

2. Wiener Nuklearsymposium: Endlagerung radioaktiver Stoffe

15. September 2011

Vom Endlager zum geologischen Tiefenlager – und zurück an die Geländeoberfläche?

Roman Lahodynsky (BOKU, ISR)

Der Begriff "Endlager" scheint, zumindest in der deutschen Sprache, aus politischen Gründen vorbelastet ("Endlösung") und daher in Ungnade gefallen zu sein – ganz im Gegensatz zum "Zwischenlager", welches in Analogie zum Anhaltelager für Asylsuchende einer permanenten Kontrolle unterliegen soll. Sicherheit wird hier zunächst einmal sprachlich suggeriert: "End-Lager", „Entsorgung“, "sicher tief verwahrt", "langzeitsichere Isolation in tiefen geologischen Schichten", „geologisches Tiefenlager“. Man denkt unwillkürlich an die Redensart "aus den Augen aus dem Sinn" und bedauert den Hl. Florian, erinnert sich aber auch an die Reklame der xy Mineralwasserfirma, welche verspricht, dass ihr Tafelwasser aus Bad Sprudel 3000 Jahre unterwegs ist, bevor es sauber aus der ewigen Tiefe kommend den Konsumenten erfrischt.

Immer wird hervorgehoben, dass alles genau untersucht wird. Schnitte und Blockbilder zeigen exakt die Lage der Zufahrtswege, das Empfangsgebäude und die Werkskantine, bestenfalls noch Verteilung von Wald und Wiese, Schacht und einzelne Stollen, aber keinesfalls die reale geologische Situation. Der Gesteinsuntergrund wird meist homogen und isotrop dargestellt (Nagra, 2008, S.112-117), also ohne Störungen oder Klüfte - wäre auch kaum anders möglich, bei nur einer einzigen Bohrung auf vielen km².

Folgende Fragen stellen sich also: wie tief ist „sicher“ tief? Wie lange ist langzeitsicher? Wodurch und wie lange wird etwas isoliert? Welches Gestein, welche Formation und welcher Standort sind geeignet?

Ein zur (endgültigen?) Verwahrung radioaktiver oder hochtoxischer Abfälle gebautes Endlager kann entweder an der Erdoberfläche, oberflächennahe oder als Untertagedeponie errichtet werden, siehe die Hochsicherheits-Deponie-Konzepte des Hessischen Ministeriums für Umwelt etc. (1992). Warum Untertagedeponien gegenüber obertägigen Hochsicherheitsdeponien (HSD) der Vorzug gegeben wird, begründet diese Studie eindeutig: "Durch einen geringen Sicherheitsstandard können zwar die Kosten [für eine oberirdische Hochsicherheitsdeponie als Abfallendlager] erheblich [um mehr als 50%] reduziert werden, doch bleiben, insbesondere auch aufgrund der erforderlichen Kapitalbildung zur Deckung der Betriebsausgaben nach Verfüllung der HSD, die Ausgaben hoch. Bei der Untertagedeponie hingegen sind für den Zeitraum nach der Verfüllung keine Aufwendungen mehr notwendig. Es ist somit festzustellen, dass bei der Konzeption einer oberirdischen HSD als Abfallendlager wirtschaftliche Überlegungen nicht im Vordergrund stehen können." Die Annahme geringerer Kosten für ein Tiefenlager zieht sich durch die vergangenen Jahrzehnte und deckt sich mit der Annahme, dass die gewünschten idealen Verhältnisse untertage tatsächlich existieren und über 1 Million Jahre Bestand haben werden. Diesem Wunschdenken meinten manche in bewährter Weise durch Kostenauslagerung begegnen zu können.

Mit den Kosten wollte man zunächst den Strompreis nicht belasten, daher war ein Endlager erst für „irgendwann“ geplant - siehe die Worte eines ehemaligen Verbundchefs zum planenden Geologen Prof. Frank „Um Gotteswillen, das wird ja ein Bergwerk, das hält der Strompreis nicht aus“.

Zu Recht lassen Schwedens geplante technische Barriere aus reinem Kupfer im als nicht durchgehend geklüftet angenommenen Granit (Studsvik, 1978), Deutschlands Beharren auf der „Salzstockverordnung“ trotz vielschichtiger Grundwasserproblematik (Keller, 2009, BGR, 2009; Die Zeit, 2010) oder die auf den Ergebnissen lediglich einer Bohrung basierenden schweizerischen Prämissen eines ungeklüfteten, störungsfreien und trockenen Tiefenlagers (Nagra, 2008,2010), welches allerdings, da zwischen Grundwasserhorizonten liegend, unter erschwerten Bedingungen aufgeföhren werden muss, beträchtliche Kosten erwarten.

Im ehemaligen Salzbergwerk Asse, in dem über Jahrzehnte neben schwach- und mittelaktiven Abfällen auch Arsen, Quecksilber und Pflanzenschutzmittel verkippt worden waren (bis 1975

kostenlos!), bestehen in der Grube Standsicherheitsprobleme durch eindringende Wässer, 12000 l/Tag laut einem Bericht eines deutschen Magazins (Die Zeit, 2010). Am politisch ausgewählten Standort Gorleben (in Grenznähe zur ehem. DDR) wurde im Bereich eiszeitlicher Rinnensysteme eine vollständige Erosion der tonigen Deckschichten des Salzstockes festgestellt, wodurch die geologische Barrierefunktion gefährdet ist (Keller, 2009). Trotzdem verspricht die BGR (2009): „Die geologischen Verhältnisse in Deutschland bieten die Voraussetzungen für eine langzeitsichere Isolation der radioaktiven Abfälle in einem Endlager in tiefen geologischen Schichten. Die Endlagerung soll dabei wartungsfrei, zeitlich unbefristet und ohne beabsichtigte Zurückholung erfolgen“ (bgr.bund.de). Im Falle des Standortes Asse erleben wir gerade das Experiment der vorzeitigen Rückholung radioaktiver Abfälle aus einem Endlager.

Radioaktive Abfälle (in fester und flüssiger Form) werden derzeit vielfach an sehr oberflächennahen Standorten - von einfach ausgehobener Grube bis zur betonierten Gruft („vault“) gelagert - meist im oder in der unmittelbaren Umgebung eines Kernkraftwerksgeländes aber auch in Sperrgebieten, z.B. nahe von Produktions- und Wiederaufbereitungsanlagen (WAA) für Nuklearwaffen oder über Kernwaffentestarealen (u.a. Tomsk, Russland, Hanford und Wüste in Nevada, USA), oder einfach nur in extrem niederschlagsarmen Regionen (Südafrika).

Daneben existieren aber bereits ehemalige Bergwerke, die zur Gewinnung verschiedener Rohstoffe (Eisenerz, Salz) angelegt worden waren, jetzt aber als unterirdische Endlager genutzt werden. An diesen Standorttypen (KKW, WAA, Testgebiete, ehem. Bergwerke) werden schwach und mittelaktive (SMA), aber auch hochaktive Abfälle (HAA) eingelagert. In Russland (Tomsk, Sibirien) wird bereits seit längerer Zeit flüssiger radioaktiver Abfall in tiefengeologische Formationen injiziert (Minatom, 2001).

Alle diese Standorte sind jedoch nicht das Ergebnis einer systematischen, wissenschaftlich fundierten Suche bzw. eines ganzheitlichen Prozesses zur Standortfindung, sondern das Ergebnis politischer Entscheidungen, bisweilen unter Missachtung wissenschaftlicher Erkenntnisse.

In der Schweiz hat man sich für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen entschieden und verfolgt ein mehrstufiges Konzept einer systematischen Standortfindung. In Deutschland hat sich der Arbeitskreis Endlager (AkEnd) ebenfalls für ein geologisches Tiefenlager ausgesprochen.

Welche Anforderungen muss ein Endlager für radioaktive Abfälle in tiefen geologischen Gesteinsformationen erfüllen – [bzw. kann es nicht vollständig erfüllen]?

Großer Abstand der in tiefen Gesteinsschichten endgelagerten Abfälle von der Biosphäre (300m bis 1200m) [der Abstand ist jedoch für die Grundwasserwegigkeit ohne Belang; auch vom Opalinuston werden erhöhte Durchlässigkeitswerte in Kluft- bzw. Störungszonen von $k=10^{-5}$ m/s beschrieben (Prinz, H., 1991)]

Langfristig gutes Isolationsvermögen für die Radionuklide, gewährleistet durch ein „Mehrbarrierenprinzip“ [für HAA bis 1 Million Jahre, wobei allein die Fässer 10.000 bis 100.000 Jahre leckdicht sein sollen! Dieses Mehrbarrierenprinzip ist jedoch eine Verwässerung des ursprünglichen „Multibarrierenkonzepts“, wonach jede Barriere für sich allein ausreichend Sicherheit bieten muss (Dachroth, W.R., 1990)]

Extrapolierbarkeit der weiteren Entwicklung eines Endlagers über lange Zeiträume aufgrund nachweislich langsamer Veränderungen in der geologischen Vergangenheit [für die kommende Jahrtausend werden 5 Eiszeiten mit entsprechendem glazialen Tiefenschurf erwartet]

Keine Notwendigkeit für Reparatur- und Überwachungsmaßnahmen, prinzipieller Ausschluss einer Rückholbarkeit nach Verschluss und Verfüllung eines Endlagers [Wartungsfreiheit, keine Kostenabwälzung auf künftige Generationen sind als Vorbedingungen postuliert; dagegen wird die deutsche Untertagedeponie Asse zur Umlagerung vorbereitet; viele geochemische Wechselwirkungen sind unbekannt; eine Kostenbefreiung der Verursachergeneration hat bereits stattgefunden]

Geringe Beeinflussbarkeit der Sicherheit durch menschliche Einwirkungen (AkEnd, 2002). [die französische Untertagedeponie Stocamine beendete ihren Betrieb 2002 nach einem Brand (Pitterich, 2006); künftigen Generationen wird die Fähigkeit zur Rohstoffsuche abgesprochen].

Seitens der EC wird seit 2011 von jedem Mitgliedsland die Errichtung eines geologischen Tiefenlagers erwartet. Da nur wenige Länder wie die Schweiz oder Deutschland (ohne oder mit Bürgerbeteiligung) eine systematische Standortsuche betreiben, stellt sich die Frage nach dem Sinn der hohen Anforderungen an ein solches objektives Verfahren zur Standortauswahl, zumal andere Länder wie Schweden oder Finnland glauben, die für die geologische Tiefenlagerung günstigsten Standorte

bereits direkt im Untergrund der jeweiligen Kernkraftwerke gefunden zu haben. Die Entscheidung, welches Wirtsgestein (Granit, Salz, Ton), welche Gesteinsformation und Region für ein Tiefenlager am besten geeignet ist, erfolgt jedenfalls nicht nur nach wissenschaftlichen Kriterien.

Während in unterirdischen Felslabors (Grimsel, Mt.Teri) am Gebirgs-, Gesteins- und Materialverhalten geforscht wird, ist man sich der zu erwartenden Probleme und Nachteile eines Tiefenlagers durchaus bewusst:

„Nachteil der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ist, dass – gemessen an der Langlebigkeit der Abfälle – eine Beobachtung der im Endlager ablaufenden Prozesse, wie z.B. der geochemischen Wechselwirkungen, nur relativ kurzzeitig und dann nur eingeschränkt möglich ist. Etwaige Fehleinschätzungen werden womöglich erst nach sehr viel längerer Zeit erkennbar. Auch eine falsche Standortentscheidung wäre dann nicht korrigierbar, und Reparaturmaßnahmen im Endlager selbst wären praktisch nicht mehr möglich“ (AkEnd, 2002). Die ingenieurgeologischen Standardwerke raten zur Vorsicht: „Die Kombination von technischem Dichtungssystem und geologischer Barriere ist erforderlich, da auch im Untergrund immer mit Inhomogenitäten zu rechnen ist, die weder hinreichend genau untersucht noch zuverlässig abgedichtet werden können (Prinz, H., 1991). Die angebotenen Endlagerungsmodelle liegen außerhalb des Grundprinzips des Multibarrierenkonzeptes, nachdem jede einzelne Barriere für sich ausreichende Sicherheit bieten muss (Dachroth, W.R., 1990). Die Tatsache, dass ein für künftige Kraftwerksgenerationen wertvoller Rohstoff unzugänglich vergraben werden soll, findet keine Beachtung.

Österreich hat sich nach einer, Ende der 80er/Anfang der 90er vom Reaktorzentrum Seibersdorf durchgeführten Tiefenlagerstandortsuche, u.a. in kluftwasserdurchströmten Granitregionen, dazu entschlossen, sein direkt an der aktivsten tektonischen Störungszone situiertes SMA-Behälterlager bis 2030 dort zu belassen.

Literatur:

AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (2002): Empfehlungen des AkEnd; Abschlußbericht, Köln.

BGR (2009): Endlagerung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Endlagerung/endlagerung_node.html

Dachroth, W.R. (1990): Baugeologie in der Praxis. Springer

Die Zeit (2010): Salzstock Asse II – Vom Salzbergwerk zum Atommülllager. www.zeit.de

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie & Bundesangelegenheiten (Hrsg.) (1992): Hochsicherheitsdeponie-Konzepte. Entwicklung und Planung eines Modellvorhabens für eine Hochsicherheitsdeponie als Sonderabfallager. Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 38, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Keller, S. (2009): Eiszeitliche Rinnensysteme und ihre Bedeutung für die Langzeitsicherheit möglicher Endlagerstandorte mit hochradioaktivem Abfall in Norddeutschland. – 24 S.; BGR, Hannover. ISBN 978-3-9813373-3-4

Kromp, W. & Lahodynsky, R. (2006): die Suche nach dem Endlager – “Make things small”. In: Hocke, P. & Grunwald, A. (Hrsg.), Wohin mit dem radioaktiven Abfall? Perspektiven für eine sozialwissenschaftliche Endlagerforschung. Gesellschaft-Technik-Umwelt, NF8, Edition Sigma, Berlin

Kromp, W., Benedikt, M., Gerzabek, M., Kohlbeck, F., Kromp-Kolb, H., Lahodynsky, R. (2009): Radwaste Repository – Permanent Inaccessibility vs. Institutionalized Surveillance. In: CEFOS, Centre for Public Sector Research, University of Gothenburg, Sweden, Conference on Managing Radioactive Waste – Problems and Challenges in a Globalizing World. Session G: Hide, forget, regret? Towards sustainable ethics of HLW-management, Gothenburg

Minatom News Digest (2001): Siberian chemical Kombinat received permission for underground nuclear waste burial. RIARos Bizneskonsalting. www.minatom.ru, 26 Oct.2001

Nagra (2008): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA Lager. Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderung an die Geologie. Bericht zur Sicherheit und zur technischen Machbarkeit. Technischer Bericht 08-05, Okt.2008

Nagra (2010): Erdbeben. Keine Gefahr für Tiefenlager. Themenheft 4.

Pitterich, H. (2006): Die Förderung von Forschung und Entwicklung zur Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen. In: Hocke, P. & Grunwald, A. (Hrsg.), Wohin mit dem radioaktiven Abfall? Gesellschaft-Technik-Umwelt, NF8, Edition Sigma, Berlin

Prinz, H. (1991): Abriss der Ingenieurgeologie. Enke, Stuttgart

Studsvik (1978): AB Atomenergi annual report 1976/77, Nyköping.