

# Wenn Blinde nicht sehen wollen... Ausgereifte Nuklear-Endlagerung – direkt beim Nachbarn

Während im deutschen Sprachraum Vertreter der Öko-Milliardäre und ihre Lobbyisten mit erstaunlicher Unverfrorenheit behaupten, es gebe nirgendwo auf der Welt ausgereifte Endlagerkonzepte, ist man nur einige Kilometer weiter nördlich bereits tatkräftig dabei, die letzten Schritte für die Realisierung eines seit Jahrzehnten sorgfältig ausgetesteten und wissenschaftlich abgesicherten Endlagerkonzepts für hoch radioaktive Abfälle zu gehen. In enger Kooperation haben Schwedens Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) und Finnlands Posiva Oy inzwischen ihr Konzept soweit ausentwickelt, dass bereits konkrete Zeitvorstellungen für die Realisierung ins Auge gefasst werden. In Finnland könnte man bereits in neun Jahren erste Abfälle einlagern, und in Schweden ist das Projekt inzwischen in der Genehmigungsphase.

Bild 2. Der 4 Meter lange Brennstab für einen Kernreaktor besteht aus einem Bündel dünner Rohre, in denen sich tausende kleiner Urantabletten befinden

## Konsens statt Konfrontation

Weder den Schweden noch den Finnen kann man vorwerfen, ihre Regierungen würden ihre Verantwortung gegenüber Bevölkerung und Umwelt auf die leichte Schulter nehmen. Der hoch entwickelte Industriestaat Schweden mit seinen rund 9 Millionen Einwohnern betreibt zehn Kernreaktoren, deren Anteil an der Stromerzeugung bei 35-40 % liegt. Von diesem Nuklearpotenzial profitiert auch der Nachbarstaat Norwegen, der gerne auf diese sicheren Reserven zurückgreift, wenn den dortigen Wasserkraftwerken im Winter die Zuflüsse einfrieren. In Schweden haben Staat, Industrie und Parteien im Konsens ein umfangreiches, langfristig angelegtes Forschungsprogramm für die Entwicklung eines verantwortbaren Endlagerkonzepts für die ausgebrannten Kernbrennelemente aufgelegt. Die Verantwortung hierfür obliegt der Firma SKB, einer gemeinsamen Tochtergesellschaft der schwedischen Erzeuger von Kernenergie. Finanziert werden die Aktivitäten durch eine Abgabe in Höhe von 0,01 SEK (=1 Öre) auf jede nuklear erzeugte Kilowattstunde. Bemerkenswert ist die große Offenheit der Schweden und Finnen, die sehr darauf achten, dass die Bevölkerung zu allen mit der Lagerung von radioaktivem Material verknüpften Informationen Zugang hat und Bedenken bezüglich möglicher Probleme sehr sorgfältig nachgegangen wird. „Lohn“ dieser Mühe ist der bereits erwähnte außergewöhnlich hohe Grad an gesellschaftlichem Konsens.

Bild 3. Blick in einen der Tunnel, die viele hundert Meter tief in den harten Granit getrieben wurden

## Eine Aufgabe...

Ausgelegt ist das Endlager primär für ausgebrannte Kernbrennstäbe. Dies sind schlanke, rechteckige Rohrbündel von ca. 4 Metern Länge, die viele Tausend einzelne Urantabletten enthalten. Nach Ende des aktiven Einsatzes sind diese Elemente „heiß“, weil in ihnen zahlreiche Zerfallsreaktionen der im Kernkraftwerk gebildeten Spaltprodukte ablaufen. Sie wandern daher zunächst für mehrere Jahrzehnte in Abklingbecken, bis die kurzlebigeren Isotope zerfallen sind und Radioaktivität sowie Temperatur auf ein vertretbares Maß gesunken sind. Erst dann ist ein Verkapseln und Endlagern möglich. In Schweden erfolgt die Aufbewahrung in zwei riesigen Kavernen, die rund 40 Meter tief ins Grundgestein getrieben wurden. In tiefen Wasserbecken lagern hier mehr als 10.000 ausgebrannte Brennelemente.

Bild 4. Eines der beiden riesigen Abklingbecken, in denen abgebrannte Brennelemente gelagert werden

## für die „Ewigkeit“

Während in Deutschland und der Schweiz Berufs-Panikmacher dem Volk einreden, bei der Endlagerung gehe es um Jahrmillionen, hat man in Skandinavien lieber Wissenschaftler gefragt und rechnet daher mit 100.000 Jahren. Auch das ist noch eine ungeheure Zeitspanne, denn der sichere Einschluss soll selbst dann gewährleistet sein, wenn eine neue Eiszeit die Lagerstätte unter einem Eispanzer von 3 km Dicke begraben würde.

Um die tatsächliche Größenordnung der Aufgabe zu verstehen, muss man sich vergegenwärtigen, dass es bisher keine vom Menschen errichteten Bauwerke oder Technologien gibt, die mehr als ein paar tausend Jahre überdauert haben. Zudem zeigt die Erfahrung, dass moderne Konstruktionen in aller Regel sogar noch viel kurzlebiger ausgelegt sind als antike Bauwerke wie z.B. die Pyramiden.

## The Swedish system

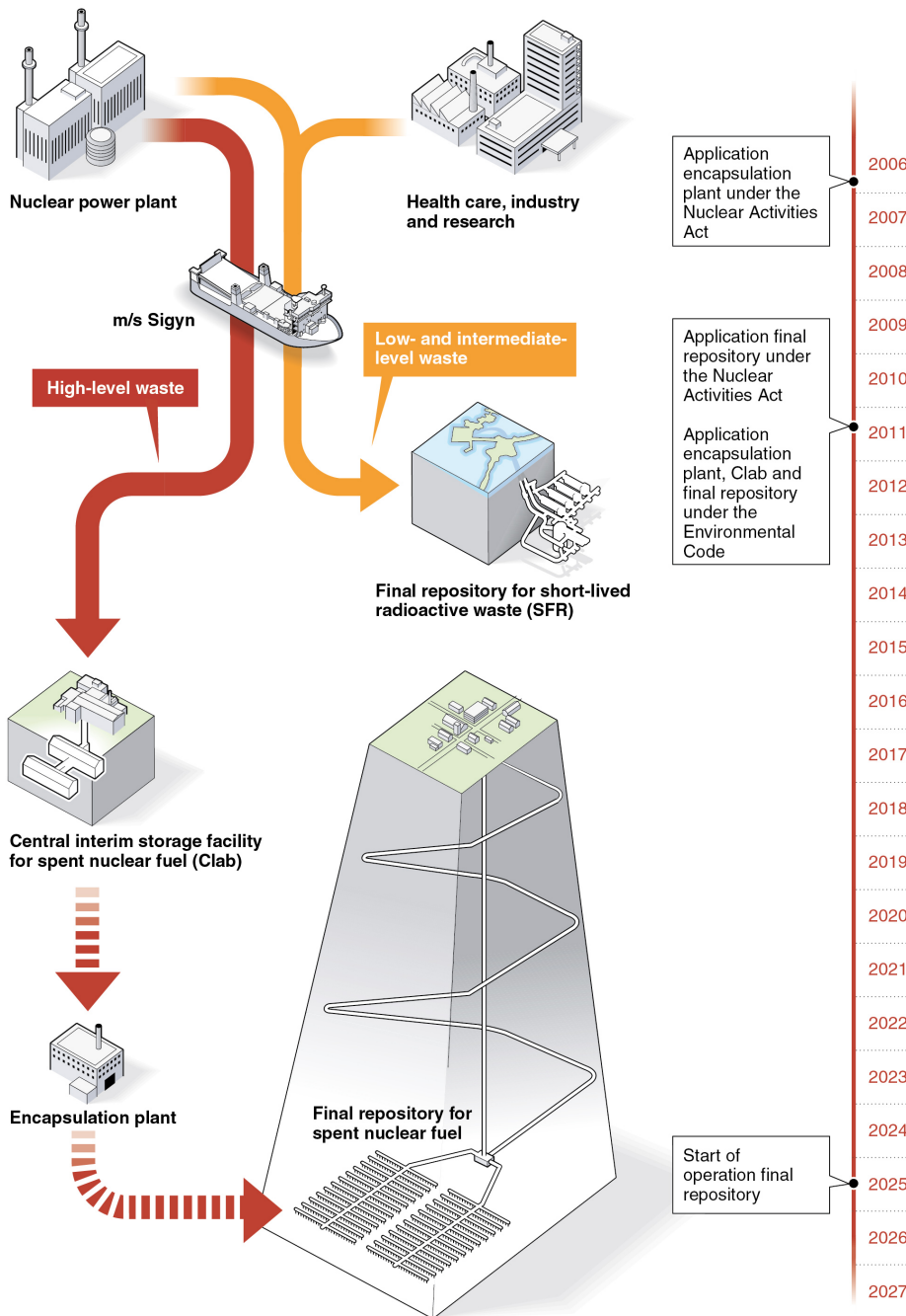


Bild 5. Das in Schweden entwickelte Endlagerkonzept für nukleare Abfälle (Grafik: SKB)

## Kupfer, Granit und Bentonit

Deshalb dachte man gar nicht erst über Bauwerke nach, sondern konzentrierte sich vor allem darauf, natürliche Materialien und Strukturen zu finden, die ihre Fähigkeit zum sicheren langzeitigen Einschluss von Substanzen auch unter rauesten Umgebungsbedingungen schon unter Beweis gestellt hatten. Die letztlich gewählte Lösung beruht auf der Kombination von drei Materialien, von denen jedes für sich schon für die Erfüllung der Aufgabenstellung geeignet wäre. Entworfen wurde ein dreifacher Einschluss: Tief in massives Granitgestein getriebene Bohrungen umschließen und schützen dicht

verschweißte Kupferzylinder, die ihrerseits von einer dicken Packung wasserdichten Bentonits – einem speziellen Lehm – umgeben sind. Das für die Anlage des Endlagers ins Auge gefasste Grundgestein, eine Granitformation mit der Bezeichnung „Äspödiorit“, liegt seit 1,8 Mrd. Jahren unverändert an Ort und Stelle und gehört damit zu den ältesten geologischen Formationen auf unserem Kontinent. Solches Grundgestein hat, wie Wissenschaftler aus Funden in Afrika ermittelten, die Überreste „natürlicher“ Kernreaktoren, die dort vor rund 2 Mrd. Jahren existierten, mit großer Effizienz eingeschlossen. Selbst Plutonium wurde ausgefiltert und an Mineralkörner in Gesteinsritzen gebunden. Der Bentonitlehm, der die Kupferbehälter in ihren Gesteinsnischen umhüllen und u.a. vor Beschädigung durch Gesteinstrümmer schützen soll, ist wasserdicht und hat darüber hinaus hervorragende Absorptionseigenschaften. Im Äspö-Hartgesteinslabor in Oskarshamn wird ein Stück Holz ausgestellt, das nach zwei Millionen Jahre Einschluss in Bentonit noch perfekt erhalten ist. Was das Kupfer angeht, so handelt es sich um ein sogenanntes halbedles Metall. Die Korrosionsbeständigkeit der metallischen Hülle der Behälter ist unter den vorgesehenen Umgebungsbedingungen so gut, dass die Dichtheit der Behälter für weit mehr als die vorgesehene Zeitdauer gewährleistet sein dürfte.

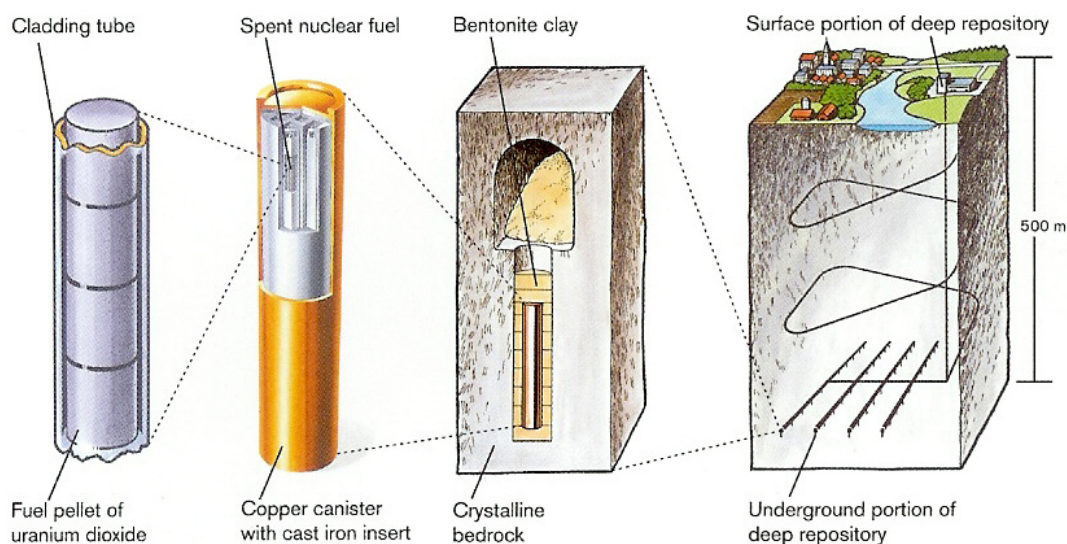


Bild 6. Die abgebrannten Elemente werden in dickwandigen Kupferzylindern versiegelt und in einer isolierenden Bentonitpackung in großer Tiefe in Granitkavernen eingelagert (Grafik: SKB)

## Behälter: Aufbau und Verschluss

Der Kupferbehälter dient im Prinzip als gasdichte, korrosionsbeständige Kapsel, die das Entweichen von Inhaltsstoffen in die umliegenden Schichten verhindert. Die Wanddicke liegt bei 50 mm. Den Innenraum füllt ein massiver Kern aus duktilem Gusseisen mit einer Anzahl wabenartiger Aussparungen für die Aufnahme der einzelnen Brennstäbe. Dieser Kern soll zum einen die einzelnen Brennstäbe sicher in ihren Positionen fixieren. Darüber hinaus verhindert seine hohe Festigkeit ein Zerdrücken des Behälters selbst bei extremem Gesteinsdruck. Vor dem Einsatz wird jeder einzelne Behälter einer gründlichen Qualitätskontrolle unterzogen. Beladen werden sie in einer

speziell hierfür vorgesehenen Anlage direkt am Zwischenlager. Nach der Beladung wird ein 50 mm dicker Deckel aufgesetzt und dicht verschweißt. Diese Arbeiten werden – unter Beachtung aller für den Umgang mit radioaktivem Material geltenden Vorschriften – mannlos von hoch automatisierten, ferngesteuerten Anlagen durchgeführt. Anschließend werden die fertigen Behälter zum Endlager in 500-700 Metern Tiefe verbracht und in vorbereitete Aussparungen eingesetzt. Der Zwischenraum zwischen Behälter und Wand wird mit Bentonit aufgefüllt. Wenn alle Nischen eines Tunnels belegt sind, wird er mit einer Mischung aus Gesteinstrümmern und Bentonit verfüllt und durch einen massiven Betonpfropfen versiegelt.

Bild 7. Im Inneren des Kupferzylinders befindet sich ein stabiler Gusskörper, in dessen Aussparungen dann die Brennelemente geschoben werden

Fred F. Mueller

zuerst erschienen bei [Science Sceptical hier](#)

## **Anmerkung der Redaktion:**

Wie vorsätzlich dumm diese neue „ergebnisoffene“ Suche nach einem weiteren Endlager ist hat Ulli Kulke in „Die Welt“ in diesem Leit-Artikel aufgezeigt.

[Nach uns die Dummheit?](#)

Die Suche nach dem Endlager für den Atommüll geht von absurden Vorstellungen über die Dauer der Strahlung aus. In einigen Jahrzehnten könnte der Abfall in harmlose Materie umgewandelt werden. Die Methode ist erforscht. ([Der ganze Artikel hier](#)) Von Ulli Kulke