

Zusammenfassung

Die Nagra hat für den Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit der sicheren geologischen Tiefenlagerung der abgebrannten Brennelemente (BE), der hochaktiven (HAA) und der langlebigen mittelaktiven Abfälle (LMA) Ende Jahr 2002 das Projekt *Entsorgungsnachweis* eingereicht. Diese Machbarkeitsstudie basiert auf der Wirtgesteinsoption Opalinuston und dem Untersuchungsgebiet Zürcher Weinland. Die Wahl des Opalinustons und des Untersuchungsgebiets resultierte aus einem auf die Sicherheit ausgerichteten Verfahren durch schrittweise Zurückstellen von grundsätzlich möglichen Optionen, die aber in der sicherheitsbezogenen Gesamtbewertung von der Nagra als nachrangig eingestuft wurden. Die Sicherheitsbehörden des Bundes haben alle Phasen des Auswahlverfahrens kritisch beobachtet, die entsprechenden Berichte der Nagra kommentiert und den wichtigen Entscheiden zugestimmt.

Der vorliegende Bericht wurde von der Nagra auf Veranlassung des UVEK als eine der Entscheidungsgrundlagen für das weitere Vorgehen nach dem Entsorgungsnachweis erstellt. Der Bericht zeigt auf, welche Möglichkeiten für die Lagerung der BE, HAA und LMA in der Schweiz vorhanden sind. Dazu fasst er den breit abgestützten aktuellen Stand der akademischen und der angewandten erdwissenschaftlichen Forschung sowie die projektspezifisch von der Nagra in den letzten 30 Jahren erarbeiteten Kenntnisse zusammen.

Die zusammenfassende Beschreibung und Beurteilung der möglichen Wirtgesteine und Gebiete erfolgt anhand von Merkmalen, welche die in- und ausländischen Erfahrungen berücksichtigen und die der internationalen Praxis entsprechen. Die Beurteilung gibt der Langzeitsicherheit höchste Priorität und beschränkt sich auf die entsprechenden geologischen Merkmale; nicht-geologische Fragen werden ausgeklammert. Sie führt zu folgenden Resultaten:

1. Aus Gründen der erforderlichen Langzeitstabilität und der einfacheren strukturellen Verhältnisse wird der geologisch-tektonische Grossraum der Mittelländischen Molasse und des nord-östlichen Tafeljuras bevorzugt.
2. Innerhalb dieses Grossraums sind verschiedene Wirtgesteine und Gebiete vorhanden, welche – mit auf die geologischen Bedingungen abgestimmten technischen Barrieren – die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers für BE/HAA/LMA prinzipiell gewährleisten können.
3. Die Beurteilung der Unterschiede zwischen den grundsätzlich möglichen Wirtgesteinen führt zum Schluss, dass der Opalinuston gegenüber den anderen möglichen Wirtgesteinen (Kristallin, Tongesteine der Unteren Süsswassermolasse) sicherheitstechnisch-geologische Vorteile aufweist.
4. Für das von der Nagra bevorzugte Wirtgestein Opalinuston gibt es neben dem Zürcher Weinland weitere Gebiete, die grundsätzlich für ein Tiefenlager für BE/HAA/LMA in Frage kommen könnten: Nördlich Lägeren, Bözberg und Jurasüdfuss.

Eine vergleichende Bewertung von potenziellen Standortgebieten hinsichtlich der Festlegung eines Standorts für die Vorbereitung eines Rahmenbewilligungsgesuchs hat auch raumplanerischen und sozio-ökonomischen Aspekten Rechnung zu tragen. Dieser nächste Schritt ist dem vom Bund zu erarbeitenden *Sachplan Geologische Tiefenlager* vorbehalten. Der Konzeptteil dieses Sachplans, in dem die Behörden die Kriterien und das Vorgehen verbindlich festlegen, wird zurzeit vom Bundesamt für Energie (BFE) erarbeitet.

Abstract

In order to demonstrate the basic feasibility of the safe disposal of spent fuel (SF), vitrified high-level waste (HLW) and long-lived intermediate-level waste (ILW) in a deep geological repository, Nagra has submitted Project *Entsorgungsnachweis* (the term translates into English as “demonstration of disposal feasibility”) at the end of the year 2002. This feasibility study is based on the Opalinus Clay host rock option in the Zürcher Weinland area in northern Switzerland. The choice of both Opalinus Clay and the Zürcher Weinland is the result of a procedure focussed on safety, in which other possible options were also evaluated but set aside by Nagra in a stepwise manner. The Swiss safety authorities have critically observed all phases of the evaluation procedure, provided comments to Nagra’s corresponding reports and have given their approval to important decisions.

The present report was put together by Nagra in response to a request by the Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications as a part of the decision basis for the further steps after Project *Entsorgungsnachweis*. The report shows which possibilities for the disposal of SF, HLW and ILW exist in Switzerland and summarises the current state of general academic and applied geoscientific research as well as the project-specific knowledge base that has been developed by Nagra over the past 30 years.

The descriptions and assessments of the potential host rocks and areas are based on attributes that take into account experience gained both in Switzerland and abroad and are in agreement with international practice. The assessments put the highest priority on long-term safety and are restricted to the corresponding geological features. These assessments lead to the following results:

1. Due to the required long-term stability and the relative simplicity of structure the preferred geologic-tectonic region is the Molasse Basin and the north-eastern Tabular Jura.
2. Within this region different host rocks and areas can in principle ensure the safety of a deep geological repository for SF/HLW/ILW if the engineered barriers are adapted to the geological conditions.
3. An assessment of the differences between potential host rocks leads to the conclusion that the Opalinus Clay has advantages from the geological point of view over other host rocks (crystalline basement, claystones of the Lower Freshwater Molasse).
4. Opalinus Clay (the host rock preferred by Nagra) can be found in other areas besides the Zürcher Weinland which might, in principle, be appropriate for siting a SF/HLW/ILW repository. These are the areas of *Nördlich Lägeren*, *Bözberg* and *Jurasüdfuss*.

An assessment of potential siting areas in view of the preparation of a General Licence application will also have to consider land use planning and socio-economic aspects. This will be carried out in the next step according to the Sectoral Plan for Geological Disposal (*Sachplan Geologische Tiefenlager*) under the guidance of the relevant Swiss authorities. The Sectoral Strategy (*Konzept*) of the Plan, which defines both the relevant criteria and the procedure, is currently being developed by the Federal Office of Energy.

Résumé

Fin 2002, la Nagra a soumis au Conseil fédéral les résultats du projet *Entsorgungsnachweis*, qui démontre la faisabilité d'un stockage sûr des assemblages combustibles usés (AC), des déchets de haute activité (DHA) et des déchets de moyenne activité à vie longue (DMAVL) en formation géologique profonde. Cette étude de faisabilité est basée sur les recherches effectuées dans la région du *Weinland* zurichois et sur les Argiles à Opalinus en tant que roche d'accueil. Le choix des Argiles à Opalinus et de la région étudiée constitue l'aboutissement d'un processus de sélection progressif, au cours duquel une série d'options, toutes envisageables, ont fait l'objet d'un classement sur la base de critères de sûreté. Les autorités de surveillance fédérales en charge de la sûreté ont exercé un suivi rigoureux sur chacune des phases de sélection, commenté les rapports rédigés par la Nagra et donné leur approbation aux principales décisions.

Le présent rapport a été préparé par la Nagra à la demande du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), qui souhaitait disposer d'un document permettant d'orienter les travaux à l'issue de l'étude de faisabilité *Entsorgungsnachweis*. Ce rapport fait le point sur les possibilités existant pour le stockage des AC, DHA et DMAVL en Suisse. Il résume en outre l'état actuel des recherches dans le domaine des sciences de la terre, ainsi que les connaissances réunies par la Nagra au cours de trente années de projets.

La description et l'appréciation critique des roches et régions d'accueil potentielles reposent sur une série de critères qui tiennent compte de l'expérience cumulée en Suisse comme à l'étranger et correspondent à la pratique internationale. Pour l'appréciation critique, le critère de sûreté à long terme a été déclaré prioritaire et seules les caractéristiques géologiques pertinentes ont été prises en compte. Les résultats suivants ont été obtenus:

1. Du fait de l'exigence de stabilité à long terme et en raison de sa relative simplicité structurale, l'espace géologique et tectonique qui comprend la molasse du Plateau suisse et le nord-est du Jura tabulaire a été retenu.
2. Au sein de cet espace, il existe plusieurs roches et secteurs d'accueil qui – alliés à des barrières ouvragées adaptées aux conditions géologiques locales – sont en mesure de garantir la sûreté d'un site de stockage géologique pour AC/DHA/DMAVL.
3. L'étude des différences existant entre les roches d'accueil potentielles indique que, du point de vue géologique, les Argiles à Opalinus présentent des avantages par rapport aux roches cristallines et aux argiles de la molasse d'eau douce inférieure.
4. Les Argiles à Opalinus, sélectionnées par la Nagra comme roche d'accueil, sont présentes dans le *Weinland* zurichois, mais aussi dans d'autres régions qui pourraient également accueillir un site de stockage géologique pour AC/DHA/DMAVL, en l'occurrence les secteurs délimités sous les noms de *Nördlich Lägeren*, *Bözberg* et *Jurasüdfuss*.

L'évaluation comparative des régions d'accueil potentielles en vue du dépôt d'une demande d'autorisation générale doit également prendre en compte l'aménagement du territoire et les aspects socio-économiques. Ces critères seront définis dans le Plan Sectoriel «Dépôts géologiques en profondeur» élaboré par la Confédération. L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) rédige actuellement la partie «Conception» de ce Plan Sectoriel, qui fixe de manière contraignante les critères et la procédure à suivre.