

August 2005

Erläuterungsbericht zum Entsorgungsnachweis BE/HAA/LMA

Projekt Opalinuston Zürcher Weinland

Autoren:

Monika Jost

Adrian Lüthi

Werner Bühlmann

Michael Aebersold

Stefan Jordi

Bezug: Der Bericht kann bestellt werden bei Christine Späti, Tel. 031 323 44 05,
christine.spaei@bfe.admin.ch oder heruntergeladen werden von
www.entsorgungsnachweis.ch

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

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

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

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Politische Rahmenbedingungen.....	2
3	Gesetzliche Grundlagen	3
4	Stand der Entsorgung	4
4.1	Konzept geologische Tiefenlagerung	4
4.2	Entsorgungsnachweis.....	4
4.2.1	Bedeutung und Inhalt des Entsorgungsnachweises	4
4.2.2	Schwach- und mittelaktive Abfälle SMA.....	5
4.2.3	Abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive und langlebige mittelaktive Abfälle BE/HAA/LMA.....	5
5	Überprüfung und öffentliche Auflage.....	6
5.1	Überprüfung des Entsorgungsnachweises.....	6
5.2	Liste der Dokumente, die Gegenstand der öffentlichen Auflage sind	7
5.3	Ablauf von der Einreichung des Entsorgungsnachweises zum Bundesratsentscheid	8
5.4	Information und Transparenz	9
6	Vorliegende Berichte, Stellungnahmen und Gutachten	10
6.1	Berichte der Nagra zum Entsorgungsnachweis.....	10
6.2	OECD/NEA Review der Sicherheitsanalyse.....	15
6.3	HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis	16
6.4	KNE-Expertenbericht zum Entsorgungsnachweis.....	18
6.5	KSA-Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis.....	20
6.6	AkEnd-Stellungnahme zum Auswahlverfahren	21
6.7	HSK-Stellungnahme zum Auswahlverfahren	23
6.8	Optionenbericht der Nagra	24
6.9	HSK-Bericht zum historischen Abriss.....	25
6.10	HSK-Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra.....	26
7	Weitere Berichte	26
7.1	Studie Öko-Institut e.V. (Darmstadt)	26
7.2	Stellungnahme B. Theilen-Willige	27
8	Glossar	28
9	Literaturverzeichnis.....	30
9.1	Nagra-Dokumente	30
9.2	HSK-Dokumente.....	30
9.3	Übrige Literaturstellen	31

1 Einleitung

Wie schon nach altem Recht (Bundesbeschluss vom 6. Oktober 1978 zum Atomgesetz) legt auch das Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG in Kraft seit 1. Februar 2005) fest, dass eine Rahmenbewilligung für neue Kernkraftwerke nur erteilt werden kann, wenn der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle erbracht ist (Entsorgungsnachweis). Neu gilt dies von Gesetzes wegen auch für den weiteren Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke; das Erfordernis des Entsorgungsnachweises ist heute in den Betriebsbewilligungen der Kernkraftwerke enthalten.

Mit dem 1985 eingereichten "Projekt Gewähr" kam die Nagra dieser Forderung nach. Nach Prüfung der Unterlagen beschloss der Bundesrat im Juni 1988, dass der Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) erbracht ist. Hinsichtlich der hochaktiven und langlebigen mittelaktiven Abfälle erachtete er den auf dem kristallinen Grundgebirge der Nordschweiz beruhenden Sicherheitsnachweis und den Nachweis der bautechnischen Machbarkeit als erbracht, nicht jedoch den Standortnachweis (Nachweis von genügend ausgedehnten Gesteinskörpern mit den erforderlichen Eigenschaften). Der Bundesrat forderte die Bewilligungsinhaber der Kernkraftwerke und damit die Nagra auf, entsprechende Forschungsarbeiten weiterzuführen und auf nicht-kristalline Wirtgesteine (Sedimente) auszudehnen.

Nach langjährigen Untersuchungen der zwei Optionen Kristallin und Sedimentgesteine hat die Nagra im Dezember 2002 den Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente (BE), verglaste hochaktive Abfälle (HAA) und langlebige mittelaktive (LMA) Abfälle basierend auf dem Opalinuston des Zürcher Weinlandes eingereicht. Die sicherheitstechnische Überprüfung der Unterlagen der Nagra durch die zuständigen Behörden des Bundes wurde Mitte 2005 abgeschlossen. Vom 13. September bis 12. Dezember 2005 liegen alle entscheidungsrelevanten Unterlagen öffentlich auf, damit die betroffenen Gemeinwesen und Organisationen sowie die betroffene Bevölkerung sich dazu äussern können.

Der vorliegende Bericht äussert sich kurz zu den politischen Rahmenbedingungen der Kernenergienutzung, den gesetzlichen Grundlagen und dem Stand der Entsorgung in der Schweiz. Er gibt ferner eine Übersicht über die mit dem Entsorgungsnachweis zusammenhängenden Berichte, Stellungnahmen und Gutachten und soll allen Interessierten den Einstieg in die umfangreichen Dokumente und die anspruchsvollen technischen Sachverhalte erleichtern.

2 Politische Rahmenbedingungen

Die Schweiz besitzt fünf Kernkraftwerke mit einer elektrischen Gesamtleistung von 3220 MW. Anteilsmässig macht der Atomstrom rund 40% der Elektrizitätsproduktion aus. 1969 ging das erste KKW (Beznau-1) in Betrieb, 1984 das letzte (Leibstadt). In der zweiten Hälfte der Siebzigerjahre begannen Teile der Bevölkerung gegen den Bau von Kernkraftwerken zu opponieren. Als Folge davon wurde auf den Bau weiterer Kernkraftwerke verzichtet.

In den letzten 25 Jahren wurden sechs Volksinitiativen zur Beschränkung der weiteren Nutzung der Kernenergie eingereicht und allesamt verworfen, mit Ausnahme eines zehnjährigen Moratoriums für den Bau neuer Atomanlagen. Die letzten Abstimmungen fanden am 18. Mai 2003 statt. Die Initiative "Strom ohne Atom - Für eine Energiewende und die schrittweise Stilllegung der Atomkraftwerke" wurde mit 66,3% Nein, "MoratoriumPlus - Für die Verlängerung des Atomkraftwerk-Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos" mit 58,4% Nein abgelehnt. Volk und Stände haben damit die Haltung des Bundesrates bestätigt: Die Option Kernenergie soll offen bleiben, insbesondere sollen die bestehenden Kernkraftwerke in Betrieb bleiben, solange sie sicher sind.

Die Entsorgung der radioaktiven Abfälle ist eine Konsequenz der Kernenergienutzung und damit Teil der politisch-gesellschaftlichen Diskussion über Kosten und Nutzen der Kernenergie. Tatsache ist, dass die Schweiz seit nunmehr 35 Jahren die Kernenergie zur Stromerzeugung nutzt und damit radioaktive Abfälle erzeugt. Im Interesse künftiger Generationen müssen heute alle Massnahmen für eine langfris-

tig sichere Entsorgung dieser Abfälle in die Wege geleitet werden und zwar unabhängig davon, ob in Zukunft die Schweiz auf die Nutzung der Kernenergie verzichten wird oder nicht.

3 Gesetzliche Grundlagen

Das Atomgesetz vom 23. Dezember 1959 und der Bundesbeschluss vom 6. Oktober 1978 zum Atomgesetz enthielten nur wenige Bestimmungen über die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus *der Nutzung der Kernenergie*. Das neue Kernenergiegesetz KEG und die Kernenergieverordnung KEV (beide in Kraft seit dem 1. Februar 2005) regeln die Entsorgung erstmals umfassend.

Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist auf eigene Kosten zur sicheren Entsorgung der aus seiner Anlage stammenden radioaktiven Abfälle verpflichtet (Art. 31 KEG, Verursacherprinzip). Die Entsorgungspflicht ist nach Artikel 31 Absatz 2 KEG dann erfüllt, wenn die Abfälle in ein geologisches Tiefenlager verbracht worden und die finanziellen Mittel für die Beobachtungsphase und den Verschluss sichergestellt sind, oder wenn allenfalls die Abfälle in eine ausländische Entsorgungsanlage verbracht worden sind. Zur Entsorgungspflicht gehören insbesondere auch die notwendigen Vorbereitungsarbeiten wie Forschung und erdwissenschaftliche Untersuchungen.

Für die radioaktiven Abfälle, welche *nicht als Folge der Kernenergienutzung* entstehen, ist der Bund zuständig. Es sind dies die radioaktiven Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (sog. MIF-Abfälle). Das Paul Scherrer Institut (PSI) ist beauftragt, diese Abfälle entgegenzunehmen, zu verarbeiten und zwischenzulagern.

Die in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle müssen grundsätzlich im Inland entsorgt werden (Artikel 30 Absatz 2 KEG). Nur unter strengen Voraussetzungen kann ausnahmsweise eine Bewilligung zur Lagerung radioaktiver Abfälle im Ausland (Artikel 34 Absatz 4 KEG) erteilt werden. Voraussetzungen wären insbesondere, dass im Empfängerstaat international anerkannte Sicherheitsanforderungen eingehalten werden, eine geeignete, dem internationalen Stand der Wissenschaft und Technik entsprechende Entsorgungsanlage zur Verfügung steht und die Einfuhr in den Empfängerstaat mit diesem völkerrechtlich vereinbart worden ist. Die gleichen strengen Voraussetzungen gelten im Übrigen auch für einen allfälligen Import von Abfällen. Völkerrechtlich bleibt für die Schweiz die Ausfuhr zur Entsorgung im Meer oder im Meeresuntergrund verboten.

Multinationale Lösungen werden zwar in Fachgremien von internationalen Organisationen (z. B. Internationale Atomenergie-Organisation IAEA, Nuclear Energy Agency der OECD) immer wieder diskutiert. Tatsache ist jedoch, dass insbesondere in denjenigen europäischen Ländern, welche schon geologische Tiefenlager betreiben bzw. in der Realisierung weit fortgeschritten sind, der Import von radioaktiven Abfällen zur Entsorgung gesetzlich verboten ist. Heute zeichnet sich keine für die Schweiz akzeptierbare multinationale Lösung im Ausland ab. Genauso wenig wäre heute aus politischen Gründen eine multinationale Lösung in der Schweiz denkbar. Deshalb sind die Vorbereitungen für geologische Tiefenlager in der Schweiz zielstrebig voranzutreiben.

Solange keine geologischen Tiefenlager zur Verfügung stehen, werden die radioaktiven Abfälle zwischengelagert. Für die Abfälle und abgebrannten Brennelemente aus Kernkraftwerken erfolgt dies in den kernkraftwerkeigenen Lagern und im Zwischenlager Würenlingen der ZWILAG. Dorthin werden auch die radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung verbracht, die zum Teil noch in Frankreich und in Grossbritannien lagern oder anfallen werden. Seit 1992 ist sodann auf dem Areal des PSI das Bundeszwischenlager (BZL) in Betrieb. Darin werden schwach- und mittelaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung gelagert. Sobald ein geologisches Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle zur Verfügung steht, wird der Bund diese Abfälle gegen eine Kostenbeteiligung dort einlagern.

4 Stand der Entsorgung

4.1 Konzept geologische Tiefenlagerung

Radioaktive Abfälle bergen ein hohes Gefahrenpotenzial. Ein unsachgemässer Umgang oder ein Unfall können schwer wiegende und dauerhafte Folgen für Gesundheit und Umwelt haben und kommende Generationen gefährden. Deshalb sieht Artikel 30 Absatz 1 KEG vor, dass mit radioaktiven Stoffen so umzugehen ist, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen. Behandlung, Transport und Lagerung müssen sicher gestaltet werden. Aus Gründen der Sicherheit und Verantwortung gegenüber künftigen Generationen sollen radioaktive Abfälle sobald als möglich in geologische Tiefenlager verbracht werden.

Der Vorsteher des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation hat im Juni 1999 die "Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA)" eingesetzt. Ihr Auftrag bestand darin, die Grundlagen für einen Vergleich verschiedener Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle zu erarbeiten. Die Expertengruppe kommt in ihrem Bericht vom Januar 2000 zum Schluss, dass die geologische Endlagerung die einzige Methode zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle ist, welche den Anforderungen an die Langzeitsicherheit (bis zu mehr als 100'000 Jahren) entspricht. Sie entwickelte das Konzept der kontrollierten geologischen Langzeitlagerung, welches die Endlagerung mit Rückholbarkeit verbindet. Damit folgen sie der gesellschaftlichen Forderung nach Reversibilität: Dieses Konzept sieht zusätzlich zum eigentlichen Abfalllager (oder "Hauptlager") die Errichtung von Testbereichen und eines Pilotlagers vor. Das Lager wird während einer längeren Periode überwacht und die Abfälle sind in dieser Zeitspanne mit geringem Aufwand rückholbar. Danach wird das Lager verschlossen. Die Überwachung kann von der Erdoberfläche aus fortgesetzt werden und eine Rückholung ist immer noch möglich – aber mit grösserem Aufwand. Der Verschluss muss bei Beginn der Beobachtungsphase vorbereitet werden, und das Lager muss jederzeit verschlossen werden können. Die geologische Endlagerung wird so schrittweise erreicht. Der Gesetzgeber hat das von der EKRA vorgeschlagene Konzept mit der Bezeichnung "geologisches Tiefenlager" im KEG festgeschrieben.

4.2 Entsorgungsnachweis

4.2.1 Bedeutung und Inhalt des Entsorgungsnachweises

Der Entsorgungsnachweis soll zeigen, dass die nukleare Entsorgung in der Schweiz grundsätzlich möglich ist; das heisst, dass sich ein Wirtgestein in einer bestimmten Region vorbehaltlich weiterer Untersuchungen für die Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle eignen würde. Es handelt sich um den Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit und ist weder ein Standortentscheid noch ein Bewilligungsgesuch für ein konkretes Lagerprojekt. Grundlage für den 1988 als positiv beurteilten Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelaktive Abfälle war der Oberbauenstock (UR), die weiteren Erkundungsarbeiten wurden jedoch am Wellenberg (NW) durchgeführt (vgl. Kap. 4.2.2).

Der Entsorgungsnachweis umfasst folgende Teilnachweise:

- **Sicherheitsnachweis:** Dieser muss zeigen, dass das gewählte Wirtgestein über die notwendigen geologischen und hydrologischen Eigenschaften verfügt und mit den technischen Barrieren die Langzeitsicherheit des Endlagers gewährleistet ist.
- **Standortnachweis:** Dieser muss aufgrund dokumentierter Untersuchungsergebnisse zeigen, dass ein genügend grosser Wirtgesteinkörper mit den im Sicherheitsnachweis geforderten Eigenschaften vorhanden ist, so dass die Realisierung eines Endlagers mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden kann.

- **Machbarkeitsnachweis:** Dieser muss aufzeigen, dass im gewählten Wirtgestein ein Endlager mit den heute vorhandenen technischen Mitteln gebaut, betrieben und langfristig sicher verschlossen werden kann, und zwar unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften.

4.2.2 Schwach- und mittelaktive Abfälle SMA

Die Nagra hatte im Hinblick auf die Wahl eines Standorts für die geologische Tiefenlagerung der schwach- und mittelaktiven Abfälle ein mehrstufiges Auswahlverfahren durchgeführt, welches zur Bestimmung von drei Standortregionen erster Priorität führte. 1983 reichte sie Gesuche für geologische Untersuchungen an den drei Standorten Bois de la Glaive (VD), Oberbauenstock (UR) und Piz Pian Grand (GR) ein. Es wurden erdwissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt - am Standort Bois de la Glaive allerdings erst zwischen 1991 und 1993, nach Beschreiten des Rechtsweges und Verhandlungen mit der Gemeinde. 1987 reichte die Nagra zusätzlich das Sondiergesuch für den Standort Wellenberg ein, welches 1988 bewilligt wurde. Im selben Jahr lag auch der Entscheid des Bundesrats zum "Projekt Gewähr 1985" vor: Er hielt fest, dass der Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelaktive Abfälle, welcher auf dem Valanginien-Mergel der Drusbergdecke am Oberbauenstock basierte, erbracht ist. Die Untersuchungen am Wellenberg fanden zwischen 1989 und 1993 statt. Gestützt auf die damals vorliegenden Untersuchungsergebnisse zu den vier Standorten, wählte die Nagra 1993 nach Rücksprache mit den Behörden den Standort Wellenberg im Kanton Nidwalden aus. Dieser sollte im Hinblick auf die mögliche Realisierung eines geologischen Tiefenlagers SMA vertieft erkundet werden.

Zu diesem Zweck gründeten die Kernkraftwerksbetreiber 1994 die Genossenschaft für nukleare Entsorgung Wellenberg (GNW), die ein Gesuch für einen Sondierstollen und den Bau eines Lagers einreichte. Im Juni 1995 lehnte die Nidwaldner Bevölkerung die Erteilung der kantonalen Konzession für die Nutzung des Untergrundes ab. Das dadurch blockierte Projekt wurde daraufhin unterteilt: In einem ersten Schritt sollte ein Sondierstollen zur weiteren Abklärung der Eignung des Standorts erstellt werden. Bei einem allfälligen positiven Befund hätte mit einem zweiten Schritt die Realisierung des Lagers beantragt werden können. Zudem wurde das Lagerkonzept angepasst: Neu war eine längerfristige Überwachung und Rückholbarkeit der Abfälle vorgesehen. Im September 2001 hiess die Nidwaldner Regierung das von der GNW eingereichte Konzessionsgesuch für einen Sondierstollen gut. Ein Jahr später, im September 2002, lehnte die Bevölkerung die Erteilung der Konzession mit 57.5% Nein erneut ab. Der Standort Wellenberg für SMA musste aus politischen Gründen aufgegeben werden.

Nach dem Scheitern des Wellenbergs erarbeiten die zuständigen Behörden zurzeit ein Auswahlverfahren für geologische Tiefenlager - festgelegt in einem Sachplan nach Raumplanungsgesetz.

4.2.3 Abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive und langlebige mittelaktive Abfälle BE/HAA/LMA

In ihrem Projekt Gewähr (1985) untersuchte die Nagra die Eignung des kristallinen Grundgesteins für die Tiefenlagerung hochaktiver Abfälle. Gestützt auf die behördliche Überprüfung entschied der Bundesrat 1988, dass der Bau eines Tiefenlagers im kristallinen Grundgestein machbar sei und eine genügende Langzeitsicherheit erreichbar wäre. Die Daten der geologischen Felduntersuchungen erlaubten es jedoch nicht, auf das Vorhandensein von geeigneten kristallinen Gesteinskörpern in ausreichender Grösse zu schliessen. Die Untersuchungen hatten gezeigt, dass das kristalline Grundgebirge im Laufe der Erdgeschichte stark zergliedert wurde und in der Nordschweiz schwierig explorierbar ist. Der Bundesrat beurteilte den Standortnachweis als nicht ausreichend und verlangte die Ausdehnung der Untersuchungen auf Sedimentgesteine.

Als Ergebnis eines breit angelegten Auswahlverfahrens mit schrittweiser Einengung der in Frage kommenden Wirtgesteine und Regionen wählte die Nagra 1994 den Opalinuston im Zürcher Weinland für vertiefte Untersuchungen aus - mit Zustimmung der zuständigen Stellen des Bundes. Die 1994 beantragte Sondierbohrung auf dem Gebiet der Gemeinde Benken wurde 1996 vom Bundesrat bewilligt und in den Jahren 1999-2000 ausgeführt. Parallel dazu hat die Nagra 1997 im ausgewählten Gebiet auf einer Fläche von rund 50 km² eine dreidimensionale reflexionsseismische Messkampagne

(3D-Seismik) durchgeführt. Die Untersuchungen wurden ergänzt durch weitere Erhebungen, beispielsweise im Felslabor Mont Terri. Sie bilden die erdwissenschaftlichen Grundlagen des zu erbringenden Entsorgungsnachweises im Opalinuston.

Parallel zu den Sedimentstudien führte die Nagra das Kristallin-Programm weiter. Ab 1989 lagen die Ergebnisse aller sieben Kristallinbohrungen vor. Dies gab der Nagra den Anlass zur Erarbeitung einer Geosynthese (NTB 93-09), welche sämtliche Kenntnisse zum kristallinen Grundgebirge enthält. Es verblieben zwei potenzielle Untersuchungsgebiete: Das Gebiet West im nördlichen Teil des Kantons Aargau und das Gebiet Ost im Kanton Schaffhausen. Gleichzeitig mit dem Gesuch Benken stellte die Nagra das Gesuch um eine Sondierbohrung in Leuggern/Böttstein, welches jedoch später sistiert wurde. Die zuständigen Bundesbehörden beurteilten den Standort Leuggern/Böttstein aufgrund der geologischen und hydrologischen Verhältnisse als ungünstig. Es wurde die Arbeitsgruppe Kristallin Nordschweiz eingesetzt. Behörden und Nagra einigten sich darauf, die Programme Kristallin und Opalinuston parallel zu verfolgen, wobei sich die weiteren Untersuchungen des Kristallins auf die "Vorwaldscholle" (Mettauertal im nördlichen Aargau) konzentrierten. In der Folge wurden Ende 1996 reflexionsseismische Untersuchungen im Mettauertal vorgenommen. Die Qualität der Resultate erlaubte es nicht, einen geeigneten Bohrstandort zu identifizieren. Nachdem im Juni 1998 die Ergebnisse der Seismik-Kampagne im Zürcher Weinland vorlagen, legte die Nagra das Schwergewicht auf die Erkundung des Opalinustons.

Im HSK-Bericht zum historischen Abriss (Kap. 6.9) wird ausführlich darüber berichtet, wie und wann welche Entscheidungen getroffen und welche Tätigkeiten unternommen wurden, die letztendlich zum "Entsorgungsnachweis BE/HAA/LMA Opalinuston Zürcher Weinland" führten.

5 Überprüfung und öffentliche Auflage

5.1 Überprüfung des Entsorgungsnachweises

Am 19. Dezember 2002 reichte die Nagra dem Bundesrat den Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle, basierend auf dem Opalinuston Zürcher Weinland, ein. Die Nagra stellte "gestützt auf die Resultate zum Projekt Opalinuston und das durchgeführte Auswahlverfahren" zwei Anträge:

1. "von der Erfüllung der Auflagen zum Projekt Gewähr gemäss Bundesratsbeschluss vom 3. Juni 1988 im zustimmenden Sinne Kenntnis zu nehmen und den Entsorgungsnachweis als erbracht zu genehmigen sowie
2. der Fokussierung künftiger Untersuchungen im Hinblick auf eine geologische Tiefenlagerung der BE/HAA/LMA in der Schweiz auf den Opalinuston und das potenzielle Standortgebiet Zürcher Weinland zuzustimmen."

Von Januar 2003 bis Sommer 2005 fand die Begutachtung des Projekts durch die Sicherheitsbehörden statt. Daran beteiligt waren die HSK (Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen), die KSA (Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen) und die KNE (Kommission Nukleare Entsorgung).

Zusätzlich beurteilte eine Expertengruppe der OECD/NEA (Nuklearenergie Agentur der Organisation für Entwicklung und Zusammenarbeit) im Auftrag des Bundesamtes für Energie die Sicherheitsanalyse zum Entsorgungsnachweis. Das deutsche Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) beauftragte eine unabhängige deutsche Expertengruppe - den Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) mit der Prüfung des schweizerischen Auswahlverfahrens. Zur Erläuterung verfasste die HSK im 2002 eine "Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland".

Im Herbst 2004 forderte Bundesrat Leuenberger die Nagra zudem auf, eine Bewertung der bis heute untersuchten Optionen für die Entsorgung der hochaktiven Abfälle in einem öffentlichen Bericht zu dokumentieren. Dieser Bericht sowie der parallel dazu verfasste Bericht der HSK zum historischen Abriss, der die Entscheidungen und Tätigkeiten im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung der hochaktiven Abfälle in der Schweiz nachvollziehbar darstellt, sind ebenfalls Gegenstand der Auflage.

Mit der Sicherheitsanalyse "Kristallin-I" präsentierte die Nagra 1995 eine abschliessende Auswertung der Untersuchungen im kristallinen Grundgebirge der Nordschweiz. Die HSK hat diesen Bericht überprüft und ihre Schlussfolgerungen in der Stellungnahme vom 28. September 2004 zusammengefasst.

Die vorliegenden Berichte und Stellungnahmen lassen sich zwei Kategorien zuordnen (siehe untenstehende Liste): Solche, die den eigentlichen Entsorgungsnachweis betreffen und solche, welche der Festlegung des weiteren Vorgehens dienen. Sie werden alle öffentlich aufgelegt und bilden eine Grundlage für den Bundesratsentscheid zum Entsorgungsnachweis und zum weiteren Vorgehen in der Entsorgung der BE/HAA/LMA ab 2007.

5.2 Liste der Dokumente, die Gegenstand der öffentlichen Auflage sind

	Titel	Seitenzahl	publiziert
<i>Dokumente zum Entsorgungsnachweis im eigentlichen Sinn</i>			
1	NTB 02-02 Projekt Opalinuston – Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers (Technischer Bericht Nagra)	150 S. plus Anhänge	Dez. 2002
2	NTB 02-03 Projekt Opalinuston – Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse (Technischer Bericht Nagra)	659 S.	Dez. 2002
3	NTB 02-05 Project Opalinus Clay – Safety Report. Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis) (Technischer Bericht Nagra)	360 S.	Dez. 2002
4	Zusammenfassender Überblick Projekt Opalinuston, Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Nagra)	21 S.	Dez. 2002
5	OECD/NEA Review zur Sicherheitsanalyse des Entsorgungsnachweises Opalinuston im Zürcher Weinland: Die Sicherheit der geologischen Tiefenlagerung von BE/HAA und LMA in der Schweiz	139 S.	April 2002
6	HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis	268 S.	Aug. 2005
7	KNE-Expertenbericht zum Entsorgungsnachweis	106 S.	Feb. 2005
8	KSA-Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis	ca. 100 S.	Aug. 2005

Weitere Dokumente			
9	AkEnd-Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland	72 S.	April 2002
10	HSK-Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland	14 S.	Nov. 2002
11	Optionenbericht der Nagra (Technischer Bericht Nagra)	ca. 100 S.	Aug. 2005
12	HSK-Bericht zum historischen Abriss	20 S.	Aug. 2005
13	HSK-Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra	109 S.	Sept. 2004
14	Erläuterungsbericht BFE als Grundlage für die öffentliche Auflage	31 S.	Sept. 2005

5.3 Ablauf von der Einreichung des Entsorgungsnachweises zum Bundesratsentscheid

Ende 2002	<p>Entsorgungsnachweis für hochaktive Abfälle</p> <p>Die Nagra reicht den Entsorgungsnachweis auf der Basis Opalinuston des Zürcher Weinlands ein.</p>
2003 – Mitte 2005	<p>Überprüfung</p> <p>Technische Überprüfung des Nachweises durch die Sicherheitsbehörden des Bundes sowie Review der Sicherheitsanalyse durch die OECD/NEA</p>
ab 2003	<p>Informationsaustausch</p> <p>Alle Fragen werden in drei Gremien mit schweizerischen und deutschen Behördenvertretern offen diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausschuss mit Regierungsvertretern • Arbeitsgruppe Information und Kommunikation • Technisches Forum (www.technischesforum.ch)
Herbst 2004	<p>Aufschaltung Website www.entsorgungsnachweis.ch</p>

13. September bis 12. Dezember 2005	Öffentliche Auflage Alle Interessierten können sich zu den entscheidungsrelevanten Unterlagen äussern.
Erste Hälfte 2006	Auswertung Die Stellungnahmen werden ausgewertet und der Bundesratsentscheid vorbereitet.
Zweite Hälfte 2006	Bundesratsentscheid Entscheid des Bundesrates zum Entsorgungsnachweis für hochaktive Abfälle und zum weiteren Vorgehen in der nuklearen Entsorgung

5.4 Information und Transparenz

Das Bundesamt für Energie hat in Zusammenhang mit der Einreichung und der Überprüfung des Entsorgungsnachweises seit 2001 vier Informationsveranstaltungen für schweizerische und deutsche Behörden durchgeführt. Themen waren das schweizerische Entsorgungsprogramm, die Präsentation der Untersuchungsergebnisse im Zürcher Weinland sowie der aktuelle Stand des Entsorgungsnachweises und dessen Überprüfung. Eine der Veranstaltungen war der Überprüfung durch die OECD/NEA gewidmet. Der Kanton Zürich und das BFE organisierten am 25. Oktober 2003 in Trüllikon gemeinsam eine öffentliche Veranstaltung. Dies bot den schweizerischen und den deutschen Behörden sowie der Bevölkerung in der Region Gelegenheit, sich über die laufenden Arbeiten und das weitere Vorgehen ins Bild zu setzen.

Weiter wurden drei grenzüberschreitende Gremien eingesetzt, die sich mit politischen und technischen Themen sowie der gegenseitigen Information befassen:

- Ein *Ausschuss bestehend aus Regierungsvertretern* der betroffenen Kantone sowie des Bundeslandes Baden-Württemberg dient als Informationsplattform für die politisch relevanten Fragen im Zusammenhang mit dem Entsorgungsnachweis. Er stellt die frühzeitige Koordination zwischen den schweizerischen und deutschen Regierungsvertretern sicher und soll mögliche Konflikte erkennen. Wichtige Unterlagen und Entscheidungsgrundlagen werden diskutiert. Zudem begleitet der Ausschuss das Bundesamt für Energie bei der Prozessführung zur Überprüfung des Entsorgungsnachweises.
- In der *Arbeitsgruppe Information und Kommunikation* sind das BFE, die Kantone Zürich, Aargau, Thurgau und Schaffhausen, das Landratsamt Waldshut, das Regierungspräsidium Freiburg sowie die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) vertreten. Sie koordiniert die Informations- und Kommunikationstätigkeiten im Zusammenhang mit dem Entsorgungsnachweis BE/HAA/LMA und dem weiteren Vorgehen, stellt die frühzeitige Information der politisch verantwortlichen schweizerischen und deutschen Behörden sicher und erarbeitet Vorschläge zur Information der interessierten Behörden.
- Das *Technische Forum Entsorgungsnachweis* dient der Entgegennahme, Diskussion und Beantwortung von technischen und wissenschaftlichen Fragen zum Entsorgungsnachweis und dessen Überprüfung, die von der Bevölkerung und von Gemeinwesen gestellt werden. Das Forum besteht aus Fachpersonen der überprüfenden Behörde (HSK) und Kommissionen (KSA und KNE), der betroffenen Kantone (ZH, SH, TG, AG) und des benachbarten Deutschlands, des Forums Opalinus, von KLAR! Schweiz sowie der Nagra. Die Sitzungsprotokolle, Fragen und Antworten werden laufend auf www.technischesforum.ch veröffentlicht.

Um es interessierten Bürgerinnen und Bürgern jederzeit zu ermöglichen, Fakten und Daten zum Entsorgungskonzept des Bundes und zum Entsorgungsnachweis sowie zum aktuellen Stand der Arbeiten der Behörden abzurufen, wurde die Internet-Plattform www.entsorgungsnachweis.ch eingerichtet.

Öffentliche Konsultation - Fragebogen als Arbeitshilfe

Das BFE ist daran interessiert zu erfahren, wie der Entsorgungsnachweis und dessen Überprüfung in der Öffentlichkeit beurteilt werden. Primär stellt sich die Frage, ob der Entsorgungsnachweis erbracht ist. Von Bedeutung ist weiter, wie das Verfahren sowie die Informationstätigkeit der Bundesbehörden und die Mitwirkungsmöglichkeiten beurteilt werden. Ein Fragebogen liegt diesem Bericht bei und bietet Unterstützung bei der Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis an. Er ist als Arbeitshilfe gedacht und erleichtert die Ordnung und Auswertung der Kommentare sowie eine gezielte Behandlung durch die Behörden. Die Fragen gliedern sich in Sach-, Verfahrens- und Beteiligungsfragen. Die Stellungnahmen können vom 13. September bis 12. Dezember 2005 an das Bundesamt für Energie, 3003 Bern, gesendet werden. Eine Einreichung auf elektronischem Weg ist ebenfalls möglich (www.entsorgungsnachweis.ch/stellungnahme). Das Ergebnis der Konsultation wird in den Antwortentwurf des BFE zum Entsorgungsnachweis zuhanden des Bundesrates einfließen.

6 Vorliegende Berichte, Stellungnahmen und Gutachten

Eine CD-ROM mit allen Dokumenten befindet sich auf der Innenseite des Umschlags. Die verschiedenen Berichte, Gutachten und Stellungnahmen können ebenfalls von www.entsorgungsnachweis.ch heruntergeladen werden. In den folgenden Kapiteln werden sie zusammengefasst; die Zusammenfassungen erheben jedoch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Inhaltlich massgebend sind die zu Grunde liegenden Berichte. Absicht des BFE ist es, dem Leser die aus seiner Sicht wichtigsten Punkte zu präsentieren. **Die Texte enthalten keine Wertungen oder Ergänzungen durch das BFE.** Die in den Kapiteln 6.1 bis 6.5 vorgestellten Unterlagen beziehen sich auf den Entsorgungsnachweis im eigentlichen Sinn.

6.1 Berichte der Nagra zum Entsorgungsnachweis

Das Projekt "Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente (BE), verglaste hochaktive (HAA) und langlebige mittelaktive Abfälle (LMA)" im Opalinuston des Zürcher Weinlands wurde von der Nagra im Dezember 2002 eingereicht. Damit wurden zwei Hauptziele verfolgt:

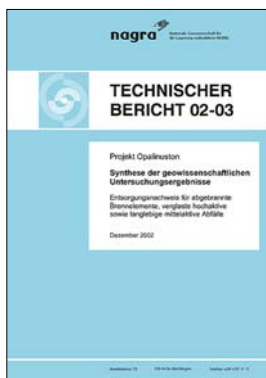
1. Entsorgungsnachweis für BE, HAA und LMA anhand eines Tiefenlagers im Opalinuston des Zürcher Weinlands. Drei Aspekte der Machbarkeit müssen nachgewiesen werden:
 - a. Ein geeigneter geologischer Standort für das Tiefenlager ist vorhanden (Standortnachweis),
 - b. der Bau, der Betrieb und der Verschluss des Tiefenlagers sind an einem solchen Standort möglich (Nachweis der bautechnischen Machbarkeit),
 - c. der Schutz vor den Risiken, die dem Abfall innewohnen, ist mit einem solchen Lager langfristig gewährleistet (Sicherheitsnachweis).
2. Schaffung einer Diskussions- und Entscheidungsgrundlage für die Weiterführung des schweizerischen Entsorgungsprogramms für hochaktive Abfälle.

Die Dokumentation für das Projekt Entsorgungsnachweis umfasst eine Reihe von Berichten, die den drei Elementen des Nachweises zugeordnet sind. Die höchste Ebene wird von den drei folgenden Berichten gebildet:

- Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse, NTB 02-03 (Standortnachweis), deutsch,
- Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers, NTB 02-02 (Nachweis der bautechnischen Machbarkeit), deutsch,
- Safety Report, NTB 02-05 (Sicherheitsnachweis), englisch.

Auf diese drei grundlegenden Werke beziehen sich die ersten fünf der nachfolgend aufgeführten Dokumente: ein zusammenfassender Überblick der Nagra und vier Berichte (NEA, HSK, KNE, KSA). Es folgen vier Berichte zum Auswahlverfahren (AkEnd, HSK 23/74, Nagra NTB 05-05, HSK-AN-5262) und die HSK-Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra.

NTB 02-03 Projekt Opalinuston – Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse (Technischer Bericht der Nagra)



Der Geosynthese-Bericht erbringt den Standortnachweis, indem er die Eignung des Wirtgesteins Opalinuston und seine genügende Ausdehnung im potenziellen Standortgebiet im Zürcher Weinland nachweist. Zusätzlich dokumentiert er die geowissenschaftlichen Grundlagen für die Abklärung der bautechnischen Machbarkeit und die Beurteilung der Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers im Opalinuston.

Der Geosynthese-Bericht ist somit das Fundament des gesamten Entsorgungsnachweises. Er vermittelt detaillierte geologische Kenntnisse über das potenzielle Standortgebiet.

Breites Untersuchungsprogramm

Der Opalinuston ist eine rund 180 Millionen Jahre alte marine Tonsteinformation. Er wurde in einem breit angelegten, schrittweisen Evaluations- und Einengungsverfahren 1994 als prioritäre Sediment-Wirtgesteinsoption bestimmt. Das Zürcher Weinland wurde als das Gebiet erster Priorität für standortbezogene Erkundungen ausgewählt. Gesucht worden war ein geologisch einfaches, tektonisch ruhiges Gebiet mit Opalinuston im Tiefenbereich von 400 bis 900 m.

Nach 1994 erfolgte eine detaillierte Charakterisierung des Wirtgesteins und des potenziellen Standortgebiets. Die Hauptpfeiler dieses Untersuchungsprogramms waren eine 3D-Seismikkampagne im Zürcher Weinland, eine Sondierbohrung in Benken, Experimente im Felslabor Mont Terri (JU) sowie regionale Vergleichsstudien an Opalinuston und Vergleiche mit ausländischen Tonvorkommen.

Opalinuston dichtet ab

Die wichtigsten Eigenschaften des ausgewählten Gebiets im Zürcher Weinland sind: Geologische Langzeitstabilität, günstige Wirtgesteinseigenschaften, genügende Ausdehnung des Wirtgesteinskörpers, Robustheit gegenüber Störeinflüssen, gute Explorierbarkeit und Prognostizierbarkeit.

Die abdichtende Eigenschaft des Opalinuston ist auf seine Mikrostruktur zurückzuführen. Das Porenwasser ist auf sehr viele, äusserst kleine Poren verteilt. Dadurch wird ein Transport von gelösten Stoffen

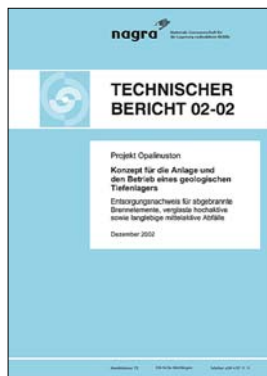
fen praktisch verhindert. Das heisst, dass weder Wasser von aussen eindringen kann, noch gelöste radioaktive Stoffe von der Lagerstätte nach aussen gelangen können. Im Opalinuston findet zudem eine Selbstabdichtung von Bruchstrukturen statt.

Für die Aufnahme eines Tiefenlagers von rund zwei Quadratkilometern Flächenbedarf stehen im potenziellen Standortgebiet 35 km² als ein Gebiet mit einer Wirtgesteinsmächtigkeit von mindestens 100 m zur Verfügung.

Anforderungen erfüllt

Die abschliessende Bewertung des Geosynthese-Berichts durch die Nagra lautet wie folgt: In ihrer Gesamtheit erfüllt die geologische Situation des Untersuchungsgebiets, einschliesslich der Wirtgesteins-eigenschaften, die Anforderungen an ein mögliches Standortgebiet. Es gibt keine geowissenschaftlichen Erkenntnisse, welche die Realisierung und Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers im Zürcher Weinland grundsätzlich in Frage stellen.

NTB 02-02 Projekt Opalinuston – Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers (Technischer Bericht der Nagra)



Der Anlage- und Betriebsbericht erbringt den Nachweis der bautechnischen Machbarkeit eines geologischen Tiefenlagers BE/HAA/LMA im Opalinuston des Zürcher Weinlands. Ebenfalls stellt er Unterlagen zur Führung des Langzeitsicherheitsnachweises bereit.

Dazu ist ein Anlagen- und Betriebskonzept erstellt worden, das es erlaubt, die Betriebsabläufe zu überblicken und die Betriebssicherheit abzuklären. Die Lageranlage soll so angelegt und betrieben werden, dass unzulässige radiologische Einwirkungen auf Mensch und Umwelt ausgeschlossen und konventionelle Unfälle möglichst vermieden werden. Die einzelnen Bauelemente und Anlagenteile, für die der Machbarkeitsnachweis geführt wird, wurden modellhaft als Baukastensystem zu einem in sich geschlossenen Gesamtprojekt zusammengefügt, das als Referenzprojekt präsentiert wird.

Geologie im Detail bekannt

Die geologischen Verhältnisse im Zürcher Weinland sind bereits heute so umfassend bekannt, dass die für den Bau eines geologischen Tiefenlagers geeignete Fläche klar abgegrenzt werden kann. Der Schichtverlauf des Wirtgesteins liegt auf wenige Meter genau vor und die Spannungsverhältnisse im Untergrund sind bekannt. Dies erlaubt, die untertägigen Anlagen optimal anzulegen. Das Raumangebot lässt für die Anordnung der Lagerzone verschiedene Optionen zu und es liegen genügend Raumreserven vor. Felsmechanische Berechnungen mit konkreten standortspezifischen Daten lassen den Schluss zu, dass alle baulichen Massnahmen im Opalinuston machbar sind.

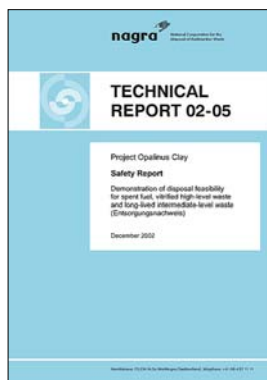
Rückholung machbar

Die im Kernenergiegesetz 2001 geforderte kontrollierte geologische Langzeitlagerung ist nach Ansicht der Nagra im Referenzprojekt vollumfänglich umgesetzt worden. Das Tiefenlager ist gegliedert in die Elemente Testlager, Pilot- und Hauptlager. Die Möglichkeit der Rückholung eingelagerter Abfälle – speziell von abgebrannten Brennelementen, die eine Energieressource darstellen – wurde überprüft. Die Rückholung ist mit heutiger Technik als standardisierter Ablauf machbar. Sie kann aber nicht unbemerkt erfolgen. Überwachungsmechanismen zur Vermeidung missbräuchlicher Verwendung spaltbaren Materials sind daher auf einfache Art möglich.

Im Rahmen der Sicherheitsanforderungen

Im Bericht werden folgende Schlussfolgerungen gezogen: Ein geologisches Tiefenlager BE/HAA/LMA für abgebrannte Brennelemente aus dem Betrieb schweizerischer Nuklearanlagen sowie für verglaste hochaktive und langlebige mittelaktive Abfälle vor allem aus der Wiederaufarbeitung kann im Opalinuston des Zürcher Weinlands mit heutiger Technologie im Rahmen der gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsanforderungen gebaut, betrieben, überwacht und innert einiger Jahre verschlossen werden. Die gesellschaftlichen Anforderungen nach Überwachung und Kontrolle, wie sie im Kernenergiegesetz formuliert sind, werden erfüllt. Die Rückholbarkeit der eingelagerten Abfälle ist ebenfalls gegeben. Raumreserven sind vorhanden und das Anlagen- und Betriebskonzept bietet eine hohe Flexibilität bei der Fortführung des Projekts.

NTB 02-05 Project Opalinus Clay – Safety Report (Technischer Bericht der Nagra)



Der Sicherheitsbericht erbringt den Nachweis der Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers für BE/HAA/LMA im Opalinuston des Zürcher Weinlands. Er bildet den Abschluss des Entsorgungsnachweises.

Die Langzeitsicherheit des geologischen Tiefenlagers im Opalinuston beruht auf dem System der mehrfachen Sicherheitsbarrieren:

- Das Lager wird im stabilen, tiefen Untergrund angelegt, fern der zivilisatorischen Tätigkeiten.
- Der Opalinuston, in dem die Lageranlagen angelegt werden, hat eine extrem geringe hydraulische Durchlässigkeit und eine homogene Porenstruktur. Die Selbstabdichtung von allfälligen Rissen unterbindet wirksam den Transport radioaktiver Stoffe und schützt die ingenieurmässig erstellten Sicherheitsbarrieren vor Umwelteinflüssen.
- Der Bentonit (ein natürliches Tonmaterial) als Verfüllmaterial zwischen Abfällen und Gestein mit ähnlichen Eigenschaften wie das umgebende Wirtgestein wirkt als sehr effiziente Transportbarriere und sorgt für ein geeignetes chemisches, thermisches und mechanisches Umfeld für die Abfallbehälter.
- Korrosionsbeständige Stahlbehälter mit hoher mechanischer Festigkeit, in welche die hochaktiven Abfälle und die abgebrannten Brennelemente eingebracht werden, stellen während mindestens 10'000 Jahren einen absoluten Einschluss der Abfallstoffe sicher.
- Die Einbettung der Abfallstoffe in eine korrosionsbeständige Grundmasse – die so genannte Abfallmatrix – trägt wirksam zu ihrer Rückhaltung bei.

Schlussfolgerungen der Sicherheitsanalyse

Der Safety Report hat mit seinen rund 500 Seiten den Umfang eines Telefonbuches. Die Nagra fasst ihre deutschsprachigen Schlussfolgerungen auf der Seite XXIII mit den folgenden Worten zusammen:

- Mit dem untersuchten Lagerprojekt im potenziellen Standortgebiet im Zürcher Weinland kann die sichere, dauernde geologische Tiefenlagerung von abgebrannten Brennelementen, verglasten hochaktiven Abfällen und langlebigen mittelaktiven Abfällen gewährleistet werden.
- Wie die quantitative Analyse zeigt, hat das erdwissenschaftlich untersuchte Gebiet im Zürcher Weinland Eigenschaften, welche die geforderte Sicherheit gewährleisten. Die Sicherheit ist für ein breites Spektrum von Szenarien gegeben, das so umfassend ist, dass alle realistischerweise anzunehmenden Fälle der künftigen Entwicklung des Lagersystems abgedeckt werden. In allen Fällen bleibt die

berechnete Strahlendosis unter den behördlichen Grenzwerten, in den meisten Fällen um mehrere Grössenordnungen.

- Das System hat sich als robust erwiesen, d.h. keine der derzeit noch vorhandenen Ungewissheiten bezüglich der Systementwicklung stellt die Sicherheit in Frage.
- Die felsmechanischen Eigenschaften des Gesteins und das gewählte bautechnische Projekt erlauben, das Lager so zu erstellen, zu betreiben, zu verfüllen und zu verschliessen, dass die Langzeitsicherheit gewährleistet ist.
- Die Informationsbasis für die gewählte Standortregion ist ausreichend gross und die geologische Situation wird ausreichend gut verstanden, um zuverlässige Aussagen zur Langzeitsicherheit zu machen. Insbesondere sind die Geometrie und die Struktur des Wirtgesteins und der umgebenden Schichten durch die durchgeführte hochauflösende 3D-Seismik gut bekannt und durch die Sondierbohrung Benken gut charakterisiert, und ein grosser Bereich ungestörten Wirtgesteins konnte nachgewiesen werden.
- Die Eigenschaften des Wirtgesteins konnten durch ausgedehnte Versuche im Felslabor Mont Terri und im Labor im Detail untersucht werden. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit denjenigen in der Sondierbohrung Benken. Die künftige geologische Entwicklung der Standortregion kann gut abgeschätzt werden, weil umfangreiche regionale erdwissenschaftliche Untersuchungen vorliegen und die allgemeine geologische Situation der Region vergleichsweise einfach ist.
- Die Kenntnisse der Abfälle und ihrer Eigenschaften sind ausreichend und beruhen auf mehr als 20 Jahren wissenschaftlicher Untersuchungen in der Schweiz und einer breiten internationalen Erfahrung. Dasselbe gilt für das System der technischen, ingenieurmässig erstellten Barrieren.

Zusammenfassender Überblick Projekt Opalinuston Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Nagra)



Dieser zusammenfassende Überblick der Nagra über ihren Entsorgungsnachweis beschreibt auf 20 Seiten den Inhalt des Projekts Opalinuston, seine Schlussfolgerungen und seine Einbettung in die Arbeiten zur nuklearen Entsorgung in der Schweiz. Farbige Illustrationen und der weitgehende Verzicht auf Fachwörter machen das Heft zu einer leserfreundlichen Einführung auch für Nicht-Fachleute.

Schlussfolgerungen der Nagra

Gestützt auf die ausgezeichneten Ergebnisse der geowissenschaftlichen Untersuchungen, das gewählte Konzept für die Anlage und den Betrieb des geologischen Tiefenlagers und die Resultate der Sicherheitsanalyse schlägt die Nagra dem Bundesrat vor, die zukünftigen Arbeiten für die Option "Entsorgung von BE/HAA/LMA" in der Schweiz auf den Opalinuston im Zürcher Weinland zu fokussieren. Dies wird im Sicherheitsbericht wie folgt begründet:

- In der Schweiz wurden im Verlauf des systematischen Einengungsverfahrens verschiedene potenzielle sedimentäre Wirtgesteine betrachtet. Der Opalinuston weist eine Reihe besonders günstiger Eigenschaften auf: sehr geringe Durchlässigkeit, gute Rückhalteeigenschaften, gutes Selbstabdichtungsvermögen, vernünftige Baueigenschaften und gute Explorierbarkeit.
- Die systematische Einengung möglicher Standortgebiete hat ergeben, dass das Zürcher Weinland eine Reihe günstiger Eigenschaften aufweist, wie geringe seismotektonische Aktivität, geeignete Tiefenlage des Opalinustons mit ausreichender ungestörter seitlicher Ausdehnung sowie Rahmengesteine mit ähnlich guten Eigenschaften wie das Wirtgestein.

- Das Projekt Entsorgungsnachweis zeigt, dass für das Referenzsystem im Opalinuston im Zürcher Weinland ein hohes Mass an Sicherheit erwartet werden kann, dass Bau, Betrieb und Verschluss des Lagers zuverlässig machbar sind und dass das geeignete Standortgebiet eine genügende Ausdehnung aufweist.

Weitere Untersuchungen vor dem Bau des Tiefenlagers

Bevor ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz realisiert werden kann, sind nach Ansicht der Nagra weitere Arbeiten nötig. Beispielsweise müssen die geologischen Untersuchungen vertieft, die endgültige Lagerauslegung festgelegt sowie die verschiedenen Bewilligungsverfahren durchlaufen werden. Vor dem Bau des Tiefenlagers ist insbesondere die Errichtung eines Felslabors im Wirtgestein am Lagerstandort geplant.

6.2 OECD/NEA Review der Sicherheitsanalyse

OECD/NEA Review Report: Die Sicherheit der geologischen Tiefenlagerung von BE, HAA und LMA in der Schweiz



Auf Ersuchen des Bundesamtes für Energie (BFE) hat die Kernenergieagentur (NEA) der Organisation für wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (OECD) eine internationale Expertenprüfung der Nagra-Langzeitsicherheitsanalyse vorgenommen. Hauptziel war eine unabhängige Bewertung der Qualität der von der Nagra vorgelegten Sicherheitsanalyse aus internationaler Sicht.

Der in englischer und deutscher Sprache vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der Expertenprüfung, die von einer internationalen Gruppe bestehend aus neun anerkannten Fachleuten durchgeführt wurde. Hauptgegenstand der Expertenprüfung war der Safety Report der Nagra NTB 02-05.

Der Bericht endet mit einer abschliessenden Erklärung der Expertengruppe. Diese hält zusammenfassend wörtlich fest:

- Die allgemeine Strategie zum Nachweis der Langzeitsicherheit ist gut durchdacht und klar dargestellt; sie ist in Übereinstimmung mit internationalen Überlegungen, was in einem Sicherheitsnachweis enthalten sein sollte.
- Die Sicherheitsfunktionen der verschiedenen Barrieren im Mehrfachbarrierensystem sind klar beschrieben und analysiert worden. Aufgrund seiner Eigenschaften spielt der Opalinuston im Zürcher Weinland mit seinem Beitrag zur Sicherheit eines Lagers eine herausragende Rolle, aber die anderen Komponenten des Mehrfachbarrierensystems tragen ebenfalls zur Sicherheit bei und stützen den Nachweis.
- Die Methodik, Modelle und Rechenprogramme, die für die Bewertung der Sicherheit verwendet wurden, sind vergleichbar mit jenen, die in anderen nationalen Programmen verwendet werden.
- Die wissenschaftliche Basis für die Modellierung der Prozesse und Barrierenfunktionen ist auf dem neuesten Stand von Forschung und Technik und ist für den Anwendungszweck geeignet.
- Die Eigenschaften, Ereignisse und Prozesse (FEPs), welche die Entwicklung des Lagersystems beeinflussen, sind klar dokumentiert; die Nagra hat einen detaillierten Vergleich mit der internationalen FEP-Datenbank der NEA vorgenommen, um sicherzustellen, dass sie genügend umfassend sind.

- Die in der Sicherheitsanalyse berücksichtigten Szenarien und Rechenfälle decken eine breite Auswahl an Möglichkeiten ab und sind genügend umfassend.
- Die Auswirkungen der mit den Daten und Modellen verbundenen Ungewissheiten auf die Sicherheit sind umfassend analysiert worden und solche Ungewissheiten sind im Sicherheitsnachweis auf geeignete Weise berücksichtigt worden.
- Die relevanten Phänomene und die wissenschaftliche Argumentation sind in der Dokumentation gut beschrieben.

Die internationale Expertengruppe ist beeindruckt von der Überzeugungskraft und Qualität des Sicherheitsnachweises der Nagra für die geologische Tiefenlagerung von BE, HAA und LMA im Opalinuston des Zürcher Weinlands. Der Sicherheitsbericht sollte in der bevorstehenden nationalen Debatte über die zukünftigen Phasen des schweizerischen Entsorgungsprogramms einen wichtigen Bestandteil der Diskussionsgrundlagen bilden. Falls der Entscheid gefällt würde, das schweizerische Entsorgungsprogramm auf den Opalinuston des Zürcher Weinlands auszurichten, müssten vor allem drei Themen näher untersucht werden:

Gasmigration: Im Tiefenlager wird Gas gebildet durch Eisenkorrosion und Abbau von organischem Material. Die Prozesse, welche die Gasmigration durch gering durchlässige Formationen bestimmen, sind kompliziert und das Verständnis solcher Prozesse ist nicht vollständig ausgereift. Der Nagra wird von der internationalen Expertengruppe empfohlen, ihre theoretischen und experimentellen Untersuchungen der Gastransportprozesse fortzusetzen.

Bentonitverfüllung: Die Nagra sieht vor, den Hohlraum zwischen den Abfallgebänden und der Stollenwand mit Bentonitgranulat zu verfüllen. Dieses kann zeitweise maximalen Temperaturen von über 100°C ausgesetzt sein. Gemäss der Expertengruppe ist das wissenschaftliche Verständnis der Eigenschaften von Bentonit, der erhöhten Temperaturen ausgesetzt war, noch nicht vollständig. Sie empfiehlt der Nagra, ihre Untersuchungen über das Verhalten der Bentonitgranulatverfüllung und die hohen Temperaturen weiterzuführen.

Rahmengesteine: Die Nagra hat die Barrieren gegen den Radionuklidtransport, die durch die Rahmengesteine über und unter dem Opalinuston gebildet werden, in ihren Referenzfall nicht einbezogen. Die Rahmengesteine sind aufgrund ihres guten Radionuklid-Rückhaltevermögens zusätzliche geologische Barrieren und bieten – im Falle eines lateralen Transports – eine sehr lange Transportdistanz bis an die Erdoberfläche. Die Expertengruppe ermutigt die Nagra zu weiteren Studien zur Charakterisierung dieser Schichten. Damit könnte u.a. das Verständnis der Transportpfade in die Biosphäre verbessert werden.

6.3 HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis



Die HSK kommt zum Gesamturteil, dass der gesetzlich geforderte Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle erbracht worden ist. Die HSK empfiehlt dem Bundesrat deshalb, dem Antrag der Nagra, von der Erfüllung der Auflagen zum Projekt Gewähr im zustimmenden Sinne Kenntnis zu nehmen und den Entsorgungsnachweis als erbracht zu genehmigen, zuzustimmen.

Der Bericht der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) trägt den Titel "Gutachten zum Entsorgungsnachweis der Nagra für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle". Der Entsorgungsnachweis besteht aus den drei Teilen Standort-, Machbarkeits- und Sicherheitsnachweis. Auf 268 Seiten legt die HSK dar,

dass die Nagra mit dem von ihr eingereichten Projekt Opalinuston jeden dieser drei Teilnachweise erbracht hat. Zu den einzelnen Teilnachweisen weist sie auf Aspekte hin, die im Hinblick auf die Realisierung eines Tiefenlagers im Opalinuston des Zürcher Weinlands einer eingehenderen Abklärung bedürfen.

Standortnachweis: Geeigneter Gesteinsbereich liegt vor

Nach Ansicht der HSK sind alle grundsätzlichen Anforderungen für den Standortnachweis erfüllt, namentlich

1. genügende Ausdehnung des Wirtgesteins,
2. geringe Durchlässigkeit,
3. ruhige Lagerung,
4. geeignete felsmechanische Eigenschaften,
5. geologische Langzeitstabilität,
6. keine Nutzungskonflikte mit Rohstoffen.

Nach eingehender Prüfung der in der Geosynthese der Nagra vorgelegten erdwissenschaftlichen Grundlagen kommt die HSK zum Schluss, dass der Standortnachweis im Rahmen des Entsorgungsnachweises erbracht ist. Die Nagra konnte laut HSK überzeugend nachweisen, dass im Zürcher Weinland in günstiger Tiefe ein genügend grosser Gesteinsbereich des Opalinustons mit den für die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers erforderlichen Eigenschaften vorliegt.

Für den Fall einer Fortführung des Projekts seien laut HSK folgende erdwissenschaftliche Datengrundlagen zu ergänzen und zu verfeinern:

- Die Rahmengesteine ober- und unterhalb des Opalinustons sollen detaillierter charakterisiert werden, damit das Einschlussvermögen dieser Schichten besser quantifiziert werden kann.
- Der hydrogeologische Datensatz soll erweitert und bestätigt werden und insbesondere auch die Rahmengesteine umfassen.
- Die Vorgänge der glazialen Tiefenerosion sollen eingehender abgeklärt werden, damit die Möglichkeiten der zukünftigen Auswirkungen durch Modellierungen besser eingegrenzt werden können.

Machbarkeitsnachweis: Lager kann in vorgesehener Tiefe errichtet werden

Gemäss der HSK ist die Realisierung eines geologischen Tiefenlagers unter den felsmechanischen Gegebenheiten im Opalinuston des Zürcher Weinlands in der vorgeschlagenen Tiefenlage machbar. Für die Erstellung der Untertagebauwerke liege eine breite Erfahrung aus dem Tunnel- und Bergbau vor. Die HSK sieht mehrere Aspekte betreffend Auslegung des Lagers und Vorgehensweise beim Bau, die eingehender abzuklären sind. Die aufgezeigten Abklärungen seien im Falle der Realisierung des Tiefenlagers vorzunehmen und könnten im Rahmen der nachfolgenden Planungsschritte bearbeitet werden.

Das von der Nagra vorgelegte Konzept für Bau, Betrieb, Überwachung und Verschluss eines geologischen Tiefenlagers erfüllt nach Ansicht der HSK die gesetzlichen Anforderungen und Vorgaben. Die Rückholung der eingelagerten Abfallbehälter ist nach Ansicht der HSK grundsätzlich machbar. Im Falle einer Realisierung des Projekts seien die genauen Betriebsabläufe, die Verfüll- und Verschlussarbeiten sowie das Vorgehen zur Rückholung der Abfälle detaillierter zu erarbeiten.

Zusammenfassend kommt die HSK zum Schluss, dass der Machbarkeitsnachweis für das geologische Tiefenlager im Opalinuston des Zürcher Weinlands für die angegebene Referenztiefe von etwa 650 m erbracht ist.

Sicherheitsnachweis: Geringe Strahlendosis bestätigt

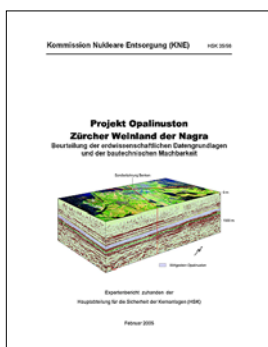
Laut HSK hat die Nagra überzeugend aufgezeigt, dass der geforderte langfristige Schutz von Mensch und Umwelt mit dem beschriebenen Lagersystem erbracht werden kann. Die Methodik, die sie zum Nachweis der Langzeitsicherheit angewendet hat, entspreche dem Vorgehen, das sich international etabliert hat. Die Ergebnisse der Sicherheitsanalyse zeigten, dass keine schädlichen radiologischen Auswirkungen aus dem Tiefenlager zu erwarten sind. Die errechnete Strahlendosis bleibe weit unter dem Schutzziel von 0,1 mSv (Millisievert) pro Jahr. Anhand ihrer eigenen Berechnungen bestätigt die HSK, dass auch unter sehr pessimistischen Annahmen keine Strahlendosis ermittelt wird, die das Schutzziel verletzen würde.

Die Anforderungen an die Langzeitsicherheit aus der Kernenergiegesetzgebung und aus der Richtlinie HSK-R-21 seien somit erfüllt. Nach eingehender Prüfung der vorgelegten Unterlagen schliesst die HSK, dass der geforderte Sicherheitsnachweis im Rahmen des Entsorgungsnachweises erbracht ist: Die Nagra habe gezeigt, dass im gewählten Wirtgestein Opalinuston, mit den aufgrund von Sondierbefunden nachgewiesenen geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften und mit den vorgesehenen technischen Barrieren, die Langzeitsicherheit des Tiefenlagers gewährleistet ist.

Im Falle der Fortführung des Projekts hinsichtlich Realisierung eines Tiefenlagers seien mehrere Aspekte eingehender abzuklären. Das betreffe insbesondere folgende Punkte:

- Endlagerbehälter: Die Dichtheitskontrolle am beladenen Behälter, die mechanische Festigkeit der Brennelemente-Behälter, die Auswirkungen einer korrosionsbedingten Volumenzunahme sowie die Möglichkeit einer stärkeren Sulfidkorrosion sind weiter zu untersuchen.
- Bentonitverfüllung: Das Verhalten des Bentonits bei hohen Temperaturen, die beim Gasdurchbruch auftretenden Phänomene sowie die Materialeigenschaften des Bentonitgranulats bedürfen weiterer Abklärungen.
- Auswirkungen der Gasproduktion: Die Vorgänge, die zur Produktion von Gas im Tiefenlager, hauptsächlich aber zur Abfuhr des entstehenden Gases durch die Bentonit- bzw. Zementverfüllung und durch den Opalinuston führen, müssen eingehender untersucht werden.

6.4 KNE-Expertenbericht zum Entsorgungsnachweis



Die Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) kommt in ihrem Expertenbericht mit dem Titel "Projekt Opalinuston Zürcher Weinland der Nagra" zum Schluss, dass der Standortnachweis erbracht wurde und der Bau des Lagers machbar ist. Sie formuliert einige offene Fragen, Kritikpunkte und Anregungen, die im Falle der Fortführung des Projekts geklärt werden müssten.

Die KNE ist eine Subkommission der Eidgenössischen Geologischen Kommission und berät die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK in wichtigen erdwissenschaftlichen Fragen der nuklearen Entsorgung. Die Kommission umfasst acht Mitglieder, vornehmlich aus dem Hochschulbereich, welche die verschiedenen in der geologischen Tiefenlagerung relevanten erdwissenschaftlichen Fachdisziplinen abdecken. Im vorliegenden Gutachten nehmen sieben KNE-Mitglieder zu den geologischen und eines zu den bautechnischen Aspekten des Projektes Opalinuston Stellung.

Die KNE kommt nach Prüfung der erdwissenschaftlichen Datengrundlagen zum Schluss, dass der Standortnachweis mit dem Projekt Opalinuston erbracht ist. Die geologischen Annahmen, welche die Nagra bei der Entwicklung der Szenarien für den Nachweis der Langzeitsicherheit getroffen hat, basieren laut der Kommission auf sorgfältig zusammengetragenen und nachvollziehbaren Daten. Diese seien entsprechend dem Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse ausgewertet und interpretiert worden. Wo eine ausreichende Datenbasis heute noch fehle, habe die Nagra konservative Annahmen getroffen.

Gebiet tektonisch ruhig

Die Tektonik des Zürcher Weinlands wurde nach Ansicht der KNE von der Nagra sorgfältig und umfassend untersucht. Im Zentrum des Untersuchungsgebietes, wo der Opalinuston in einer Tiefe von 600 bis 750 m liegt, lasse sich ein rund 15 km² grosser Bereich mit ruhigen Lagerungsverhältnissen abgrenzen. Die Daten über die geologische Entwicklungsgeschichte liessen keine Vorgänge erkennen, die in der nächsten Million Jahre eine Erosion der Barrieregesteine des Tiefenlagers in diesem Gebiet bewirken könnten.

Opalinuston schliesst Wasser seit Jahrtausenden ein

Wie die KNE weiter schreibt, ist der Opalinuston im Zürcher Weinland recht einheitlich ausgebildet und um 110 m mächtig. Seine Gesteinseigenschaften seien hinsichtlich seiner Eignung zur Lagerung radioaktiver Abfälle als günstig zu beurteilen. Der hohe Tongehalt und die feinen Korngrössen haben geringe hydraulische Durchlässigkeiten zur Folge und bestimmten das günstige Selbstabdichtungs- sowie das hohe Einschlussvermögen des Opalinustons. Hydrochemische Untersuchungen an Bohrkernen zeigten, dass es sich bei den Porenwässern im Opalinuston um schichtgebundenes Formationswasser handelt, welches über Millionen von Jahren hinweg eingeschlossen blieb. Dieses Wasser widerspiegeln in seiner chemischen Zusammensetzung noch Anteile des ursprünglichen Meerwassers, in dem die Sedimente vor rund 180 Millionen Jahren abgelagert wurden.

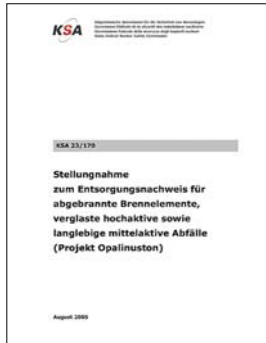
Offene Fragen bestünden vor allem im Zusammenhang mit den Veränderungen, welche im Opalinuston durch die baulichen Eingriffe und die durch die Abfalleinlagerung induzierten chemischen und physikalischen Prozesse ausgelöst werden. Dabei geht es um Eigenschaften und Verhalten der Bentonit-Barriere und um Prozesse im Grenzbereich zwischen diesem Verfüllmaterial und dem Opalinuston. Diese Fragen müssten gemäss KNE im Rahmen eines untertägigen Felslabors geklärt und die Datenbasis vervollständigt werden.

Auslegung der Anlage kann optimiert werden

Die KNE hat auch das Konzept und die bautechnische Machbarkeit des geologischen Tiefenlagers überprüft. Sie kommt zum Schluss, dass der Bau des Lagers in der vorgeschlagenen Tiefenlage von 650 m unter den felsmechanischen Gegebenheiten im Opalinuston machbar ist. Die KNE wirft Fragen und Kritikpunkte auf, die im Rahmen der nachfolgenden Bearbeitungsstufen gelöst werden können und die grundsätzliche Machbarkeit nicht in Frage stellen.

Die vorgeschlagene Auslegung der Anlage beurteilt die KNE als zweckmässig. Optimierungsansätze bestehen nach ihrer Ansicht in der Linienführung des Zugangstunnels und in einer Verknüpfung des Zugangstunnels mit dem Lüftung- und Bauschacht auf verschiedenen Tiefenlagen. Beim Pilotlager wird das Auffahren eines dritten Stollens empfohlen, um im Zuge der späteren Überwachung mögliche Überlagerungseffekte besser beurteilen zu können. Die Dimensionen der von der Nagra vorgeschlagenen Tunnel-, Stollen- und Schachtquerschnitte sind laut KNE für die Bau- und Betriebsphase eher knapp bemessen. Sie sollten in einer nachfolgenden Planungsphase nochmals evaluiert werden, schreibt die KNE.

6.5 KSA-Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis



In ihrer gut 100-seitigen Stellungnahme kommt die KSA zum Schluss, dass der Entsorgungsnachweis für BE/HAA/LMA in einem geologischen Tiefenlager in der Schweiz erbracht ist. Bei weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten vor allem alternative Werkstoffe für die Abfallbehälter untersucht werden.

Die Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) ist eine ausserparlamentarische Kommission des Bundes. Sie berät den Bundesrat und das UVEK in Belangen der technischen Sicherheit und des Strahlenschutzes bei Kernanlagen sowie der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Die Kommission wird von Prof. Dr. Walter Wildi von der Universität Genf präsiert. Sie setzt sich aus 13 Sachkundigen auf den einschlägigen Gebieten von Wissenschaft

und Technik zusammen.

Alternative zum Stahlbehälter gesucht

Die KSA nimmt zum eingereichten Entsorgungsnachweis sowie zum zugehörigen Gutachten der HSK und weiteren Expertisen Stellung. Sie kommt zum Schluss, dass der Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle in einem geologischen Tiefenlager in der Schweiz erbracht ist. Im Hinblick auf die Weiterführung des Programms bestehe Bedarf für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten; von besonderer Bedeutung sei dabei die Frage der für die Abfallbehälter verwendeten Werkstoffe.

Die entsprechende Empfehlung 3-3 der KSA lautet wie folgt: "Um eine Gefährdung der Barrierenwirkung des Opalinustons durch die Gasentwicklung infolge Korrosion der Stahlbehälter zu vermeiden, sollen alternative Behälterwerkstoffe und/oder Behälterkonzepte evaluiert werden und die Auswirkungen der über längere Zeit erhöhten Temperatur auf das Transportverhalten des Opalinustons und des Bentonits untersucht werden."

Die KSA empfiehlt, die Fragen und Empfehlungen, welche durch HSK, NEA, KNE und KSA in ihren Gutachten, Expertisen und Stellungnahmen aufgeworfen werden, aufzunehmen. Sie sollen in einem umfassenden Forschungs- und Entwicklungsprogramm im Rahmen der Weiterführung des Programms zur Entsorgung der BE/HAA/LMA weiter verfolgt werden. Zusätzlich macht die KSA zu grundsätzlichen Aspekten der Entsorgung der radioaktiven Abfälle Empfehlungen, welche beim weiteren Vorgehen berücksichtigt werden sollen.

Kein Kommentar zum potenziellen Standort

Neben ihrem Antrag, den Entsorgungsnachweis als erbracht zu genehmigen, hatte die Nagra den Bundesrat ebenfalls ersucht, der Fokussierung künftiger Untersuchungen auf den Opalinuston und das potenzielle Standortgebiet im Zürcher Weinland zuzustimmen. Zu diesem zweiten Antrag nimmt die KSA im heutigen Zeitpunkt nicht Stellung. Sie verweist auf die bundesrätliche Position, wonach die Standortwahl für ein Lagerprojekt in einem transparenten Verfahren im Rahmen eines Sachplans nach Raumplanungsgesetz erfolgen soll.

6.6 AkEnd-Stellungnahme zum Auswahlverfahren



Eine vom deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) beauftragte deutsche Expertengruppe stellt dem Verfahren zur Auswahl des Opalinustons im Zürcher Weinland insgesamt ein gutes Zeugnis aus. Das BMU kann sich dieser Auffassung nicht anschliessen und veröffentlichte eine eigene Stellungnahme.

Die geologischen Untersuchungen der Nagra im Zürcher Weinland im Hinblick auf den Entsorgungsnachweis haben bei den grenznahen deutschen Gemeinden zu Besorgnis geführt. Es wurde sogar der Verdacht erhoben, der Standort sei wegen seiner Nähe zur Grenze gewählt worden. Auf Wunsch dieser Gemeinden beauftragte das Bundesministerium 1999 eine unabhängige deutsche Expertengruppe – den Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) – mit der Prüfung des schweizerischen Verfahrens, das zur Wahl des Opalinustons im Zürcher Weinland geführt hatte.

Auswahl gerechtfertigt

In seiner Stellungnahme kommt der AkEnd zum folgenden Schluss: "Insgesamt gesehen erfüllt das Schweizer Auswahlverfahren die Anforderungen, die international an ein solches Verfahren gestellt werden. Die unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit getroffene Auswahl des Zürcher Weinlandes als bevorzugte Option für ein HAA/LMA-Tiefenlager in der Schweiz ist als gerechtfertigt anzusehen. Der Vorwurf, die Grenznähe des Zürcher Weinlandes wäre Antrieb für die Auswahl gewesen, ist zurückzuweisen."

Bei der Beurteilung des Auswahlverfahrens ist laut AkEnd zu berücksichtigen, dass es vor gut 20 Jahren begonnen wurde. Damals gab es keine international allgemein verfolgte Vorgehensweise zur Standortauswahl im Sinne einer "guten internationalen Praxis". Zur Entwicklung international angewandter Verfahrensregeln sei es bis heute nicht gekommen.

Gemäss AkEnd hat das schweizerische Auswahlverfahren insgesamt durch schrittweise Einengung zu dem letztlich gewählten Wirtgestein Opalinuston und zur möglichen Standortregion Zürcher Weinland geführt. Die Konzeptentwicklung wurde einbezogen und die möglichen Wirtgesteinsformationen in der Schweiz wurden betrachtet. Die Forderungen nach breiter Anlage der Standortsuche und sukzessiver Einengung sind laut AkEnd damit erfüllt.

Auf das Gesamtergebnis des Auswahlverfahrens hätte sich das Fehlen eines vorab festgelegten systematischen Einengungsprozesses im Vorfeld des Kristallinprogramms nicht nachteilig ausgewirkt, da im Laufe des weiteren Verfahrens letztlich alle Wirtgesteinsoptionen und Regionen der Schweiz betrachtet worden seien.

Empfehlungen des AkEnd

Aus heutiger Sicht wäre es laut AkEnd für die Nachvollziehbarkeit des Verfahrens durch Aussenstehende vorteilhaft gewesen, wenn vorab eine verbindliche Verfahrensstruktur mit definierten Meilensteinen zur öffentlichen Diskussion von Zwischenergebnissen und des weiteren Vorgehens festgelegt worden wäre. Die AkEnd-Stellungnahme mündet deshalb in zwei Empfehlungen:

1. Die Unklarheiten hinsichtlich der Begründungen für bestimmte Entscheidungen und der Umsetzung von Verfahrensanregungen durch die Nagra erschweren das Nachvollziehen des Verfahrens durch nicht unmittelbar Beteiligte. Sie sollten durch eine zusammenfassende Darstellung des Ver-

fahrensablaufes mit den Begründungen für die getroffenen Entscheidungen in einem Kurzbericht für die allgemeine Öffentlichkeit beseitigt werden. Dabei sollte insbesondere auf den Stellenwert von Reserveoptionen im weiteren Entscheidungsprozess eingegangen werden.

2. Die Unschärfen bzw. Veränderungen in der Zielsetzung des Auswahlverfahrens wirken sich auf die Verfahrenstransparenz und die Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen nachteilig aus. Die verantwortlichen Institutionen sollten daher insbesondere die deutsche Öffentlichkeit über die genauen Ziele des Auswahlverfahrens ("modellhafter" Standortnachweis oder/und Auswahl eines konkreten Endlagerstandortes) und seine möglichen Konsequenzen unterrichten und gezielt in die weiteren Verfahrensschritte einbeziehen. Dabei ist auch auf die technischen und rechtlichen Unterschiede zwischen schweizerischen und deutschen Bewilligungs- bzw. Genehmigungsverfahren hinzuweisen. Hieran sollten sich auch die zuständigen deutschen Institutionen beteiligen.

Schweizer Behörden begrüßen Stellungnahme

Die Stellungnahme der deutschen Expertengruppe wurde von den schweizerischen Bundesbehörden begrüßt und die Empfehlungen zur Kenntnis genommen. Mit dem internationalen Übereinkommen hat sich die Schweiz zu Konsultationen der benachbarten Länder verpflichtet. Mittlerweile wurde das Auswahlverfahren Opalinuston durch die Nagra und die HSK in je einem Bericht für die Öffentlichkeit (vgl. 6.8 "Optionenbericht" und 6.9 "Historischer Abriss") dokumentiert. Das Standortauswahlverfahren für geologische Tiefenlager wird zudem in einem Sachplan festgelegt. Bei diesem Prozess werden sich schweizerische und deutsche Behörden und die Bevölkerung beteiligen können.

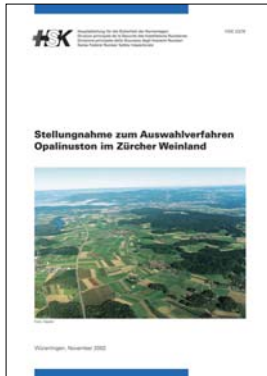
Stellungnahme des BMU zur AkEnd-Stellungnahme

"Die AkEnd-Stellungnahme spiegelt nicht die Auffassung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wieder. Sie darf nicht als deutsche Position zur Schweizer Endlagerauswahl missverstanden werden." Dies schreibt das BMU in einer eigenen Stellungnahme, die es im März 2003 zusammen mit der AkEnd-Stellungnahme von April 2002 veröffentlichte.

Insgesamt ist laut BMU vor dem Hintergrund des vom AkEnd selbst entwickelten Standards (für ein deutsches Auswahlverfahren) die Feststellung in der AkEnd-Stellungnahme zu Benken nicht nachvollziehbar, die unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit getroffene Auswahl des Zürcher Weinlandes als bevorzugte Option für ein Endlager sei als gerechtfertigt anzusehen. Vielmehr unterstützte das BMU die Forderung der grenznahen deutschen Gemeinden nach einer Entscheidung für eine Standortregion auf der nachvollziehbaren Basis der im gleichen Tiefgang erfolgten Prüfung mehrerer Alternativen. Für die sicherheitsgerichtete Auswahl einer Standortregion müsse dargelegt werden, dass eine kostengünstiger explorierbare Option keine Sicherheitsnachteile gegenüber einer gegebenenfalls kostenintensiver zu erkundenden Option hat. Das BMU würde es begrüßen, dass den Beteiligungsinteressen auch der deutschen Gemeinden an einer Auswahlentscheidung mit so weit reichenden Folgen gerecht wird.

Laut BMU spielen in der Diskussion über die Endlagerproblematik der Fortbestand bzw. die Beendigung der Kernenergienutzung eine erhebliche Rolle. Es müsse unterschieden werden zwischen der Endlagerung als Teil der Erblast eines Einstiegs in die Atomenergie und einem Entsorgungsnachweis, der dazu diene, die weitere Produktion von Atommüll zu legitimieren. Im zweiten Fall fehle nach den deutschen Erfahrungen eine wichtige Voraussetzung für Standortentscheidungen zur Endlagerung im gesellschaftlichen und insbesondere im grenzüberschreitenden Konsens.

6.7 HSK-Stellungnahme zum Auswahlverfahren



Wegen der unterschiedlichen rechtlichen, politischen und sachlichen Situationen in Deutschland und in der Schweiz unterscheidet sich auch die Vorgehensweise bei der Suche nach einem möglichen Standort für die geologische Tiefenlagerung der hochradioaktiven Abfälle. Die HSK beleuchtet diese Unterschiede, um das Auswahlverfahren und die Stellungnahme des AkEnd dazu in das richtige Umfeld zu legen. Das ist der Gegenstand des 14-seitigen Berichts mit dem Titel "Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland", welche im November 2002 veröffentlicht wurde.

Es werden zunächst als Vergleichsbasis die Situation in Deutschland und anschliessend die Rahmenbedingungen in der Schweiz sowie das schweizerische Entsorgungsprogramm dargestellt. Der Stellenwert und die Zielsetzung des Auswahlverfahrens werden beschrieben. Das Urteil des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) wird dargelegt und kommentiert. Zu den vom AkEnd abgegebenen Empfehlungen wird aus Sicht der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) Stellung genommen. Schliesslich werden die Folgerungen aus den dargelegten Beurteilungen gezogen.

Komplementäre Zielsetzungen

Der AkEnd stellt im Auswahlverfahren eine Inkonsistenz im Hinblick auf die in den einzelnen Phasen verfolgten Ziele fest. Er unterscheidet zwischen zwei Zielsetzungen:

1. Identifizierung eines Standorts für die Errichtung eines Tiefenlagers,
2. Führung des Standortnachweises im Rahmen des Entsorgungsnachweises.

Zwischen diesen beiden Zielsetzungen bestünden erhebliche Unterschiede. In einer frühen Phase der Konzeptentwicklung sei die Identifizierung eines Lagerstandorts aufgenommen worden. Später, im Projekt Gewähr 1985, sei dann der Standortnachweis anhand eines Modellstandorts in den Vordergrund getreten. In der jetzigen Phase seien diese beiden Zielsetzungen zusammengeführt worden.

Die HSK sieht darin keinen Widerspruch, da diese Zielsetzungen aufeinander aufbauen und komplementär sind. Bei dem beschriebenen Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland ging es um die Festlegung eines Wirtgesteins und einer Region zur Durchführung vertiefter erdwissenschaftlicher Untersuchungen im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung. Das festgelegte Wirtsgestein in der ausgewählten Region muss sich deshalb für die Errichtung eines geologischen Tiefenlagers potenziell eignen.

Im Hinblick auf die Realisierung des Lagers wäre in einem späteren, vom Entsorgungsnachweis unabhängigen Verfahren ein Standort auszuwählen. Die Eignung dieses Standorts für ein Tiefenlager müsste durch eine untertägige Erkundung bestätigt werden. Die bereits vorliegenden Erkenntnisse würden naturgemäss in die Erwägungen zur Wahl des effektiven Lagerstandorts einfließen. Das wäre aber Gegenstand eines neuen Verfahrens und eines weiteren Bewilligungsschritts. Falls diese Standortwahl auf das Zürcher Weinland fällt, würden die bisherigen Ergebnisse auch zur Planung des umfangreichen untertägigen Erkundungsprogramms dienen, das zur umfassenden Standortcharakterisierung erforderlich ist.

Einbezug der deutschen Öffentlichkeit

Der AkEnd empfiehlt, dass die deutsche Öffentlichkeit gezielt in die weiteren Verfahrensschritte einbezogen wird. Hieran sollten sich auch die zuständigen deutschen Institutionen beteiligen.

Die HSK teilt dieses Anliegen des AkEnd. Sie stellt fest, dass der Einbezug der deutschen Öffentlichkeit besonders bei grenznahen Projekten mit den schweizerischen gesetzlichen Bestimmungen gewährleistet ist. Diese verlangen den Einbezug der Öffentlichkeit in die Bewilligungsverfahren. Besonders bei grenznahen Projekten werden der ausländischen Öffentlichkeit dieselben Rechte wie der schweizerischen eingeräumt. Die deutsche Öffentlichkeit wird somit in allfällige weitere Verfahrensschritte hinsichtlich eines Lagers im Zürcher Weinland einbezogen.

6.8 Optionenbericht der Nagra



Der Optionenbericht wurde von der Nagra auf Veranlassung des UVEK als eine der Entscheidungsgrundlagen für das weitere Vorgehen im HAA-Programm erstellt. Der Bericht zeigt, welche Grossräume in der Schweiz aus geologischer Sicht für ein HAA-Tiefenlager in Betracht zu ziehen sind, welche Wirtgesteine darin vorkommen und welches die möglichen Gebiete sind. Die Beurteilung ergibt, dass das Wirtgestein Opalinuston gegenüber den anderen möglichen Wirtgesteinen – dem Kristallin und den Tongesteinen der Unteren Süsswassermolasse – sicherheitstechnisch geologische Vorteile aufweist.

Die Nagra hat für den Entsorgungsnachweis umfangreiche Abklärungen über das Wirtgestein Opalinuston und das potenzielle Standortgebiet Zürcher Weinland durchgeführt. Die Wahl des Opalinustons und des Zürcher Weinlands als Untersuchungsgebiet resultierte aus einer geologisch-sicherheitsorientierten Optimierung. Diese erfolgte im Rahmen des langjährigen Nagra-Programms durch schrittweise Zurückstellung von grundsätzlich möglichen Optionen, die in der Gesamtbewertung von der Nagra als nachrangig eingestuft wurden. Das Auswahlverfahren wurde von den Sicherheitsbehörden des Bundes eng begleitet.

Der Optionenbericht zeigt auf, welche Möglichkeiten für die geologische Tiefenlagerung der abgebrannten Brennelemente (BE), verglasten hochaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (HAA) und langlebigen mittelaktiven Abfälle (LMA) vorhanden sind. Er fasst den geologischen Kenntnisstand zusammen und macht eine Auslegeordnung der Möglichkeiten aus sicherheitstechnisch-geologischer Sicht. Nicht-geologische Fragen wurden bewusst ausgeklammert. Die Auslegeordnung beruht auf dem breit abgestützten aktuellen Stand der akademischen und der praxisorientierten erdwissenschaftlichen Forschung sowie den projektspezifisch von der Nagra in den letzten 30 Jahren erarbeiteten Kenntnissen. Sie beschreibt die von der Nagra betrachteten Optionen.

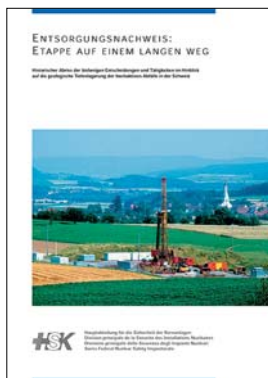
Die zusammenfassende Beschreibung und Beurteilung der möglichen Wirtgesteine und Gebiete erfolgt anhand von Merkmalen, welche die Erfahrungen in der Schweiz und im Ausland berücksichtigen und der internationalen Praxis entsprechen. Die Beurteilung gibt der Sicherheit höchste Priorität und beschränkt sich daher auf die entsprechenden geologischen Merkmale. Sie führt zu folgenden Resultaten:

1. Aus Gründen der erforderlichen Langzeitstabilität und der einfacheren Verhältnisse wird der geologisch-tektonische Grossraum der Mittelländischen Molasse und des nord-östlichen Tafeljuras bevorzugt.
2. Innerhalb dieses Grossraums sind verschiedene Wirtgesteine und Gebiete vorhanden, welche – mit auf die geologischen Bedingungen abgestimmten technischen Barrieren – die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers für BE/HAA/LMA prinzipiell gewährleisten können.

3. Der erreichte Kenntnisstand ermöglicht es, die relevanten Unterschiede zwischen den Wirtgesteinen und Gebieten aufzuzeigen. Die Beurteilung der Unterschiede zwischen den grundsätzlich möglichen Wirtgesteinen führt zum Schluss, dass der Opalinuston gegenüber den anderen möglichen Wirtgesteinen (Kristallin, Tongesteine der Unteren Süsswassermolasse) sicherheitstechnisch-geologische Vorteile aufweist.
4. Für das von der Nagra bevorzugte Wirtgestein Opalinuston gibt es neben dem Zürcher Weinland weitere Gebiete, die grundsätzlich für ein Tiefenlager für BE/HAA/LMA in Frage kommen könnten: Nördlich Lägeren, Bözberg und Jurasüdfuss.

Eine vergleichende Bewertung von potenziellen Standortgebieten in Hinblick auf die Festlegung eines Standorts für die Vorbereitung eines Rahmenbewilligungsgesuchs hat auch raumplanerischen und sozio-ökonomischen Aspekten Rechnung zu tragen; sie ist dem vom Bund zu erarbeitenden "Sachplan Geologische Tiefenlager" vorbehalten.

6.9 HSK-Bericht zum historischen Abriss



In ihrem 20-seitigen Bericht zum historischen Abriss erklärt die HSK, weshalb für den Entsorgungsnachweis das Zürcher Weinland gewählt wurde, ohne diese Wahl zu rechtfertigen. Farbig illustriert und leicht lesbar, ist diese Broschüre für ein breites Publikum gedacht.

Einwohnerinnen und Einwohner des Zürcher Weinlands stellen sich selbst und den Behörden die berechtigte Frage: "Warum gerade bei uns?" Die HSK dokumentiert in dem Bericht deshalb die Entscheidungen im Zusammenhang mit der nuklearen Entsorgung. Zunächst wird kurz erklärt: Um was geht es bei der Entsorgung? Wie können radioaktive Abfälle entsorgt werden? Was sind die Grundzüge der geologischen Tiefenlagerung? Auch der gesetzliche Rahmen wird gesteckt: Was soll der Entsorgungsnachweis? Wer ist für was zuständig? Was sind die gesetzlichen Anforderungen?

Durchkreuzte Hoffnung auf geeignete Kristallinscholle

Der Hauptteil der Broschüre ist dem historischen Abriss gewidmet. Wie ihm zu entnehmen ist, beschloss die Nagra 1979, für hochaktive Abfälle die Option Kristallin (Gneis, Granit) mit erster Priorität zu verfolgen. Erdwissenschaftliche Erkundungen brachten jedoch 1983 eine Überraschung: Das kristalline Grundgebirge der Nordschweiz ist von einem 10 km breiten und mindestens 40 km langen Trog durchschnitten, der mit Sedimentgesteinen des Erdaltertums (Perm, Karbon) gefüllt ist.

Damit erwies sich die regionale Geologie des kristallinen Grundgebirges als komplexer als angenommen. Die Gesteinseigenschaften und die hydrogeologischen Verhältnisse, die in den Bohrungen ermittelt wurden, waren schwer auf ein ausgedehntes Gesteinsvolumen zu übertragen. So hat denn der Bundesrat 1988 die Ausdehnung der Untersuchungen auf Sedimentgesteine verlangt.

Auswahlverfahren führte zum Opalinuston

Der Abriss zeigt, wie die Nagra in einem breit angelegten, schrittweisen und systematischen Auswahl- und Entscheidungsprozess zu ihren Schlussfolgerungen gekommen ist. Die zuständigen Behörden (HSK und KNE) haben der Wahl des Opalinustons als Wirtgestein und der Abgrenzung des Zürcher Weinlands als Untersuchungsregion im Frühjahr 1994 zugestimmt. Die Nagra reichte im November 1994 das Gesuch für die Sondierbohrung Benken ein. Vier Jahre später, nachdem die Untersuchungen der 3D-Seismik im Zürcher Weinland vorlagen, stellte sie das Kristallin als Reserve-Option zurück.

Die Nagra hat am 20. Dezember 2002 mit dem Projekt Opalinuston den gesetzlich verlangten Entsorgungsnachweis eingereicht. Bei der Überprüfung des Projekts wendeten die zuständigen Bundesorgane (HSK, KSA und KNE) im Voraus definierte Beurteilungskriterien an.

6.10 HSK-Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra



Die Schlussfolgerung der HSK in ihrer Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra aus dem Jahre 1994 lautet wie folgt: "Auch wenn das kristalline Grundgebirge der Nordschweiz eine sichere geologische Tiefenlagerung der hochaktiven Abfälle ermöglichen kann, wird es schwierig sein, die Sicherheit eines Lagers an einem konkreten Standort belastbar nachzuweisen."

"Ob im Untersuchungsgebiet eine geeignete, genügend grosse Kristallinscholle zur Aufnahme eines Endlagers vorhanden ist und gegebenenfalls auch gefunden werden kann, lässt sich mit den heute vorliegenden Befunden noch nicht beurteilen. Selbst wenn die gesuchte Kristallinscholle existiert, dürfte die Standortsuche schwierig, zeitraubend und aufwändig sein. Die schwer prognostizierbare, heterogene Struktur des Grundgebirges wird

eine grosse Zahl von Sondierbohrungen erforderlich machen, die unerwünschte, für den Standort abträgliche Perforationen des Wirtgesteins mit sich ziehen". Diese Aussage der HSK zum Projekt Gewähr aus dem Jahr 1985 gilt laut HSK unverändert heute noch.

Hochwertige Sicherheitsanalyse

Mit der Sicherheitsanalyse Kristallin-I hatte die Nagra eine abschliessende Auswertung der Untersuchungen im kristallinen Grundgebirge der Nordschweiz präsentiert. Die HSK hat diesen Bericht überprüft und ihre Schlussfolgerungen 2004 veröffentlicht. Generell stellt die HSK fest, dass die Nagra eine hochwertige Sicherheitsanalyse erarbeitet hat, die sich auf eine gut dokumentierte Synthese der erdwissenschaftlichen Kenntnisse abstützt. Die HSK weist auf offene Fragen hin, die beantwortet werden müssten, falls die Option Kristallin weiter verfolgt wird. Die HSK nimmt auch zu methodischen Fragen sowie zu den technischen Barrieren Stellung; die diesbezüglichen Aussagen sind auch auf andere Tiefenlagerprojekte anwendbar.

Sondierbohrungen brachten Überraschung

In den Jahren 1982 bis 1989 wurden in der Nordschweiz sieben Sondierbohrungen in das kristalline Grundgebirge abgeteuft. Diese erdwissenschaftlichen Erkundungen brachten eine Überraschung: Es wurde nachgewiesen, dass das kristalline Grundgebirge von einem mächtigen Trog durchschnitten ist, der mit Sedimentgesteinen des Erdaltertums gefüllt ist. Es handelt sich um den rund 10 km breiten und mindestens 40 km langen Nordschweizer Permokarbondrog. Die regionale Geologie des kristallinen Grundgebirges hat sich komplexer als angenommen erwiesen. Nicht nur die Gesteinseigenschaften, sondern auch die hydrogeologischen Verhältnisse, die in einer Bohrung ermittelt werden, sind schwer auf ein ausgedehntes Gesteinsvolumen übertragbar. Fünf weitere von total zwölf ursprünglich geplanten Sondierbohrungen wurden deshalb nicht mehr durchgeführt.

7 Weitere Berichte

7.1 Studie Öko-Institut e.V. (Darmstadt)

Am 5. Februar 2003 veröffentlichte das Öko-Institut e.V., Darmstadt, den Bericht "Kritische Erstbewertung des Kenntnisstandes über die Eignung eines Endlagerstandorts und Beschreibung der Auswirkungen eines Endlagers in der Region Benken". Der Bericht war von der Bürgerinitiative Bedenken und der Interessensgemeinschaft IGEL in Auftrag gegeben worden. In der Studie wurden etliche erdwissenschaftliche Grundlagen, die aus den bisherigen Untersuchungen im Zürcher Weinland ermittelt

wurden, in Frage gestellt. Die Auftraggeber der Studie unterstellten der Nagra und den Aufsichtsbehörden, Bohrspülverluste in der Bohrung Benken verheimlicht zu haben. Zur Klärung der Sachverhalte lud die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK die Fachleute der beteiligten oder interessierten Organisationen (Koordinationskommission der Sondierbohrung Benken, Kantone Zürich und Schaffhausen, Bürgerinitiative "Bedenken", Öko-Institut, KNE, Nagra) zu einer Aussprache ein. Dabei wurden Unklarheiten und Missverständnisse ausgeräumt sowie unkorrekte Folgerungen im Bericht des Öko-Instituts berichtigt. Die HSK stellte fest, dass es dem Bericht an wissenschaftlicher Qualität mangelt: Er enthält Fehler und berücksichtigt wichtige Unterlagen nicht. Die auf diesen fehler- und lückenhaften Grundlagen basierenden Interpretationen seien nicht begründet. Ein Kurzbericht mit den Ergebnissen der Aussprachen wurde am 6. August 2003 veröffentlicht und ist im Internet auf der Homepage der HSK abrufbar.

Das Öko-Institut erwog erst eine Überarbeitung seines Berichts, teilte aber am 26. Januar 2004 in einem Communiqué mit, die Arbeiten einzustellen. Bei der Durchsicht von zusätzlichem Untersuchungsmaterial der Nagra habe sich gezeigt, dass die offenen Fragen, welche das Öko-Institut aufgelistet habe, mehrheitlich beantwortet seien.

7.2 Stellungnahme B. Theilen-Willige

Die Stellungnahme "Geologische und geotektonische Situation im Gebiet des geplanten Endlagers bei Benken in der Schweiz" (März 2003) von Dr. habil. Barbara Theilen-Willige wurde vom Landratsamt des Landkreises Konstanz als Gutachten über das Internet veröffentlicht und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zugestellt. In der Öffentlichkeit und bei politischen Behörden entstanden durch den Bericht den Eindruck, es bestünden beträchtliche Sicherheitsmängel im Falle einer Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle im Opalinuston des Zürcher Weinlands. Die HSK als unabhängige und neutrale nukleare Sicherheitsbehörde wollte im Rahmen ihrer technischen Überprüfung des Entsorgungsnachweises feststellen, ob in der genannten Arbeit sicherheitsrelevante Fragen aufgeworfen werden, die in den Unterlagen der Nagra nicht oder nur unzureichend behandelt worden sind. Das Thema war Haupttraktandum der Sitzung des Technischen Forums Entsorgungsnachweis vom 7. April 2005. Leider musste Frau Theilen-Willige ihre Teilnahme kurzfristig absagen. Die Arbeit wurde trotzdem besprochen. Im Protokoll wurde das Ergebnis der Diskussion festgehalten (einsehbar unter Protokoll Nr. 7, www.technischesforum.ch). Mit der Autorin wurde darauf ein Gespräch für den 20. Mai vereinbart, um ihr Gelegenheit zu geben, zur fachlichen Kritik der Experten Stellung zu nehmen. Auf Wunsch von Frau Theilen-Willige fand die Aussprache nicht statt. Sie teilte der HSK mit, dass sie sich mit der Thematik der geologischen und tektonischen Situation im Zürcher Weinland nicht weiter beschäftigen werde. In ihrem Antwortbrief vom 13. Mai an die Autorin hielt die HSK fest, die technische Überprüfung des Projekts Entsorgungsnachweis habe ergeben, dass keine der durch Frau Theilen-Willige aufgeworfenen Fragen die Sicherheit eines allfälligen Tiefenlagers gefährden würden.

8 Glossar

Abfälle	Im Kernbrennstoffkreislauf oder zu einem kleinen Teil in Forschung, Industrie oder Medizin fallen feste, flüssige oder gasförmige radioaktive Abfälle an. Es wird zwischen schwach- und mittelaktiven (SMA), hochaktiven und langlebig mittelaktiven Abfällen (HAA/LMA) unterschieden, welche unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.
Barrieren	Barrieren bilden das passive Sicherheitssystem eines Lagers zum Schutz von Mensch und Umwelt. Es sind technische und natürliche (geologische) Einschluss- und Rückhaltesysteme, welche die radioaktiven Abfälle nach dem Multibarrieren-Konzept von der Biosphäre isolieren.
Bentonit	Grauweisses Tongestein, durch Umbildung aus vulkanischer Asche entstanden (Name nach Fort Benton, Texas). Wegen seines hohen Gehalts an Montmorillonit (Tonmineral) verfügt Bentonit über eine grosse Quellfähigkeit, Ionenaustausch- und Absorptionsvermögen. Aufgrund dieser technisch wertvollen Eigenschaften wird Bentonit im Zusammenhang mit Endlagerung als technische Barriere zur Restverfüllung und zum Verschluss eines Endlagers verwendet.
Brennelement	Eine Anordnung von Brennstäben, in welcher der Kernbrennstoff in den Kernreaktor eingesetzt wird. Ein Brennelement eines Druckwasserreaktors enthält rund 530 kg, das eines Siedewasserreaktors rund 190 kg Uran.
Geologisches Tiefenlager	Endlager in tiefen geologischen Formationen der kontinentalen Erdkruste. Der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt wird nach dem Verschluss allein durch Barrieren sichergestellt. Im Kernenergiegesetz wird diese Lagerform festgeschrieben.
Hochaktive Abfälle	Darunter fallen abgebrannte Brennelemente und verglaste Spaltprodukte aus der Wiederaufbereitung. Durch den Zerfall entsteht eine grosse Wärmeentwicklung. Abk. HAA
Kristallin	Bezeichnung für kristalline (aus kristallisiertem Material bestehende) Gesteine. In der Schweiz versteht man darunter das kristalline Grundgebirge, welches einerseits aus geologisch sehr alten Gesteinen besteht und aus jüngeren eingedrungenen Granitkörpern.
Langlebige mittelaktive Abfälle	Dies sind mittelaktive Abfälle mit einem bedeutenden Gehalt an Alphastrahlung. Sie entstehen bei der Wiederaufbereitung von abgebrannten Brennelementen. Abk. LMA
Opalinuston	Vor mehr als 175 Mio Jahren, während der Jurazeit, lagerte sich am Grund eines flachen Meeres feiner Schlamm aus Tonpartikeln ab. Dadurch entstand der Opalinuston, der seinen Namen von häufigen Fossilienfunden des Ammoniten <i>Leioceras opalinum</i> bekam. Das tonige Sedimentgestein ist über grosse Teile der Nordschweiz gleichförmig abgelagert.

Rückholbarkeit	Mit Rückholbarkeit wird die Möglichkeit bezeichnet, radioaktive Abfälle aus einer offenen, teilweise oder ganz verschlossenen Anlage mit mehr oder weniger grossem finanziellem und technischem Aufwand zurückzuholen.
Sachplan	Konzepte und Sachpläne sind Planungen im Sinne des Raumplanungsgesetzes. Sie ermöglichen unter Berücksichtigung der anzustrebenden räumlichen Entwicklung des Landes eine umfassende Planung und Koordination raumwirksamer Bundestätigkeiten.
Schwach- und mittelaktive Abfälle	Solche Abfälle enthalten vorwiegend kurzlebige radioaktive Stoffe mit kleinerer Halbwertszeit. Mittelaktive Abfälle erfordern zusätzliche Abschirmungen. Sie stammen vom Betrieb und späterem Abbruch der Kernkraftwerke und aus Medizin, Industrie und Forschung.
Sedimentgestein	Sedimente sind sogenannte "Sekundärgesteine". Sie entstehen aus Verwitterungsmaterialien (anderer Gesteine), welche durch Wind, Wasser oder Eis transportiert und abgelagert wurden oder durch chemische Ausfällung.
Seismische Untersuchungen	Bei seismischen Untersuchungen werden an der Erdoberfläche künstlich Schwingungen erzeugt. Diese breiten sich wellenförmig in die Tiefe aus und werden an einzelnen Gesteinsschichten reflektiert. Die reflektierten Wellen werden an der Oberfläche aufgezeichnet und ermöglichen eine räumliche Abbildung der geologischen Strukturen.
Tektonik	Lehre vom Bau und den Bewegungen der Erdkruste
Wirtsgestein	Als Wirtsgestein wird derjenige Bereich der Geosphäre bezeichnet, der für den Schutz der technischen Barrieren, die Begrenzung des Wasserzuflusses zum Lager und für die Rückhaltung der Radionuklide massgebend ist. Das Lager wird innerhalb des Wirtsgesteins angelegt.

9 Literaturverzeichnis

9.1 Nagra-Dokumente

- NTB 02-02 Projekt Opalinuston – Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers. Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle, Dezember 2002
- NTB 02-03 Projekt Opalinuston – Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse. Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle, Dezember 2002
- NTB 02-05 Project Opalinus Clay – Safety Report. Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis), Dezember 2002
- Projekt Opalinuston – Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle; Zusammenfassender Überblick, Dezember 2002
- NTB 05-05 Geologische Tiefenlagerung der abgebrannten Brennelemente, der hochaktiven und langlebigen mittelaktiven Abfälle. Darstellung und Beurteilung der aus sicherheitstechnisch-geologischer Sicht möglichen Wirtgesteine und Gebiete (Optionenbericht), August 2005

9.2 HSK-Dokumente

- HSK 23/73 Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland, November 2002
- HSK 35/79 Folgerungen aus den Aussprachen über die Interpretation der Standortdaten Zürcher Weinland in der Studie des Öko-Instituts, August 2003
- HSK 23/73 Stellungnahme zur Sicherheitsanalyse Kristallin-I der Nagra, Juli 2004
- HSK 35/99 Gutachten zum Entsorgungsnachweis der Nagra für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Projekt Opalinuston), August 2005
- HSK-AN-5262 Entsorgungsnachweis: Etappe auf einem langen Weg. Historischer Abriss der bisherigen Entscheidungen und Tätigkeiten im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung der hochaktiven Abfälle in der Schweiz, August 2005

9.3 Übrige Literaturstellen

AkEnd ¹	Stellungnahme zum Auswahlverfahren Opalinuston im Zürcher Weinland, April 2002
EKRA ²	Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle, Schlussbericht, 31. Januar 2000
EKRA	Beitrag zur Entsorgungsstrategie für die radioaktiven Abfälle in der Schweiz, Oktober 2002
KNE ³	Projekt Opalinuston - Zürcher Weinland der Nagra; Beurteilung der erdwissenschaftlichen Datengrundlagen und der bautechnischen Machbarkeit. Expertenbericht zuhanden der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Februar 2005
KSA ⁴	Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis 2002, KSA 23/170, August 2005
OECD/NEA	Die Sicherheit der geologischen Tiefenlagerung von BE, HAA und LMA in der Schweiz. Eine internationale Expertenprüfung der radiologischen Langzeitanalyse der Tiefenlagerung im Opalinuston des Zürcher Weinlandes, April 2004

¹ AkEnd - Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte

² EKRA - Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle

³ KNE - Kommission Nukleare Entsorgung

⁴ KSA - Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

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