

Sicherheitsanlagen für geologische Tiefenlager

Autor(en): **Zuidema, Piet**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **100 (2009)**

Heft 10

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-856417>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sicherheitsanalysen für geologische Tiefenlager

Zweck, Vorgehen, Resultate und Aussagen

In der Schweiz fallen als Folge der Nutzung der Kernenergie und der Verwendung radioaktiver Stoffe in Medizin, Industrie und Forschung seit vielen Jahren radioaktive Abfälle an. Diese müssen sicher entsorgt werden.

Obschon die Mengen vergleichsweise klein sind – aus dem 50-jährigen Betrieb und dem späteren Rückbau der heute be-

Piet Zuidema

stehenden Kernkraftwerke und aus dem Bereich Medizin, Industrie und Forschung¹⁾ resultieren knapp 100 000 m³ an verpackten Abfällen²⁾ –, erfordert ihre Entsorgung ein sorgfältiges Vorgehen.

Das schweizerische Konzept zur nuklearen Entsorgung lässt sich anhand von 3 übergeordneten Elementen beschreiben (Bild 1):

Die radioaktiven Abfälle

Es werden grosse Anstrengungen unternommen, um die Mengen an Abfällen möglichst klein zu halten (Prinzip der Abfallvermeidung). Die anfallenden Abfälle werden behandelt (nach einer allfälligen Vorbehandlung werden die Abfälle in der Regel in eine feste Matrix eingebunden) und für die weiteren Entsorgungsschritte geeignet verpackt sowie detailliert charakterisiert und inventarisiert.

Bei den Abfällen wird unterschieden zwischen schwach- und mittelaktiven Abfällen (grösstenteils Abfälle aus dem Betrieb und dem Rückbau der Kernkraftwerke und Ab-

fälle aus Medizin, Industrie und Forschung), hochaktiven Abfällen (Abfälle aus dem Brennstoffkreislauf der Kernkraftwerke, wie verbrauchte Brennelemente und hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung³⁾) sowie langlebigen mittelaktiven Abfällen (gewisse Abfälle aus der Wiederaufarbeitung wie Strukturteile der verbrauchten Brennelemente sowie einige wenige Abfälle aus den Kernkraftwerken und der Forschung).

Die Zwischenlager

Bis geologische Tiefenlager bereitstehen für die Übernahme der Abfälle und bis die Wärmeleistung der hochaktiven Abfälle genügend abgeklungen ist⁴⁾, werden die Abfälle in Zwischenlagern gelagert. Die heute vorhandenen Zwischenlager erlauben die sichere Lagerung aller anfallenden Abfälle und bieten genügend Kapazität, bis die geologischen Tiefenlager vorhanden sind.

Die geologischen Tiefenlager

Als letzter Schritt der Entsorgungskette werden die Abfälle in geologische Tiefen-

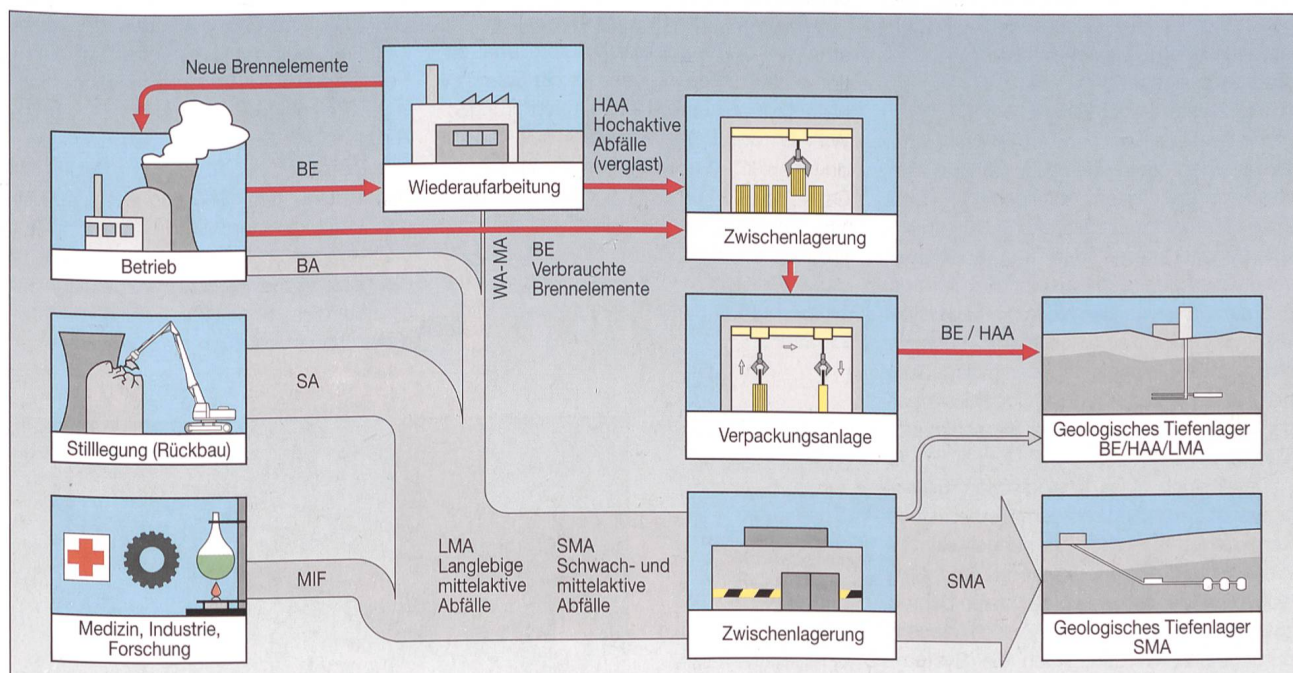


Bild 1 Das Konzept der nuklearen Entsorgung in der Schweiz: Die Pfeildicken entsprechen etwa dem jeweiligen Volumen der Abfallströme.

BE = verbrauchte Brennelemente, BA = Betriebsabfälle, SA = Stilllegungs-/Rückbauabfälle, MIF = Abfälle aus Medizin, Industrie, Forschung, WA-MA = Abfälle aus der Wiederaufarbeitung, HAA = hochaktive Abfälle.

lager verbracht. Das schweizerische Entsorgungskonzept geht von 2 Lagern aus: einem Lager für die schwach- und mittelaktiven Abfälle (kurz: SMA-Lager) und einem Lager für die verbrauchten Brennelemente, die verglasten hochaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und die langlebigen mittelaktiven Abfälle (kurz: HAA-Lager).

Sicherheit und Ziele der Sicherheitsanalysen für die Tiefenlager

An geologische Tiefenlager werden hohe Sicherheitsanforderungen gestellt. Diese sind in den gesetzlichen und behördlichen Vorgaben verbindlich geregelt. Die behördlichen Vorgaben verlangen, dass die aus einem verschlossenen geologischen Tiefenlager freigesetzten radioaktiven Stoffe (die sogenannten Radionuklide) zu keiner Zeit zu Individualdosen führen dürfen, welche 0,1 mSv/Jahr übersteigen. Diese 0,1 mSv/Jahr sind ein Bruchteil der natürlichen Strahlung, welcher die Bevölkerung in der Schweiz als Folge der natürlichen Radioaktivität und der kosmischen Strahlung ausgesetzt ist (Bandbreite: 1–20 mSv/Jahr). Die während des Betriebs des geologischen Tiefenlagers (d.h. während der Einlagerung der Endlagerbehälter) zulässige Strahlenbelastung wird in Übereinstimmung mit dem Strahlenschutzgesetz erst in der Betriebsbewilligung definitiv festgelegt; es ist aber schon in den jetzigen Projektphasen aufzuzeigen, dass die Strahlenbelastung klein ist. Die behördlich zulässige Strahlenbelastung wird deutlich unterhalb der generell für die Bevölkerung zusätzlichen Strahlenbelastung von 1 mSv/Jahr liegen; in den jetzt laufenden Projekten wird von 0,1 mSv/ pro Jahr ausgegangen.

Bild 2 zeigt schematisch, wie ein HAA-Lager aussehen wird. In der Empfangsanlage werden die in speziellen Transportbehältern angelieferten Abfallgebände nach einer detaillierten Eingangskontrolle in Endlagerbehälter umgeladen und anschliessend über den Zugangstunnel untertage gebracht. Dort werden sie in die Lagerstollen eingelagert. Die Stollen werden entsprechend dem Fortschreiten der Einlagerung der Abfälle laufend verfüllt. Sobald ein Lagerstollen voll ist, wird er verschlossen (Bild 3).

Der Betrieb eines geologischen Tiefenlagers ist verglichen mit dem Betrieb eines Kernkraftwerks einfach; es handelt sich im Wesentlichen nur um Transport- und Umladevorgänge, so wie sie seit vielen Jahren zuverlässig und sicher in Zwischenlagern durchgeführt werden. Auch die Systemparameter eines geologischen Tiefenlagers sind vergleichsweise weniger anspruchsvoll als diejenigen eines Kernkraftwerks; es lau-

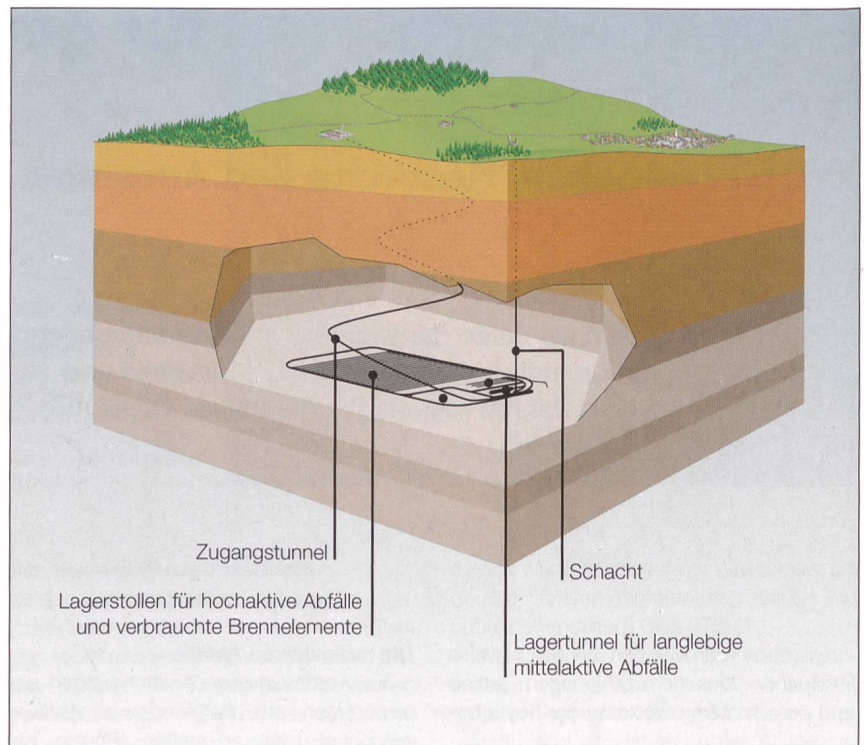


Bild 2 Schematische Darstellung eines Lagers für verbrauchte Brennelemente, hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und langlebige mittelaktive Abfälle.

fen keine Kettenreaktionen ab, und auch die Wärmeleistung der in den Anlagen vorhandenen nuklearen Materialien (Abfälle im Vergleich zu Reaktorkernen) ist um viele Grössenordnungen kleiner.

Die Evaluation der Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers hingegen ist anspruchsvoll – vor allem wegen der langen Zeiträume, die zu betrachten sind. Für ein SMA-Lager dauert es etwa 100 000 Jahre, bis die Radiotoxizität durch Zerfall so weit abgeklungen ist, dass für die Gewährleistung der Sicherheit keine Anforderungen mehr an das Barriersystem des Lagers gestellt werden müssen und die Abfälle im Lager z.B. als Folge der andauernden Erosion freigelegt und an die Erdoberfläche kommen könnten. Für ein HAA-Lager, dessen Abfälle eine viel höhere Radiotoxizität haben, beträgt dieser Zeitraum etwa 1 Million Jahre.

Bis die Radiotoxizität weitgehend zerfallen ist, wird die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers durch ein System mit mehrfachen passiven Barrieren sichergestellt (Bild 4). Passiv bedeutet hier, dass nach Verschluss der geologischen Tiefenlager die Sicherheit ohne Zutun des Menschen (z.B. durch Unterhalt oder Reparatur) gewährleistet werden muss. Die Geologie (das Wirtgestein⁵⁾ und die geologische Situation) spielt dabei eine wichtige Rolle. Deshalb wird der Standortwahl für geologische Tiefenlager eine grosse Bedeutung zugemessen. Die technischen Barrieren – bestehend aus den Abfallmatrizen, den Abfallbehältern, der Verfüllung der untertägigen Lagerkammern sowie der Verfüllung und Versiegelung der Zugänge – ergänzen die geologische Barriere (Wirtgestein) und sind auf diese abgestimmt; ausserdem berücksichtigen sie auch die spezifischen Ei-

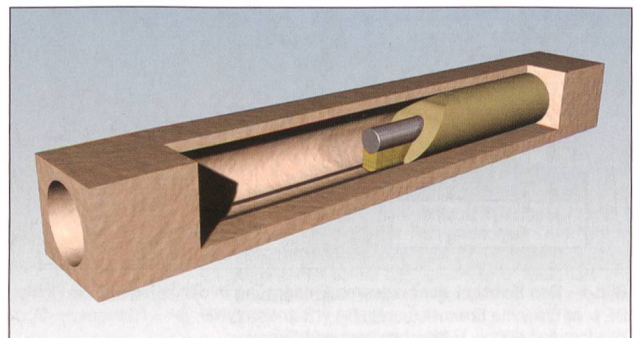


Bild 3 Lagerstollen für hochaktive Abfälle mit dem Lagerbehälter (grau) und dem Verfüllmaterial Bentonit (grün).

genschaften der einzulagernden Abfälle. Das System der passiven Sicherheitsbarrieren muss folgende übergeordnete Funktionen erfüllen:

- die physische Trennung der Abfälle mit den darin enthaltenen Radionukliden vom menschlichen Lebensraum,
- den Einschluss bzw. die Rückhaltung der Radionuklide,
- die Gewährleistung der Langzeitstabilität des Barriersystems für die erforderlichen Zeiträume.

Bei der Standortwahl und der Auslegung des Barriersystems sind zusätzlich folgende Prinzipien zu beachten:

- Zuverlässigkeit der Erstellung der geologischen Tiefenlager,
- Zuverlässigkeit der Aussagen zur Geologie und zum Systemverhalten.

Die für geologische Tiefenlager durchzuführenden Sicherheitsanalysen haben das Ziel, die durch das System gewährleistete Sicherheit zu analysieren und aufzuzeigen. Die Resultate der Sicherheitsanalyse dienen als Grundlage für die Beurteilung, ob das analysierte System aus Sicht der Sicherheit akzeptabel ist. Weiter werden mit Sicherheitsanalysen die für die Sicherheit wichti-

gen Elemente des Systems und die darin ablaufenden relevanten Prozesse identifiziert und diskutiert. Dies erlaubt es, Möglichkeiten zur Systemverbesserung aufzuzeigen, den gegenwärtigen Wissensstand zu bewerten und die zukünftige Forschung auf die relevanten Fragen auszurichten. Die Sicherheitsanalysen sind folglich ein sehr wichtiges Element für die Entscheidungsfindung und die Steuerung des Programms zur Realisierung geologischer Tiefenlager.

Die Qualität von Sicherheitsanalysen hängt direkt ab von der Belastbarkeit der Aussagen zu den für die Sicherheit relevanten Elementen und Prozessen. Deshalb ist es von zentraler Bedeutung, dass bei den Sicherheitsanalysen neben den Analytikern auch Wissenschaftler mit ihrem Spezialwissen über die einzelnen sicherheitsrelevanten Elemente und Prozesse an der Analyse beteiligt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass das Fachwissen korrekt umgesetzt wird. Zur Analyse gehört unter anderem eine vollständige Darstellung der noch vorhandenen Ungewissheiten, deren Bedeutung zu bewerten ist. Ungewissheiten in geologischen Tiefenlagern sind unvermeidbar wegen der langen zu betrachtenden Zeiträume und wegen der Komplexität von natürlichen Systemen, wie die

Geologie eines darstellt. Für die Beschreibung der sicherheitsrelevanten Phänomene kann auf umfangreiche Forschungsergebnisse in der Schweiz, für gewisse Phänomene auch auf die weltweit vorhandene Forschung zurückgegriffen werden. Dabei liefern beispielsweise die Untersuchungen in Felslabors – in der Schweiz werden 2 Felslabors betrieben (Mont Terri im Opalinuston und Grimsel im Kristallin) – einen wichtigen Beitrag.

Bei der Sicherheitsanalyse werden zunächst in einem systematischen Prozess die für die Sicherheit relevanten Phänomene erfasst. Dazu gehören Phänomene, die sich positiv auf die Sicherheit auswirken, aber auch solche, die negativ für die Sicherheit sein können. Dann wird das wissenschaftliche Verständnis dieser Phänomene beschrieben und evaluiert: Wann, wie und unter welchen Voraussetzungen können diese Phänomene auf die Entwicklung und das sicherheitsbezogene Verhalten des Lagers einwirken? Es ist wichtig bei der Analyse, sehr breit vorzugehen und alle Eventualitäten mit einzubeziehen. Zur Evaluation der sicherheitsrelevanten Phänomene gehören sowohl die quantitative Erfassung (in der Regel mit Berechnungen auf dem Computer) als auch die dazu gehörenden

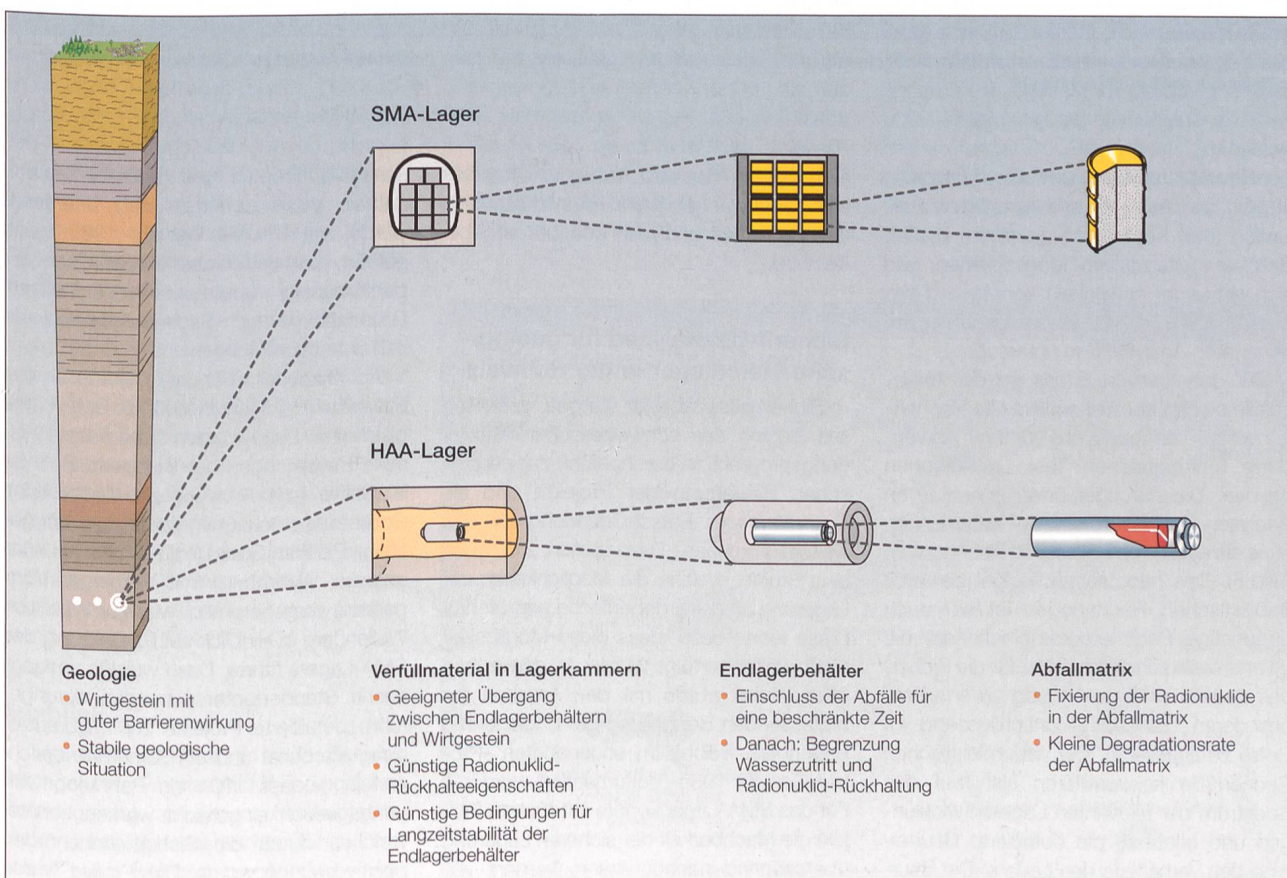


Bild 4 Das Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle basiert auf mehrfachen Sicherheitsbarrieren, die sich gegenseitig ergänzen, von denen aber auch jede einzelne alleine wirkt.

In der oberen Reihe sind die Sicherheitsbarrieren für das SMA-Lager dargestellt, in der unteren die Sicherheitsbarrieren für das HAA-Lager.

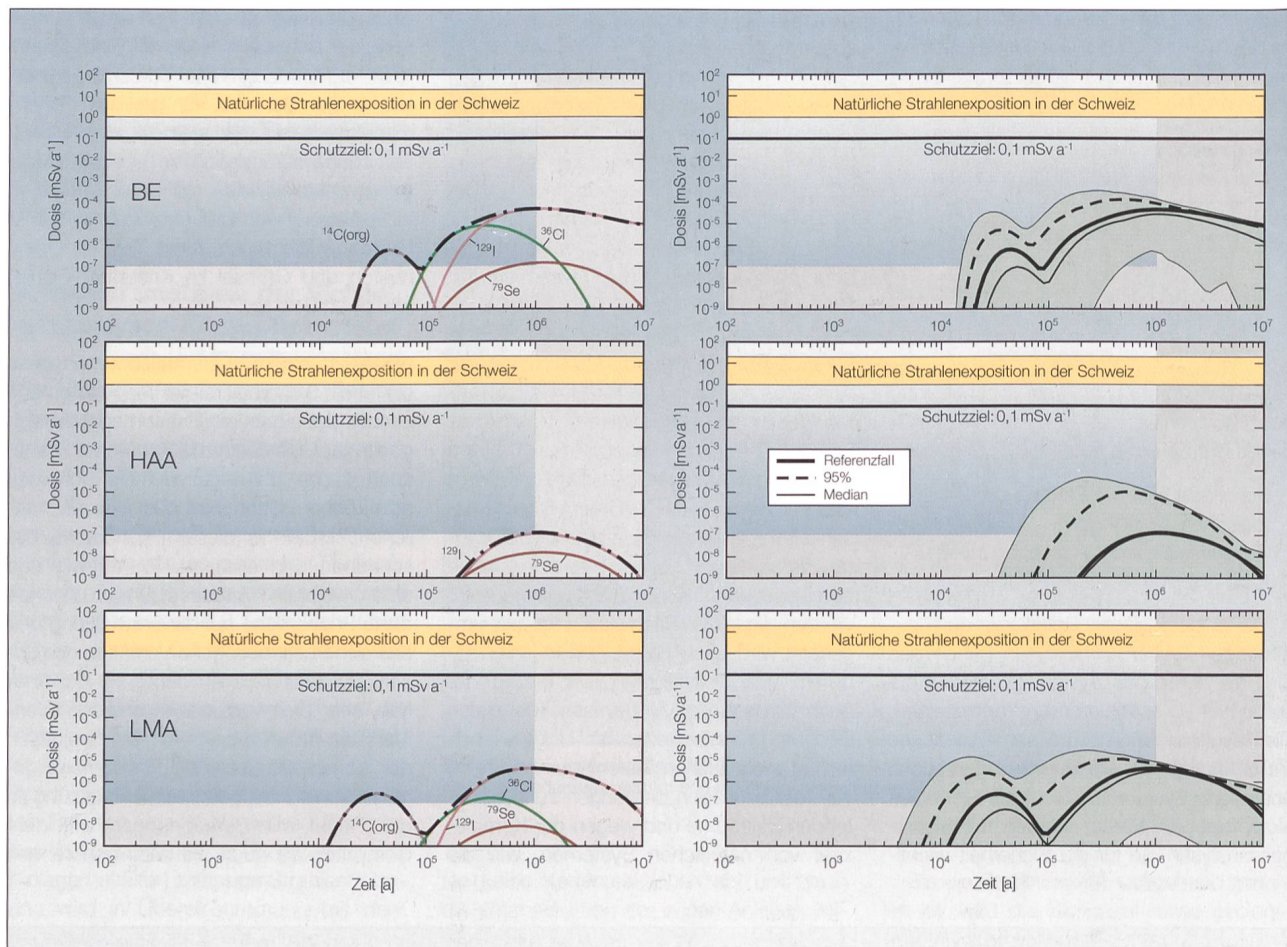


Bild 5 Deterministische und probabilistische Rechnungen für verbrauchte Brennelemente, BE (oben), hochaktive Abfälle, HAA (Mitte) und langlebige mittelaktive Abfälle, LMA (unten).

Sensitivitätsanalysen, um alle Schwachstellen zuverlässig zu erfassen. Diese Evaluation führt schliesslich zu einem breiten Satz von alternativen Möglichkeiten, wie sich ein Lager entwickeln könnte und wie es sich dabei verhält. Diese werden in sogenannten Analysefällen untersucht.

Zur quantitativen Erfassung der Analysefälle stehen speziell entwickelte Rechen-codes zur Verfügung, die vor ihrer Anwendung umfangreichen Tests unterworfen werden. Die durchgeführten quantitativen Analysen umfassen sowohl deterministische als auch probabilistische Rechnungen (Bild 5). Das hauptsächliche Ziel der probabilistischen Rechnungen ist es, auch ungünstige Parameterkombinationen, die zwar unwahrscheinlich, aber für die Sicherheit negativ sind, zuverlässig zu erfassen, um deren Bedeutung anschliessend im Detail zu evaluieren. Die deterministischen Rechenfälle konzentrieren sich auf das Spektrum der relevanten Lagerentwicklungen und erlauben die detaillierte Beurteilung des Verhaltens des Lagers. Die Beurteilung der Rechnungen erfolgt unter Einbezug der Wissenschaftler, welche die wissenschaftlichen Grundlagen bereitge-

stellt haben. So wird sichergestellt, dass der gegenwärtige Stand des Wissens in den Sicherheitsanalysen adäquat abgebildet wird.

Sicherheitsanalysen für geologische Tiefenlager in der Schweiz

Sicherheitsanalysen werden praktisch seit Beginn des schweizerischen Entsorgungsprogramms durchgeführt zur periodischen Bewertung der Projekte und als Grundlage zur Entscheidungsfindung für das weitere Vorgehen. Dazu gehört z.B. auch eine Studie, welche die Möglichkeiten zur Lagerung an der Erdoberfläche geprüft hat. Diese führte dazu, dass diese Möglichkeit nicht weiter verfolgt wurde. In den frühen 80er-Jahren wurde mit den Arbeiten zur umfassenden Beurteilung der Endlagerung begonnen, welche im sogenannten «Projekt Gewähr 1985» dokumentiert wurden⁶⁾. Für das SMA-Lager konnte mit diesem Projekt die Machbarkeit der sicheren Lagerung überzeugend nachgewiesen werden, wie die positiven Behördengutachten und der positive Entscheid des Bundesrats belegen. Für das HAA-Lager, dessen techni-

sche Machbarkeit und Sicherheit schon damals positiv beurteilt und anerkannt wurde, hat «Projekt Gewähr 1985» dazu geführt, dass neben dem bis dahin schwerpunktmässig untersuchten kristallinen Grundgebirge auch Sedimentgesteine vertieft untersucht wurden.

Ab Mitte der 80er-Jahre wurde an der Evaluation der Standorte für ein SMA-Lager gearbeitet. Dazu wurden sicherheitstechnische Bewertungen der Standorte Bois de la Glaive (mit Anhydrit als Wirtgestein), Oberbauenstock (mit Mergel als Wirtgestein), Piz Pian Grand (mit Kristallin als Wirtgestein), Wellenberg (mit Mergel als Wirtgestein) vorgenommen, was zur Wahl von Wellenberg in Hinblick auf Realisierung des SMA-Lagers führte. Dazu wurden umfangreiche Standortuntersuchungen durchgeführt, detaillierte Projekte zur Lagerauslegung erarbeitet und ein Sicherheitsbericht erstellt, sodass 1994 ein Rahmenbewilligungsgesuch eingereicht werden konnte, welches durch die Sicherheitsbehörden positiv beurteilt wurde. Das Projekt wurde jedoch durch die Stimmbürger des Kantons Nidwalden abgelehnt und schliesslich 2002 aufgegeben.

Parallel zum SMA-Programm wurden die Untersuchungen im HAA-Programm weitergeführt mit einer umfassenden Synthese zu einem HAA-Lager im kristallinen Grundgebirge (inkl. Sicherheitsbericht) und der Evaluation der Lagermöglichkeiten in den Sedimenten (inkl. orientierende Sicherheitsbetrachtungen). Dies führte dazu, dass ab Mitte der 90-Jahre der Opalinuston als Wirtgestein in den Vordergrund rückte mit einem Untersuchungsprogramm, welches zu einer umfassenden Synthese mit Berichten zur Geologie und zur Lagerauslegung sowie einem Sicherheitsbericht führte. Diese Synthese wurde von den Bundesbehörden und Experten in einem umfangreichen Review positiv beurteilt und 2006 vom Bundesrat anerkannt. Damit wurde auch der gesetzlich geforderte Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit der sicheren Lagerung hochaktiver Abfälle in der Schweiz erbracht.

Nachdem die grundsätzliche Machbarkeit der geologischen Tiefenlagerung für die Entsorgung aller in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle erbracht und anerkannt wurde, geht es in den kommenden Jahren um die Auswahl und Festlegung von Standorten für die benötigten geologischen Tiefenlager. Wegen der mangelnden Akzeptanz hat der Bundesrat entschieden⁷⁾, die Standortwahl in einem von den Bundesbehörden geführten Verfahren durchzuführen – anhand des Sachplans geologische Tiefenlager (Bild 6). Der Konzeptteil des Sachplanverfahrens, welcher das Vorgehen und die anzuwendenden Kriterien vorgibt, wurde im April 2008 vom Bundesrat genehmigt. In einem ersten Schritt war es Aufgabe der Nagra, für die beiden geologischen Tiefenlager – basierend auf einer Evaluation der geologischen Möglichkeiten in der gesamten Schweiz – geologische Standortgebiete vorzuschlagen. Die Nagra hat im Oktober 2008 ihre Vorschläge eingereicht (Bild 7). Als Grundlage für die Erarbeitung dieser Vorschläge waren umfangreiche orientierende Sicherheitsbetrachtungen notwendig, welche zusammen mit Überlegungen zur bautechnischen Machbarkeit zu den detaillierten Anforderungen für die Auswahl der von der Nagra vorgeschlagenen geologischen Standortgebiete führten.

Ausblick

Das seit etwa 30 Jahren in der Schweiz durchgeführte Programm zur geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle hat zu einem hohen Wissensstand geführt. Dazu haben auch weltweit durchgeführte Forschungsarbeiten einen erheblichen Beitrag geleistet. Die grundsätzliche Machbarkeit der sicheren Lagerung der radioaktiven Ab-

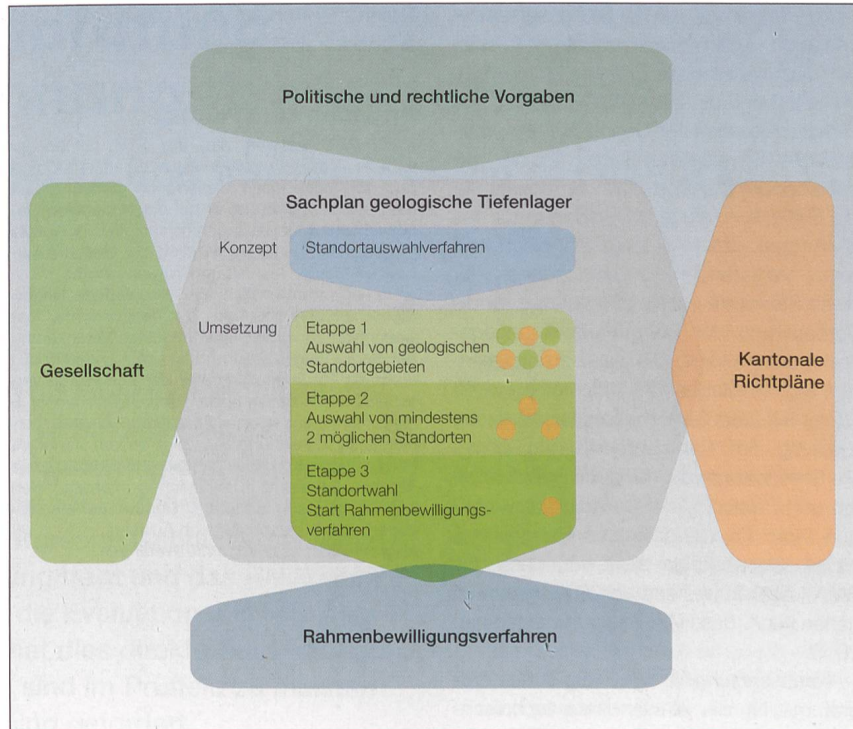


Bild 6 Stellung und Abhängigkeiten des Sachplans geologische Tiefenlager.

fälle in der Schweiz ist anerkannt, und die für die Sicherheit wichtigen Aspekte wurden identifiziert und können erfasst werden. Dies hat es erlaubt, eine Evaluation der geologischen Möglichkeiten vorzunehmen und geologische Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager zu identifizieren. Weiter wurden die notwendigen Anlagenkonzepte entwickelt, die auch eine auf die geologischen Bedingungen ausgerichtete

Auslegung der technischen Barrieren enthalten.

Der breit angelegte Prozess zur Festlegung von 2 Standorten für die Realisierung der in der Schweiz vorgesehenen geologischen Tiefenlager ist im Gange und wird unter Beteiligung der verschiedenen Interessengruppen im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager unter Leitung des Bundes durchgeführt.

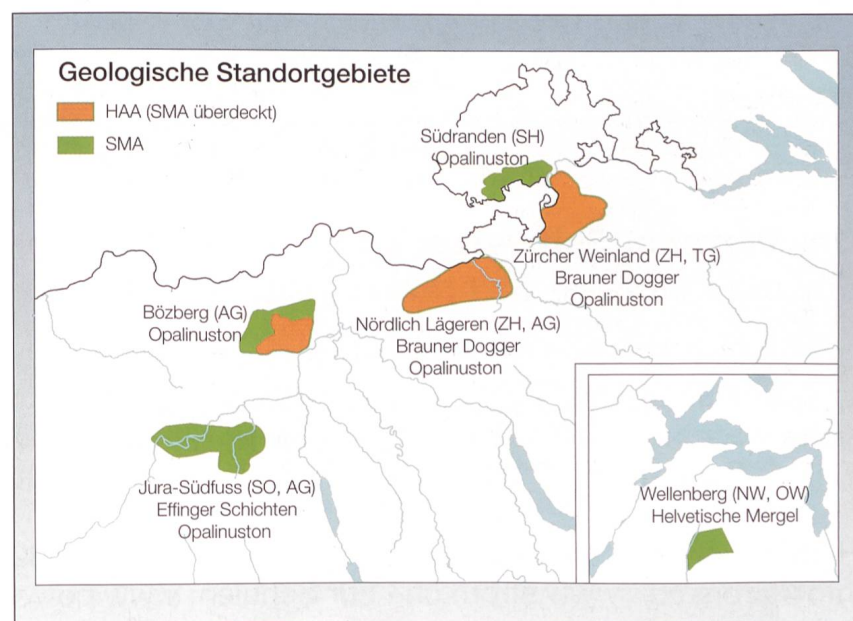


Bild 7 Die Standortgebietsvorschläge der Nagra im Hinblick auf die Realisierung der geologischen Tiefenlager für radioaktive Abfälle.

articles spécialisés

Im Programm werden Sicherheitsanalysen auch weiterhin eine zentrale Rolle spielen. Dazu werden die Projekte stufenweise verfeinert und die Informationsbasis gezielt vertieft. Als nächster Schritt stehen provisorische Sicherheitsanalysen für die verschiedenen Standorte als Grundlage für die Evaluation von je 2 Standorten für das SMA- bzw. das HAA-Lager an. Nach weiteren vertiefenden Untersuchungen für diese Standorte wird je ein Standort für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche ausgewählt. Die dann zu erstellenden Sicherheitsberichte bilden einen wichtigen Teil der Gesuchsunterlagen. Nach Erteilung der Rahmenbewilligung erfolgt die Standortuntersuchung mit Sondierstollen und Felslabor, deren Resultate wichtigen Input für die nuklearen Baugesuche bilden. Der Zeitplan sieht vor, dass das SMA-Lager frühestens ab 2030 in Betrieb gehen kann, das HAA-Lager frühestens ab 2040.

Voraussetzung für den Erfolg dieses Programms ist die einwandfreie technisch-wissenschaftliche Arbeit, zu der auch hochwertige Sicherheitsberichte gehören. Dies alleine wird aber nicht genügen – ein Entscheidungsfindungsprozess, bei welchem die verschiedenen Interessengruppen und die Gesellschaft einbezogen sind und der die nötige Akzeptanz finden muss, ist von vergleichbar grosser Bedeutung. Dazu sind ein entsprechender politischer Wille und die notwendige Ausdauer aller Beteiligten eine Grundvoraussetzung. Nur dann kann es gelingen, die auch gesellschaftlich anspruchsvolle Realisierung der geologischen

Tiefenlager in der Schweiz zeitgerecht und erfolgreich umzusetzen.

Angaben zum Autor

Dr. **Piet Zuidema**, dipl. Ing. ETH, hat an der ETH in Zürich Ingenieurwissenschaften studiert und dort auch seine Dissertation gemacht. Seit mehr als 20 Jahren ist er bei der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) tätig, heute als Mitglied der Geschäftsleitung und Leiter Technik und Wissenschaft.

Er ist verantwortlich für verschiedene Nagra-Sicherheitsberichte und Syntheseberichte, hat wesentlich zur guten internationalen Verankerung der Nagra beigetragen und ist unter anderem seit mehr als 15 Jahren Vertreter der Schweiz in verschiedenen Arbeitsgruppen der OECD, wo er 5 Jahre Vorsitzender einer Arbeitsgruppe zu Sicherheitsanalysen war und seit vielen Jahren ständiges Mitglied des Komitees «Entsorgung Radioaktive Abfälle». Er wirkte in zahlreichen internationalen Expertengruppen mit und ist Berater für verschiedene Entsorgungsprojekte im Ausland.
Nagra, Hardstrasse 73, 5430 Wettingen,
Tel. 056 437 11 11

¹⁾ Bei Annahme einer Sammelperiode der Abfälle aus dem Bereich Medizin, Industrie und Forschung bis 2050.

²⁾ Zum Vergleich: In der Schweiz fallen jährlich etwas mehr als 1 Mio. t Abfälle an; davon sind mehr als 150 000 t Sonderabfälle, die für die Entsorgung ins Ausland verbracht werden.

³⁾ Bei der Wiederaufarbeitung werden die in den verbrauchten Brennelementen enthaltenen Isotope, die man für die Kernspaltung noch einsetzen kann, zurückgewonnen (Isotope von Uran und Plutonium) und für die Herstellung neuer Brennelemente wieder verwendet.

⁴⁾ Die Wärmeleistung der hochaktiven Abfälle als Folge des Zerfalls von Radionukliden ist anfänglich so hoch, dass im geologischen Tiefenlager Temperaturen entstehen würden, welche zur Schädigung vom Verfüllmaterial in den Lagerstollen und vom direkt umgebenden Wirtgestein führen könnten.

⁵⁾ Wirtgestein: Das Gestein, in dem die Lagerkammern des geologischen Tiefenlagers angeordnet werden und das aufgrund seiner für die Langzeitsicherheit günstigen Eigenschaften ausgewählt wurde.

⁶⁾ Projekt Gewähr – d.h. der Nachweis der sicheren Machbarkeit der Endlagerung der radioaktiven Abfälle – resultierte aus einer entsprechenden gesetzlichen Forderung.

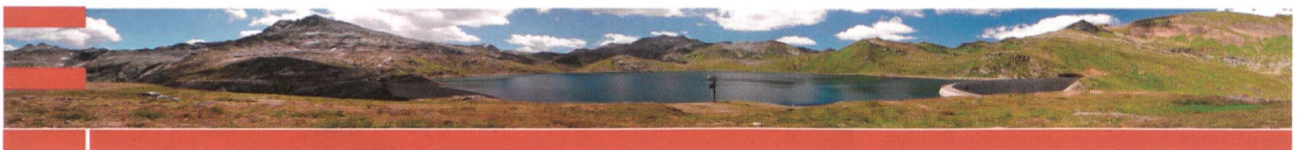
⁷⁾ Dies wurde so in der 2005 in Kraft getretenen Kernenergieverordnung festgehalten.

Résumé

Analyses de sûreté pour les dépôts en couches géologiques profondes

Objectifs, méthodes, résultats et conclusions. En Suisse, des déchets radioactifs sont produits depuis de nombreuses années en raison de l'exploitation de l'énergie nucléaire, mais aussi de l'utilisation de substances radioactives dans les domaines de la médecine, de l'industrie et de la recherche. Ces déchets doivent être gérés de manière sûre. Bien que les quantités soient finalement relativement faibles (l'exploitation des centrales nucléaires actuelles sur une période de 50 ans, puis leur démantèlement, ainsi que les domaines de la médecine, de l'industrie et de la recherche génèrent environ 100 000 m³ de déchets conditionnés), leur évacuation exige un processus soigneux.

Anzeige



Der Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen. Für eine sichere Stromversorgung.

Der VSE ist der Branchendachverband der schweizerischen Elektrizitätsunternehmen. Er setzt sich für gute Rahmenbedingungen für die Elektrizitätswirtschaft und eine sichere Stromversorgung ein, informiert die Öffentlichkeit über Themen der Elektrizitätsbranche und bietet seinen 435 Mitgliedern zahlreiche Dienstleistungen an.

Hintere Bahnhofstrasse 10 · 5001 Aarau · Telefon: 062 825 25 25 · Fax: 062 825 25 26
info@strom.ch · www.strom.ch · Für Schulen: www.poweron.ch

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen Association des entreprises électriques suisses Associazione delle aziende elettriche svizzere

