



Sicherheitstechnisches Gutachten des ENSI zum Vorschlag geologischer Standortgebiete



Das ENSI hat die von der Nagra vorgeschlagenen Standortgebiete für die Lagerung schwach- und mittelaktiver (SMA-Lager) sowie hochaktiver Abfälle (HAA-Lager) detailliert geprüft. Dabei hat das ENSI:

- eigene Berechnungen durchgeführt, um die Angaben der Nagra zur Abfallzuteilung und zu den sicherheitstechnischen Anforderungen nachzuvollziehen,
- Seminare zu aktuellen wissenschaftlichen Fragen der Themengebiete *Quartäre Tiefenerosion* und *Neotektonik/Erdbeben* durchgeführt, um die Meinung breiter Fachkreise einzuholen,
- eigene Untersuchungen zu glazialer Tiefenerosion und langfristigem Klimawandel (über 10'000 Jahre hinaus) vorgenommen bzw. in Gang gesetzt, um zusätzliche Fragen zu klären,
- externe Expertinnen und Experten beigezogen (KNE, swisstopo, Ingenieurbüros), um spezifische Fragestellungen zuhanden des ENSI beurteilen zu lassen.

Das im Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) festgelegte Auswahlverfahren führt zu Standorten für geologische Tiefenlager für die Abfälle aus den bestehenden und allfälligen neuen Kernkraftwerken und aus deren Stilllegung und Abbruch, sowie für die Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (inkl. Stilllegung und Abbruch von Forschungsanlagen). Das ENSI erachtet die von der Nagra abgeschätzten zu entsorgenden Abfallmengen als plausibel; neben einer optionalen zusätzlichen Elektrizitätsproduktion von 5 GWe während 60 Jahren durch neue KKW hat die Nagra auch mögliche Abfallmengen aus noch nicht geplanten Forschungsanlagen berücksichtigt. Das ENSI stimmt der Abfallzuteilung auf das SMA- und das HAA-Lager zu. Der abgeschätzte Flächenbedarf von 2 bis 3 km² für das SMA-Lager und 4 bis 6 km² für das HAA-Lager ist aus Sicht des ENSI korrekt gewählt und nachvollziehbar.

Sowohl der Betrachtungszeitraum für die Langzeitsicherheit als auch die quantitativen Vorgaben an die geologische Barriere wurden von der Nagra transparent und nachvollziehbar dargelegt. Die von der Nagra bezeichnete maximale Tiefenlage von 900 m unter Terrain in Tongesteinen für HAA-Lager beurteilt das ENSI in Bezug auf die bautechnischen Anforderungen als optimistisch. Der Nachweis der bautechnischen Machbarkeit mit den vorgesehenen Stützmitteln (Anker, Kopfschutz) ist nur bis in eine Tiefe von 650 m erbracht. Bei einer Lagertiefe zwischen 650 und 900 m braucht es voraussichtlich zusätzliche Stützmittel, deren Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit noch vertieft zu untersuchen sind.

Das ENSI stimmt der Einschätzung der Nagra zu, dass die Mindestanforderungen an die geologisch-tektonischen Grossräume in der Schweiz für SMA-Lager grundsätzlich überall erfüllt sind. In den Alpen stuft das ENSI Gebiete mit hohen Hebungsraten (> 1 mm pro Jahr) und Gebiete mit hohen Gradienten von Hebungsraten und erhöhter seismischer Aktivität (z. B. Wallis, St. Galler Rheintal) als ungünstig ein. Alpin überprägte tonreiche Gesteine mit stark abnehmenden Gehalten an quellfähigen Tonmineralen und damit einer verringerten Selbstabdichtung bewertet das ENSI ebenfalls als ungünstig. Das ENSI kann den Vorschlägen der Nagra bezüglich der Grossräume für das HAA-Lager vollumfänglich folgen.

Das ENSI ist mit den vorgeschlagenen vier bevorzugten Wirtgesteinen für ein SMA-Lager einverstanden. Der Opalinuston ist eine 175 Millionen Jahre alte marine Ablagerung, die wegen des hohen Gehalts an quellfähigen Tonmineralen praktisch undurchlässig ist. Die Tongesteinsabfolgen des «Braunen Doggers» liegen direkt über dem Opalinuston und sind wie dieser von günstigen Rahmengesteinen umgeben. Letztere sind bei den Effinger Schichten und bei den Mergel-Formationen des Helvetikums nur in sehr beschränktem Umfang vorhanden; dafür sind die Mächtigkeiten dieser beiden Wirtgesteine grösser. Alle vier bevorzugten Wirtgesteine zeichnen sich durch ein gutes bis sehr gutes Einschlussvermögen aus. Diverse weitere tonhaltige und mächtige Gesteinsabfolgen wie die Bündnerschiefer, die Flysche oder die Molasseablagerungen (Untere und Obere Süsswassermolasse) erfüllen einzelne Anforderungen an die Sicherheit und/oder die technische Machbarkeit nicht. Bündnerschiefer und Flysche enthalten oft nicht genügend quellfähige Tonminerale und sind aufgrund der Alpenfaltung stark geklüftet. Flysche und Molasseablagerungen sind mit ihren Sandsteineinschaltungen meist zu heterogen, zu durchlässig und schlecht prognostizierbar.

Das ENSI befürwortet zudem die Wahl des Opalinustons als einziges bevorzugtes Wirtgestein für das HAA-Lager. Der homogen ausgebildete, äusserst feinkörnige Opalinuston mit seinem hohen Gehalt an

quellfähigen Tonmineralen weist sehr geringe hydraulische Durchlässigkeiten und ein sehr hohes Einschussvermögen auf.

Die Herleitung der vorgeschlagenen Standortgebiete ist aus Sicht des ENSI transparent dargelegt. Die Standortgebiete wurden nach folgenden Aspekten eingegrenzt:

- erforderliche Tiefenlage
- Mächtigkeit der gewählten Wirtgesteine
- Abstand zu Störungszonen
- Abstand zu übertieften glazialen Felsrinnen
- Abstand zu Zonen neotektonischer Aktivität
- Abstand zu Bereichen mit kleinräumiger Zergliederung bzw. verminderter Standfestigkeit

Das ENSI stimmt der Bewertung der resultierenden Standortgebiete weitgehend zu. Einzelne Abweichungen aufgrund geringfügig unterschiedlicher Einschätzungen wirken sich nicht auf das Gesamtergebnis aus.

Zusammenfassend beantwortet das ENSI die gemäss dem Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager zu überprüfenden Fragen wie folgt:

1. **Zuteilung der Abfälle:** Das ENSI hat die Zuteilung der Abfälle auf die beiden Lagertypen SMA und HAA mit eigenen Berechnungen geprüft und kann sie nachvollziehen. Die Zuteilung ist aus Sicht des ENSI vernünftig.
2. **Anforderungen an die Geologie und den Standort:** Die quantitativen und qualitativen Anforderungen an die geologisch-tektonische Situation, an das Wirtgestein bzw. den einschusswirksamen Gebirgsbereich und an den Standort hat das ENSI mittels eigener Berechnungen bestätigt und erachtet sie für nachvollziehbar und plausibel.
3. **Geologische Informationen:** Die Nagra hat die geologischen Grundlagen anhand umfangreicher Literatur dokumentiert. Die Expertinnen und Experten des ENSI haben diese Grundlagen überprüft und kommen zum Schluss, dass die relevanten Informationen für das Auswahlverfahren in Etappe 1 ausreichend berücksichtigt wurden.
4. **Berücksichtigung der vorgegebenen Kriterien:** Die Nagra hat alle vorgegebenen sicherheitstechnischen Kriterien stufengerecht berücksichtigt und korrekt angewendet.
5. **Transparenz und Nachvollziehbarkeit:** Das ENSI hat sämtliche Unterlagen der Nagra geprüft. Die Nagra hat die Erarbeitung des Vorschlags geologischer Standortgebiete entsprechend den Vorgaben des Sachplans transparent und nachvollziehbar dargelegt.
6. **Schlussfolgerung:** Das ENSI stimmt den von der Nagra vorgeschlagenen geologischen Standortgebieten für das SMA-Lager (Südranden, Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren, Bözberg, Jura-Südfuss und Wellenberg) und für das HAA-Lager (Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren und Bözberg) aus der Sicht von Sicherheit und technischer Machbarkeit zu.

