

standort- gebiet jura ost

geologie
grundwasser

nagra ● aus verantwortung



Die geologischen Schichten im Standortgebiet Jura Ost sind tektonisch ruhig gelagert

Das Standortgebiet Jura Ost ist eines der sechs vom Bundesrat bestätigten möglichen Standortgebiete für ein geologisches Tiefenlager. Die Nagra hat im Januar 2015 vorgeschlagen, unter anderem Jura Ost vertieft zu untersuchen. Dieses Falblatt fasst Grundlegendes zu Geologie und Grundwasser im Standortgebiet zusammen.

- **Die Gesteinsschichten sind im Standortgebiet im Bereich für das geologische Tiefenlager flach und ruhig gelagert:** Dies wurde durch die 2011/2012 durchgeführte 2D-Seismik-Kampagne bestätigt (vgl. Abb. 1).
- **Regionale Störungszonen werden gemieden:** Die Jura-Hauptüberschiebung und die Mandach-Überschiebung liegen ausserhalb des Standortgebiets (vgl. Abb. 1).

Neben den oben erwähnten regionalen Störungszonen wurden auch die Randzonen des Nordschweizer Permokarbons bei der Abgrenzung des Lagerperimeters für das geologische Tiefenlager gemieden.

- **Vertieft Untersuchung des geologischen Untergrunds mittels Seismik:** 2015/2016 fanden in Jura Ost 3D-seismische Messungen statt, die den Untergrund flächendeckend erfassten und die Gesteinsschichten dreidimensional abbilden. Daraus und aus den nachfolgenden Sondierbohrungen gewinnt die Nagra detaillierte Kenntnisse über den geologischen Aufbau des Standortgebietes.

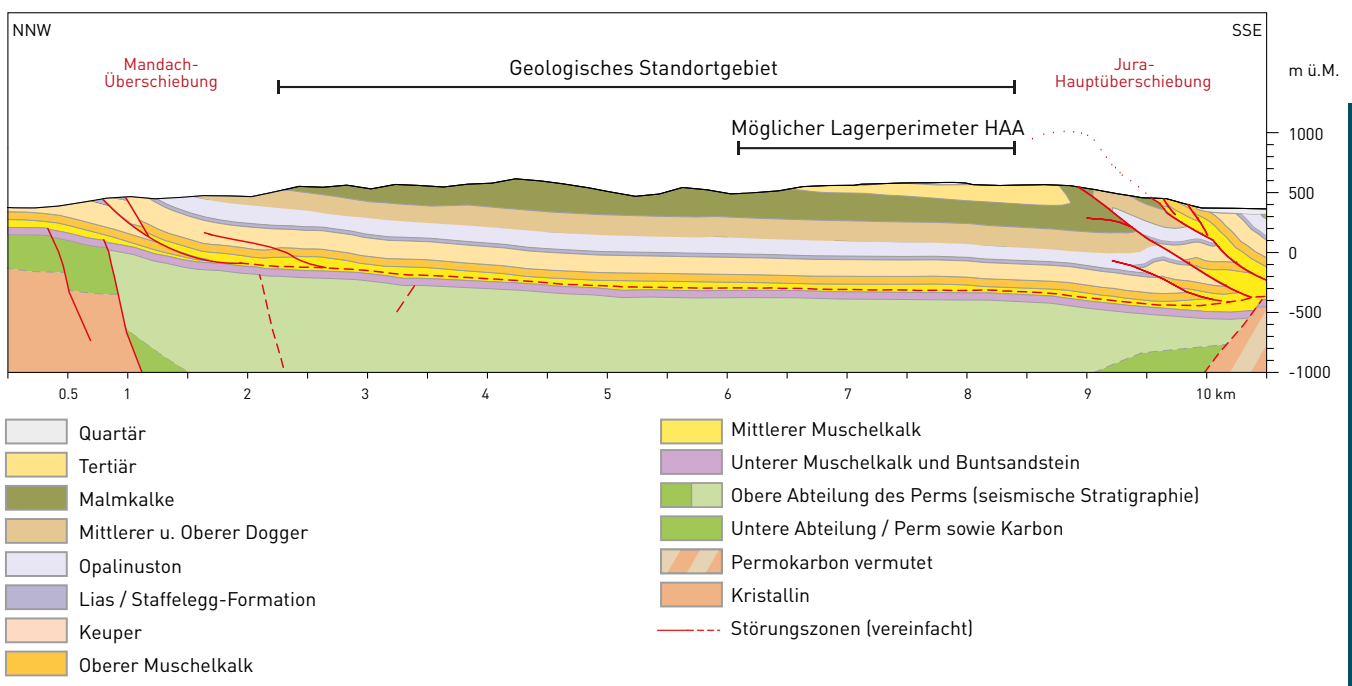


Abbildung 1:

Profilschnitt durch das Standortgebiet Jura Ost (Lage siehe Abb. 5): Nördlich und südlich befinden sich Hauptüberschiebungen, die das Standortgebiet begrenzen.

Untertagebau durch wasserführende Schichten ist bautechnisch machbar

Mit planerischen und bautechnischen Massnahmen lässt sich das Eindringen von Wasser in ein Untertagebauwerk minimieren.

Ein geologisches Tiefenlager benötigt Zugangsbauwerke (Schächte oder Zugangstunnel). Diese verbinden die Erdoberfläche mit der Lagerebene. In Jura Ost würden die Zugangstunnel mehrere Kilometer lang direkt in der geneigten Opalinustonsschicht in die Tiefe führen. Auf einer kurzen Strecke in Oberflächennähe lässt sich das Durchfahren wasserführender Schichten nicht vermeiden.

Abdichtung der Zugangsbauwerke

Damit über die Zugangsbauwerke kein Wasser ins Tiefenlager eindringen kann, werden spezifische Massnahmen ergriffen. Durch die geschickte Standortwahl und eine entsprechende Auslegung der Portalanlagen können beispielsweise Wasserzutritte durch Überflutungen vermieden werden.

Insbesondere dort, wo das Zugangsbauwerk wasserführende Schichten durchfährt, sind zudem Abdichtungen gegen eindringendes Wasser zu erstellen. Das Durchfahren wasserführender Schichten gehört heute zum konventionellen Handwerk der Untertagebautechnik.

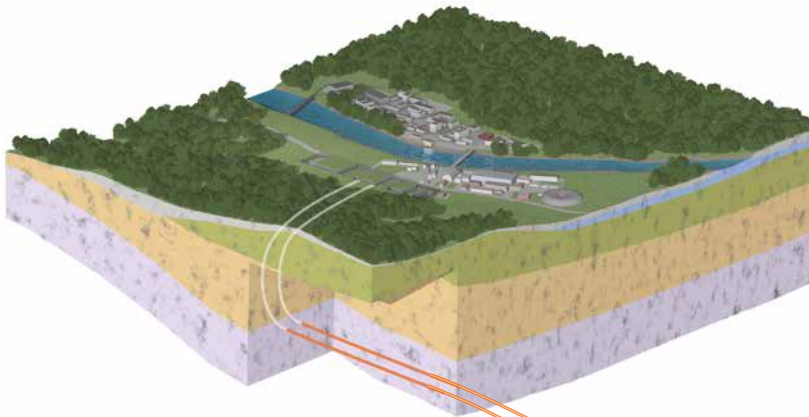
Neben den Zugangstunneln ist ein Lüftungsschacht, durch den Frischluft ins Tiefenlager einzieht, nötig. Dieser Schacht soll über dem Lager angeordnet werden und quert damit Gesteinsschichten von der Erdoberfläche hinunter bis zum Opalinuston.

Anders als in durchgehenden Verkehrstunneln werden die Untertagebauten zudem nach Abschluss der Einlagerungs- und Beobachtungsphase wieder verfüllt und versiegelt. Die dauerhafte Trennung der Grundwasserleiter untereinander und gegenüber dem Tiefenlager wird so auch langfristig zuverlässig sichergestellt sein.

Grundwasserschutz und Tiefenlager:

Der langfristige Schutz der Biosphäre vor radioaktiven Abfällen, und damit auch der Schutz des Grundwassers, ist eine im Gesetz verankerte Anforderung an geologische Tiefenlager (Kernenergiegesetz). In einem geologischen Tiefenlager werden die radioaktiven Abfälle in sehr gering durchlässigen Wirt- und Rahmengesteinen eingeschlossen. Dadurch ist die Lagerzone von den darüber und darunter liegenden Grundwasserleitern hydraulisch getrennt und die Grundwasserströme werden von der Lagerzone nicht beeinflusst (vgl. Abb. 3). Die radioaktiven Stoffe werden im Tiefenlager zuverlässig eingeschlossen.

Die Abfälle werden in sehr gering durchlässigen Wirt- u



Claudio Köppel

Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung der Zugangstunnel und der Oberflächenanlage im Standortgebiet Jura Ost (Profil der Gesteinsschichten siehe Legende rechts).

Aus der vertikalen Abfolge von unterschiedlichen Gesteinen resultiert eine Abfolge von Grundwasserleitern und Grundwasserstauern: Man spricht von Grundwasserstockwerken.

Für die Wasserversorgung genutzte Grundwasserleiter

Genutzt wird in der Regel das oberste Grundwasserstockwerk mit hydraulisch sehr durchlässigen, grobkörnigen Lockergesteinen (z.B. Kiesen), wie beispielsweise im Aaretal. Das Wasser stammt ursprünglich vom lokalen Niederschlag oder von einsickerndem Flusswasser. Ausserhalb der Fluss-täler sind für die Wasserversorgung lokal auch **Quellen** von Bedeutung.

Typische Festgesteins-Grundwasserleiter sind Molasse-Sandsteine oder Kalke, welche nah an der Erdoberfläche aufgrund der Klüftung oder Verkarstung ebenfalls hohe Durchlässigkeiten aufweisen können. Das Wasser stammt ursprünglich vom lokalen Niederschlag. Die Verweilzeiten in den für die Wasserversorgung

genutzten Grundwasserleitern liegen typischerweise in der Grössenordnung von Wochen bis Jahren.

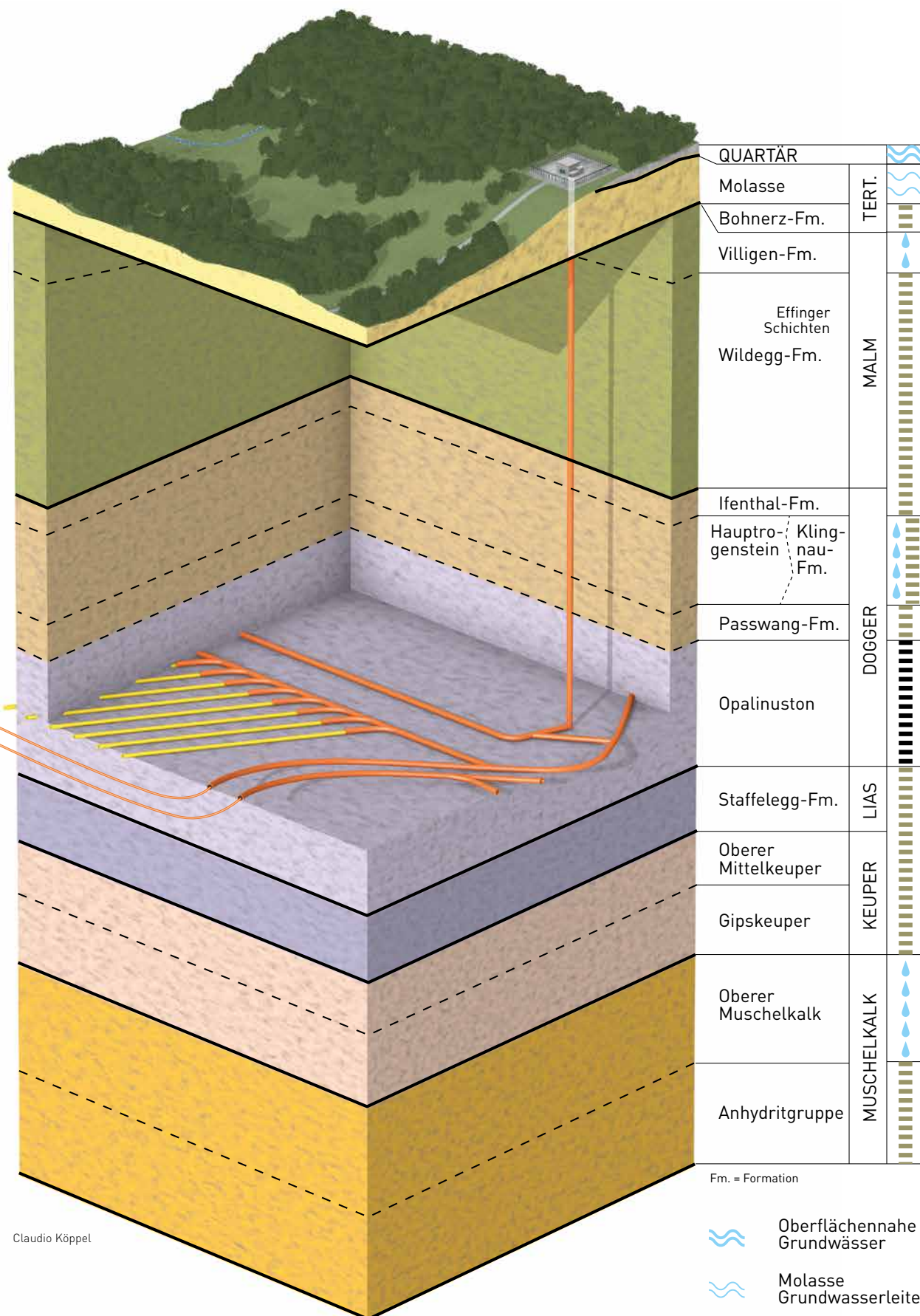
Tiefengrundwasserleiter

Es handelt sich um Festgesteine, die auch in grösserer Tiefe aufgrund ihrer Porosität oder Klüftung Grundwasser leiten können. Dabei sind die Durchlässigkeiten bereits mehrere Grössenordnungen tiefer als in einem Lockergesteins-Grundwasserleiter. Ein wichtiger Tiefengrundwasserleiter ist der Obere Muschelkalk: Er ermöglicht, zusammen mit bedeutenden Störungszonen wie der Jura-Hauptüberschiebung, das Aufsteigen von Tiefengrundwasser zu der bekannten Thermalquelle von Bad Schinznach (vgl. Abb. 5). Die Verweilzeiten in solchen Tiefengrundwasserleitern liegen erfahrungsgemäss im Bereich von Jahrtausenden und grösser.

Grundwasserstauer

Das Grundwasser kann in diesen Gesteinen nur sehr langsam fließen und trennt dadurch die unterschiedlichen Stockwerke. Im Opalinuston – wo das geologische Tiefenlager angeordnet werden soll – sind die Durchlässigkeiten beispielsweise so gering, dass man das enthaltene Wasser nur mit aufwändigen Labormethoden entnehmen und untersuchen kann: Man spricht hier nicht mehr von Grundsondern von Porenwasser. Das Alter des Wassers in den Grundwasserstauern kann dabei geologische Grössenordnungen erreichen (Hunderttausende bis Millionen Jahre).

und Rahmengesteinen eingeschlossen



Claudio Köppel

Abbildung 3:

Das Tiefenlager wird im Wirtgestein, einer dichten Opalinustonschicht, angeordnet (Bild: Ausschnitt des Lagerbereichs, Hauptlager mit Lagerstätten für hochaktive Abfälle in Gelb). Ober- und unterhalb dessen befinden sich weitere sehr gering durchlässige Gesteinsschichten (Rahmengesteine). Wirt- und Rahmengesteine halten die radioaktiven Stoffe sehr effizient davor zurück, über Tiefengrundwasser in die oberflächennahen, genutzten Grundwasservorkommen in den Lockergesteinen zu gelangen.

Im Wirtgestein für das Tiefenlager, dem Opalinuston, fließt kein Wasser

Im möglichen Standortgebiet Jura Ost ist der Opalinuston das Wirtgestein für das geologische Tiefenlager. Er ist zirka 110 Meter mächtig und liefert den Hauptbeitrag zum zuverlässigen Einschluss der radioaktiven Abfälle.

Tonreiche Gesteine, wie z.B. der Opalinuston, haben eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit und werden deshalb als Wasserstauer bezeichnet.

Die Wasserdurchlässigkeit des Opalinustons ist so extrem gering, dass kein Wasser «fließt» und der Stofftransport hauptsächlich durch Diffusion erfolgt. Dieser Prozess ist sehr langsam, deshalb findet man im Opalinuston sogar noch Anteile von Meereswasser aus früheren geologischen Zeitabschnitten. Im Opalinuston ist Wasser nur in mikroskopisch kleinen Porenräumen eingeschlossen.

Opalinuston ist selbstabdichtend

Opalinuston hat ein sehr gutes Abdichtungs- und Isoliervermögen. Verantwortlich dafür sind die mikroskopisch kleinen, plättchenförmigen Tonminerale. Kommt der Opalinuston mit Wasser in Kontakt, beginnen die Tonminerale zu quellen. So werden entstehende Risse wieder verschlossen und mögliche Wasserfließwege abgedichtet. Dies wurde in mehreren Experimenten nachgewiesen und ist auch direkt in Störungen zu beobachten (vgl. Abb. 4 unten).

Nach der Einlagerung der Endlagerbehälter werden die Hohlräume in den Lagerstollen des Hauptlagers mit weiteren quellfähigen Tonmineralien, dem Bentonit, verfüllt. Der quellende Bentonit führt auch dazu, dass sich die während des Baus entstandenen Risse entlang des Tunnels im Opalinuston wieder schliessen. Dabei unterstützt der Bentonit das Selbstabdichtungsvermögen des Opalinustons.

Nagra

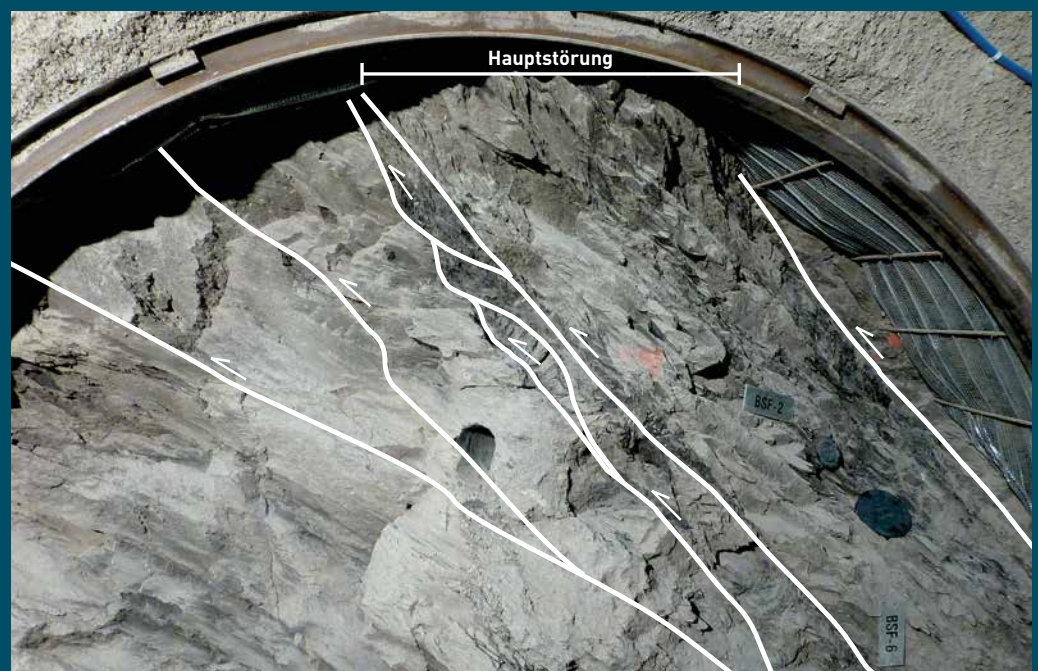


Abbildung 4: Im Opalinuston ist es trocken

Obwohl der Grundwasserspiegel 200 Meter über dem Felslabor Mont Terri liegt und die zwischen Felslabor und Grundwasservorkommen liegenden Kalkschichten wasserführend sind, ist die durch das Felslabor Mont Terri verlaufende Störung trocken.

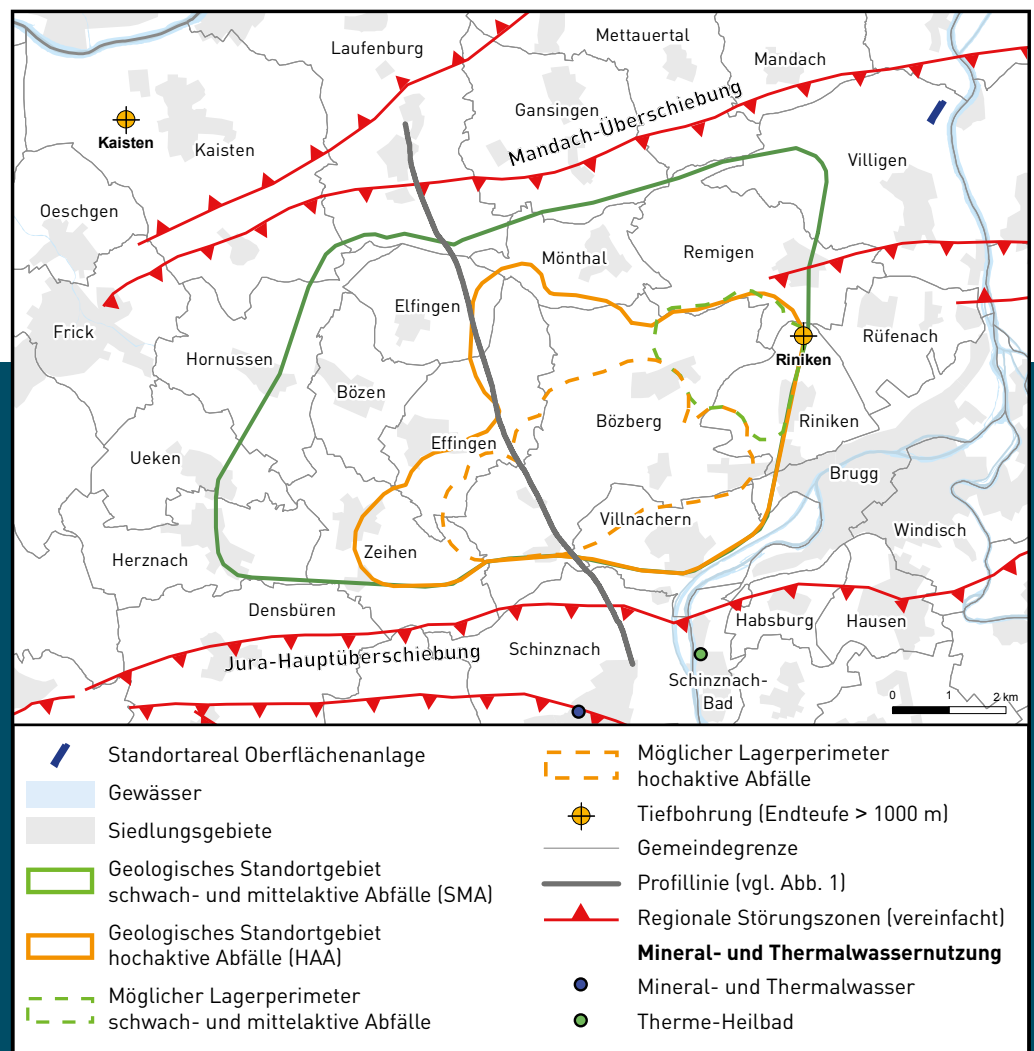
Ein Tiefenlager beeinflusst die Thermalwassernutzung nicht

Sehr ergiebige Muschelkalk-Thermalwässer werden im Bereich der Jura-Hauptüberschiebung genutzt. Das Standortgebiet Jura Ost liegt jedoch – hydraulisch entkoppelt – nördlich dieser Störungszone.

Die Zugangstunnel von der Oberflächenanlage ins Tiefenlager im Gebiet Jura Ost durchqueren nach heutigem Kenntnisstand keine bedeutende Störung und verlaufen weitgehend im dichten Opalinuston.

Mineral- und Thermalwassernutzungen können durch Untertagebauwerke nur dann beeinflusst werden, wenn eine hydraulische Verbindung zwischen dem Bauwerk und der Nutzung (z.B. Quelle) besteht: Dies wäre der Fall, wenn eine Verbindung über eine grosse Störungszone bestünde oder das Bauwerk den betreffenden Grundwasserleiter queren würde.

Für einen Schacht sind insbesondere die Molasse, die Malmkalke und der Haupttrogenstein hydrogeologisch relevant (vgl. Abb. 3). Der für die Thermalwassernutzung relevante Obere Muschelkalk und die Jura-Hauptüberschiebung werden also weder durch die Zugangstunnel noch durch den Schacht beeinflusst. Deutlich weiter im Nordwesten und -osten finden sich Thermalwassernutzungen in kristallinem Gestein, das noch tiefer liegt als der Obere Muschelkalk.



Glossar – Begriffe

Grundwasserleiter (Aquifer) und -stauer (Aquitard)

Ein Grundwasserleiter ist ein Gesteinskörper mit Hohlräumen (Poren, Klüften), der zur Leitung von Grundwasser geeignet ist. Im Gegensatz dazu leiten so genannte Grundwasserstauer Grundwasser erheblich schlechter. Als Grundwasserleiter, also Grundwasser führende Schichten, treten vor allem oberflächennahe Lockergesteine (z.B. sandiger Kies), aber auch Festgesteine (z.B. geklüfteter Granit, verkarsteter Kalkstein) mit bedeutend kleinerer Durchlässigkeit auf.

Grundwasser

Grundwasser ist Teil des natürlichen Wasserkreislaufs. Es füllt die natürlichen Hohlräume (Poren, Klüfte) im Untergrund aus und zirkuliert primär durch den Antrieb der Schwerkraft.

Lockergesteins-Grundwasserleiter

Die ergiebigsten Grundwasserleiter der Schweiz finden sich typischerweise in den Flusstälern. Sie bestehen aus Kies und Sand, welche nach dem Rückzug der Gletscher am Ende der Eiszeiten abgelagert worden sind.

Tektonik

Die Tektonik bezeichnet die Lehre vom Aufbau der Erdkruste und von den in ihr stattfindenden Bewegungen sowie den Strukturen und Bewegungen im oberen Teil des Erdmantels.



Zum Weiterlesen

- Themenblatt «Geologisches Tiefenlager – Grundwasser und Grundwasserschutz»
- Themenblatt «Versiegelung»
- Broschüre «Oberflächenanlagen für geologische Tiefenlager – Massnahmen gegen Gefahren bei Bau und Betrieb»
- Zum Standortgebiet: www.nagra.ch → Wo entsorgen → Jura Ost

Sie finden die Themenblätter und Broschüren unter www.nagra.ch → Downloads → Broschüren.

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**

