

# standort- gebiete für geologische tiefenlager

vorschläge der nagra  
für etappe 3

nagra ● aus verantwortung



# Standortsuche für geologische Tiefenlager – Sachplan bestimmt Vorgehen

## Wie ist die Standortsuche geregelt?

Das Bundesamt für Energie (BFE) leitet das Verfahren, welches die Standortsuche für geologische Tiefenlager zur Entsorgung aller radioaktiven Abfälle in der Schweiz regelt. Der Bundesrat hat 2008 das Vorgehen im Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) festgelegt. In drei Etappen, jeweils abgeschlossen durch einen Entscheid des Bundesrats, erarbeitet die Nagra Vorschläge. Diese werden von den Behörden geprüft. Ziel ist, je einen Standort für ein HAA- beziehungsweise ein SMA-Lager (HAA = hochaktive Abfälle, SMA = schwach- und mittelaktive Abfälle) oder einen gemeinsamen Standort für beide Lagertypen auszuwählen. Dabei hat Sicherheit oberste Priorität.

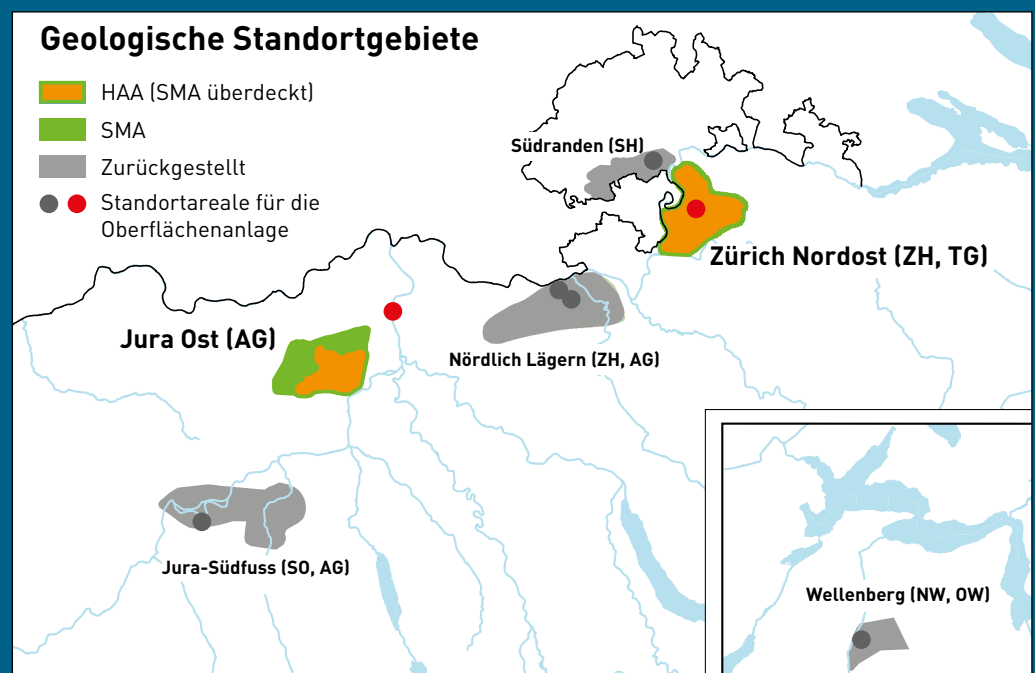
## Wie läuft die Standortsuche ab?

In **Etappe 1** hatte die Nagra die Aufgabe, ausgehend von der ganzen Schweiz, geologische Standortgebiete vorzuschlagen. Diese Vorschläge mussten anhand vorgegebener Kriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit erarbeitet werden. Im Herbst 2008 schlug die Nagra folgende Standortgebiete vor: für das HAA-Lager und das SMA-Lager Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost; zusätzlich für das SMA-Lager die Standortgebiete Südlanden, Jura-Südfuss und Wellenberg.

Unter anderen beurteilten das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI und die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit KNS die Vorschläge der Nagra. Kantone, betroffene Bundesstellen und Nachbarstaaten sowie interessierte Organisationen und Einzelpersonen nahmen in einer breiten, öffentlichen Anhörung Stellung zu den Vorschlägen. 2011 entschied der Bundesrat, alle sechs vorgeschlagenen Standortgebiete in das weitere Verfahren aufzunehmen.

In **Etappe 2** hat die Nagra bis Mai 2014 – gestützt auf die Zusammenarbeit mit den Regionen und den Kantonen – in jeder der sechs Standortregionen mindestens ein Standortareal für die Oberflächenanlage eines allfälligen Tiefenlagers bezeichnet. Vertreter der jeweiligen Regionen diskutierten seit 2012 in Regionalkonferenzen über die Platzierung der Anlage. Neben dem sicheren Bau und Betrieb ist eine gute Einbettung der Anlage in die jeweilige Standortregion das Ziel. Weiter hat die Nagra die geologischen Standortgebiete sicherheitstechnisch miteinander verglichen. Im Dezember 2014 hat sie die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost für die weiteren Untersuchungen für Etappe 3 vorgeschlagen (siehe unten).

**Vorschläge für Etappe 3**  
Basierend auf den Ergebnissen des sicherheitstechnischen Vergleichs schlägt die Nagra die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost für die weiteren Untersuchungen für Etappe 3 vor. Weiter schlägt sie vor, die Standortgebiete Südlanden, Nördlich Lägern, Jura-Südfuss und Wellenberg im Verfahren zurückzustellen (Nagra Technischer Bericht NTB 14-01, Dezember 2014). Die Resultate des sicherheitstechnischen Vergleichs sind auf den Innenseiten dieses Faltblatts zusammengefasst.



# Sicherheitstechnischer Vergleich der Standortgebiete – Vorgaben des Bundes

## Wie hat die Nagra die Standortgebiete in Etappe 2 verglichen?

Die Langzeitsicherheit ist wichtigstes Entscheidungskriterium beim sicherheitstechnischen Vergleich in Etappe 2. Die Nagra hat basierend auf den Vorgaben des Sachplans und des ENSI die Standortgebiete bewertet und verglichen. Wie gut sich ein Standortgebiet für ein geologisches Tiefenlager eignet, wird zuerst anhand von Dosisberechnungen geprüft. Danach werden die Standortgebiete aufgrund ihrer geologischen Eigenschaften bewertet. Die Ergebnisse werden für den sicherheitstechnischen Vergleich verwendet (vgl. Tabelle rechts).

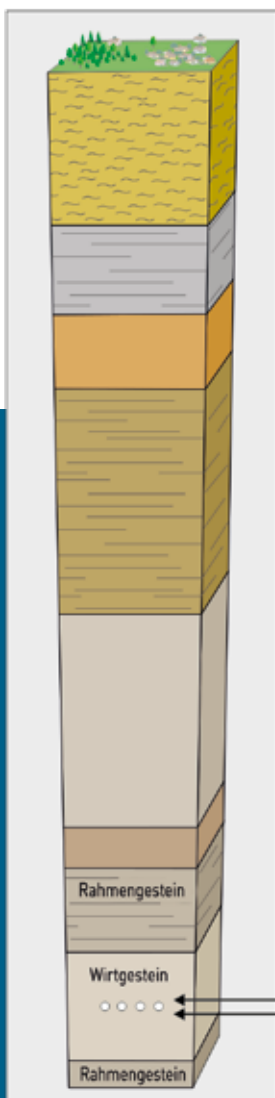
Ein Standortgebiet kann bei diesem Vergleich für die nächste Etappe nur dann zurückgestellt werden, wenn gegenüber

den anderen Standortgebieten «**eindeutige sicherheitstechnische Nachteile**» nachgewiesen werden.

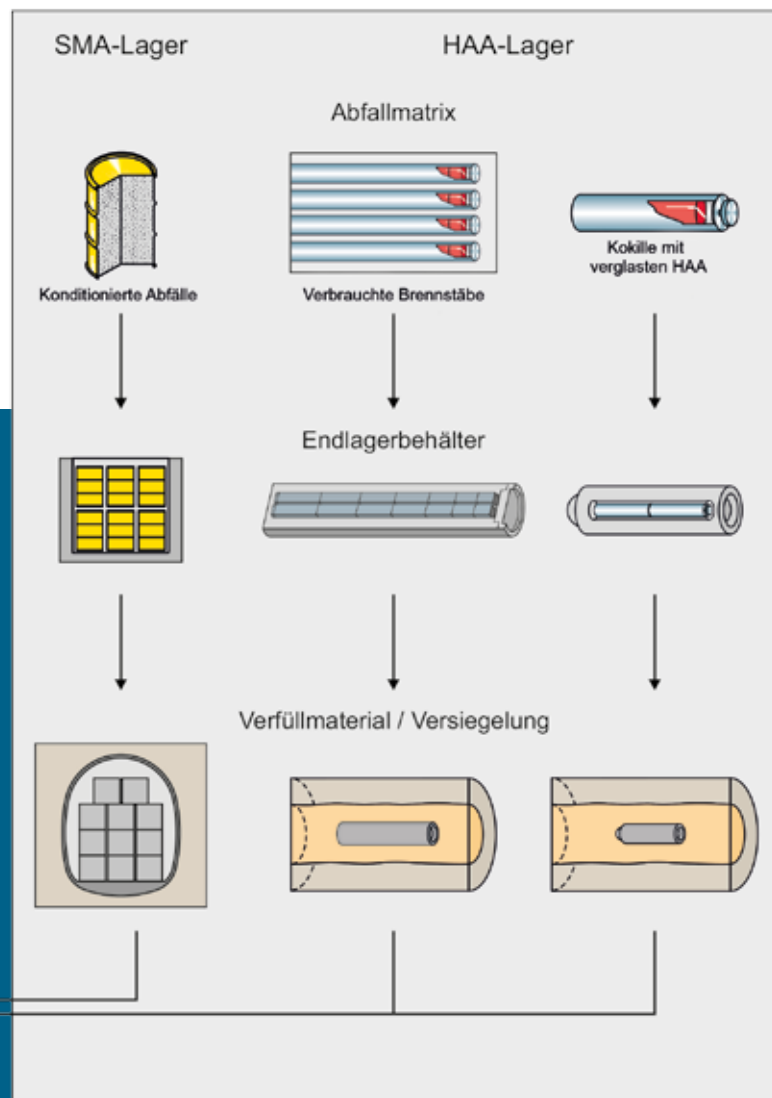
## Welche Resultate hat der Vergleich ergeben?

Alle sechs potenziellen Standortgebiete aus Etappe 1 erfüllen die hohen Sicherheitsanforderungen und sind für ein geologisches Tiefenlager geeignet. Im detaillierten Vergleich der Standortgebiete zeigen sich jedoch entscheidende Unterschiede. Die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost haben – verglichen mit den anderen potenziellen Standortgebieten – die günstigsten Bedingungen sowohl für ein Lager für hochaktive Abfälle als auch für ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (vgl. Tabelle bzw. Histogramme rechts).

### Geologische Barriere



### Technische Barrieren



**Abbildung:** Gestaffelte Sicherheitsbarrieren schliessen bei einem geologischen Tiefenlager die radioaktiven Stoffe sicher ein und verhindern weitestgehend deren Freisetzung in den menschlichen Lebensraum. Eine entscheidende Rolle spielt die geologische Barriere.

# Sicherheitstechnischer Vergleich der Standortgebiete – Ergebnisse



Entscheidrelevante Merkmale / Entscheidrelevante Indikatoren	HAA-Lager				SMA-Lager					
	Zürich Nordost	Nördlich Lägern	Jura Ost	Südranden	Zürich Nordost	Nördlich Lägern	Jura Ost	Jura- Südflus	Wellen- berg	
<b>Wirksamkeit der geologischen Barriere (W)</b>										
Hydraulische Durchlässigkeit										
Art der Transportpfade und Ausbildung des Porenraums										
Transmissivität präferenzierter Freisetzungspfade										
Selbstabdichtungsvermögen										
Homogenität des Gesteinsaufbaus										
Mächtigkeit										
Länge der massgebenden Freisetzungspfade										
Kolloide										
<b>Langzeitstabilität der geologischen Barriere (L)</b>										
Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik; weitere Prozesse)										
Selbstabdichtungsvermögen										
Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegsamkeiten (Verkarstung)										
Erosion im Betrachtungszeitraum										
Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis im Hinblick auf die Bildung neuer Rinnen										
Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins-Dekompaktion										
Tiefenlage unter Fels im Hinblick auf glaziale Tiefenerosion										
Seismizität										
<b>Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet (E)</b>										
Variabilität der Gesteinseigenschaften im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit										
Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund										
<b>Bautechnische Machbarkeit (M)</b>										
Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (u.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften)										
Geotechnische und hydrogeologische Verhältnisse in überlagernden Gesteinsformationen										
Platzangebot untertags										

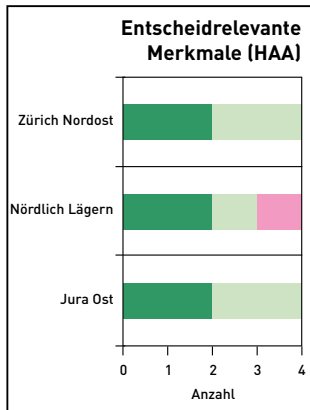
## Wie werden eindeutige Nachteile einzelner Standortgebiete erfasst?

Für den sicherheitstechnischen Vergleich der Standortgebiete wurden spezifische entscheidrelevante Merkmale und Indikatoren – gemäss ENSI-Vorgaben – definiert. Gestützt darauf wird geprüft, ob für ein Standortgebiet im Vergleich mit den übrigen Standortgebieten «eindeutige Nachteile» vorliegen (vgl. Tabelle und Histogramme). Der Unterschied zwischen den besten und den nachfolgenden Standortgebieten ist ausschlaggebend.

## Tabelle – Bemerkung zu den Gesamtbewertungen der vier entscheidrelevanten Merkmale (W, L, E, M):

Die Gesamtbewertung für die Wirksamkeit (W) sowie die Explorier- und Charakterisierbarkeit (E) der geologischen Barriere ist der Mittelwert der Bewertungen der zugeordneten entscheidrelevanten Indikatoren. Man geht davon aus, dass diese Indikatoren sich gegenseitig kompensieren. Für die Langzeitstabilität der geologischen Barriere (L) und die bautechnische Machbarkeit (M) ergibt sich die Gesamtbewertung aus der tiefsten Bewertung eines zugeordneten entscheidrelevanten Indikators. Dies beruht darauf, dass diese Indikatoren alle gleich wichtig und unabhängig voneinander sind. Ein günstiges Platzangebot kann zum Beispiel nicht schlechte geotechnische Verhältnisse wettmachen.

# Vergleich der Standortgebiete für das HAA-Lager



Alle Standortgebiete erfüllen die definierten hohen Anforderungen für ein HAA-Lager.

**Die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost weisen für ein HAA-Lager im Vergleich zum Standortgebiet Nördlich Lägern günstigere Bedingungen auf.**

**Zürich Nordost:** **W L E M**

Das Standortgebiet verfügt über ein günstiges Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich. Das Wirtgestein Opalinuston – kombiniert mit mächtigen Rahmengesteinen – weist sehr günstige Barriereneigenschaften auf. Zudem ist die geologische Situation hinsichtlich Langzeitstabilität günstig.

**Nördlich Lägern:** **W L E M**

Im Standortgebiet ist das Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich ungünstig. In grösserer Tiefe ist das Platzangebot zwar etwas grösser, aber dort wäre es bautechnisch schwierig, ein Tiefenlager in der erwünschten Qualität zu bauen. Beim Bau könnte die nur bedingt günstige Tiefenlage zu einer erheblichen Schädigung der geologischen Barrieren führen.

**Jura Ost:** **W L E M**

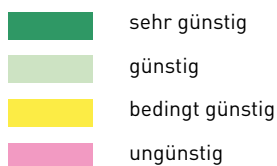
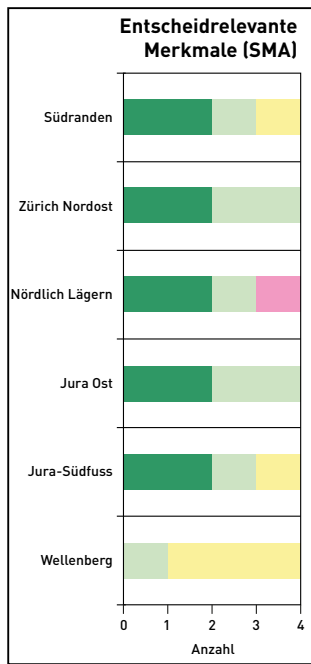
Das Standortgebiet verfügt trotz der beschränkten Tiefenlage des Wirtgesteins über ein günstiges Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich. Das Gebiet weist eine sehr günstige Barrierenwirkung auf. Die Langzeitstabilität ist durch die geologische Situation gegeben.

## Entscheidungsrelevante Merkmale gemäss ENSI

- W** **Wirksamkeit der geologischen Barriere:** Die Barrierenwirkung bestimmt, wie gut die im geologischen Tiefenlager eingelagerten radioaktiven Stoffe zurückgehalten werden und dort zerfallen. Die geologische Barriere umfasst das Wirtgestein und die darunter- und darüberliegenden Rahmengesteine.
- L** **Langzeitstabilität der geologischen Barriere:** Eine geeignete Langzeitstabilität sorgt dafür, dass die notwendige Barrierenwirkung über den Betrachtungszeitraum erhalten bleibt. Die Abnahme der Radiotoxizität der eingelagerten Abfälle als Folge des radioaktiven Zerfalls ist ausschlaggebend für die Länge des Betrachtungszeitraums, welcher für das HAA-Lager 1 Million Jahre beziehungsweise für das SMA-Lager 100 000 Jahre beträgt. Für die Langzeitstabilität sind die Erosion und mögliche differenzielle Bewegungen im Untergrund wichtig.
- E** **Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet:** Die Explorierbarkeit bestimmt, wie genau und zuverlässig Lage und Parameter der sicherheitsrelevanten geologischen Schichten bestimmt werden können (z.B. sedimentäre Ablagerungen wie harte Kalkbänke mit erhöhter Durchlässigkeit). Die Charakterisierbarkeit beschreibt, wie genau und zuverlässig die für die Barrierenwirkung kritischen Eigenschaften erfasst werden können (z.B. einzelne wasserführende Klüfte).
- M** **Bautechnische Machbarkeit eines Tiefenlagers:** Hierbei wird die Schädigung des Wirtgesteins in direkter Umgebung der Lagerkammern beurteilt. Analysiert werden seine Barrierenwirkung und die mögliche Beeinträchtigung der technischen Barrieren als Folge des Baus der Lagerkammern. Hier wird auch der Zugang nach untertag vom Standortareal zum untertägigen Lagerperimeter geprüft. Weiter wird geprüft, ob das Platzangebot innerhalb des Standortgebiets genügend gross ist.



# Vergleich der Standortgebiete für das SMA-Lager



Alle Standortgebiete erfüllen die definierten hohen Anforderungen für ein SMA-Lager.

**Die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost weisen für ein SMA-Lager im Vergleich zu den Standortgebieten Südranden, Nördlich Lägern, Jura Südfuss und Wellenberg günstigere Bedingungen auf.**

**Südranden:** W L E M

Die Langzeitstabilität der geologischen Barriere ist nur bedingt günstig. Die untere Lage des Wirtgesteins schützt nur beschränkt vor Erosion. Das Platzangebot im Standortgebiet ist nur knapp günstig, da eine Felsrinne (die durch Seismikuntersuchungen 2011 / 2012 nachgewiesene Neuhäuserwaldrinne) das Gebiet teilt.

**Zürich Nordost:** W L E M

Das Standortgebiet verfügt über ein sehr günstiges Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich. Das Wirtgestein Opalinuston kombiniert mit mächtigen Rahmengesteinen verfügt über sehr günstige Barriereigenschaften. Zudem sind die Langzeitstabilität und die Tiefenlage bezüglich bautechnischer Machbarkeit günstig.

**Nördlich Lägern:** W L E M

Im Standortgebiet ist das Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich ungünstig. In grösserer Tiefe ist das Platzangebot zwar etwas grösser, aber dort wäre es bautechnisch schwierig, ein Tiefenlager in der erwünschten Qualität zu bauen. Beim Bau könnte die ungünstige Tiefenlage zu einer erheblichen Schädigung der geologischen Barrieren führen.

**Jura Ost:** W L E M

Das Standortgebiet verfügt über ein sehr günstiges Platzangebot im technisch-wissenschaftlich bevorzugten Tiefenbereich. Der Opalinuston mit seinen Rahmengesteinen weist eine sehr günstige Barrierenwirkung auf. Zudem sind die Langzeitstabilität und die Tiefenlage bezüglich bautechnischer Machbarkeit günstig.

**Jura-Südfuss:** W L E M

Das Platzangebot im Standortgebiet ist im Vergleich zu den Standortgebieten Zürich Nordost und Jura Ost kleiner, da erhebliche Platzreserven nötig sind, weil die Gesteine tektonisch stärker überprägt sind. Zudem ist der einschusswirksame Gebirgsbereich (Opalinuston und Rahmengesteine) nur wenig mächtig und die unteren Rahmengesteine tragen kaum zur Barrierenwirkung bei.

**Wellenberg:** W L E M

Im Standortgebiet Wellenberg hat das geklüftete Wirtgestein, die Mergel-Formationen des Helvetikums, im Vergleich zum Opalinuston ein beschränktes Selbstabdichtungsvermögen und eine beschränkte Homogenität. Dies führt zu einer weniger guten Barrierenwirkung. Die Bedingungen zur Langzeitstabilität sind durch die Lage in den Alpen auch ungünstiger als in der Nordschweiz. Zudem ist das Gebiet von der Oberfläche aus schwierig explorierbar.

## Für weitere Informationen:

Technischer Bericht der Nagra NTB 14-01 «Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete». Die Dokumentation zu diesem Bericht befindet sich seit Dezember 2014 in der behördlichen Überprüfung.

Ausführliche Zusammenfassung des NTB 14-01 im Heft: «Standortgebiete für geologische Tiefenlager – sicherheitstechnischer Vergleich: Vorschläge für Etappe 3»

Der technische Bericht (NTB 14-01) und weitere Dokumente sowie die ausführliche Zusammenfassung können von der Website der Nagra heruntergeladen oder dort bestellt werden.

## Standortsuche für geologische Tiefenlager – entscheidende Jahre stehen bevor

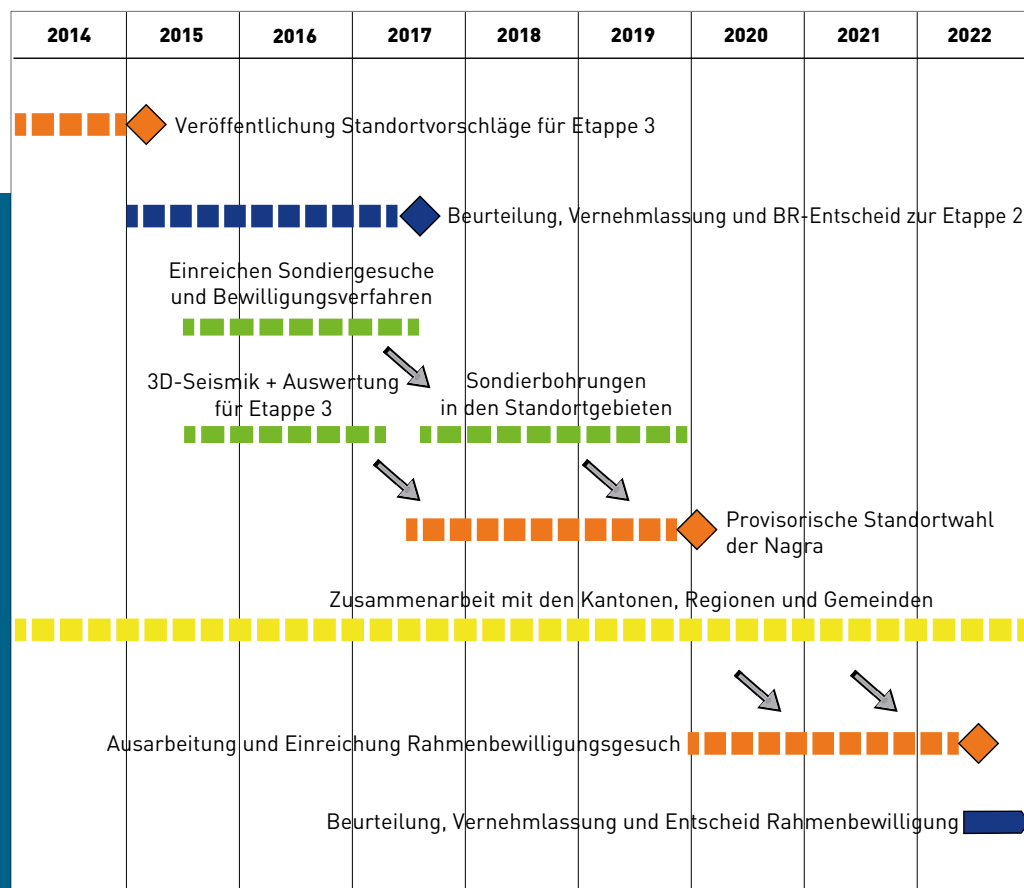
### Wie geht es weiter?

Das BFE hat die Berichte der Nagra mit den Vorschlägen der Standortgebiete für Etappe 3 Anfang 2015 veröffentlicht. Es folgt die fachtechnische Prüfung durch die Behörden, bevor alle Unterlagen 2016 in eine breite öffentliche Anhörung gehen. Voraussichtlich 2017 entscheidet der Bundesrat über die Aufnahme der Vorschläge der Nagra in den Sachplan.

Für **Etappe 3** werden die vorgeschlagenen Standortgebiete mittels 3D-Seismik und Sondierbohrungen vertieft untersucht. Die Nagra gibt gestützt auf diese erdwissenschaftlichen Untersuchungen gegen 2020 bekannt, für welche Standortgebiete sie Rahmenbewilligungsgesuche für ein HAA- und SMA-Lager oder ein Kombilager ausarbeiten wird.

Danach reicht die Nagra die Rahmenbewilligungsgesuche voraussichtlich 2022 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 2027 erwartet wird.

Das Parlament muss diesen Entscheid genehmigen. Der Parlamentsentscheid wiederum untersteht dem fakultativen Referendum. Sofern dieses ergriffen wird, entscheidet das Schweizer Stimmvolk etwa 2029 über die Standorte für geologische Tiefenlager.



**Abbildung:**  
Zeitplan Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) – die nächsten Jahre.

Fotos: Comet Photoshopping, Weisslingen

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](mailto:info@nagra.ch)  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

**nagra** ● **aus verantwortung**

