzeren Bauzeit im Vergleich zu Olkiluoto-3 ans Netz gehen.

Informationen zum EPR: www.areva.com

Thema: **Genehmigungsverfahren für Olkiluoto-3**

Der Genehmigungsprozess für neue Kernkraftwerke erfolgt in Finnland schrittweise. Der politische Grundsatzentscheid wird von der Regierung getroffen. Sie hat die Frage zu beantworten, ob das vorgeschlagene Projekt im Einklang mit dem allgemeinen Wohl der Gesellschaft steht. Der Grundsatzentscheid der Regierung muss anschliessend vom Parlament bestätigt (ratifiziert) werden. Zu den Voraussetzungen für einen positiven Entscheid gehören die vorgängige Zustimmung der Standortgemeinde und das grüne Licht von der für die nukleare Sicherheit zuständigen Aufsichtsbehörde STUK.

Im Fall von Olkiluoto-3 reichte die Teollisuuden Voima Oyj (TVO) im November 2000 bei der finnischen Regierung das Gesuch für den Grundsatzentscheid für ein neues Kernkraftwerk in Loviisa oder Olkiluoto ein. Zuvor waren umfassende Umweltverträglichkeitsprüfungen durchgeführt worden und Studien der Technischen Universität Lappeenranta hatten gezeigt, dass in Finnland der Strom aus Kernkraftwerken deutlich billiger ist als die Alternativen Kohle, Erdgas, Torf, Holz und Wind – auch ohne Berücksichtigung des CO₂-Emissionshandels in der EU.

Im Januar 2002 fällte die finnische Regierung den zustimmenden **Grundsatzentscheid** für den Neubau eines Kernkraftwerks und der damit verbundenen Entsorgungsanlagen. Die Regierung begründete ihren positiven Entscheid unter anderem damit, dass das Projekt

- von grosser Bedeutung für die Stromversorgung Finnlands ist
- zusammen mit den Programmen für Energieeinsparungen und dem Ausbau der erneuerbaren Energien dazu beiträgt, die Klimaschutzverpflichtungen des Landes einzuhalten.

Im Mai 2002 ratifizierte das Parlament diesen Entscheid mit 107 gegen 92 Stimmen (im Jahr 1993 hatte das Parlament ein ähnliches Gesuch mit knapper Mehrheit abgelehnt). Gleichzeitig hiess das Parlament auch den Grundsatzentscheid gut, wonach die hochradioaktiven Abfälle des neuen Kernkraftwerks in Olkiluoto entsorgt werden sollen. Bereits im Mai 2001 hatte das Parlament mit grossem Mehr Olkiluoto als Standort für die Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle aus den vier bestehenden Kernkraftwerken zugestimmt.

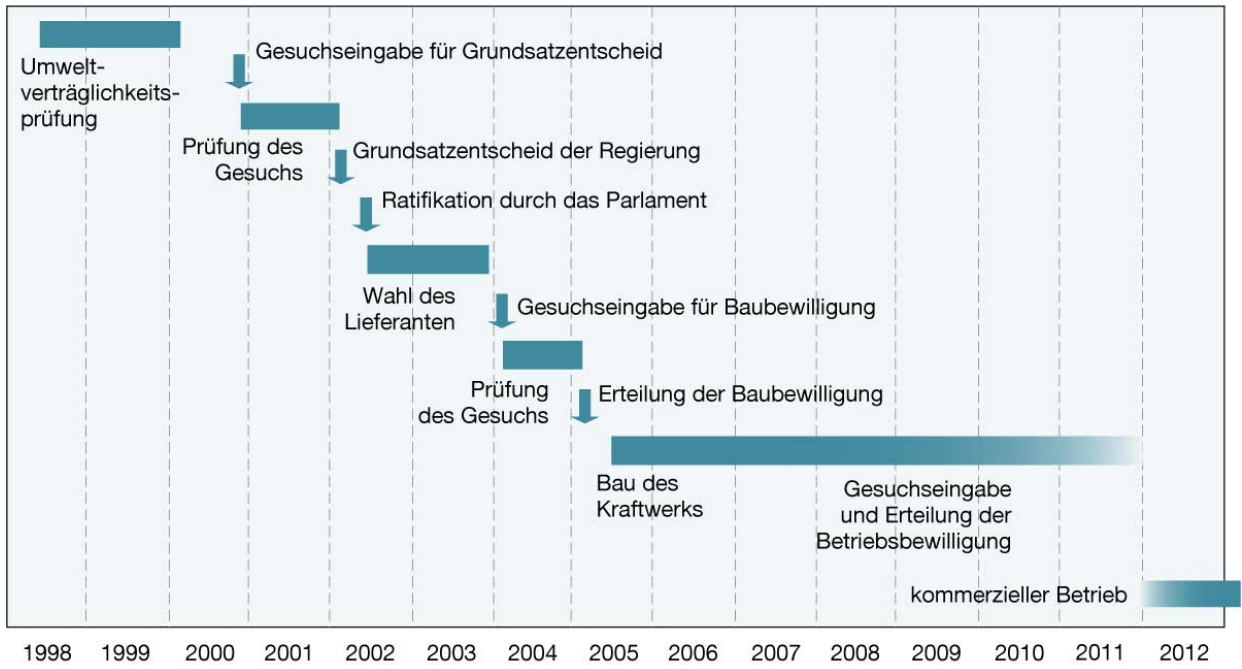
In der Folge schrieb TVO den Bau eines neuen Kernkraftwerks weltweit aus. Im Oktober 2003 wurde als Standort Olkiluoto gewählt. Im Dezember 2003 entschied sich TVO für den EPR von Areva/Siemens, und im Januar 2004 reichte sie das Baugesuch ein. Einen Monat später wurde in Olkiluoto mit dem Aushub der Baugrube begonnen.

Am 17. Februar 2005 erteilte die finnische Regierung die **Baubewilligung**. Die eigentlichen Bauarbeiten begannen im August 2005, die formelle Grundsteinlegung erfolgte am 12. September 2005. Der nächste Schritt im Genehmigungsverfahren wird das Einreichen der **Betriebsbewilligung** sein.

Der Bau des EPR wird von der Betreiberin TVO mit dem Engagement der industriellen Stromkonsumenten vollständig privat und ohne staatliche Subventionen finanziert. Nach heutigem Planungsstand soll das neue Kernkraftwerk im Jahr 2012 erstmals Strom ans Netz abgeben.

Informationen zu TVO und Olkiluoto-3 unter: www.tvo.fi → Englische Fassung (mit Bildarchiv)

Genehmigungs- und Bauablauf von Olkiluoto-3



(Quelle: Arbeits- und Wirtschaftsministerium, Helsinki, 2010)

Thema: Genehmigungsverfahren in der Schweiz

Bewilligungsverfahren für Kernanlagen in der Schweiz

Bevor in der Schweiz ein neues Kernkraftwerk, Zwischen- oder Tiefenlager in Betrieb genommen werden darf, sind gemäss dem Kernenergiegesetz, das am 1. Februar 2005 in Kraft getreten ist, auf Bundesebene drei Bewilligungsverfahren zu durchlaufen. Nötig sind nacheinander eine Rahmenbewilligung, eine Baubewilligung und eine Betriebsbewilligung.

- Mit der **Rahmenbewilligung** werden die grundsätzlichen politischen Fragen entschieden. Insbesondere wird festgestellt, ob der politische Wille für den Bau der Anlage vorhanden ist. Dazu reicht der Antragsteller das Gesuch beim Bundesamt für Energie (BFE) ein. Dieses bestellt die nötigen Fachgutachten. Liegen die Gutachten vor, fordert das BFE die Kantone und die Fachstellen des Bundes auf, innerhalb von drei Monaten zum Gesuch und den Gutachten Stellung zu nehmen.

Während der anschliessenden ebenfalls drei Monate dauernden öffentlichen Auflage des Gesuchs und der Stellungnahmen der Kantone und der Fachstellen des Bundes ist jedermann berechtigt, Einwendungen zu erheben. Anschliessend werden die Stellungnahmen zu den Einwendungen eingeholt, und das Gesuch wird dem Bundesrat zum Entscheid vorgelegt. Bei der Vorbereitung des Rahmenbewilligungsentscheids beteiligt der Bund die Standortkantone und die in unmittelbarer Nähe zum vorgesehenen Standort liegenden Nachbarkantone und Nachbarländer.

Über den Bundesratsentscheid befindet anschliessend das Parlament. Eine vom Parlament genehmigte Rahmenbewilligung untersteht dem fakultativen Referendum. Kommt es zustande, fällt der definitive Entscheid in einer eidgenössischen Volksabstimmung.

- Im **Baubewilligungsverfahren** werden sämtliche notwendigen Bewilligungen auf Bundesebene gebündelt. Einsprache können hier nur berechtigte Parteien erheben. Die Baubewilligung erteilt das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Uvek). Gegen dessen Entscheid besteht eine zweistufige Rekursmöglichkeit: an das Bundesverwaltungsgericht und an das Bundesgericht.
- Das Verfahren zum Erlangen der **Betriebsbewilligung** ist ähnlich wie jenes bei der Baubewilligung. Auch hier besteht eine zweistufige Rekursmöglichkeit an das Bundesverwaltungsgericht und an das Bundesgericht.

Entsorgungsnachweis

Das am 1. Februar 2005 in Kraft getretene Kernenergiegesetz des Bundes verlangt für den Bau und den Betrieb von Kernkraftwerken den Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle. Dieser Entsorgungsnachweis muss die grundsätzliche Machbarkeit der Entsorgung in der Schweiz aufzeigen.

1988 entschied der Bundesrat, dass die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) den Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelradioaktive Abfälle am Beispiel des Oberbauenstocks im Kanton Uri erbracht hat. Am 28. Juni 2006 genehmigte der Bundesrat auch den Entsorgungsnachweis für ausgediente Brennelemente und hochradioaktive Abfälle, basierend auf dem Projekt Opalinuston im Zürcher Weinland. Damit ist der vom Kernenergiegesetz geforderte Nachweis erbracht, dass in der Schweiz sichere geologische Tiefenlager für alle Abfalltypen gebaut werden können.

Sachplanverfahren

Der Entsorgungsnachweis ist noch keine Standortwahl. Das Auswahlverfahren wird im Rahmen des «Sachplans Geologische Tiefenlager» des Bundes durchgeführt und ist in Etappen aufgeteilt. Der «Sachplan geologische Tiefenlager» ist in den vergangenen Jahren unter Einbezug von Bundesbehörden, Kantonen, Nachbarstaaten, Organisationen, Parteien und Fokusgruppen aus der Bevölkerung erarbeitet worden.

Am Ende des Verfahrens wird der Bundesrat die definitive Standortwahl treffen: entweder für je einen Standort für schwach- und mittelradioaktive Abfälle und für hochradioaktive Abfälle oder für einen gemeinsamen Standort für beide Abfallkategorien. Nach der Erteilung der Rahmenbewilligung durch den Bundesrat folgt die Genehmigung durch das Parlament und eine allfällige Volksabstimmung, falls das fakultative Referendum gegen die Rahmenbewilligung ergriffen wird.

Am 2. April 2008 hat der Bundesrat den Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager verabschiedet. Zentrale Punkte des Sachplans sind:

- Der Bund übernimmt bei der Festlegung der Standorte die Führungsrolle.
- Oberste Priorität bei der Wahl der Standorte hat die langfristige Sicherheit von Mensch und Umwelt. Die Auswirkungen an der Oberfläche – die sozioökonomischen und raumplanerischen Aspekte – werden ebenfalls berücksichtigt.
- Die gewählten Standorte müssen so beschaffen sein, dass eine spätere Kapazitätserweiterung der Tiefenlager möglich ist, falls in der Schweiz neue Kernkraftwerke gebaut werden.
- Die Kosten werden von den Verursachern getragen.

Gegenwärtig steht die erste Etappe des Sachplans in der Umsetzung. Am 26. Februar 2010 hat das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) sein Gutachten zu den von der Nagra vorgeschlagenen sechs Standortgebieten veröffentlicht. Die Behörde bescheinigt darin der Nagra gute Arbeit – eine Beurteilung, der auch die vom Bund eingesetzten Kommissionen für nukleare Sicherheit (KNS) und nukleare Entsorgung (KNE) wie auch die Experten des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zustimmen. Massgebend für die Vorschläge der Nagra war ausschliesslich die Eignung der Geologie.

Am Ende dieser ersten Etappe – voraussichtlich Mitte 2011 – wird der Bundesrat diese möglichen Standortgebiete oder eine Auswahl von ihnen bestätigen. Diese Gebiete gehen dann in die nächste Etappe.

Die Standortwahl wird nach Schätzung des Uvek rund zehn Jahre dauern. Ziel ist gemäss Uvek, im Jahr 2030 ein Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle und 2040 ein Lager für hochradioaktive Abfälle in Betrieb zu nehmen.

Informationen zur Entsorgung Schweiz unter:

- www.bfe.admin.ch → Entsorgung der radioaktiven Abfälle
- www.nagra.ch

Finanzierung der nuklearen Entsorgung

Die Kosten für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sowie für die spätere Stilllegung der Schweizer Kernkraftwerke sind im Strompreis inbegriffen. Die dafür notwendigen Mittel werden von den Betreibern laufend zurückgestellt, so dass bei Betriebsende die benötigten Mittel vorhanden sind. Diese Kosten belaufen sich für alle schweizerischen Werke zusammen auf insgesamt rund 15,5 Milliarden Franken (13,3 Milliarden für die Entsorgung plus 2,2 Milliarden für die Stilllegung). Der Finanzbedarf wird periodisch überprüft.

In diesen Zahlen sind die schon getätigten Ausgaben und Rückstellungen enthalten: Für die Wiederaufarbeitung, die Forschungs- und Vorbereitungsarbeiten der Nagra, den Bau und Betrieb des Zwilag usw. haben die Kernkraftwerksbetreiber aus dem Erlös der Stromproduktion bis Ende 2009 bereits rund 4,6 Milliarden Franken ausgegeben und weitere 4 Milliarden in die unter Bundesaufsicht stehenden Stilllegungs- und Entsorgungsfonds zurückgestellt.



Informationen zur Finanzierung der Entsorgung in der Schweiz:

Faktenblatt des Nuklearforums Schweiz: «Finanzierung der nuklearen Entsorgung»

Thema: Zwischenlager (Finnland und Schweiz)

Zwischenlager für ausgediente Brennelemente (Interim Storage Facility) in Olkiluoto

Die «Interim Storage Facility for Spent Fuel» dient der Zwischenlagerung der ausgedienten Brennelemente der beiden Reaktorblöcke in Olkiluoto. Das Oberflächenlager wurde 1987 in Betrieb genommen.

Nachdem die Brennelemente aus dem Reaktor entnommen worden sind, bleiben sie ein bis drei Jahre in den Abklingbecken der Kernkraftwerke. In dieser Zeit zerfällt über 90% der Ursprungsradioaktivität. Danach werden die Brennelemente per Transportbehälter in die «Interim Storage Facility» überführt, wo sie einige Jahrzehnte zwischengelagert werden. In dieser Zeit nehmen die Radioaktivität und damit die Wärmeleistung so weit ab, dass die Brennelemente danach der Tiefenlagerung zugeführt werden können.

Der Transportbehälter wird nach der Ankunft im Zwischenlager in ein Wasserbecken gesenkt und unter Wasser geöffnet. Danach werden die ausgedienten Brennelemente unter Wasser an die vorgesehene Lagerstelle im Wasserbecken transportiert. Das Wasser dient zur Abschirmung der Strahlung und gleichzeitig zur Kühlung.

Ein ähnliches Zwischenlager befindet sich in Loviisa. Die vier Reaktorblöcke Finnlands (die zwei Druckwasserreaktoren in Loviisa und die zwei Siedewasserreaktoren in Olkiluoto) produzieren in 60 Jahren Laufzeit ca. 4000 Tonnen ausgediente Brennelemente.

Zwischenlagerung in der Schweiz

Die Zwischenlagerung des ausgedienten Kernbrennstoffs und der radioaktiven Abfälle erfolgt in der Schweiz zentral in den Anlagen der 1990 von den schweizerischen Kernkraftwerksbetreibern gegründeten ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG (Zwilag) in unmittelbarer Nachbarschaft des Paul Scherrer Instituts (PSI).

Im Gegensatz zum finnischen Konzept werden in der Schweiz die ausgedienten Brennelemente und die verglasten hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Transport- und Lagerbehältern trocken gelagert. Die dickwandigen, dicht verschlossenen und gegen äussere Einwirkungen geschützten Transport- und Lagerbehälter werden in der Behälterlagerhalle mit 200 Stellplätzen durch Luftkonvektion gekühlt. In der Behälterlagerhalle sind zurzeit 26 Transport- und Lagerbehälter mit ausgedienten Brennelementen eingelagert. Darüber hinaus befinden sich in der Halle acht Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoff.

Auch die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle (SMA) aus dem Kernkraftwerksbetrieb werden ins Zwilag verbracht, ebenso wie die SMA aus Medizin, Industrie und Forschung. Sie werden im Zwilag in eine feste, für die Tiefenlagerung geeignete Form gebracht und verpackt (in Fässern einzementiert, bituminiert oder als Glasschmelze vergossen).

Die Lagerkapazitäten sind grosszügig bemessen und reichen für Jahrzehnte aus, so dass für das Bereitstellen von geologischen Tiefenlagern genügend Zeit zur Verfügung steht.

Informationen zur Zwischenlagerung in der Schweiz unter: www.zwilag.ch

Thema: Geologische Tiefenlager (Finnland und Schweiz)

Geologisches Tiefenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle

Finnland betreibt für die Entsorgung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) aus den vier Reaktorblöcken zwei geologische Tiefenlager an den beiden Kernkraftwerksstandorten: in Olkiluoto seit 1992 und in Loviisa seit 1997. Die Untersuchungen des Gesteins begannen in Olkiluoto 1980. Zurzeit sind hier zwei Silos in Betrieb: eines für schwachradioaktive Abfälle und eines für mittelradioaktive Abfälle. Sie liegen in einer Tiefe zwischen 60 und 100 Metern. Jedes der Silos hat einen Durchmesser von 24 und eine Tiefe von 34 Metern und fasst rund 8000 Kubikmeter. Eine 65 Meter lange Halle verbindet die beiden Silos.

Die SMA entstehen beim Betrieb der Kernkraftwerke. Es handelt sich dabei um Filtrerrückstände, Abdeckplanen aus Plastik, Schutzkleidung, Werkzeuge usw. Zudem soll am gleichen Standort das Material eingelagert werden, das beim Abbruch der Kernkraftwerke anfallen wird. Ebenfalls in Olkiluoto entsorgt werden schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung.

Der schwachradioaktive Abfall wird in 200 Liter fassende Stahlfässer verpackt. Die Fässer verbleiben zunächst in einem Zwischenlager bei den Kernkraftwerken. Bevor die Fässer ins Tiefenlager gebracht werden, werden sie zusammengepresst. Das Pressen verkleinert die Volumen um rund 50%. Die Fässer werden schliesslich in Betoncontainern in das Silo des Tiefenlagers verbracht.

Für den künftigen Abbruch der beiden Reaktoren in Olkiluoto werden später drei weitere Silos gebaut, die das Abbruchmaterial und die Reaktordruckbehälter aufnehmen werden.

Informationen zur Entsorgung in Finnland unter: www.posiva.fi

Entsorgung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle in der Schweiz

Die Schweiz verfolgt das Konzept, die SMA in Betoncontainern in bis zu 20 Meter hohen horizontalen Kavernen einzulagern. Abfallfässer werden dabei in Betoncontainer gestellt und die Hohlräume mit Zementmörtel verfüllt. Auch grössere Komponenten, beispielsweise aus dem späteren Abbruch der Kernkraftwerke, sollen in Betoncontainern eingelagert werden.

Zur Volumenreduktion werden brennbare Abfälle in einem Spezialofen der ZWILAG AG in Würenlingen verbrannt. Das gesamte Volumen der SMA in der Schweiz aus dem Betrieb und Abbruch der Kernkraftwerke wie auch aus Medizin, Industrie und Forschung beläuft sich – einschliesslich der Verpackung – auf rund 93'000 Kubikmeter, was etwa dem Volumen der alten Zürcher Bahnhofshalle entspricht. Die SMA enthalten 1,7% der Radioaktivität aller Abfälle.

Den Entsorgungsnachweis für die SMA hat der Bundesrat bereits 1988 anerkannt. Nach dem politisch bedingten Verzicht auf den Standort Wellenberg im Kanton Nidwalden – er war für SMA vorgesehen – steht in der Schweiz für diese Abfallkategorie ein neues Standort-Auswahlverfahren an. Geregelt wird es im «Sachplan Geologische Tiefenlager» (siehe Thema «Genehmigungsverfahren in der Schweiz»). Das SMA-Lager soll ab 2030 zur Verfügung stehen.

Informationen zur Entsorgung in der Schweiz unter: www.nagra.ch

Geologisches Tiefenlager für hochradioaktive Abfälle und Felslabor ONKALO

Als weltweit erstes Land hat Finnland eine Rahmenbewilligung (Decision-in-principle, Grundsatzentscheid) für ein geologisches Tiefenlager für hochradioaktiv ausgediente Brennelemente erteilt. Die Rahmenbewilligung erhielt Posiva Oy – die finnische «Nagra» – von der Regierung im Dezember 2000. Zuvor hatten bereits die Sicherheitsbehörde STUK und die Standortgemeinde Eurajoki dem Projekt zugestimmt. Der Regierungsentscheid wurde im Mai 2001 vom Parlament mit 159 gegen 3 Stimmen bestätigt.

Im Mai 2010 hat die finnische Regierung das Gesuch um den Grundsatzentscheid zur Erweiterung des Tiefenlagers der Posiva Oy mit 14 zu 2 Stimmen gutgeheissen. Das Parlament folgte der Regierung im Juli 2010. Mit der Erweiterung des Tiefenlagers auf 9000 Tonnen ist die Kapazität auch für den ausgedienten Kernbrennstoff der geplanten vierten Kernkraftwerkseinheit Olkiluoto-4 sichergestellt.

Der Standort dieses Tiefenlagers befindet sich ebenfalls auf der Halbinsel Olkiluoto. Dort sollen ab ca. 2020 die ausgedienten Brennelemente aller finnischen Kernkraftwerke gelagert werden. Vorerst werden jedoch die geologischen Verhältnisse vor Ort unter Tage in einem Felslabor mit Namen ONKALO detailliert abgeklärt. Sind alle Voraussetzungen erfüllt, beginnt der Ausbau des Felslabors zum Tiefenlager.

Im Juni 2004 wurde mit dem Bau des Zugangsstollens von der Oberfläche her begonnen. Die Ausbrucharbeiten für das Labor sollen Ende 2011 abgeschlossen werden. Der Zugang zum Felslabor mit einer Gesamtlänge von 5,5 Kilometern wird später auch den Zugang zum geologischen Tiefenlager bilden. Der Zugangsstollen ist gegenwärtig knapp 4,4 Kilometer lang und reicht in eine Tiefe von rund 420 Metern.

Geplant ist, auf zwei Niveaus in 420 Metern (= künftiges Lagerniveau) und 520 Metern Tiefe, wo die technischen Anlagen zu liegen kommen, Untersuchungen zur Eignung des Gesteins und zu Einlagerungstechniken durchzuführen. Das Labor erlaubt zudem, vor der Einlagerung der ersten Behälter mit Brennelementen die Einlagerungstechniken unter realen Bedingungen zu testen. In Finnland sollen – wie in Schweden – die Brennelemente in Stahl-Kupfer-Behältern von rund einem Meter Durchmesser eingeschlossen und in vertikalen, rund acht Meter tiefen Bohrlöchern im Boden der Lagerstollen eingelagert werden. Der Hohlraum zwischen Behälter und Fels wird mit wasserdichtem Bentonit verfüllt, einer speziell behandelten natürlichen vulkanischen Asche.

Ab 2012 will Finnland mit dem Bau einer Verpackungsanlage («Encapsulation plant») an der Oberfläche und dem Bau des eigentlichen Tiefenlagers beginnen. Bis 2020 soll der erste Teil der Lagerstollen bereit für die Einlagerung der ersten Brennelemente sein.

Informationen zu ONKALO unter: www.posiva.fi

Kurzvergleich zu den Schweizer Felslabors

Die Schweiz betreibt zwei Felslabors: Das Felslabor Grimsel (seit 1984) im Granit der Zentralalpen und das Felslabor Mont Terri (seit 1996) im Opalinuston des Jura bei St-Ursanne. Beide Felslabors sind reine Forschungslabors zum Aufbau von Know-how. Die Lagerung von radioaktiven Abfällen an diesen Standorten ist ausgeschlossen. Das in den beiden Felslabors unter internationaler Beteiligung erworbene Know-how kann mehrheitlich auf die Gesteine der potenziellen künftigen Standorte für geologische Tiefenlager übertragen werden. Wie in Finnland wird auch die Nagra in der Schweiz Felslabors an den tatsächlichen Lagerstandorten einrichten und Tests im eigentlichen Lagergestein durchführen.

Informationen zu den Schweizer Felslabors unter:

– www.grimsel.com

– www.mont-terri.ch

Kurzvergleich zur Entsorgung der hochradioaktiven Stoffe in der Schweiz

Die Schweiz verfolgt wie die meisten Länder das Konzept, die ausgedienten Brennelemente und die hochradioaktiven Abfälle (HAA) aus der Wiederaufarbeitung in einem geologischen Tiefenlager zu entsorgen, das auch ohne menschliches Zutun mittels passiver Sicherheit langfristige Sicherheit bietet. Das gesamte Volumen an ausgedienten Brennelementen und HAA ist sehr klein. Nach 50 Jahren Betriebsdauer der heutigen fünf Kernkraftwerke sind 1250 Kubikmeter zu entsorgen; mit der Verpackung in dickwandige Lagerbehältern rund 7300 Kubikmeter. Dies entspricht dem Raumbedarf von sechs Einfamilienhäusern. Die ausgedienten Brennelemente und die HAA enthalten 98,3% der Radioaktivität aller Abfälle.

Am 28. Juni 2006 genehmigte der Bundesrat den Entsorgungsnachweis der Nagra für ausgediente Brennelemente und HAA. Das Standort-Auswahlverfahren für ein geologisches Tiefenlager für diese Kategorie Abfälle wird im «Sachplan Geologische Tiefenlager» geregelt (siehe Thema «Genehmigungsverfahren in der Schweiz»). Das Lager für ausgediente Brennelemente und hochradioaktive Abfälle soll ab 2040 zur Verfügung stehen.

Informationen zur Entsorgung in der Schweiz unter:

- www.bfe.admin.ch → Entsorgung der radioaktiven Abfälle
- www.nagra.ch

Thema: Vergleich Schweiz – Finnland

	Schweiz	Finnland
Kernkraftwerke	<ul style="list-style-type: none"> - 5 Kernkraftwerke in Betrieb (Gesamtleistung 2009: 3253 Megawatt) • 2 Siedewasserreaktoren (Mühleberg, Leibstadt), • 3 Druckwasserreaktoren (Beznau-1, Beznau-2, Gösgen) <ul style="list-style-type: none"> - Landesverbrauch 2009: 61,8, Terawattstunden - Atomstromanteil 2009: 39,3% 	<ul style="list-style-type: none"> - 4 Kernkraftwerke in Betrieb (Gesamtleistung 2009: 2696 Megawatt) • 2 Siedewasserreaktoren (Olkiluoto-1, Olkiluoto-2) • 2 Druckwasserreaktoren (Loviisa-1, Loviisa-2), • ein Druckwasserreaktor im Bau (Olkiluoto-3, EPR) • zwei weitere Kernkraftwerkseinheiten vom Parlament bewilligt <ul style="list-style-type: none"> - Landesverbrauch 2009: 81 Terawattstunden - Atomstromanteil 2009: 28%
Kernenergiepolitik	<ul style="list-style-type: none"> - Volksabstimmung Mai 2003: Ablehnung von zwei Ausstiegsinitiativen mit • 58,4% Nein («Moratorium plus») und • 66,3% Nein («Strom ohne Atom») - 1. Februar 2005: neues Kernenergiegesetz tritt in Kraft. Option Kernenergie wird offen gehalten. - Seit Juni 2006: Entsorgungsnachweise für alle Kategorien von radioaktiven Abfällen vom Bundesrat genehmigt - Im Jahr 2008 werden drei Rahmenbewilligungsgesuche für neue Kernkraftwerke beim Bund eingereicht 	<ul style="list-style-type: none"> - 1993: Parlament lehnt weiteren Ausbau der Kernenergie ab - Mai 2002: Parlament bestätigt den Grundsatzentscheid der Regierung für den Bau eines neuen Kernkraftwerks - Februar 2004: Beginn der Aushubarbeiten für das fünfte Kernkraftwerk in Olkiluoto - Juli 2010: Parlament bestätigt die Grundsatzentscheid der Regierung für den Bau zweier weiterer Kernkraftwerke sowie für die Erweiterung des Tiefenlagers
Wiederaufarbeitung	Moratorium seit dem 1. Juli 2006 während zehn Jahren	Keine Wiederaufarbeitung
Entsorgungskonzept	Geologische Tiefenlagerung mit technischen Barrieren	Geologische Tiefenlagerung mit technischen Barrieren
	Weg zum geologischen Tiefenlager etappiert	Weg zum geologischen Tiefenlager etappiert
	Finanzierung durch KKW-Betreiber (Deckung der laufenden Kosten und Rückstellungen in staatlich überwachtem Fonds)	Finanzierung durch KKW-Betreiber (Deckung der laufenden Kosten und Rückstellungen in staatlich überwachtem Fonds)
Geologie	Kristallines Grundgebirge, mächtige Sedimente. Teilweise schwierige Exploration, Standortwahl eingeschränkt durch Tektonik/Geologie (Alpen und Jura)	Kristallines Grundgebirge, praktisch ohne Sedimente. Leichte Exploration, viele geeignete Standorte über grosse Flächen des Landes
Stand der Umsetzung des Entsorgungskonzepts	Zentrales Zwischenlager ZWILAG seit 2001 in Würenlingen (Kanton Aargau) in Betrieb (Trockenlager)	Zwischenlagerung bei den Kernkraftwerken (Nasslager)
	Tiefenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle: Entsorgungsnachweis 1988 vom Bundesrat genehmigt. Sachplan für Standortwahl in Ausführung (erste Etappe). Sechs mögliche Standortgebiete von der Nagra vorgeschlagen.	Zwei Tiefenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (Betriebsabfälle) an den beiden KKW-Standorten in Betrieb seit 1992 (Olkiluoto) und 1997 (Loviisa)
	Tiefenlager für ausgediente Brennelemente und hochradioaktive Abfälle (HAA): Entsorgungsnachweis im Juni 2006 vom Bundesrat genehmigt. Sachplan für Standortwahl in Ausführung. Drei mögliche Standortgebiete von der Nagra vorgeschlagen.	Mai 2001: Parlament bestätigt Grundsatzentscheid der Regierung für ein Tiefenlager für hochradioaktive Abfälle (HAA) am Standort Olkiluoto. Juli 2010: Parlament bestätigt Grundsatzentscheid der Regierung für die Erweiterung des Tiefenlagers
	Felslabors Grimsel (Granit) und Mont Terri (Tongestein) in Betrieb	Felslabor für HAA in Olkiluoto als erste Etappe für Tiefenlager im Bau (Granit)