

standort- gebiete für geologische tiefenlager

Aktualisierung Standort-
gebiet Nördlich Lägern
(Stand April 2016)

erdwissenschaftliche
untersuchungen
für etappe 3

nagra ● aus verantwortung



Ziel der Untersuchungen

Priorität der Sicherheit bei der Standortwahl

Die Rahmenbewilligung legt den Standort fest. Gemäss Kernenergieverordnung Art. 62 gehört zu den Unterlagen für ein Rahmenbewilligungsgesuch für ein geologisches Tiefenlager auch ein Bericht mit Angaben zum «Vergleich der zur Auswahl stehenden Optionen hinsichtlich Sicherheit» und zur «Bewertung der für die Auswahl des Standorts ausschlaggebenden Eigenschaften».

Die Standortuntersuchungen für Etappe 3 sollen belastbare Daten für folgende Aufgaben liefern:

Die verbleibenden Standortgebiete sind für die **abschliessende Standortwahl** sicherheitstechnisch zu vergleichen. Die entsprechende Berichterstattung ist ein Bestandteil der Unterlagen zum Rahmenbewilligungsgesuch (vgl. Kasten links).

Die **Eignung der gewählten Standortgebiete** ist für die Rahmenbewilligungsgesuche zu überprüfen, gemäss den Kriterien der Langzeitsicherheit sowie der technischen Machbarkeit und Betriebssicherheit.

Weitere Aufgaben sind die **Abgrenzung der Lagerbereiche** Untertag und die **Anordnung und Auslegung der Anlage in ihren Grundzügen**. Darunter fällt die Planung einer möglichen Streckenführung für die Zugangsbauwerke (Schacht, Rampe oder Kombination von beidem) nach Untertag.

Für diese Aufgaben sind Daten für folgende Themen zu erheben:

- Anordnung der Untertagebauten, geeigneter Lagerbereiche und Strukturen innerhalb und in direkter Umgebung der Lagerbereiche
- Eigenschaften und Parameter des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs für die Analyse der Barrierenwirkung und für die Anlagenplanung
- Langzeitentwicklung (z. B. Erosionsszenarien, tektonische Elemente)
- Mögliche Nutzungskonflikte (z. B. Kohlenwasserstoffe, Geothermie)
- Unterlagen für die Anlagenplanung (z. B. geomechanische Bedingungen für die Untertagebauten, geotechnische Informationen für den Bau der Zugänge nach Untertag, Baugrunduntersuchungen)

Eingesetzte Untersuchungsmethoden (Auswahl)

3D-Seismik gehört zur Geophysik und umfasst Methoden, welche die obere Erdkruste dreidimensional darstellen können.

Sondierbohrungen sind Bohrungen, die zur Erkundung der tieferen Gesteinsschichten eingesetzt werden.

Untiefe Bohrungen werden zum besseren Verständnis der lokalen Erosionsbasis während der letzten 2,5 Millionen Jahre und für Baugrunduntersuchungen eingesetzt.

Feldstudien fassen eine Reihe von Untersuchungsmethoden zusammen. Darunter fallen zum Beispiel geologische Kartierungen.

Gravimetrie ist die Methode mithilfe des Schwerfeldes der Erde die Gesteine im Untergrund zu erforschen.

Geoelektrik gehört zur Geophysik und umfasst Verfahren zur Erforschung des Bodens durch elektrische Spannung und Stromstärke.

3D-Seismik

Für Etappe 3 werden die vorgeschlagenen Standortgebiete mittels 3D-Seismik und Sondierbohrungen vertieft untersucht.

Die Nagra gewinnt damit zusätzliche Kenntnisse über den Untergrund und kann so die Gesteinsschichten und -strukturen vertieft beurteilen.

Was ist Seismik?

Mit seismischen Messmethoden wird der geologische Untergrund mittels künstlich angeregter Schwingungen abgebildet. Erzeugt werden diese von Vibrationsfahrzeugen oder kleinen Sprengladungen (in Bohrlöchern von wenigen Metern Tiefe). Die Wellen breiten sich im Untergrund aus und werden von den verschiedenen Gesteinsschichten reflektiert. An der Erdoberfläche zeichnen spezielle Sensoren (Geofone) die zurückgeworfenen seismischen Wellen auf. Wissenschaftler werten die Daten aus, stellen die geologischen Schichten in Karten dar und erstellen Profilschnitte. Diese geben Aufschluss über Lage und Struktur der Gesteinsschichten im Untergrund, insbesondere über Mächtigkeit und Störungs-

zonen. Moderne Seismikmethoden erlauben auch Aussagen über gewisse Gesteinseigenschaften und können selbst kleine strukturelle Unregelmässigkeiten sichtbar machen.

Im Gegensatz zur 2D-Seismik wird bei der 3D-Seismik nicht nur entlang einzelner Messlinien, sondern flächendeckend gearbeitet. Durch das gleichzeitige Abtasten der Gesteinsschichten bis in grosse Tiefen entsteht ein dreidimensionales Bild des Untergrunds.

Seismikperimeter

Die Seismikperimeter (räumliche Ausdehnung der 3D-Seismik) umfassen die Lagerperimeter und begrenzende geologische Elemente. Sie berücksichtigen auch die möglichen Verläufe von Zugangsbauwerken und die geplanten Sondierbohrungen.

Bewilligungen

Je nach Messgebiet sind kantonale und kommunale Bewilligungen für die Durchführung der Messungen selbst, für begleitende Bohrungen und für die Befahrung von Strassen einzuholen.

Beat Müller



Abbildung:

Der Untergrund wird bei der 3D-Seismik mithilfe von Vibrationsfahrzeugen abgetastet.

Ablauf seismischer Messungen

Für eine 3D-Seismik werden – je nach Tiefe der abzubildenden Horizonte alle 20 bis 40 Meter Geofone entlang von Linien ausgelegt, die einen seitlichen Abstand von 100 bis 200 Meter haben. Geofone sind vergleichbar mit Mikrofonen, die seismische Wellen aufzeichnen. Sie werden durch Verbindungskabel an den Messwagen angeschlossen.

Vorgehen im Feld

Zur Anregung der seismischen Wellen kommen vorzugsweise Vibratorfahrzeuge zum Einsatz. In schlecht zugänglichen Gebieten wie zum Beispiel in Wäldern oder in steilen Hanglagen wird auf Schusseismik ausgewichen. Hierbei wird eine geringe Menge Sprengstoff in einem 2 bis 10 Meter tiefen Bohrloch platziert und zur Detonation gebracht. Erfahrungswerte zeigen, dass mit einem Anteil von

etwa 6 bis 10 Prozent Schusseismik in den Gebieten der Nordschweiz zu rechnen ist.

Beide Anregungsarten haben einen geringen Einfluss auf die Umgebung und sind bei früheren seismischen Arbeiten der Nagra mit gutem Erfolg eingesetzt worden. Von empfindlichen Gebäuden und Quellen wird vorbeugend ein Sicherheitsabstand eingehalten. Während der Anregungen werden die an der Erdoberfläche ausgelösten Vibrationen fortlaufend überwacht.

Dauer der Messungen

Die Messungen dauern wenige Monate. Da die Messanordnung sich kontinuierlich durch das Gebiet bewegt, werden einzelne Gebietsteile lediglich während einiger Tage betroffen sein.

Feldarbeiten im Standortgebiet Nördlich Lägern

Die Nagra hat im Januar 2015 die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost für die weitere Untersuchung in Etappe 3 vorgeschlagen. Im Herbst 2015 wurden nach einer ersten Prüfung der Unterlagen durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) Nachforderungen zum Indikator «Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit» gestellt. Die Nachforderungen des ENSI betreffen einen von insgesamt 40 Indikatoren; es geht um die Frage der sicherheitstechnischen Optimierung der Tiefenlage. Die ist insbesondere relevant für die Beurteilung, ob das sehr tief liegende Standortgebiet Nördlich Lägern in Etappe 3 weiter untersucht werden soll. Die Nagra ist nach wie vor überzeugt, dass ein Lager in 900 Metern Tiefe sicher gebaut werden kann, dass diese grössere Tiefenlage aber im Vergleich zu 700 Metern sicherheitstechnische Nachteile hat.

Explorationskonzept eingereicht, seismische Messungen Winter 2016/17

Um für alle Fälle gerüstet zu sein, hatte die Nagra ab November 2015 Planungsvorbereitungen für das Standortgebiet Nördlich Lägern aufgenommen. Dazu gehört die Erarbeitung eines Explorationskonzept für Etappe 3. Im Winter 2016/17 sollen in Nördlich Lägern 3D-seismische Messungen durchgeführt werden. Die seismischen Messungen erfolgen in einem Gebiet von rund 91 Quadratkilometer. Weiter ist vorgesehen, ab Ende 2016 Gesuche für allfällige Sondierbohrungen einzureichen. Mit diesen Arbeiten können relevante Verzögerungen vermieden werden, falls der Bundesrat am Ende der Etappe 2 zum Schluss kommt, Nördlich Lägern solle weiter untersucht werden.

Sondierbohrungen

Die Sondierbohrungen und begleitenden Untersuchungen in Etappe 3 dienen dazu, den Untergrund in den verbliebenen Gebieten weiter zu erkunden. Die Nagra benötigt diese vertieften Informationen über die Gesteinsschichten im Bereich der möglichen Lagerperimeter, um die geologische Situation im Hinblick auf alle im Standortgebiet möglichen Lagertypen (SMA-, HAA-Lager und Kombilager) zu charakterisieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fliessen in die Standortwahl in Etappe 3 ein.

Was sind Sondierbohrungen?

Geologische Bohrungen erlauben einen direkten Einblick in den geologischen Untergrund und dessen Aufbau. Es gibt zwei verbreitete Bohrverfahren: Bei Meisselbohrungen wird das Gestein unten im Bohrloch zerkleinert. Man pumpt eine Flüssigkeit durchs Bohrgestänge, welche Gesteinstücke (Bohrklein) an die Erdoberfläche spült. Diese Bohrspülung wird in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Bei den aufwändigeren Kernbohrungen zermahlen Hohlkronen nur das Gestein am Rande des Bohrlochs. In der Mitte der Bohrkronen bleibt ein so genannter Bohrkern stehen. Der Bohrkern wird gelöst und an die Erdoberfläche

hochgezogen, wo das Gestein genau untersucht werden kann. Ergänzend dazu werden verschiedene Bohrlochmessungen, so genannte Logs, sowie weitere hydrogeologische und felsmechanische Tests ausgeführt.

Festlegen der Bohrplätze

Die Bohrungsperimeter geben die ungefähre Lage der Bohrplätze gemäss Untersuchungskonzept an. Die genaue Festlegung der Bohrplätze erfordert eine detaillierte Analyse der Situation an der Oberfläche und die Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen, Gemeinden und Grundeigentümern. Eine definitive Festlegung der Bohrplätze erfolgt daher im Rahmen der Ausarbeitung der Sondiergesuche. Sollte es die Situation an der Oberfläche erfordern, kann ein Bohrplatz auch ausserhalb der abgebildeten Bohrungsperimeter gewählt werden.

Sondiergesuche

Nach heutiger Einschätzung sind zirka vier Sondierbohrungen pro Standortgebiet durchzuführen. Um flexibel auf neue Erkenntnisse im Verlauf der Untersuchungen der Standortgebiete reagieren zu können, werden mehr Sondiergesuche eingereicht, als voraussichtlich nötig sind.

Bohrungen erlauben präzise Aussagen über den Aufbau und die Eigenschaften der durchfahrenen Gesteinsschichten. Mit 3D-Seismik werden die geometrischen Verhältnisse bestimmt. Bohrungen und 3D-Seismik ergänzen sich somit optimal.

TimeLine Film



Abbildung:
Geothermiebohrung in
Schlattingen (2011)

Bohrplätze

Kein Fracking

Im Rahmen der Bohr- und Testarbeiten sind keinerlei Stimulationsarbeiten in den verschiedenen Gesteinsformationen geplant, sodass eine induzierte Seismizität weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

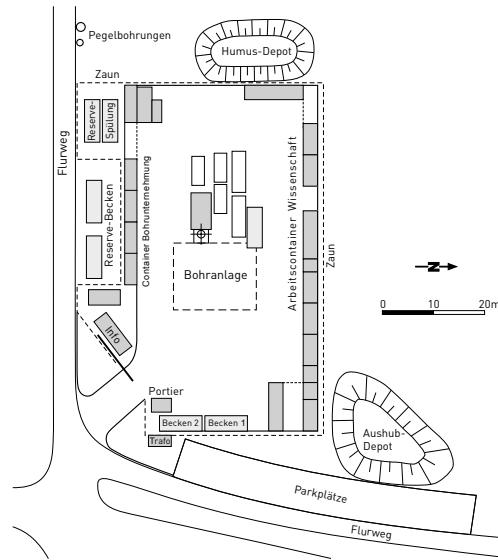
Die erforderlichen Bohrplätze für die Sondierbohrungen werden mit einem Flächenbedarf von rund 40 Aren geplant. Dieser Platzbedarf umfasst alle Einrichtungen inklusive Parkplätze, Lärmschutteinrichtungen sowie Erd- und Aushub-

depots. Je nach eingesetztem Typ wird das Bohrgerät eine Höhe von zirka 15 bis 30 Meter haben.

Dauer der Messungen

Die Einrichtung des Bohrplatzes und der Aufbau der Bohranlage werden zirka 3 Monate beanspruchen. Der eigentliche Bohrbetrieb mit den entsprechenden Testarbeiten im Bohrloch wird einige Monate bis zu einem Jahr dauern. Die Sondierbohrungen müssen 24 Stunden pro Tag und 7 Tage pro Woche betrieben werden. Während Aufbau und Betrieb, abhängig vom notwendigen Aushub, ist mit einem kurzfristig erhöhten Verkehrsaufkommen von maximal 40 LKW-Fahrten am Tag zu rechnen.

Während des normalen Betriebs des Bohrplatzes wird sich der Verkehr auf zirka 25 LKW-Fahrten pro Woche reduzieren. Die Fahrten werden in der Regel bei Tag stattfinden.



Macek & Gassler 2001

Abbildung:

Beispiel für den Bohrplatz einer Tiefbohrung (Sondierbohrung Benken 1998).

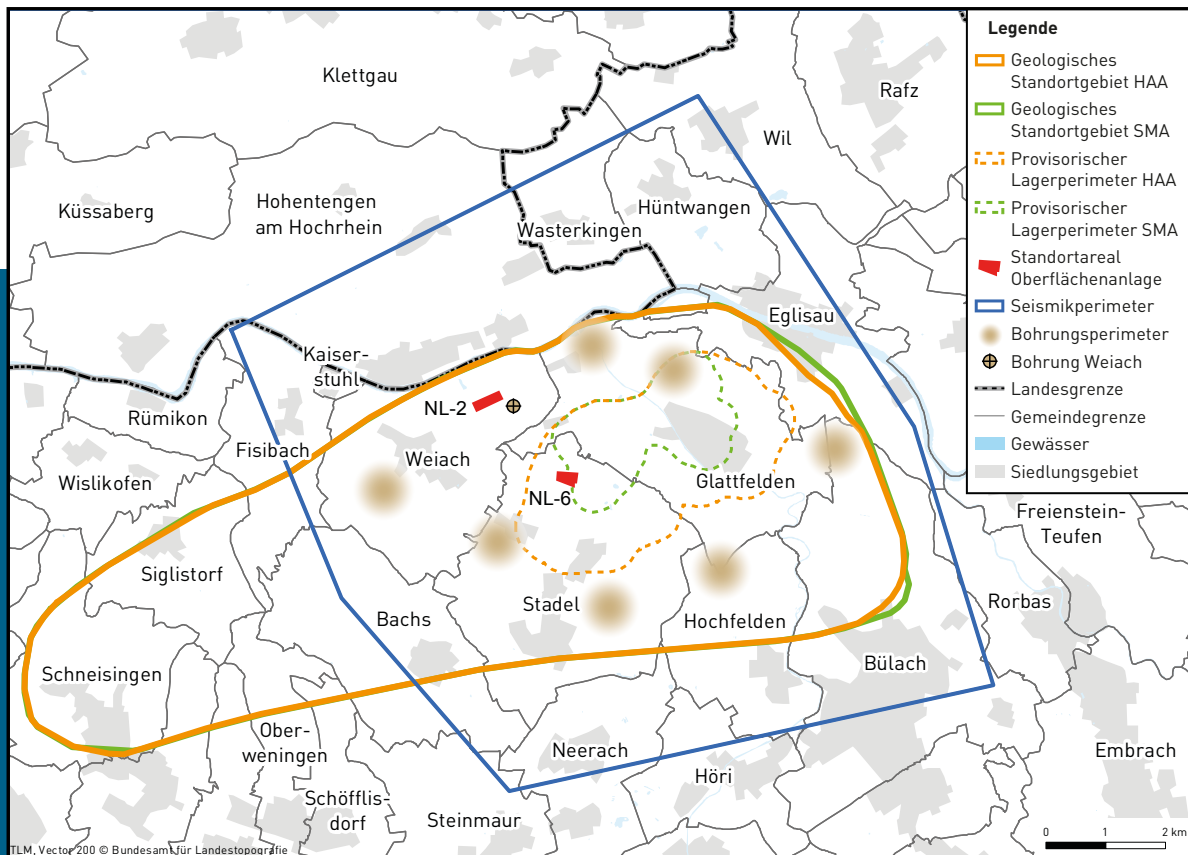


Abbildung:

Standortgebiet Nördlich Lägern mit modellhaften Lagerperimetern für SMA und HAA (nach NTB 14-01). Auf der Karte sind die Bohrungsperimeter und der Seismikperimeter eingezeichnet.

Der weitere Ablauf

Anfang 2015 wurden die Standortvorschläge der Nagra, die in Etappe 3 weiter untersucht werden sollen, durch das BFE (Bundesamt für Energie) veröffentlicht. Es folgt die fachtechnische Prüfung durch die Behörden, bevor alle Unterlagen 2017 in eine breite öffentliche Anhörung gehen. Voraussichtlich 2018 entscheidet der Bundesrat über die Aufnahme der Vorschläge der Nagra in den Sachplan.

Sondierbohrungen der Nagra benötigen gemäss Kernenergiegesetz eine Bewilligung des UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation). Die Nagra reicht entsprechende Gesuche ab 2016 ein. Die Bundesbehörden prüfen die Gesuche dann in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen und Gemeinden. Die ersten Bohrplätze werden erst nach dem Bundesratsentscheid zur Sachplan- etappe 2 eingerichtet und die Bohrungen beginnen darauffolgend.

Die Nagra plant ab Herbst 2016 zusätzlich zu den bereits ausgeführten Messungen in Zürich Nordost und Jura Ost seismische Messungen im Standort-

gebiet Nördlich Lägern durchzuführen. Mehr Informationen finden Sie im blauen Kasten auf der Innenseite dieses Faltblatts.

Die Nagra gibt gestützt auf die erdwissenschaftlichen Untersuchungen gegen 2022 bekannt, für welche Standortgebiete sie Rahmenbewilligungsgesuche für ein HAA- und SMA-Lager oder ein Kombilager ausarbeiten wird.

Danach reicht die Nagra die Rahmenbewilligungsgesuche voraussichtlich 2024 ein. Für die weitere Konkretisierung ist wiederum die Zusammenarbeit mit den Standortkantonen, Regionen und Gemeinden vorgesehen. Es folgen wieder eine behördliche Prüfung, eine breite öffentliche Anhörung und der Bundesratsentscheid, der zirka 2029 erwartet wird.

Das Parlament muss diesen Entscheid genehmigen. Der Parlamentsentscheid wiederum untersteht dem fakultativen Referendum. Sofern dieses ergriffen wird, entscheidet das Schweizer Stimmvolk etwa 2031 über die Standorte für geologische Tiefenlager.

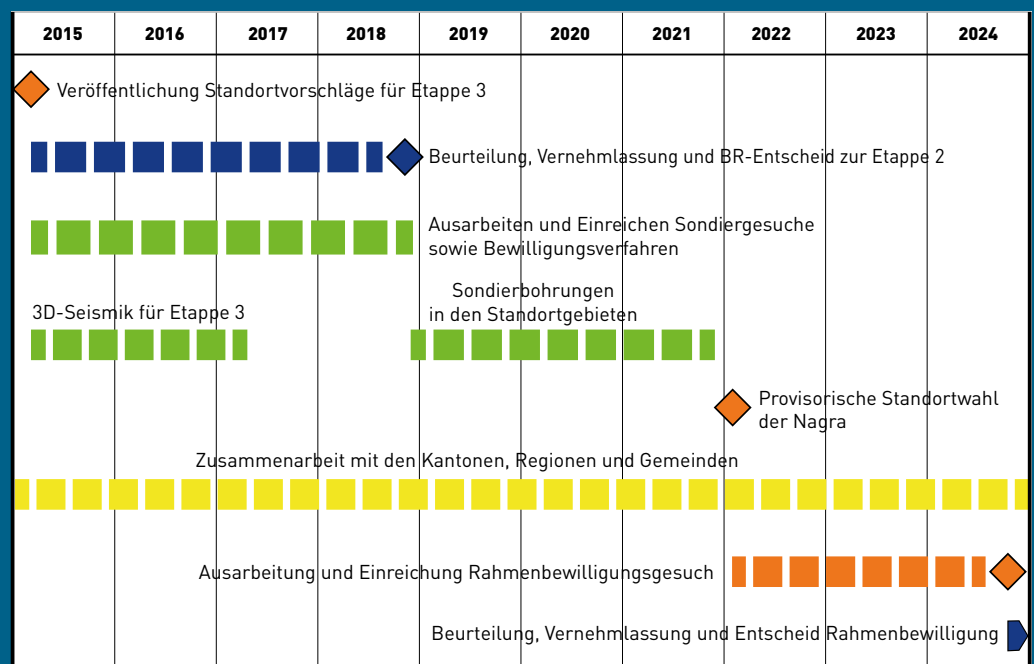


Abbildung:
Zeitplan Sachplan
geologische Tiefenlager
(SGT) – die nächsten Jahre
(Stand April 2016)

Nationale Genossenschaft
für die Lagerung
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73
Postfach 280
CH-5430 Wettingen

Tel 056 437 11 11
Fax 056 437 12 07

info@nagra.ch
www.nagra.ch
www.nagra-blog.ch

nagra ● **aus verantwortung**

April 2016
Fotos v.L.: Beat Müller, Comet Photoshopping, Ernst Müller,
Beat Müller, Beat Müller, Beat Müller

