

Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz

Vom Wie zum Wo

Grundsätze der nuklearen Entsorgung – Standortwahl in der Schweiz

Informationsreise



St. Ursanne, 31. Oktober 2014

Markus Fritschi, Mitglied Geschäftsleitung

nagra ● **aus verantwortung**

Ziel der nuklearen Entsorgung



**Unabhängig von der Zukunft der Kernenergie in der Schweiz:
Radioaktive Abfälle sind vorhanden!**

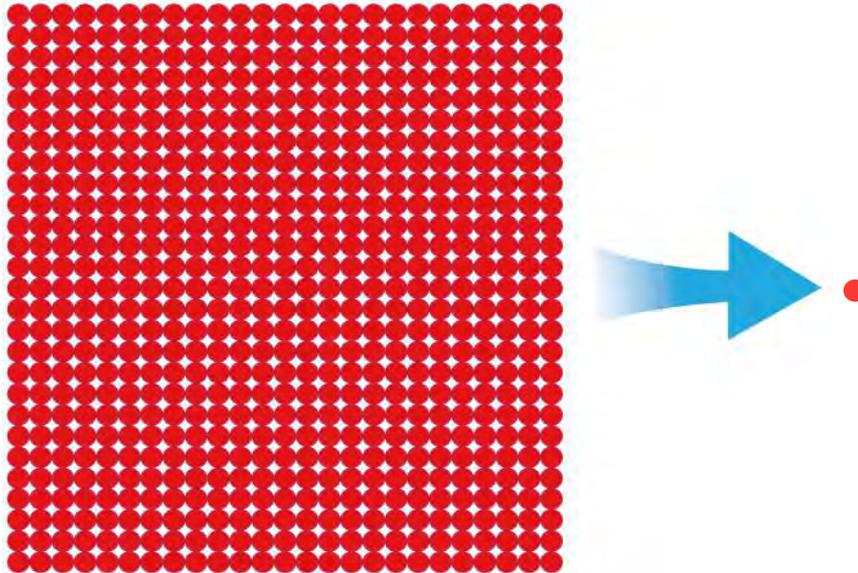
**Radioaktive Abfälle müssen
so entsorgt werden,
dass der dauernde Schutz von
Mensch und Umwelt
gewährleistet ist. (KEG, Art 30)**

**... um dies zu gewährleisten
müssen die radioaktiven Abfälle
so lange eingeschlossen werden
bis ihre Aktivität auf unbedenkliche
Werte abgeklungen ist.**

Abnahme Aktivität nach Entnahme aus Reaktor

100%

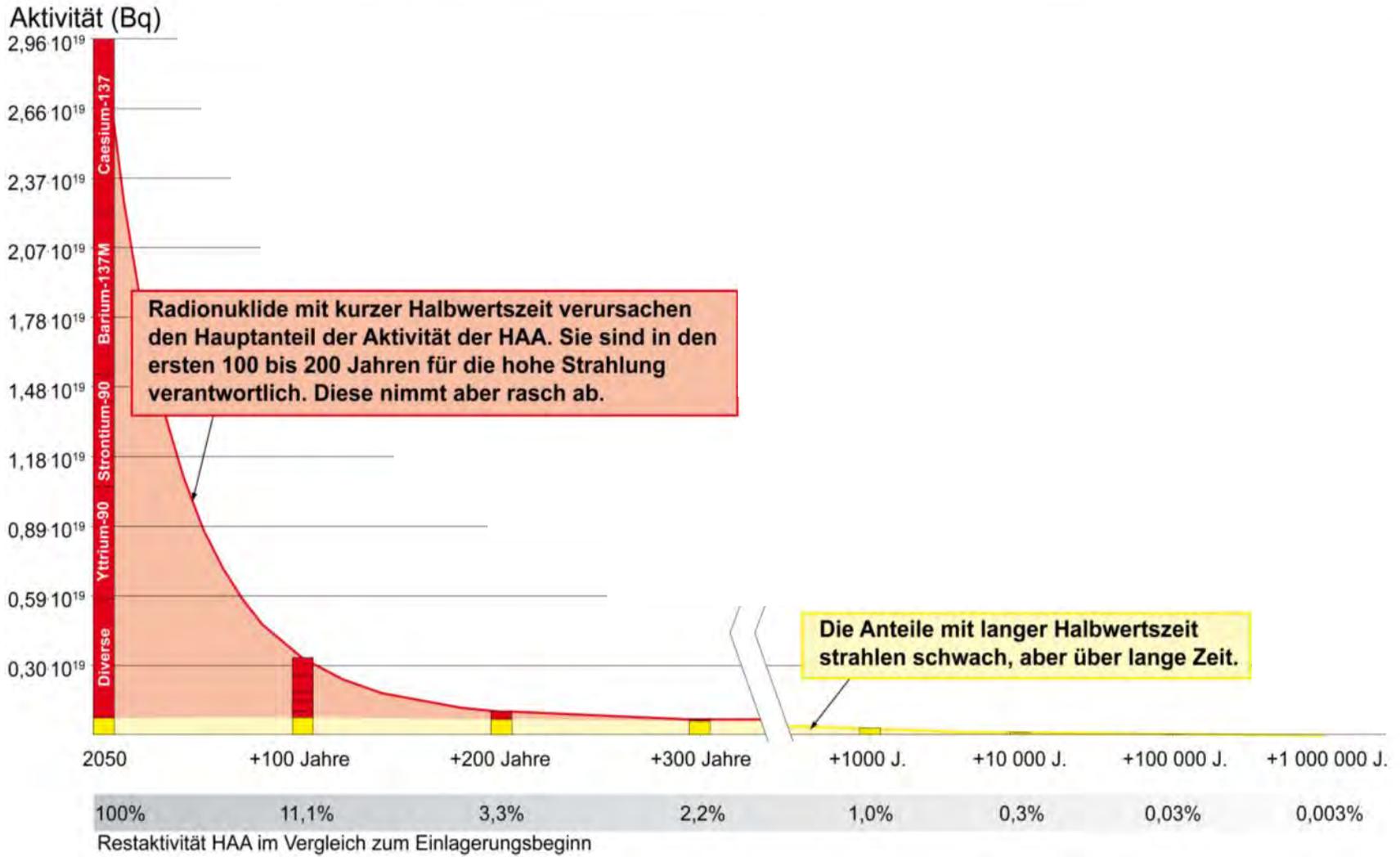
0.15%



**Aufsummierte Aktivität
sämtlicher Brennelemente
1 Monat
nach Entnahme aus
Reaktor**

**Im Jahr 2050
Bei Einlagerungs-
beginn noch vor-
handene
Aktivität**

Abnahme der Aktivität HAA 2060



Heute: Zwischenlagerung



- Zwischenlagerung **hochaktiver Abfälle** in speziellen Transport- und Lagerbehältern (Castor) im ZWILAG



- Zwischenlagerung **schwach- und mittelaktiver Abfälle** in verfestigter, konditionierter Form

Wie stabil ist die Gesellschaft ?



Geologische Tief Lagerung – langfristig sicher

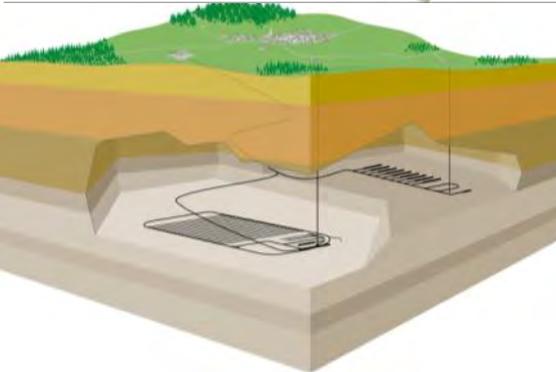
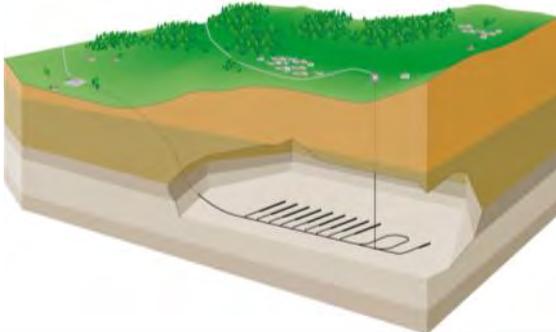
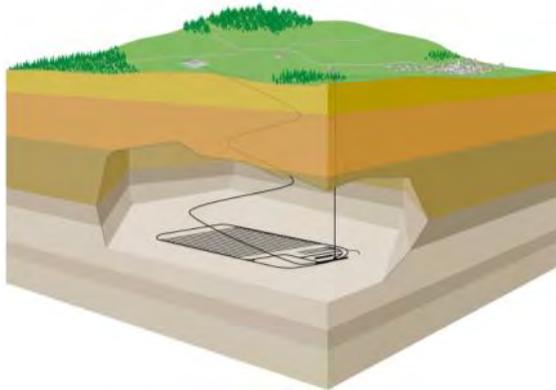
«Jedes Expertengremium, das sich mit dieser Frage beschäftigt hat, und jedes Land, das ein Programm für die nukleare Entsorgung verfolgt, ist zum Schluss gelangt, dass Lager nötig sind und dass die geologische Tiefenlagerung aus wissenschaftlicher Sicht die beste Vorgehensweise darstellt.»



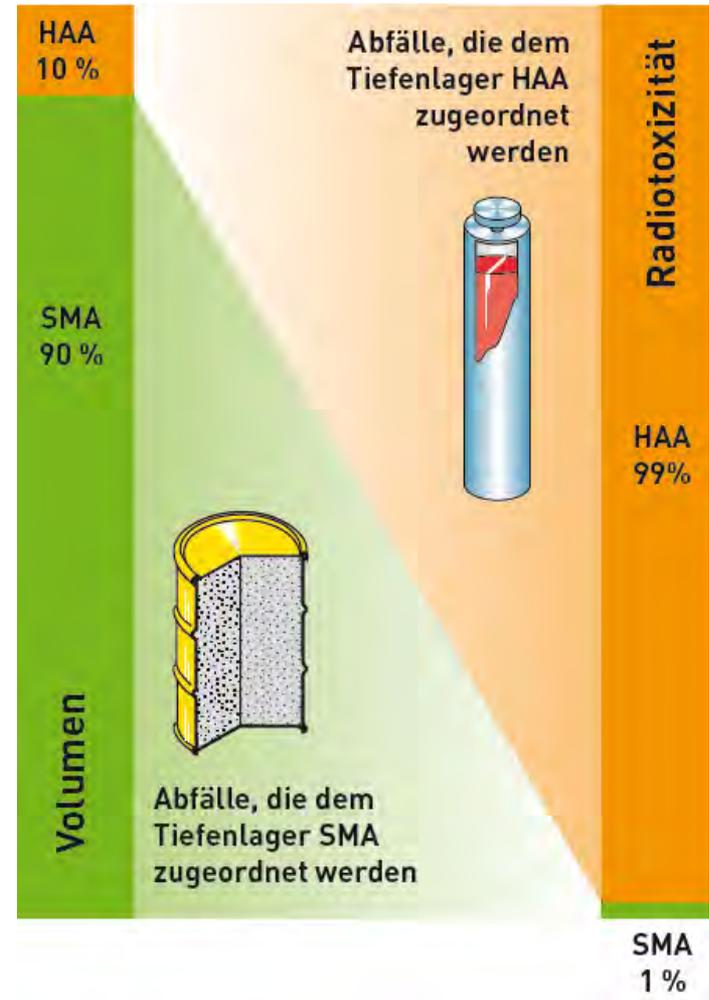
BLUE RIBBON COMMISSION
ON AMERICA'S NUCLEAR FUTURE

USA, Januar 2012

Zwei Lagertypen vorgesehen



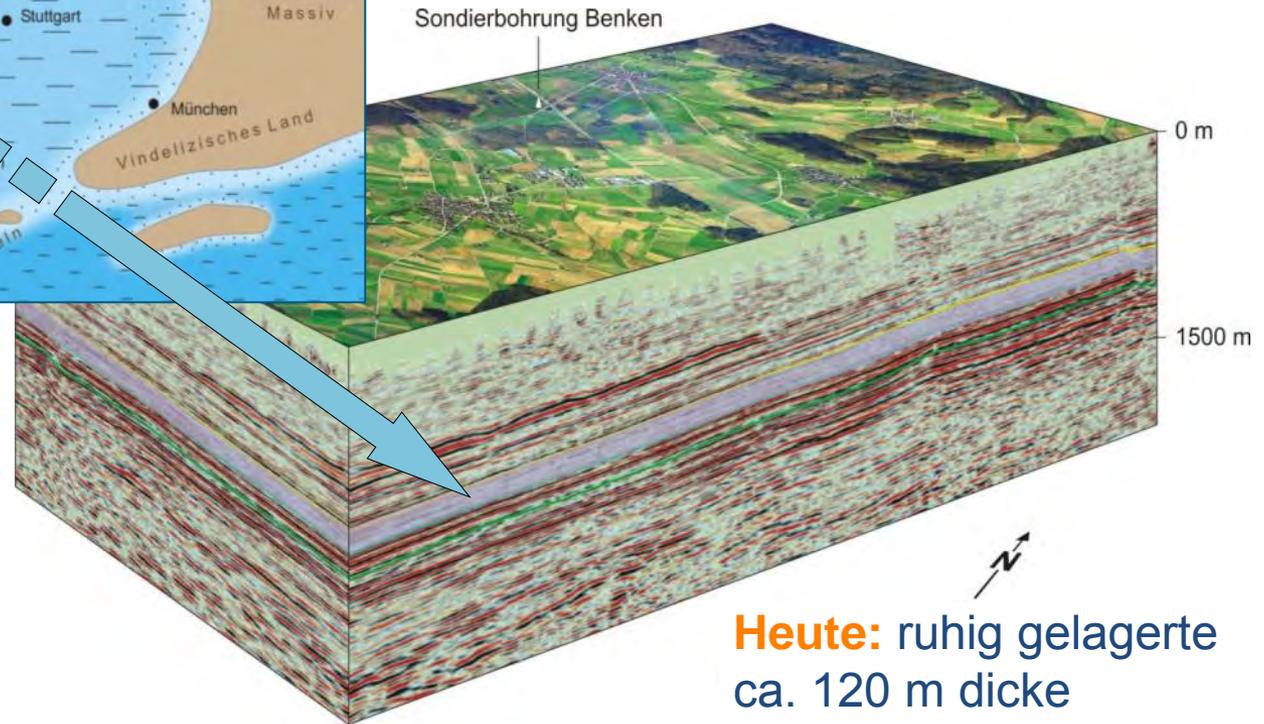
- Lager für hochaktive Abfälle (Betrieb ab ca. 2060)
- Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (Betrieb ab ca. 2050)
- Option «Kombilager» offen



Ein Blick in die Erdgeschichte...



Vor 175 Mio. Jahren: Ablagerung feiner Tonpartikel in einem ausgedehnten, flachen Meer



Heute: ruhig gelagerte ca. 120 m dicke Opalinustonschicht

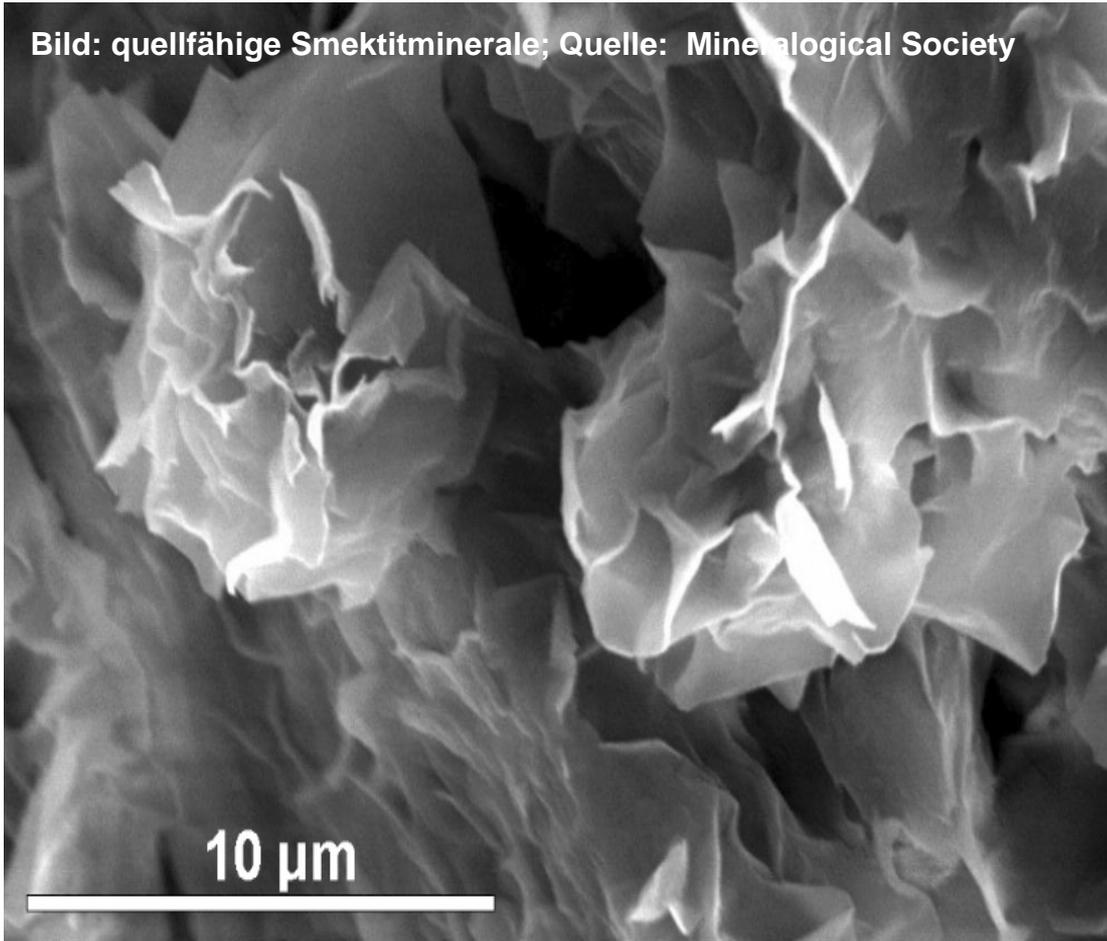
Im Ton seit dem Eozän (50 Millionen Jahre)

Ein Urahn unserer Siebenschläfer
mit erhaltenem Fell und
Mageninhalt (vegetarisch)

Fundort: Tongrube „Messel“
(bei Darmstadt)

Warum Ton für den Einschluss?

Bild: quellfähige Smektitminerale; Quelle: Mineralogical Society



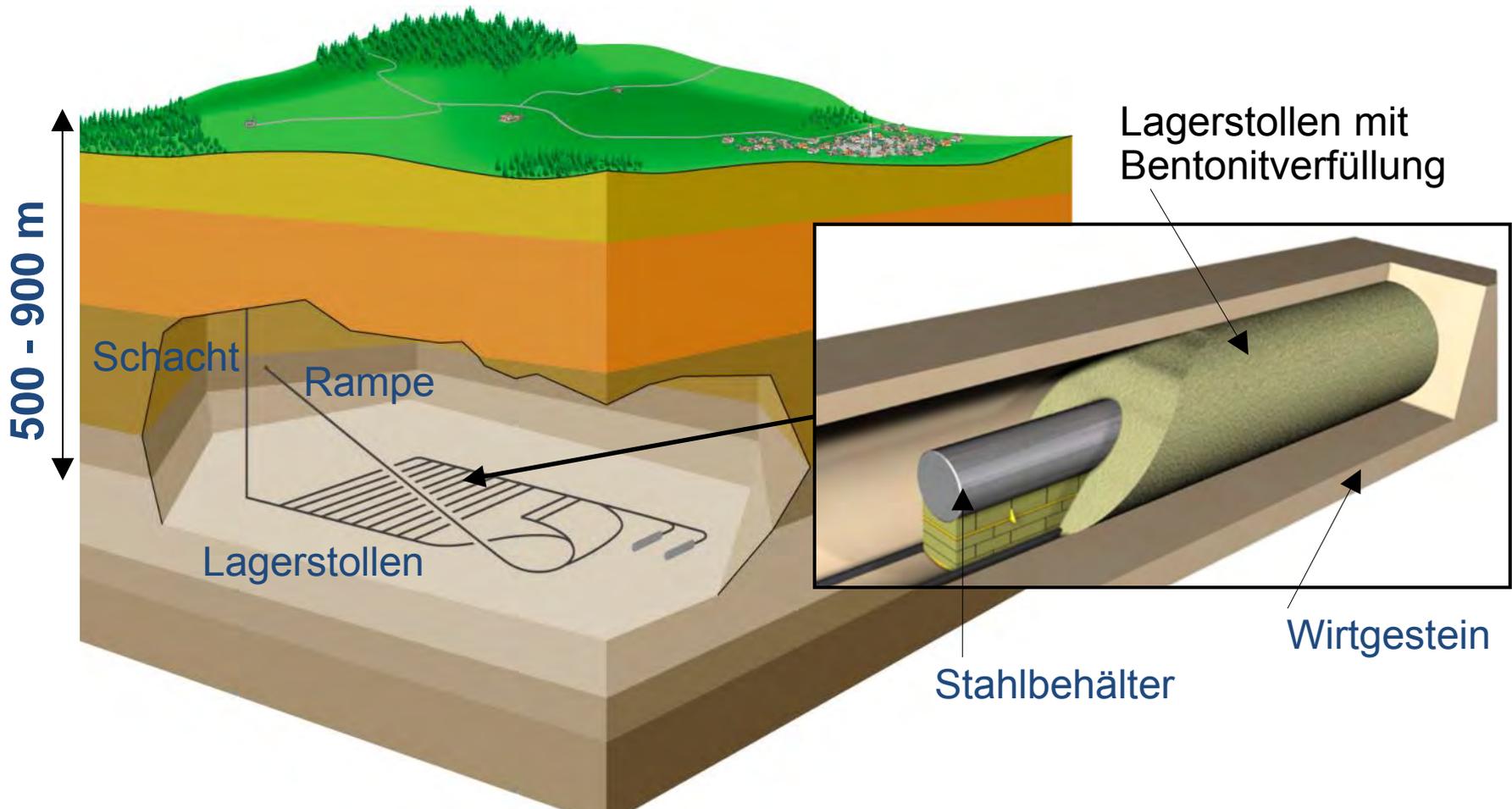
Schadstoffe werden von den Tonmineralen zurückgehalten
(Sorption)

Bei Wasserzutritt quellen Tonminerale auf und dichten allfällige Risse ab
(Selbstabdichtung)

Sehr geringe Durchlässigkeit

Spezifische Oberfläche von 1 g reinem Ton: bis zu 600 m² !
1 g Opalinuston: 100 - 250 m² (1 Tennisfeld ≈ 200 m²)

Anlagenkonzept: Mehrfache Sicherheitsbarrieren ...



... bieten zuverlässigen langfristigen Einschluss.
Behördliche Schutzziele weit unterschritten

Entsorgungsnachweis: z.B. Experten OECD/NEA

- Das IRT ist beeindruckt von der **Überzeugungskraft und Qualität des Sicherheitsnachweises** der Nagra, von der Klarheit, mit der er aufgebaut wurde und von der **hohen nachgewiesenen Robustheit**.
- Der Sicherheitsbericht und die unterstützenden technischen Berichte sind bemerkenswert ausgereifte Dokumente.

IRT=International Review Team



Hervorragende Noten für die Nagra

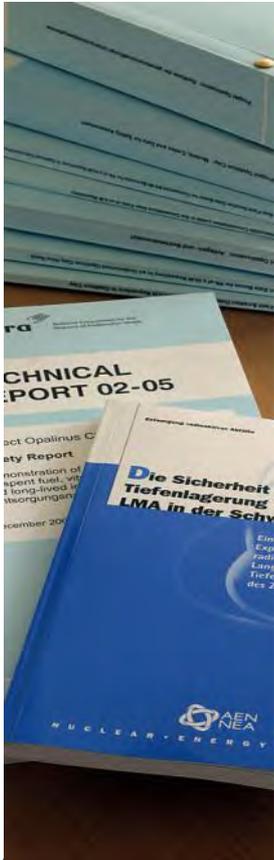
OECD-Prüfung der Sicherheitsanalyse fürs Weinland

Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) hat von der Kernenergieagentur der OECD höchstes Lob für ihren Sicherheitsbericht im Rahmen des Ende 2002 vorgelegten Entsorgungsnachweises erhalten. Nicht beurteilt wurden von den internationalen Experten dagegen der Standortnachweis und die Studie zur technischen Machbarkeit eines Abfalllagers im Zürcher Weinland.

bt. Marthalen, 27. April

nachweises ist allerdings nur ein Element im Begutachtungsprozess der Behörden, der wie Wer-

Wie entsorgen ist grundsätzlich geklärt



über 40 Jahre Forschung und Entwicklung

- **Technisch-wissenschaftliche Basis** ist vorhanden und anerkannt
- **Inventar möglicher Lagergesteine der Schweiz**
- **Entsorgungsnachweis 2006** für die geologische Tiefenlagerung hochaktiver Abfälle **abgeschlossen** am Beispiel Opalinuston im Zürcher Weinland (schwachaktive Abfälle: bereits 1988 erbracht).

Die Grundlagen sind heute gelegt und anerkannt.

Wo? Standortwahl in 3 Etappen: Etappe 1

Etappe 1

Auswahl von
potentiellen
geologischen
Standortgebieten

2008

2011

2017

2027

Eignung Grossräume?

Räumliche Verhältnisse & ihre
Explorierbarkeit

Langzeitstabilität

SMA-Lager (100'000 Jahre)

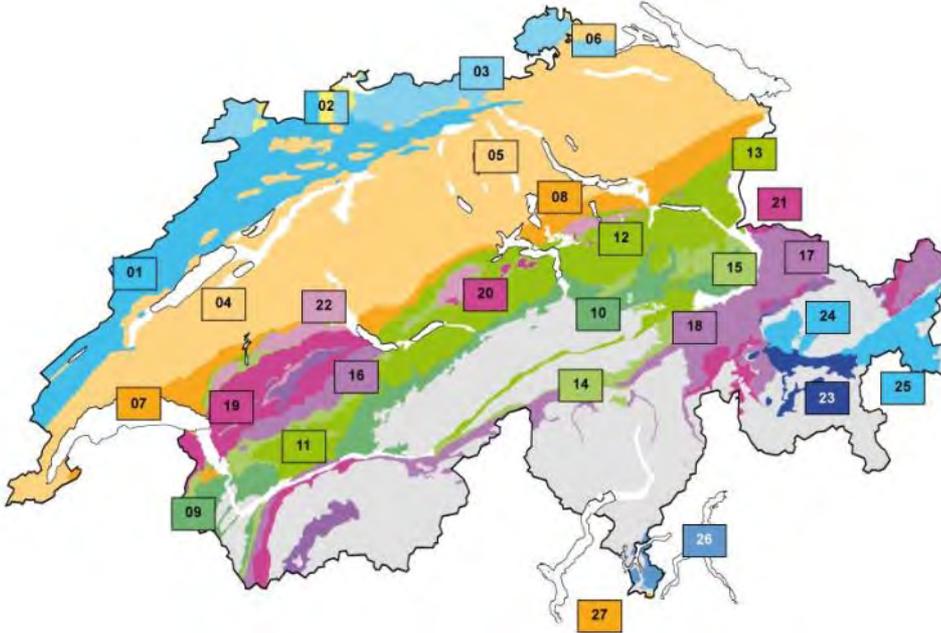
- ganze Schweiz möglich
- geometrische Komplexität in Alpen & Faltenjura erhöht

HAA-Lager (1 Million Jahre)

- Mittelland & östlicher Tafeljura möglich
- Alpen & Faltenjura ausgeschlossen (Langzeitstabilität, Komplexität)



Welche Wirtgesteine?



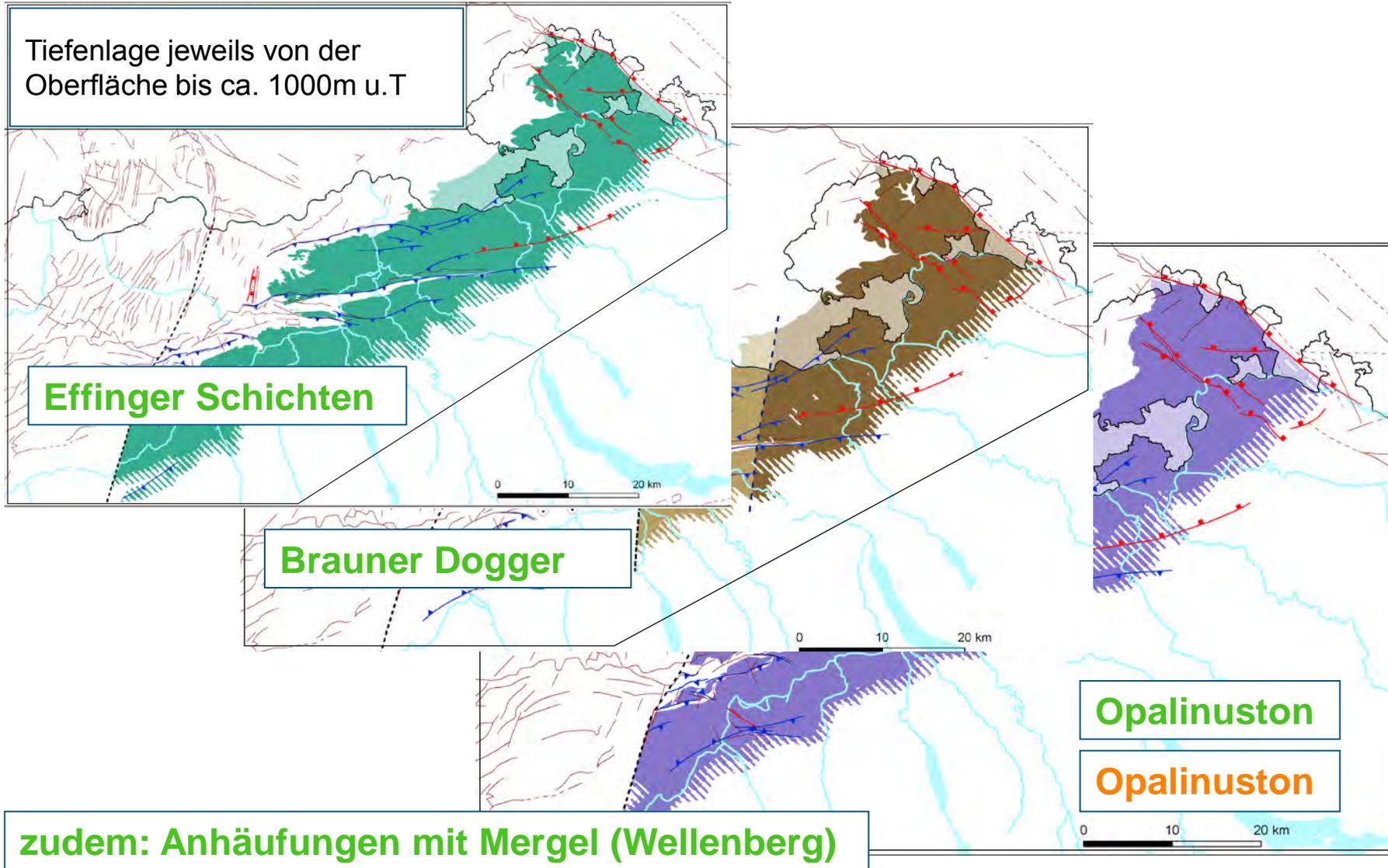
Vorauswahl von 26 Wirtgesteinen:

- **HAA-Lager:** Opalinuston
- **SMA-Lager:** Opalinuston, 'Brauner Dogger', Effinger Schichten
Mergelformationen des Helvetikums (Alpen)

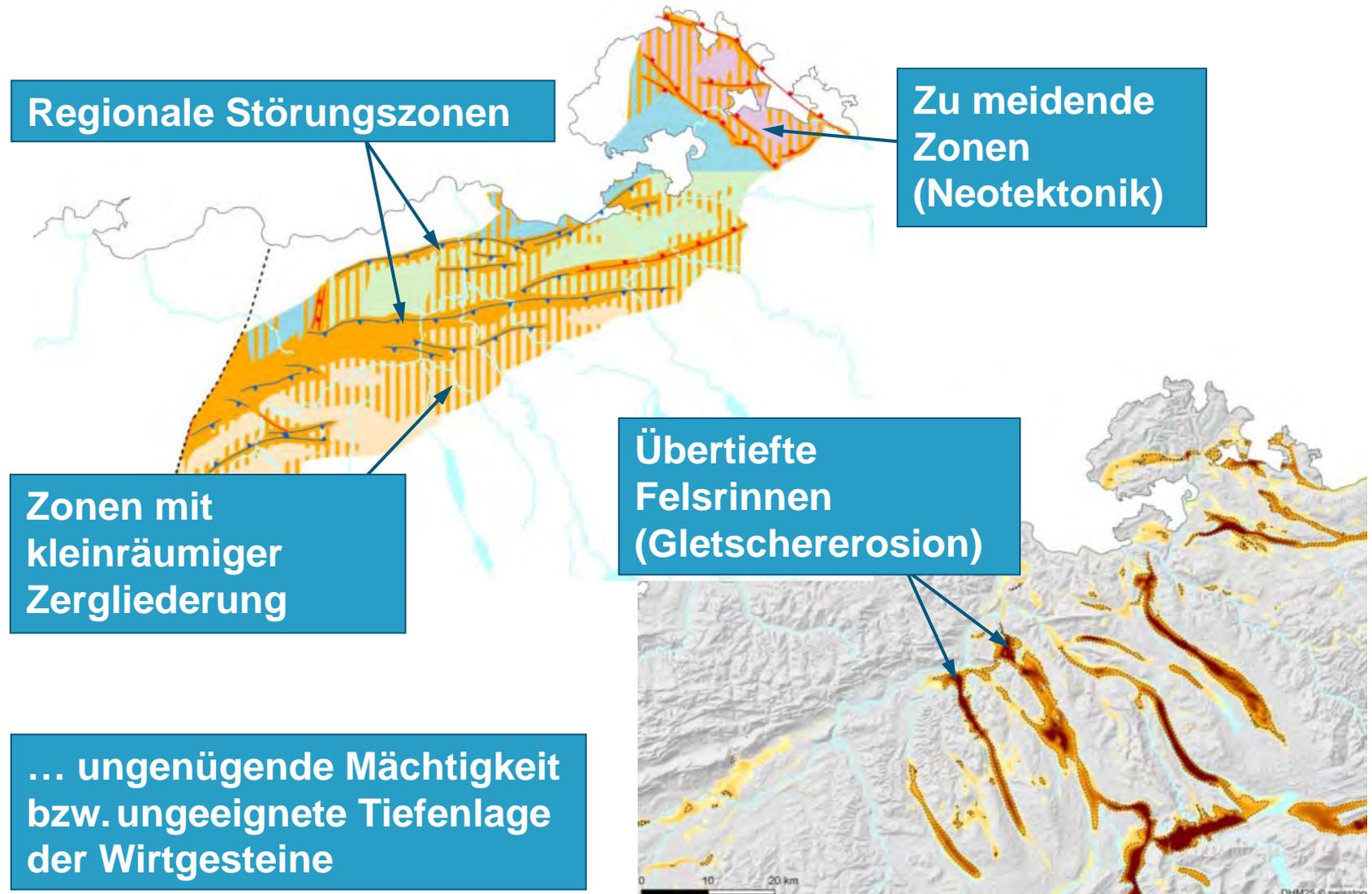
Gesteinse		Geologische Identifikation		Lithologie		Aquitar
SMA	HAA			W	E	Aquifer
		Karbonatges				
		Sandstein-Fo				
		Verrucano-S	QUARTÄR		K	
		Playa-Serie				T
		Evaporitabfo				M
		Kössen-Allgä	TERTIÄR			
		Lias (Lias ind				OSM
		Opalinuston				OMM
		Opalinuston				USM
		Aalénien-Tor				Eozän
		Staldengrabe	MALM			
		Tongesteinsa				Oberer
		Effinger Schi				Mittlerer
		Effinger Schi				Unterer
		Renggeri-Tor				
		Tonschiefer-				
		Scaglia				
		Mergel-Form				
		Flysch-Form				
		Untere Süssw				
		Meletta-Schi	DOGGER			
		Formazione				Oberer
		Brendenbach				Mittlerer
		Obere Süssw				Unterer
		Quartäre See	LIAS			
		Kristallines				Ar
		Kristallines	KEUPER			
						St Sh
			MUSCHEL-KALK			
						Oberer
						Mittlerer
			BUNTSANDSTEIN			
						Unterer
			PERMOKARBON			
			KRISTALLIN			

Beispiel: Sammel-Profil Nordschweiz

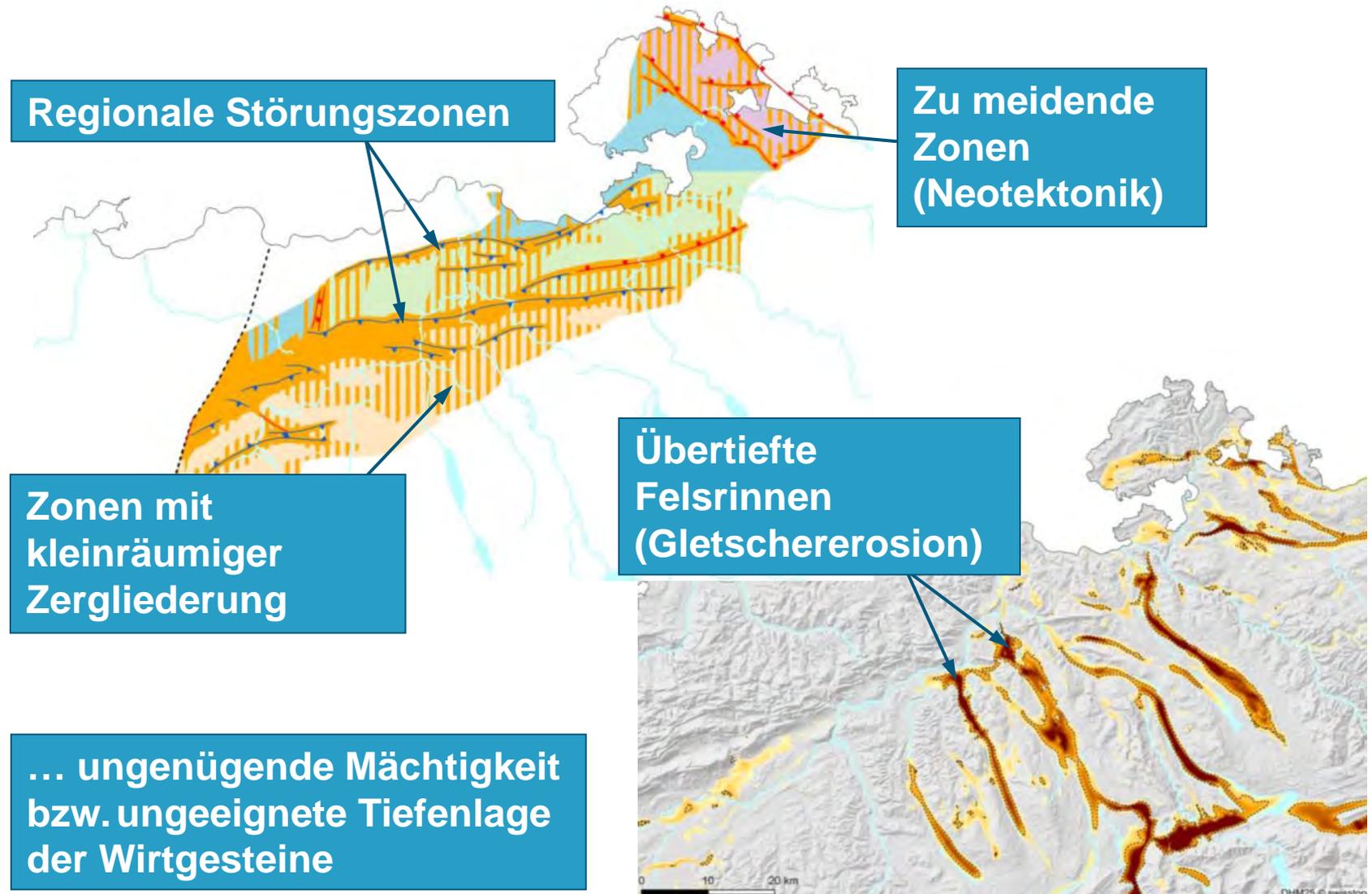
Verbreitung Wirtgesteine Nordschweiz



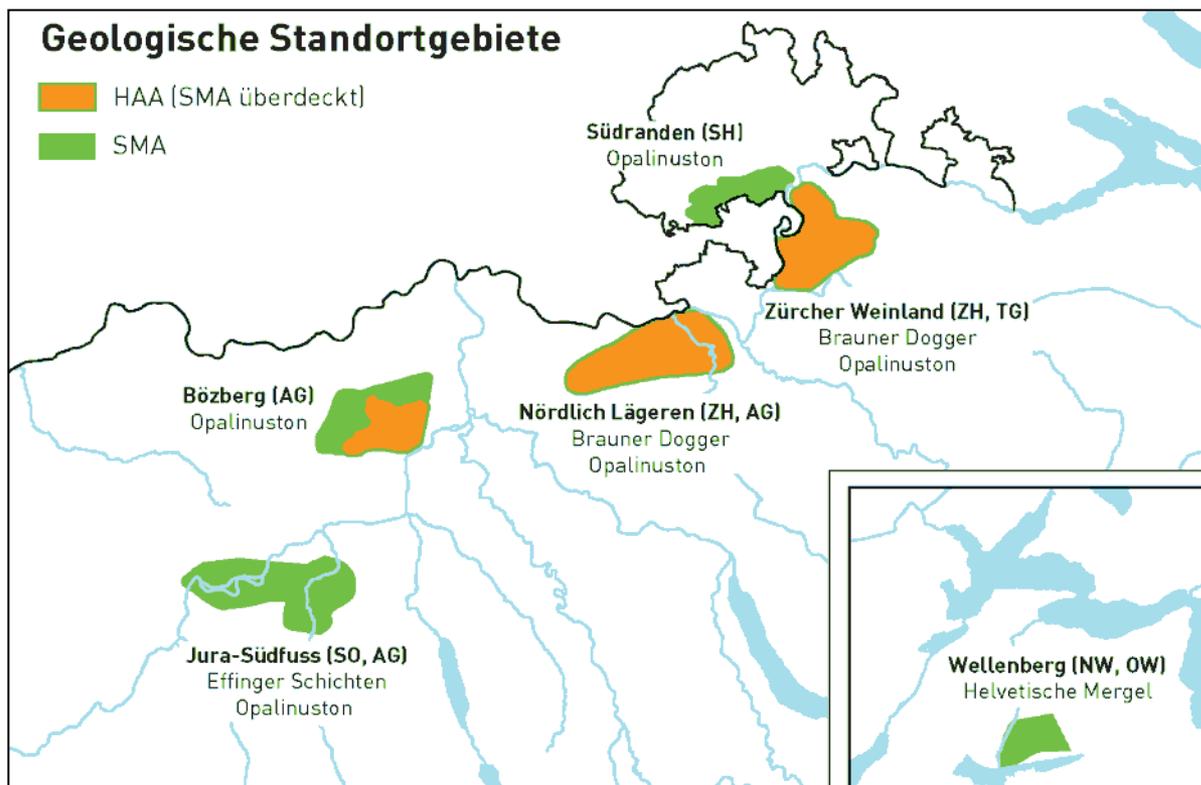
Standortgebiete: Was ist zu meiden?



Standortgebiete: Was ist zu meiden?



Geologische Standortgebiete



- Resultat systematischer Anwendung der **Vorgaben im Sachplan**
- berücksichtigt die geologischen Möglichkeiten der **ganzen Schweiz**
- abgeleitet mit systematischer, **schrittweiser Einengung** aus Sicht **Sicherheit** und **technischer Machbarkeit**

Medienmitteilung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

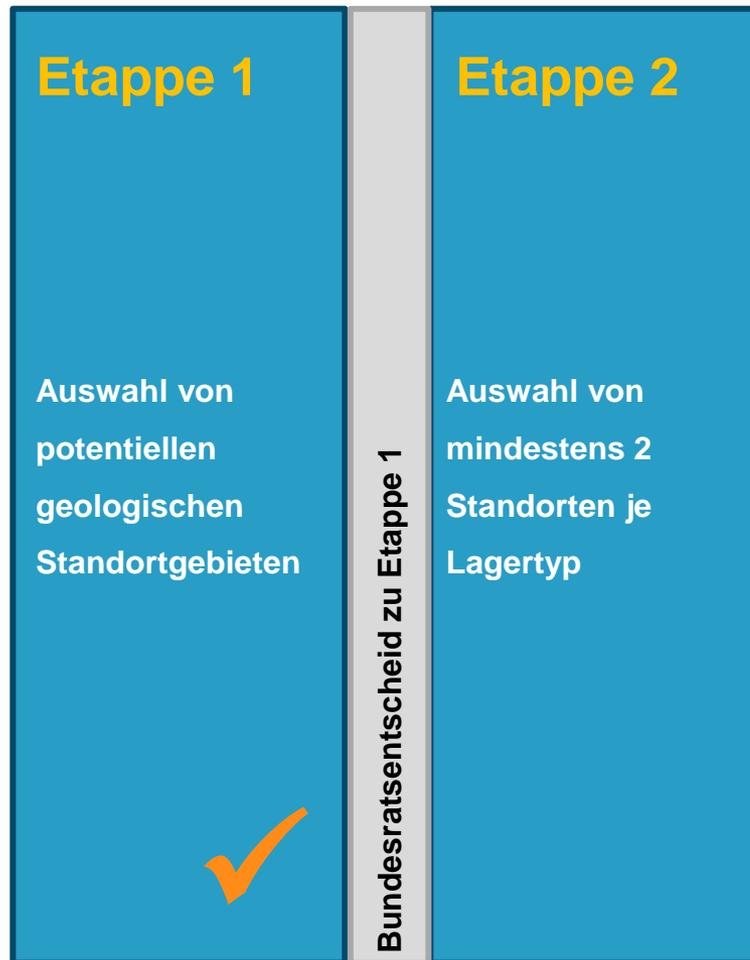
Datum: 1. Dezember 2011

Standortsuche für geologische Tiefenlager: Bundesrat legt sechs Gebiete fest und startet Etappe 2

Die erste Etappe der Standortsuche für geologische Tiefenlager für radioaktive Abfälle ist abgeschlossen. Der Bundesrat hat gestern den Ergebnisbericht zur Etappe 1 gutgeheissen und entschieden, die sechs von der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) vorgeschlagenen Standortgebiete Jura Ost, Jura-Südfuss, Nördlich Lägern, Südranden, Wellenberg und Zürich Nordost in den Sachplan geologische Tiefenlager aufzunehmen. Er hat zudem das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beauftragt, Etappe 2 der Standortsuche zu starten. Die vorgeschlagenen Standortgebiete werden in der rund vier Jahre dauernden Etappe 2 vertieft untersucht.

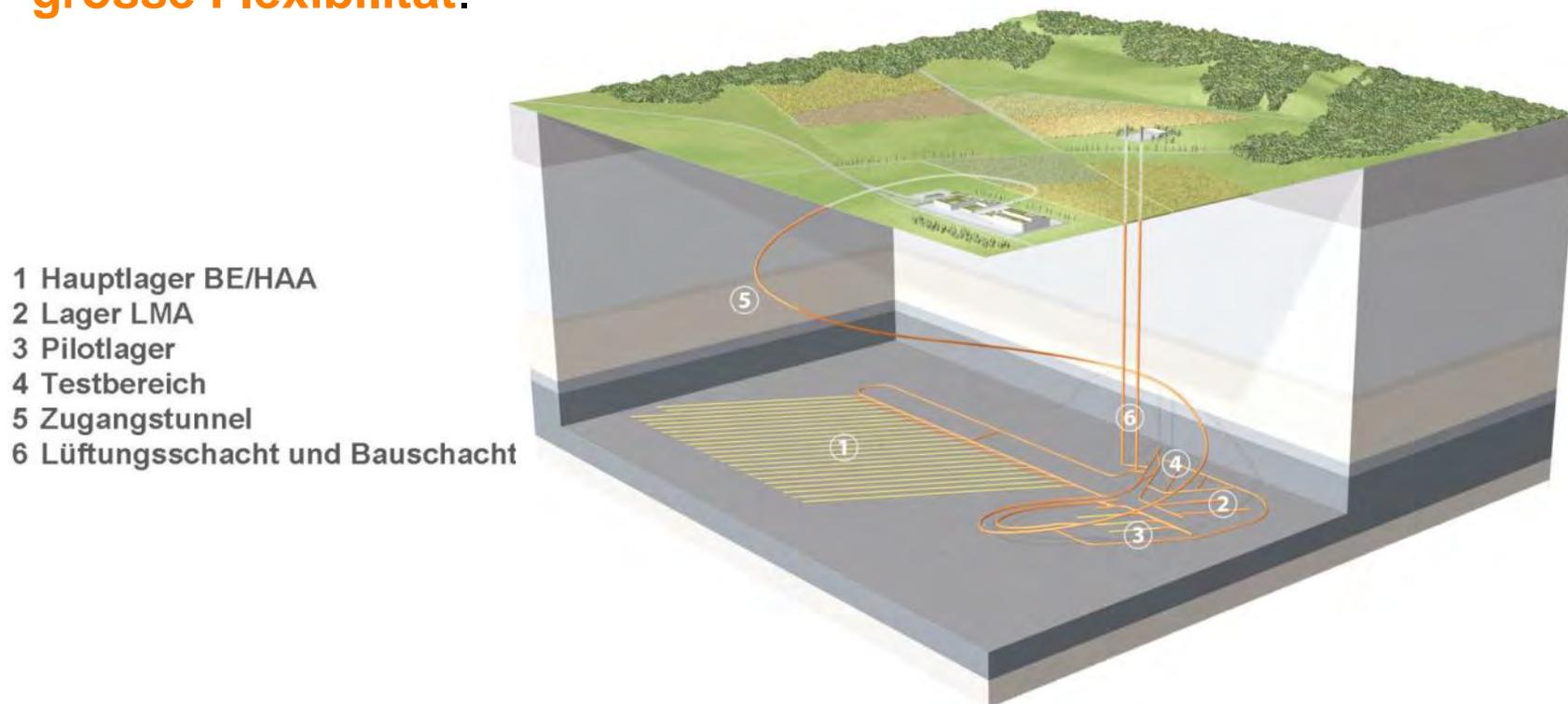


Wo? Standortwahl in 3 Etappen: Etappe 2



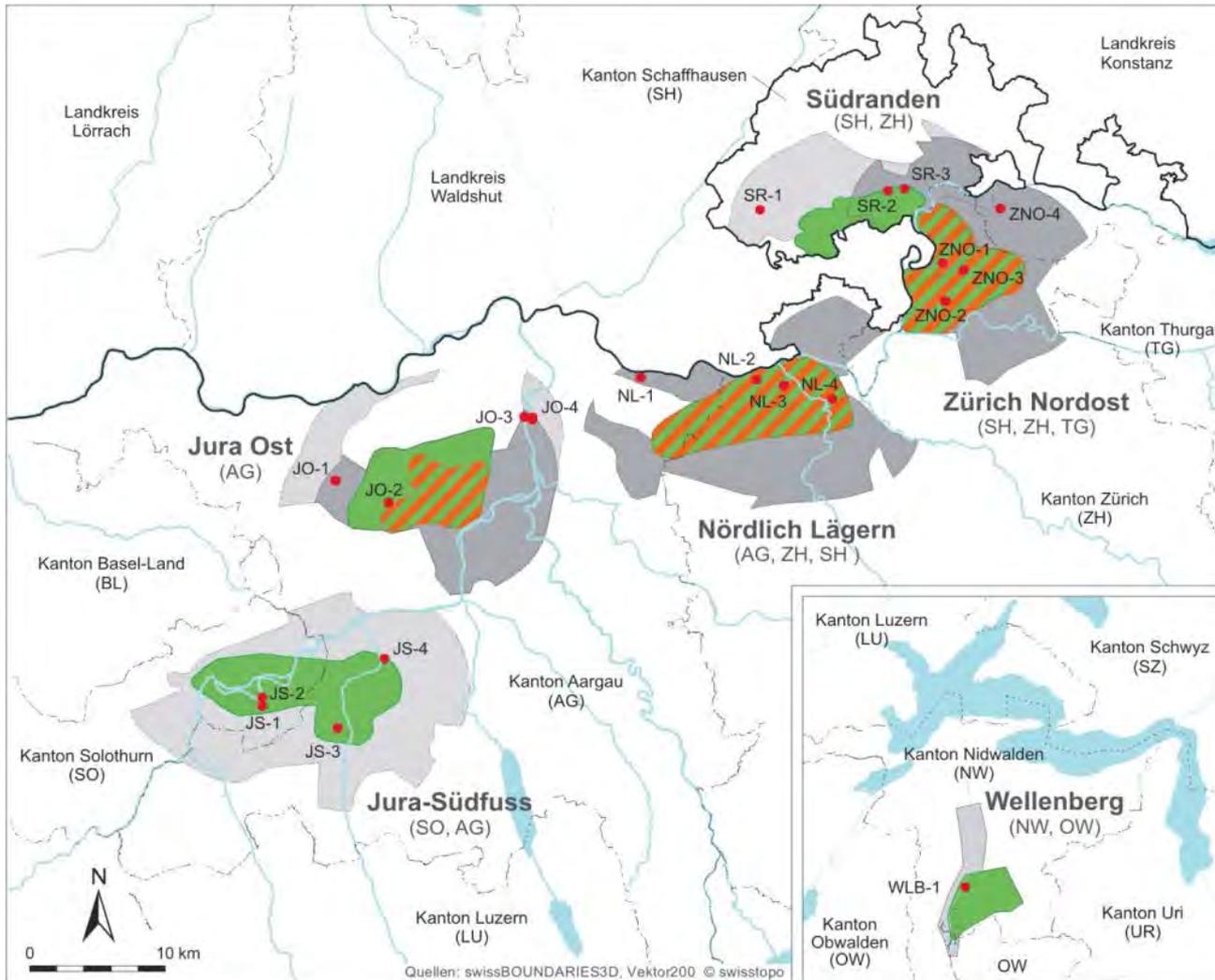
Anlagen des Tiefenlagers: Zwei Ebenen

- **Anlagen an der Erdoberfläche:** Bezüglich räumlicher Anordnung, Erschliessung und Ausgestaltung der Oberflächenanlage besteht **grosse Flexibilität**.



- **Anlagen im geologischen Untergrund:** Das Gestein im Untergrund des Standortes bestimmt die Lage des Lagerbereichs. **Sicherheit** hat dabei oberste **Priorität**.

Standorte Oberflächenanlagen – Vorschläge Nagra



**Diskussions-
grundlage für
Partizipation
(Januar 2012)**

-  Geologisches Standortgebiet für HAA-Lager
-  Geologisches Standortgebiet für SMA-Lager
-  Planungsperimeter HAA und SMA
-  Planungsperimeter SMA
-  Standortareale
-  Landesgrenze
-  Kantonsgrenze
-  Landkreisgrenze (Deutschland)

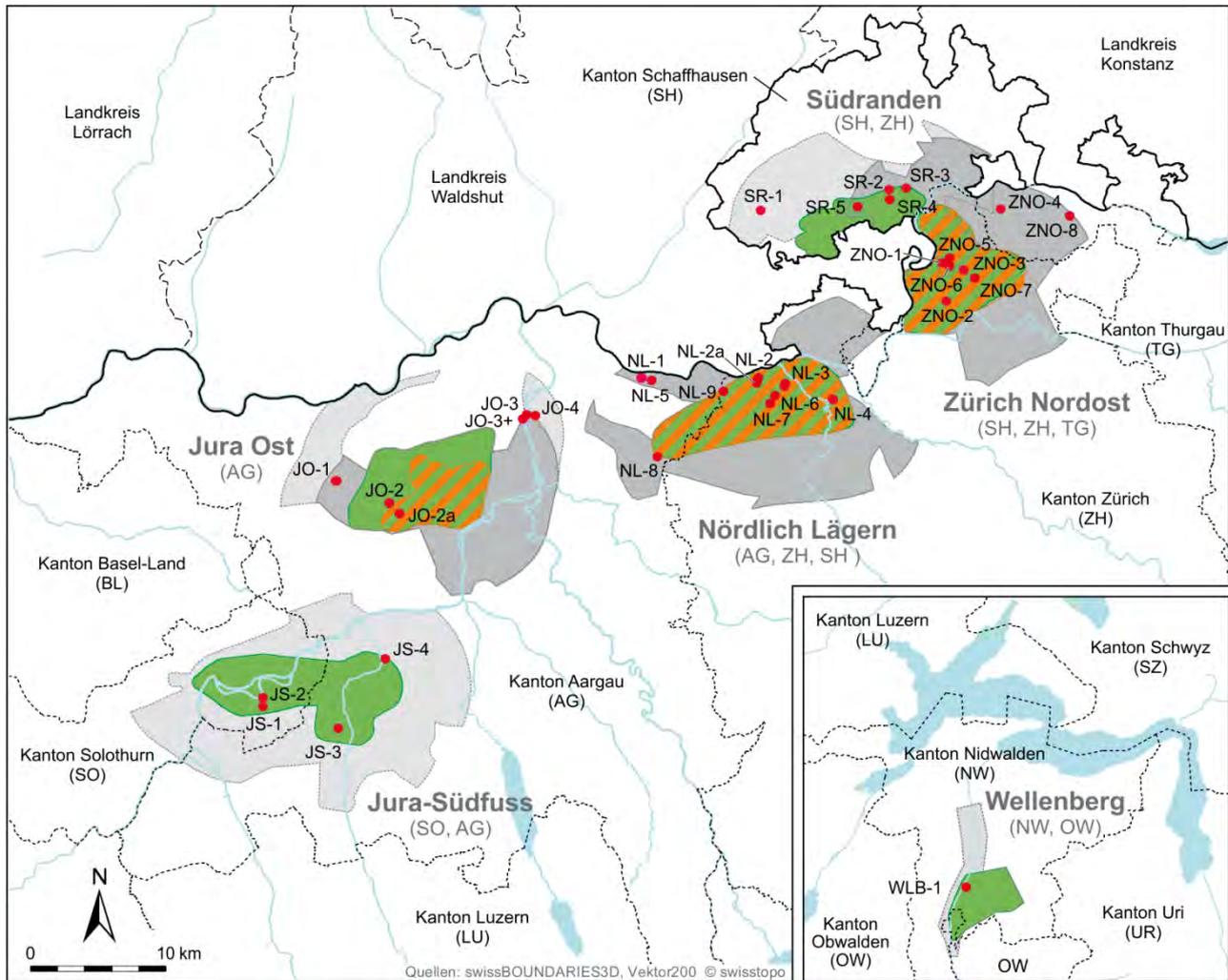
Zusammenarbeit mit den Regionen

- Die Vorschläge der Nagra dienen als eine Grundlage zur Diskussion im Rahmen der regionalen Partizipation.
- Die **betroffene Region als Expertin** für die Nutzung der Oberfläche soll ihre Anliegen zu einer **optimalen Eingliederung des Projekts** frühzeitig einbringen können.
- Die Regionen können auch eigene Vorschläge erarbeiten.

Wenn ein Lager doch zu uns kommen sollte:
«Wie stört es am wenigsten und gibt es allenfalls Synergien?»

- **Grenzen** der Flexibilität
 - Priorität der **Sicherheit**
 - Vernünftige **technische Machbarkeit**

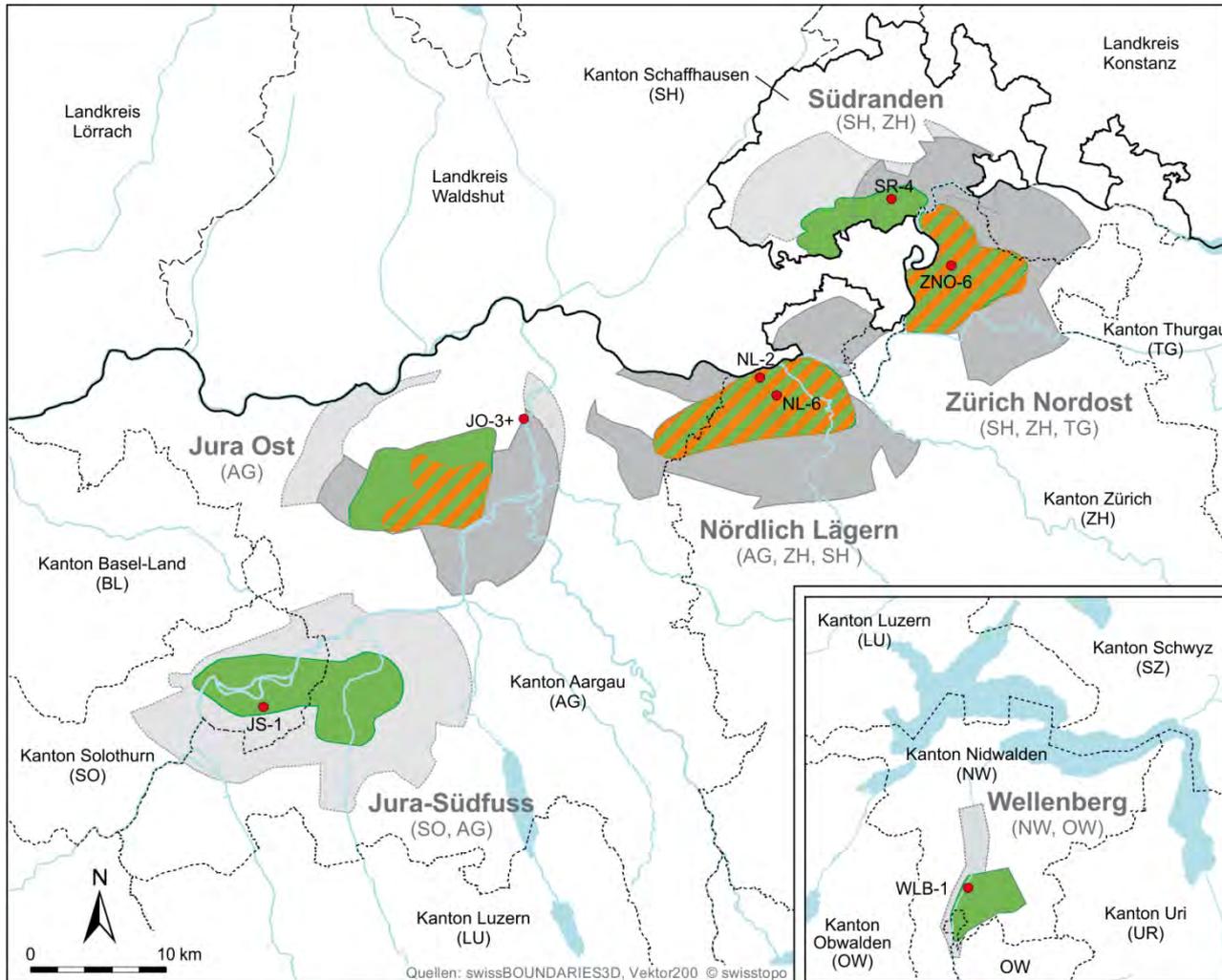
Standorte Oberflächenanlagen – Zwischenstand



Von der Partizipation beurteilte Standorte

-  Geologisches Standortgebiet für HAA-Lager
-  Geologisches Standortgebiet für SMA-Lager
-  Planungssperimeter HAA und SMA
-  Planungssperimeter SMA
-  Standortareale
-  Landesgrenze
-  Kantonsgrenze
-  Landkreisgrenze (Deutschland)

Standorte Oberflächenanlagen – Resultat



**Aufgrund
Partizipation
von der Nagra
bezeichnete
Standorte**

-  Geologisches Standortgebiet für HAA-Lager
-  Geologisches Standortgebiet für SMA-Lager
-  Planungserimeter HAA und SMA
-  Planungserimeter SMA
-  bezeichnete Standortareale
-  Landesgrenze
-  Kantonsgrenze
-  Landkreisgrenze (Deutschland)

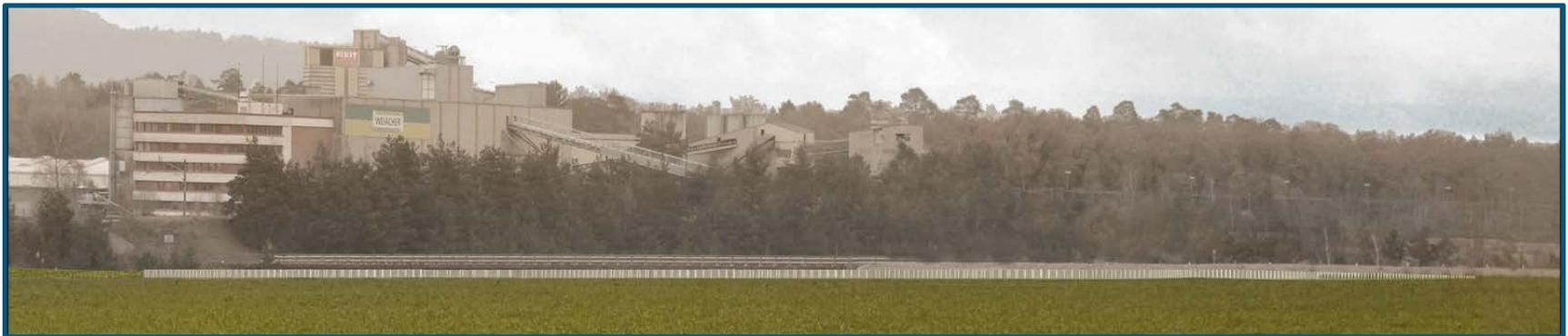
Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



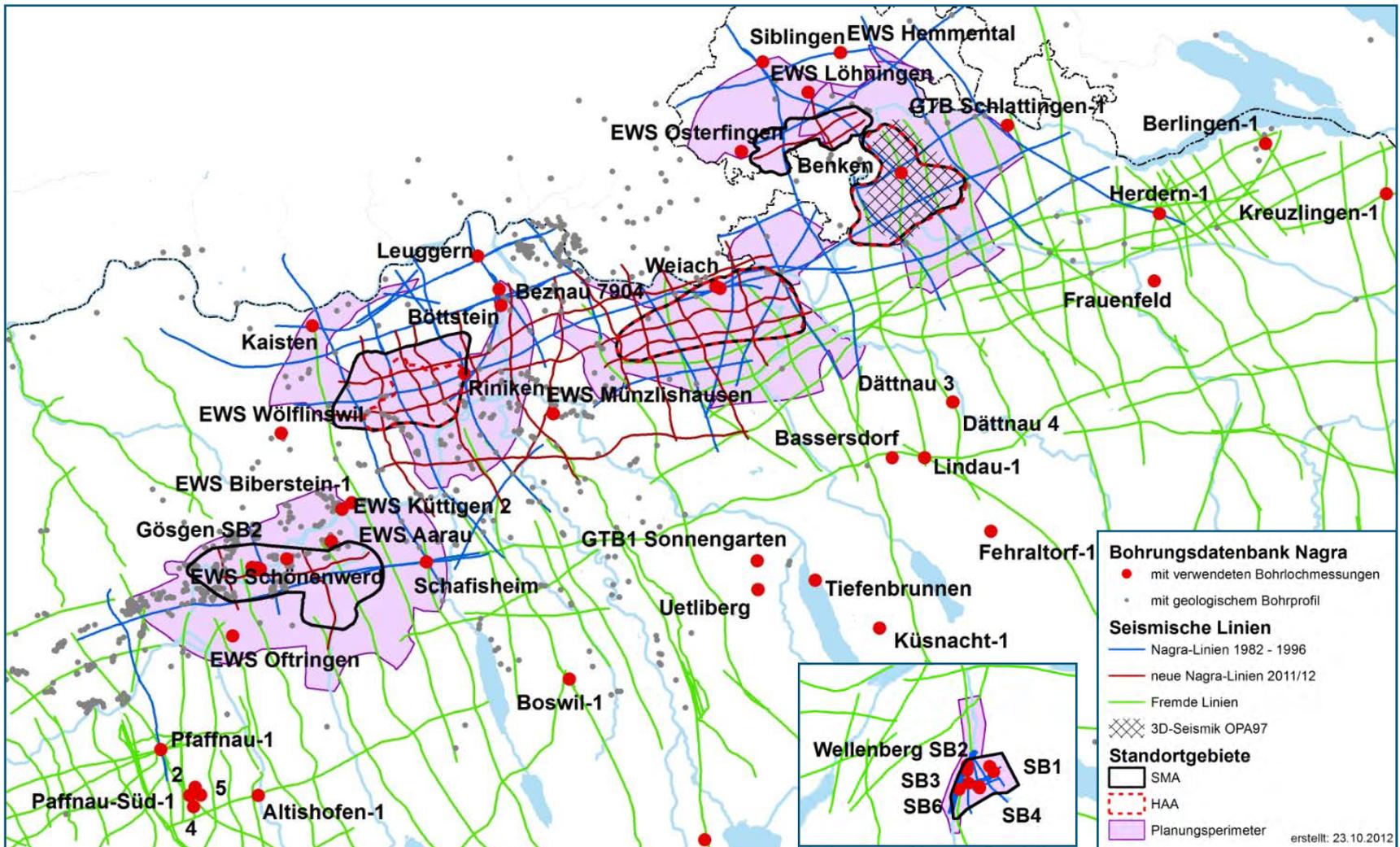
Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Anordnung in Zusammenarbeit mit Regionen



Unten: Datenlage Etappe 2 (Stand 2014)



Medienmitteilung BFE vom 28. August 2014



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
OrgEinheit

Geologische Tiefenlager: ENSI beurteilt Kenntnisstand für den Einengungsvorschlag in Etappe 2 als ausreichend

Die Nagra kann ihre geologischen Untersuchungen für Etappe 2 des Auswahlverfahrens für geologische Tiefenlager abschliessen. Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) bestätigt in einem Schreiben an das Bundesamt für Energie (BFE), dass die Nagra die Themen der 41 ENSI-Forderungen aus dem Jahr 2011 vollständig und detailliert behandelt hat. Der geologische Kenntnisstand ist damit ausreichend, damit die Nagra ihre Vorschläge für mindestens zwei Standorte pro Lagertyp (Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle sowie Lager für hochradioaktive Abfälle) beim BFE einreichen kann. Mit der Bekanntgabe der Vorschläge ist Anfang 2015 zu rechnen.

Prinzipien zur Einengung in Etappe 2

- Für Etappe 2 läuft ein umfangreiches erdwissenschaftliches Untersuchungsprogramm zur Erhöhung des Kenntnisstands von Etappe 1 auf Etappe 2 unter Einschluss der 41 ENSI-Forderungen.
- Wenn aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen belastbar nachgewiesen werden kann, dass Standortgebiete eindeutige sicherheitstechnische Nachteile gegenüber anderen aufweisen, werden sie nicht für Etappe 3 vorgeschlagen.
- Alle andern Standortgebiete werden für Etappe 3 vorgeschlagen und vertieft untersucht (auch mit Bohrungen, 3D-Seismik, etc.).

Fazit: Kein Standortgebiet wird aufgrund weniger umfangreichen Untersuchungen oder geringerer Kenntnisse ausgeschlossen.

Wo? Standortwahl in 3 Etappen: Etappe 3



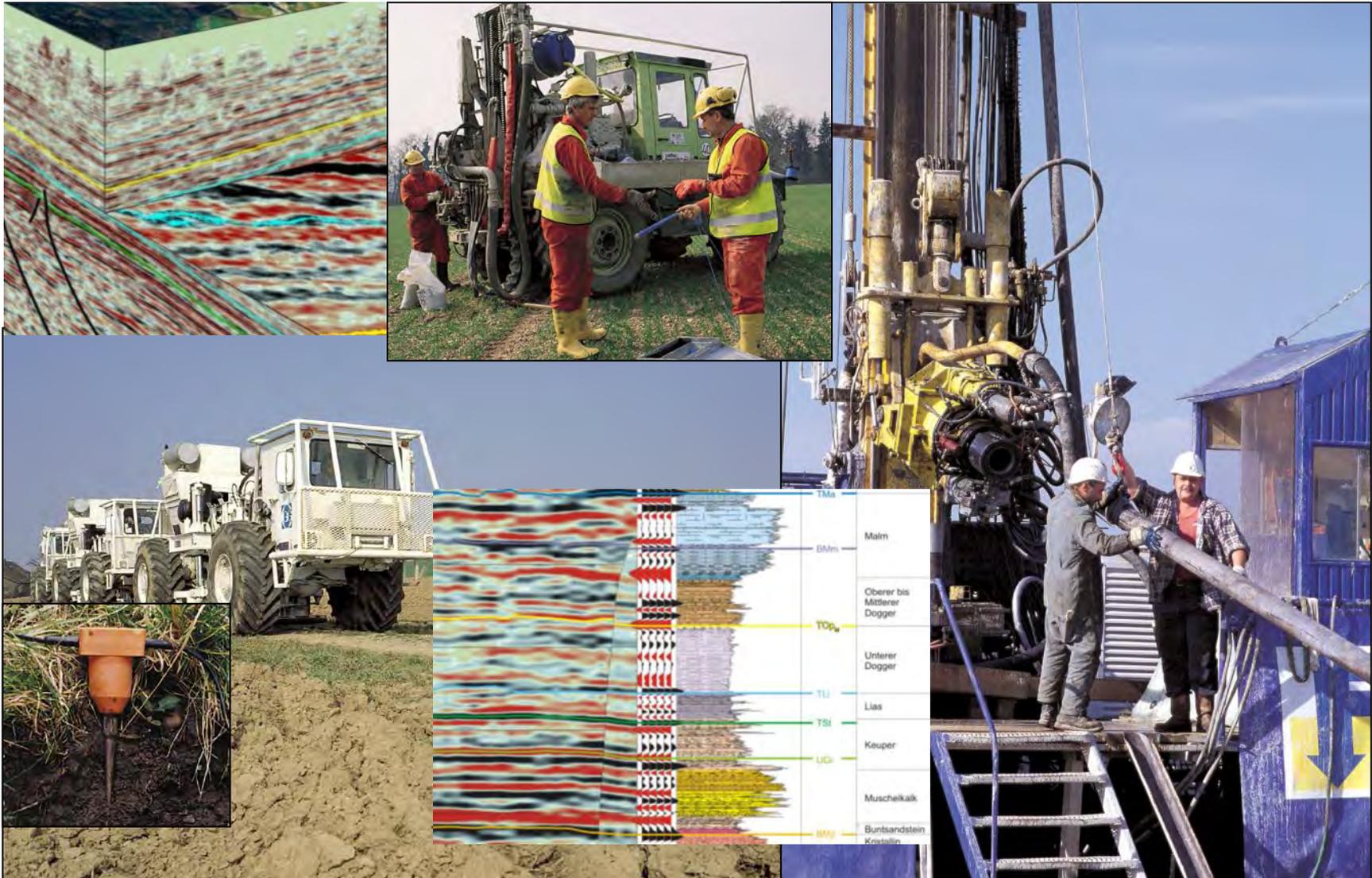
2008

2011

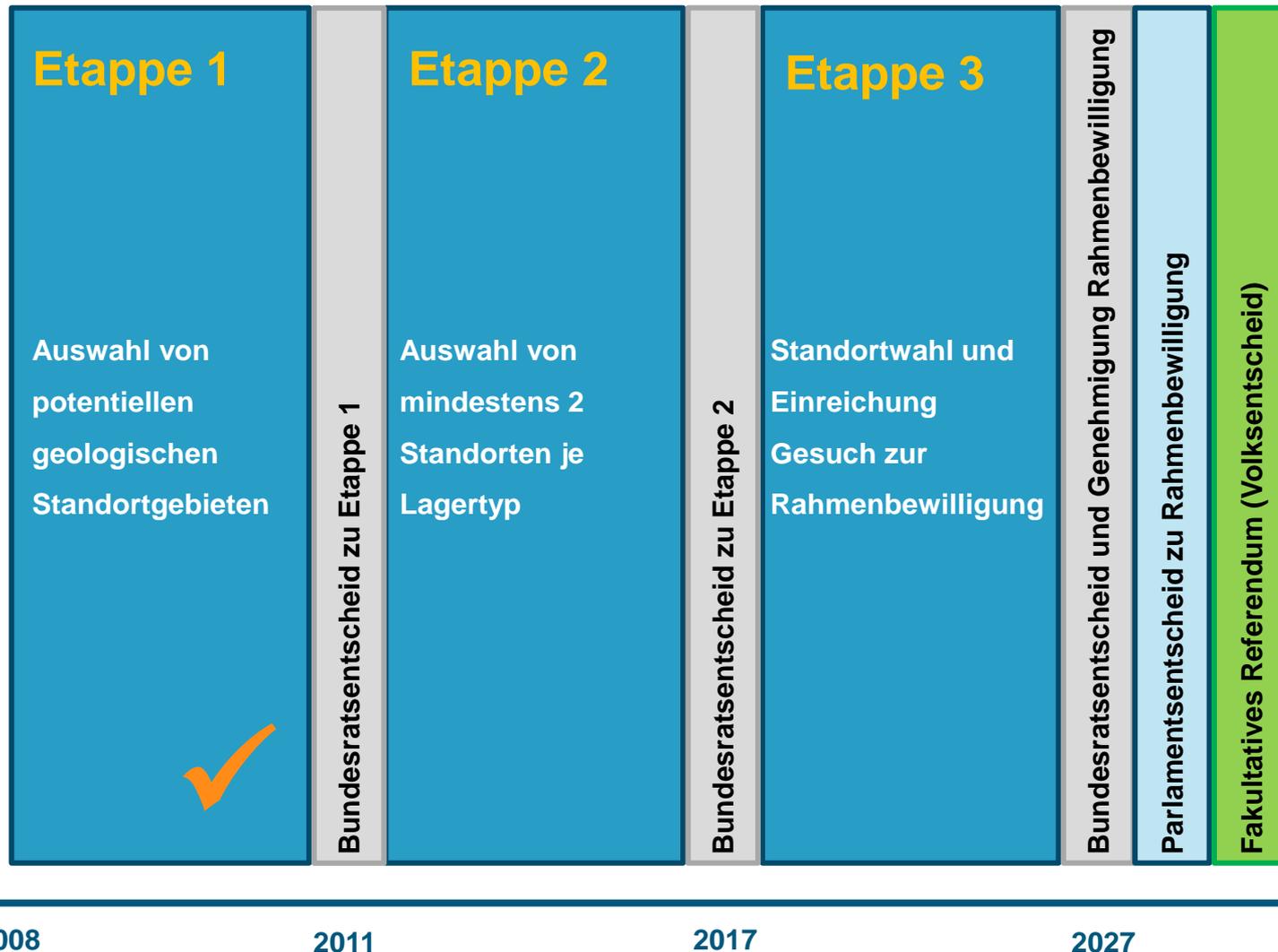
2017

2027

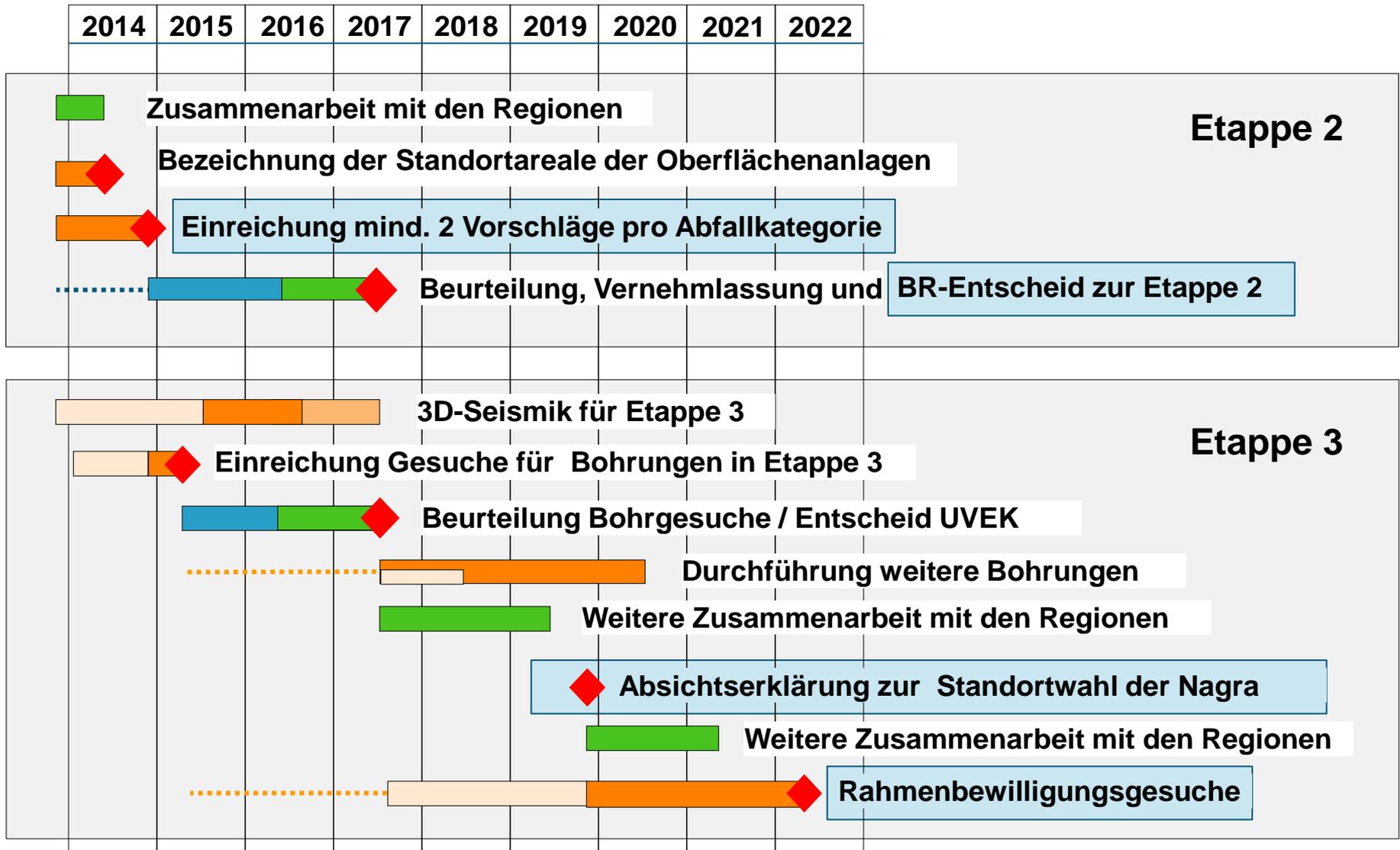
Etappe 3: 3D-Seismik und Sondierbohrungen



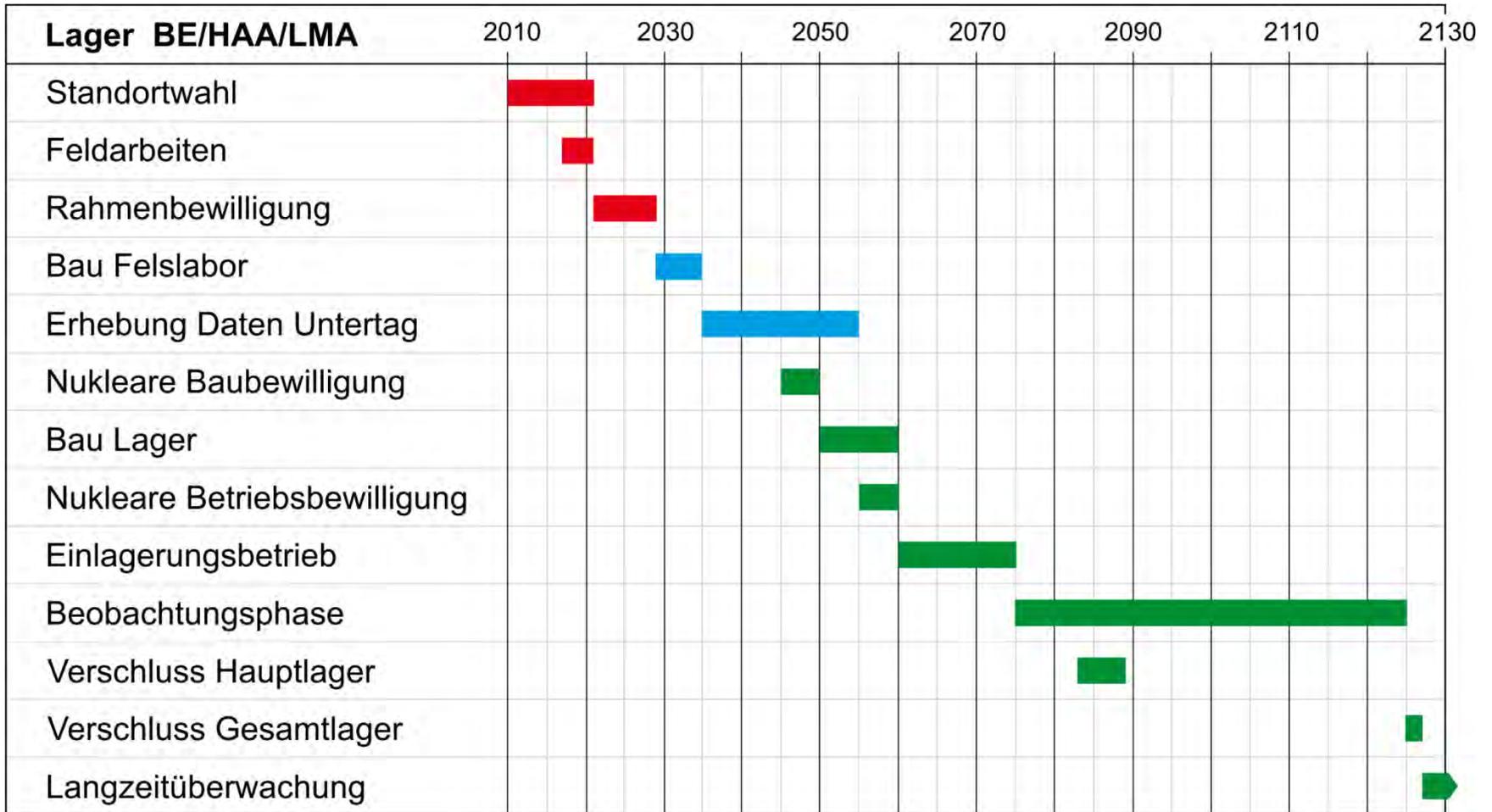
Wo? Standortwahl in 3 Etappen: Etappe 3



Entscheidende Jahre zur Standortwahl



... danach langer Weg zur Realisierung



**Unsere Verpflichtung gegenüber
kommenden Generationen ist,
diese Umweltschutzaufgabe
auch in der Schweiz
zügig umzusetzen und sie nicht
auf die lange Bank zu schieben.**

Die Grundlagen dazu liegen vor.

**besten dank
für ihre aufmerksamkeit**

nagra

● aus verantwortung

