



Wohin mit den radioaktiven Abfällen?

Im Jahr 2022 wird die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) bekanntgeben, wo sie die geologischen Tiefenlager für die radioaktiven Abfälle der Schweiz plant. Zwei der möglichen Standortgebiete liegen im Norden des Kantons Zürich.

Annette Spörri, Raumplanerin
Tiefenlager/Gebietsbetreuerin
Abteilung Raumplanung
Amt für Raumentwicklung
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 41 99
annette.spoerri@bd.zh.ch
www.zh.ch/are
www.zh.ch/radioaktiveabfaelle

Dieses Modell eines Lagerstollens mit Endlagerbehälter für hochaktive Abfälle zeigt die verschiedenen Barrieren: Behälter, mit Bentonit gefüllter Stollen (technische Barrieren) sowie das Wirtgestein als natürliche Barriere.

Quelle: Comet Photoshopping GmbH, Dieter Enz

Die radioaktiven Abfälle der Schweiz stammen zur Hauptsache aus fünf Kernkraftwerken, aber auch aus Medizin, Industrie und Forschung. Es wird zwischen hochaktiven Abfällen (HAA) sowie schwach- und mittelaktiven Abfällen (SMA) unterschieden. Zurzeit befinden sich diese Abfälle in Zwischenlagern im Kanton Aargau sowie bei den Kernkraftwerken.

Die Kernenergiegesetzgebung schreibt vor, dass die in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle grundsätzlich in der Schweiz in einem geologischen Tiefenlager entsorgt werden müssen. Verantwortlich dafür sind die Verursacher dieser Abfälle, also die Kernkraftwerksbetreiber und der Bund, der für die Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung zuständig ist. Diese Entsorgungspflichtigen haben zur Wahrnehmung der Aufgabe 1972 die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) gegründet.

Bis zu einer Million Jahre sicher lagern

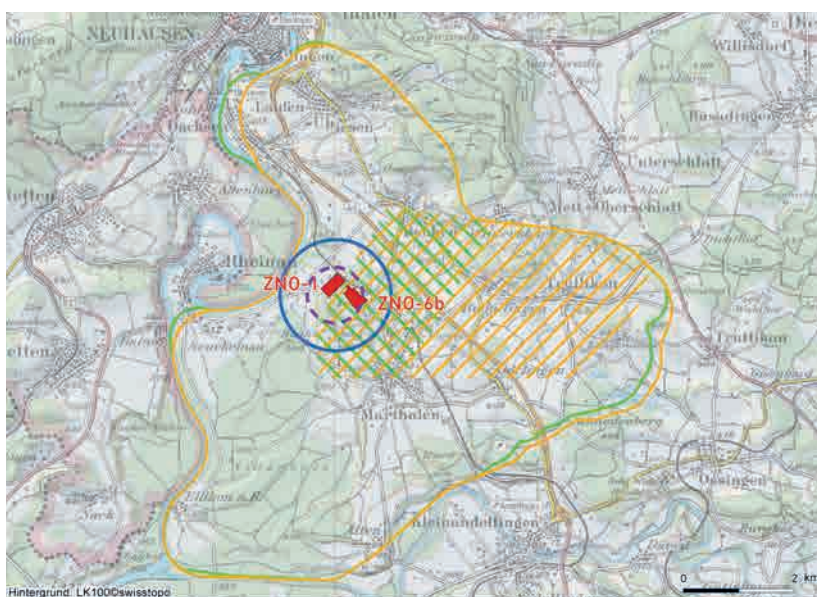
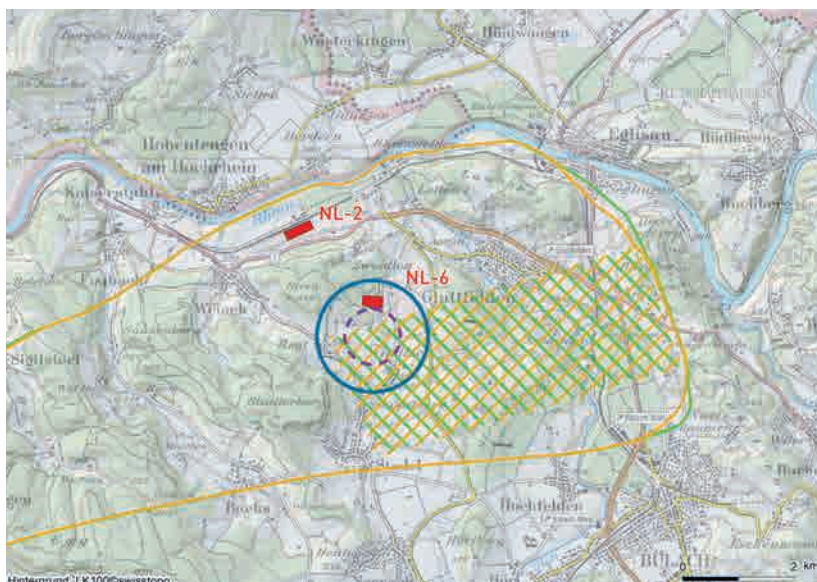
Weltweit ist sich die grosse Mehrheit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einig, dass es am sichersten ist, die radioaktiven Abfälle in geologischen Tiefenlagern zu entsorgen, bis die radioaktive Strahlung so weit abgeklungen ist,

dass sie für Mensch und Umwelt keine Gefahr mehr darstellt. Dies dauert hunderttausend bis zu einer Million Jahre. Das schweizerische Entsorgungskonzept sieht je ein Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle sowie für hochaktive Abfälle vor. Sofern sicherheitstechnisch möglich, kommt auch ein Kombilager in Frage.

Die Abfälle werden in dafür geeigneten geologischen Schichten in einer Tiefe von mehreren hundert Metern eingelagert. Die Langzeitsicherheit wird durch mehrere Barrieren gewährleistet, welche die Freisetzung von radioaktiven Stoffen verhindern sollen: Die Abfälle werden – in sicheren Behältern verschlossen – in unterirdische Stollen gebracht. Diese Stollen werden mit Bentonit, einem Gemisch aus Tonmineralien, aufgefüllt, der eine weitere Barriere bildet (sogenannte technische Barriere). Schliesslich bildet das Wirtgestein noch eine natürliche Barriere (Modell oben).

«Selbstheilende» Tongesteine

In der Schweiz erfüllt nach heutiger Erkenntnis der sogenannte «Opalinuston» die geologischen Voraussetzungen für ein sicheres Tiefenlager am besten. Diese Tongesteine weisen eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit auf und besitzen



Nördlich Lägern (oben) und Zürich Nordost (unten) sind Standortgebiete im Kanton Zürich, die für ein geologisches Tiefenlager in Frage kommen.
Quelle: Nagra

mit ihrer Quelfähigkeit ein gewisses «Selbstheilungspotenzial», wodurch allfällige Risse im Gestein beim Eintritt von Wasser wieder geschlossen werden. Zudem weist der 174 Millionen Jahre alte Opalinuston eine ruhige, ungestörte Anordnung im Untergrund und die erforderliche Schichtmächtigkeit auf. Potenzielle Lagerstandorte mit dichten und mächtigen Opalinustonschichten wurden im Norden des Kantons Zürich sowie im Kanton Aargau identifiziert.

Oberste Priorität hat die Sicherheit von Mensch und Umwelt

Die Standortsuche für geologische Tiefenlager wird in der Schweiz im «Sachplan geologische Tiefenlager» geregelt, einem Raumplanungsinstrument des Bundes für landesweit wichtige Infrastrukturen. 2008 verabschiedete der Bundesrat den Konzeptteil des Sachplans. Die-

ser gewährleistet ein transparentes, nachvollziehbares und verbindliches Standortauswahlverfahren.

Dabei hat die Sicherheit von Mensch und Umwelt oberste Priorität. Oder anders ausgedrückt: Allein die Geologie im Untergrund entscheidet darüber, wo ein Tiefenlager dereinst gebaut werden soll. Der Sicherheit untergeordnet sind Aspekte der Raumnutzung, der Wirtschaft und der Gesellschaft.

Standortsuche in drei Etappen

Die Standortsuche für geologische Tiefenlager verläuft in drei Etappen, in denen die Auswahl der Standortgebiete schrittweise eingengt wird. Am Ende jeder Etappe steht ein Bundesratsentscheid. In Etappe 1 (2008 bis 2011) nahm der Bundesrat auf Vorschlag der Nagra und nach eingehender Prüfung durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsins-

pektorat (ENSI) sechs mögliche Standortgebiete in den Sachplan auf. Zudem baute das verfahrensleitende Bundesamt für Energie (BFE) die «Regionalkonferenzen» für die Mitwirkung der Standortregionen auf.

Das Ziel von Etappe 2 (2011 bis 2018) war die Einengung dieser Standortgebiete auf mindestens zwei Standorte pro Lagertyp (SMA und HAA). Ende 2018 entschied der Bundesrat, dass in Etappe 3 die Standortgebiete Jura Ost (JO), Nördlich Lägern (NL) und Zürich Nordost (ZNO) weiter zu untersuchen sind. Die beiden Karten links zeigen die zwei möglichen Standortgebiete im Kanton Zürich. Zusätzlich wurden die Standortareale für die Hauptzugänge zum Tiefenlager – die sogenannte Oberflächenanlage (OFA) – als Zwischenergebnis im Sachplan festgelegt.

In der laufenden Etappe 3 (2018 bis voraussichtlich 2030) vertieft die Nagra das Wissen über die verbleibenden potenziellen Standortgebiete mit Hilfe von erdwissenschaftlichen Untersuchungen. Zudem optimiert sie in Zusammenarbeit mit den Standortregionen und -kantonen die jeweilige Platzierung der gesamten Oberflächeninfrastruktur (OFI), also der Haupt- und Nebenzugangsanlagen zum Lager.

Noch Jahrzehnte bis zum Bau

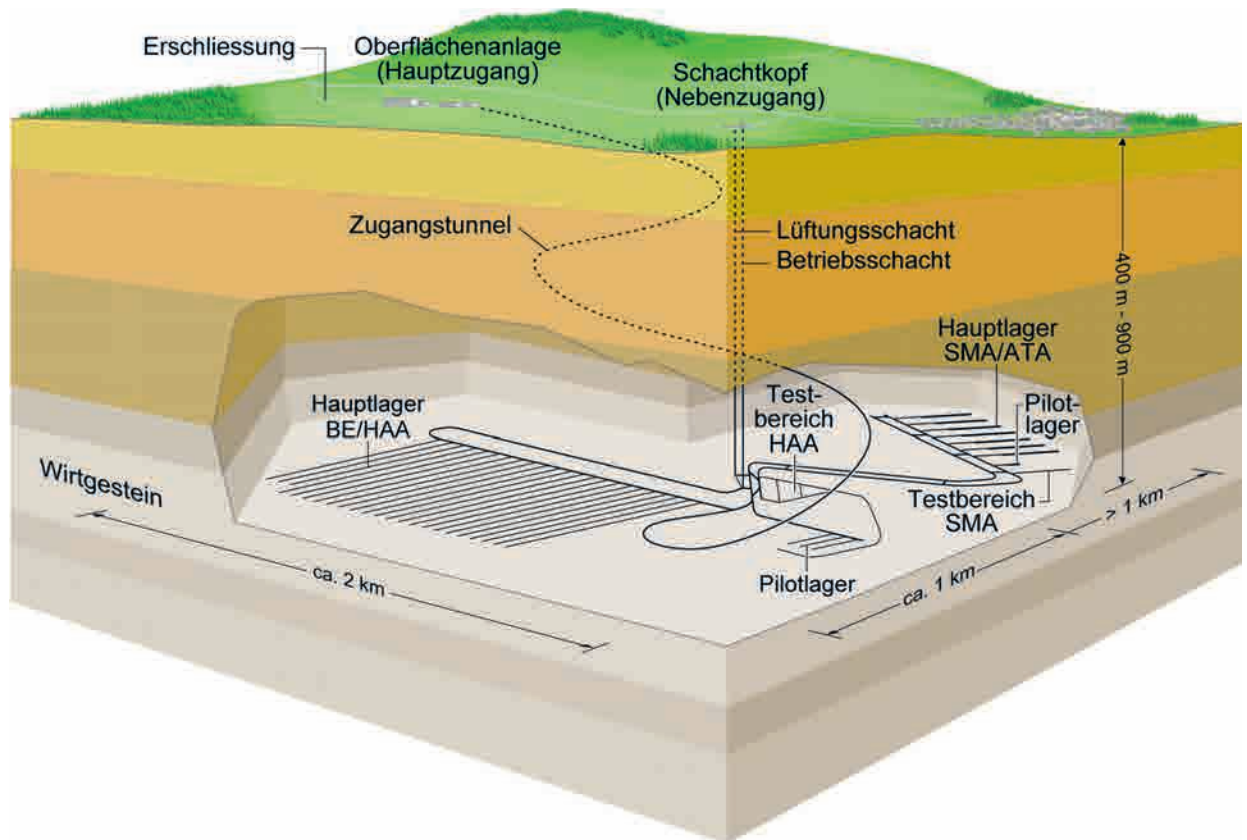
Gestützt auf den sicherheitstechnischen Vergleich der Standorte gibt die Nagra voraussichtlich 2022 bekannt, für welche Standorte (oder bei einem Kombilager für welchen Standort) sie ein Rahmenbewilligungsgesuch ausarbeiten will. Dieses plant sie 2024 beim Bund einzureichen. Das ENSI wird das Gesuch prüfen. Voraussichtlich Anfang 2030 entscheidet der Bundesrat darüber. Das Parlament muss den Entscheid genehmigen. Wird das fakultative Referendum ergriffen, hat das Schweizer Stimmvolk an der Urne das letzte Wort.

Bis zum Bau und der Inbetriebnahme der Tiefenlager vergehen nochmals viele Jahre. Das Lager für die schwach- und mittelaktiven Abfälle soll gemäss heutiger Planung der Nagra 2050 in Betrieb gehen, das Lager für hochaktive Abfälle 2060.

Gross angelegtes partizipatives Verfahren

Die Gemeinden der möglichen Standortregionen und die betroffene Bevölkerung sind bereits seit mehreren Jahren in einem gross angelegten partizipativen Prozess unter Federführung des BFE eingebunden. Die sogenannten Regionalkonferenzen, die pro Standortregion rund 120 Personen umfassen, bestimmen unter anderem mit, wo die Oberflächeninfrastruktur angeordnet wird. Zudem

Elemente eines geologischen Tiefenlagers am Beispiel eines Kombilagers



Das Lager befindet sich im geologischen Untergrund in mehreren hundert Metern Tiefe. Der Hauptzugang erfolgt über die Oberflächenanlage. Zugangstunnel sowie Betriebs- und Lüftungsschacht stellen die Verbindung von der Erdoberfläche zu den Bauwerken auf Lagerebene sicher. Diese erstrecken sich unterirdisch über mehrere Quadratkilometer.

Quelle: Nagra

Keine Oberflächeninfrastruktur über strategisch wichtigem Grundwasser

Bei der Beurteilung der Standorte der Oberfläche hininfrastruktur spielt für den Kanton Zürich der Schutz der Grundwasservorkommen eine zentrale Rolle. Diese dienen als Trinkwasserressource für die Bevölkerung. Drei der vier von der Nagra vorgeschlagenen Standorte für diese Infrastrukturanlagen, wo mit nuklearen Materialien umgegangen wird, liegen in solchen bedeutenden, vom Kanton als «strategische Interessengebiete für die Trinkwasserversorgung» bezeichneten Grundwassergebieten.

Langfristige Trinkwassergewinnung

Der mächtige Rheingrundwasserstrom im Norden des Kantons gehört inklusive seiner Zuflussgebiete zu diesen Grundwasservorkommen, die für die künftige Trinkwassergewinnung sehr wichtig sind. Beim Schutz dieser Ressource geht es um die langfristige Sicherstellung der Trinkwassergewinnung für rund eine Million Bewohnerinnen und Bewohner des Kantons aus den drei im Kantonalen Richtplan festgelegten Grundwasserschutzarealen Rheinau in Zürich Nordost

sowie Rafzerfeld und Weiacher Hard in Nördlich Lägern. Diese drei Areale sind die einzigen strategischen Trinkwasserreserven im Kantonsgebiet. Neben dem Zürichsee bilden sie das Rückgrat der künftigen Trinkwassergewinnung. Angesichts von Klimaerwärmung, Bevölkerungswachstum und zunehmend belastetem Grundwasser (z.B. mit Pflanzenschutzmitteln) ist ein umfassender Schutz dieser bedeutenden Trinkwasserressourcen unabdingbar. Der Kanton lehnt deshalb die von der Nagra vorgeschlagenen, dem Schutzanliegen widersprechenden Standorte der Oberfläche hininfrastruktur aus Gründen der Vorsorge ab (NL-2 in Nördlich Lägern sowie ZNO-1 in Zürich Nordost, Karten Seite 36). Betreffend Standort NL-6 in Nördlich Lägern fordert er, dass diejenigen Teile der Oberfläche hinanlage, in denen mit nuklearen Materialien umgegangen wird, ausserhalb des strategischen Interessengebiets für die Trinkwasserversorgung platziert werden. Alternativ kann eine technische Lösung geprüft werden (Dichtwand), die verhindert, dass Grundwasser unkontrolliert aus dem Perimeter der Oberfläche hinanlage abfließt.

Lastenverteilung

Der Regierungsrat anerkennt das Sachplanverfahren als geeignetes Instrument für die Standortwahl des Tiefenlagers. Bei der Standortsuche für ein Tiefenlager hat Sicherheit oberste Priorität. Bei der Platzierung der heissen Zelle (der Brennelemente-Verpackungsanlage) spielen auch Aspekte wie Transport und Verkehrserschliessung, Landschaft, Wald, Fruchtfolgeflächen und Lastenverteilung eine wichtige Rolle. Sollte sich im Auswahlverfahren ergeben, dass der vergleichsweise sicherste Standort für ein Tiefenlager im Kanton Zürich liegt, soll die heisse Zelle insbesondere auch im Sinn einer angemessenen Lastenverteilung daher nicht im Kanton Zürich zu liegen kommen.



Visualisierung einer Oberflächenanlage, von der aus Zugang in den Untergrund besteht. Von hier aus werden die befüllten Endlagerbehälter in den Lagerbereich transportiert.
Quelle: maaars, Zürich

diskutieren sie, mit welchen Massnahmen allfällige negative Auswirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft vermindert werden sollen.

Die Standortkantone begleiten das Sachplanverfahren konstruktiv-kritisch und unterstützen das BFE in der regionalen Partizipation. Die Regierungsvertreter der Standortkantone arbeiten im Ausschuss der Kantone (AdK) zusammen und stellen die Zusammenarbeit der Standortkantone mit den weiteren betroffenen Kantonen sicher. Auch Deutschland ist als betroffener Nachbarstaat auf allen Stufen der Partizipation vertreten.

Oberflächenanlage bis zu zehn Fussballfelder gross

Ein geologisches Tiefenlager umfasst je nach Realisierungsphase (Visualisierung oben) verschiedene Bauten an der Erdoberfläche.

Die grösste und wichtigste Anlage ist die Oberflächenanlage (OFA), wo die radioaktiven Abfälle angeliefert und für die Einlagerung vorbereitet werden. In der OFA beginnt der Zugang in den Untergrund, über welchen die befüllten Endlagerbehälter via eine Rampe oder einen Schacht in den Lagerbereich transportiert werden.

Neben der Oberflächenanlage braucht es sogenannte Nebenzugangsanlagen (NZA): Einen Schacht für die Frischluftzufuhr und einen Schacht für den Bau und die betrieblichen Abläufe. Durch letzteren werden Ausbruch- und Baumaterialien sowie Personal transportiert und die Versorgung des Tiefenlagers mit Energie und Wasser sichergestellt.

Die gesamte Oberflächeninfrastruktur muss für den Verkehr erschlossen werden. Im Idealfall besteht ein Bahnanschluss zur Oberflächenanlage. Im Weiteren sind Bauinstallationsplätze und Deponieflächen für den Aushub einzurichten. Für die OFA allein rechnet die Nagra mit einem Flächenbedarf von rund acht Hektaren (200x400 Meter), was in etwa zehn Fussballfeldern entspricht. Für die gesamte Oberflächeninfrastruktur muss mit bis zu 20 Hektaren Flächenbedarf gerechnet werden.

Während sich gemäss Realisierungsplan der Nagra die Einlagerungsphase der radioaktiven Abfälle und damit der Betrieb der Oberflächenanlage über rund 25 Jahre erstrecken, bleiben die Nebenzugangsanlagen über einen wesentlich längeren Zeitraum (bis zu 100 Jahre) bestehen. Die NZA werden für erdwissenschaftliche Untersuchungen des Opalinus-

tons in einem Felslabor im Untergrund, für den Bau und Betrieb des Lagers sowie nach der Einlagerung für die Beobachtung und später den Verschluss des Lagers benötigt.

Raumplanerische Beurteilung der Oberflächeninfrastruktur

Im Mai 2019 hat die Nagra für alle drei möglichen Standortregionen Vorschläge für die Platzierung der Oberflächeninfrastruktur vorgestellt. Die Regionalkonferenzen und die Standortkantone bewerten diese Vorschläge und nehmen Stellung dazu. Im Gegensatz zur Standortwahl des Tiefenlagers, bei der ausschliesslich sicherheitstechnische Kriterien der Geologie im Untergrund zählen, werden bei der Platzierung der Oberflächeninfrastruktur auch Raumplanungsinteressen berücksichtigt.

Besonders zu beachten sind die Anliegen des Gewässerschutzes (Zusatzinfo Seite 37), des Waldschutzes, des Natur- und Heimatschutzes und die Integration in die Landschaft. Zudem sollen durch eine kompakte Auslegung der Anlagen das Wachstum der Siedlungsfläche und der Verbrauch von Boden und Fruchtfolgeflächen möglichst gering gehalten werden.