

Stand der nuklearen Entsorgung Schweiz

Gemeinsamkeiten & Unterschiede zu Schweden / Finnland

Informationsreise
Schweden und Finnland
14. – 16. August 2014

NUKLEARFORUM SCHWEIZ
FORUM NUCLÉAIRE SUISSE

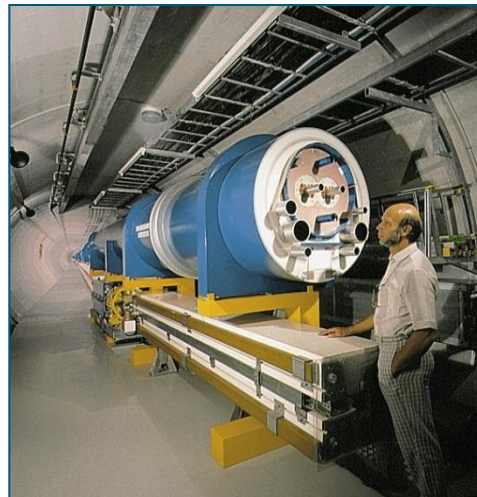
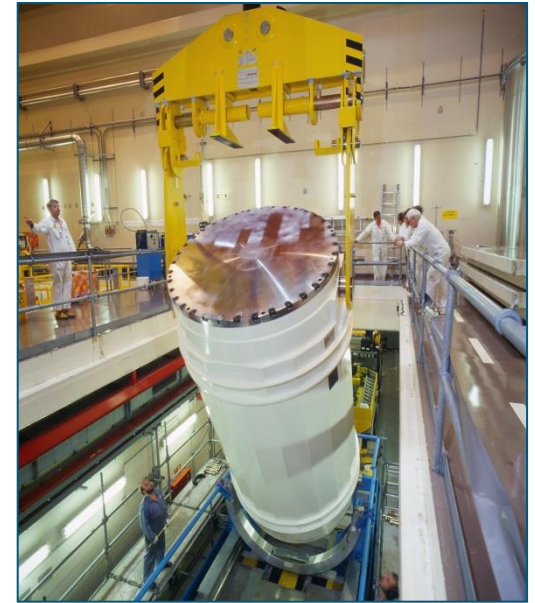


Markus Fritschi

nagra ● aus verantwortung

Abfälle sind da!

- Radioaktive Abfälle in der Schweiz seit über 40 Jahren aus Betrieb der 5 Kernkraftwerke und aus Medizin, Industrie und Forschung
- Abfallvolumen (Basis 50 Jahre Betrieb / Sammelperiode):
 - Hochaktive Abfälle <math><10'000\text{ m}^3</math>
 - Schwach- und mittelaktive Abfälle ca. $90'000\text{ m}^3$



Heute: Zwischenlagerung



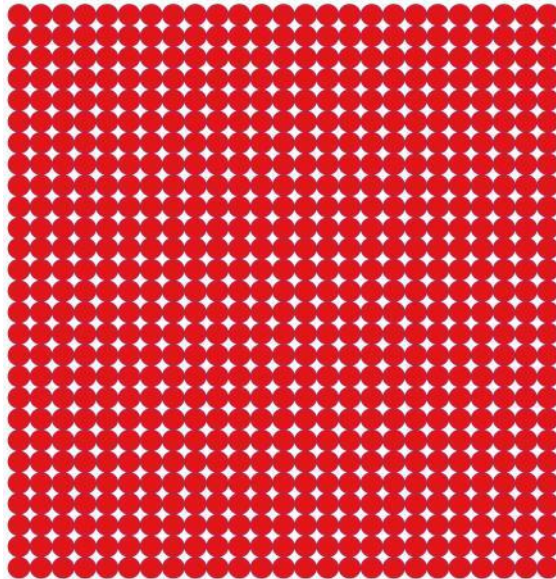
- Zwischenlagerung **hochaktiver Abfälle** in speziellen Transport- und Lagerbehältern (Castor) im ZWILAG



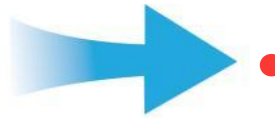
- Zwischenlagerung **schwach- und mittelaktiver Abfälle** in verfestigter, konditionierter Form

Abnahme Aktivität nach Entnahme aus Reaktor

100%



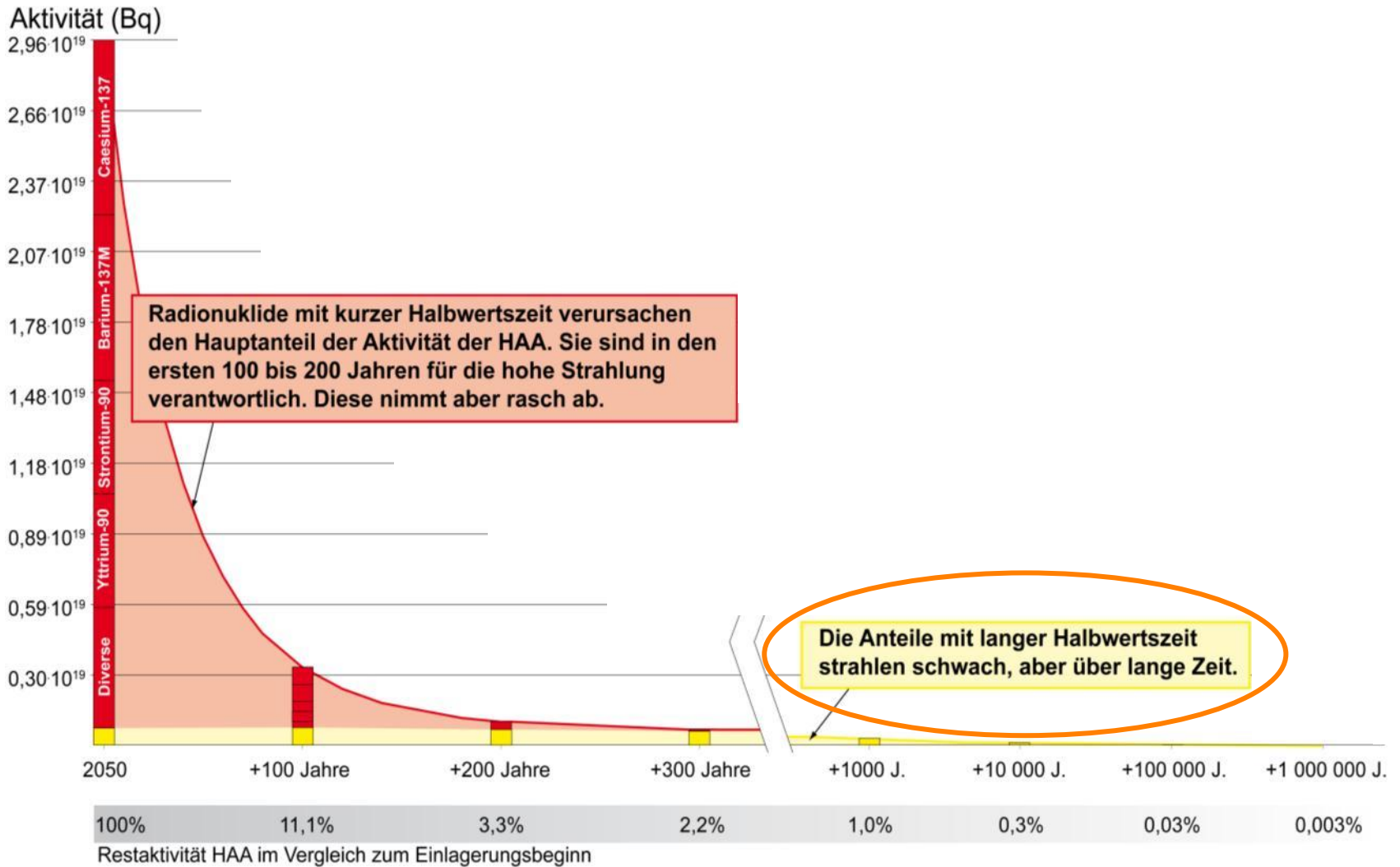
0.15%



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

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

Abnahme der Aktivität HAA ab 2050



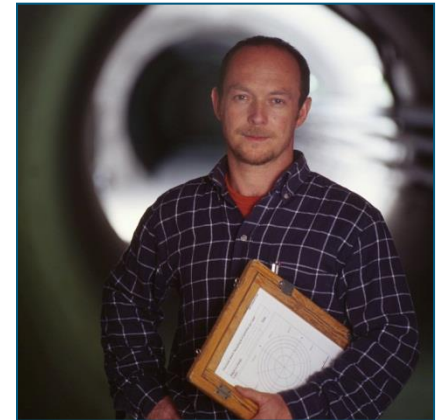
Wie stabil ist die Gesellschaft ?



Geologische Tief Lagerung – langfristig sicher

Entsorgungskonzepte:

- Verdünnung und Abgabe in die Umwelt
 - Entsorgung unter Meeresgrund
 - Geologische Tiefenlagerung
 - Dauernde Zwischenlagerung
 - Entsorgung im Weltall ...
-
- Expertengruppe Bund (2000): Geologische Tief Lagerung einzige Lösung um radioaktive Abfälle genügend lange sicher einzuschliessen → KEG Art. 31
 - Kernenergiegesetz zudem: Kontrollierbarkeit und Rückholbarkeit.
 - Internationaler Konsens, dass die geologische Tiefenlagerung eine nachhaltige Lösung ist und dauernden und sicheren Schutz bietet (IAEA, OECD/NEA).



Geologische Tief Lagerung – langfristig sicher

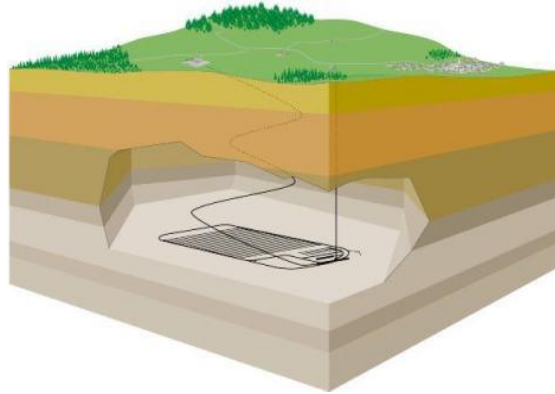
«Jedes Expertengremium, das sich mit dieser Frage beschäftigt hat, und jedes Land, das ein Programm für die nukleare Entsorgung verfolgt, ist zum Schluss gelangt, dass Lager nötig sind und dass die **geologische Tiefenlagerung aus wissenschaftlicher Sicht die beste Vorgehensweise darstellt.**»



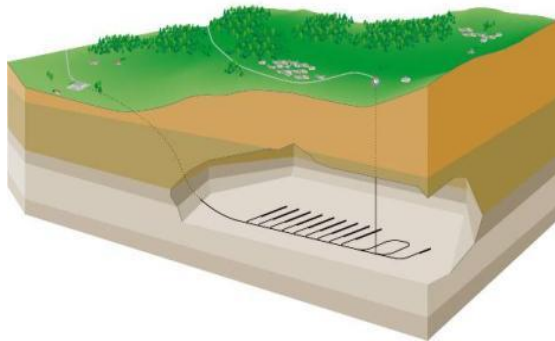
BLUE RIBBON COMMISSION
ON AMERICA'S NUCLEAR FUTURE

USA, Januar 2012

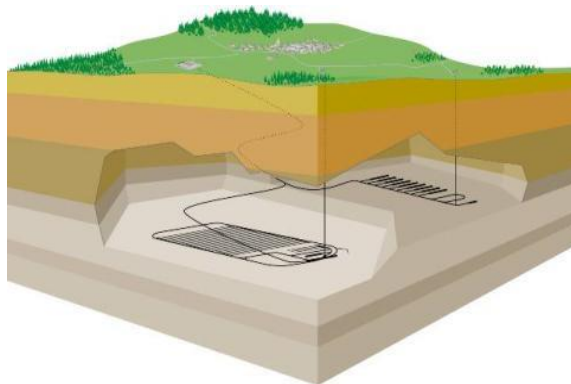
Zukünftig: Zwei Tiefenlager vorgesehen



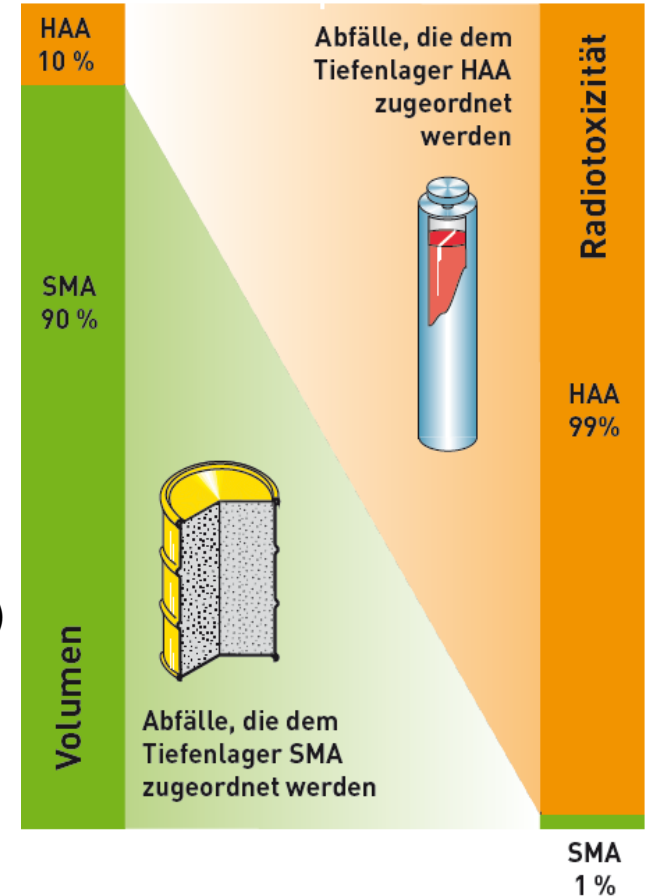
- Lager für hochaktive Abfälle (ab 2060)



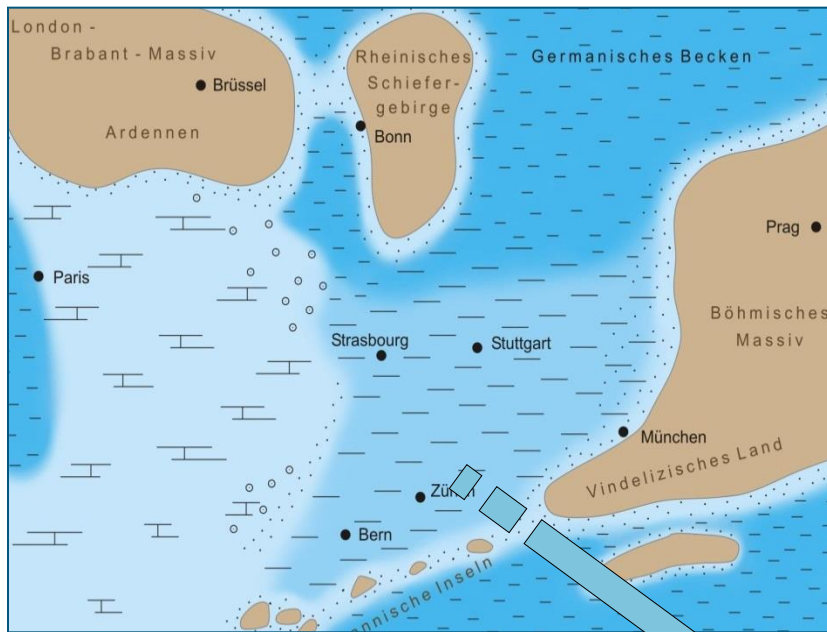
- Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (ab 2050)



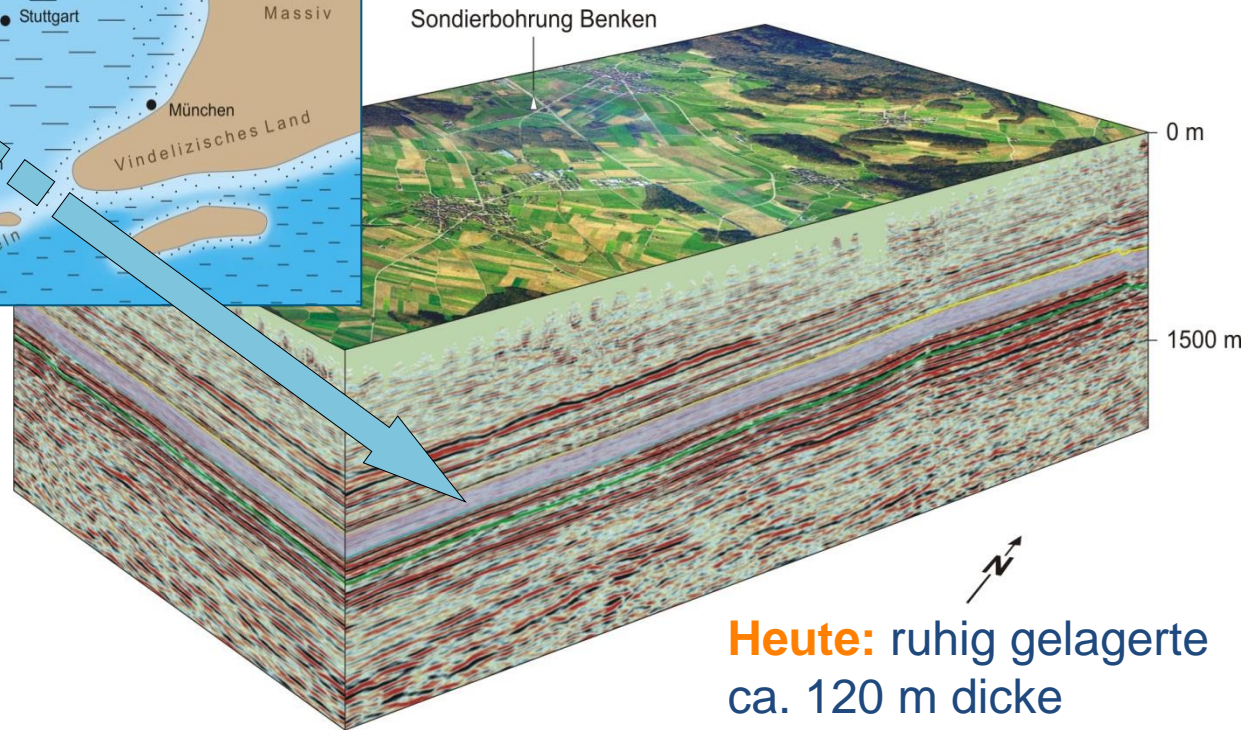
- Option «Kombilager» offen



Ein Blick in die Erdgeschichte...

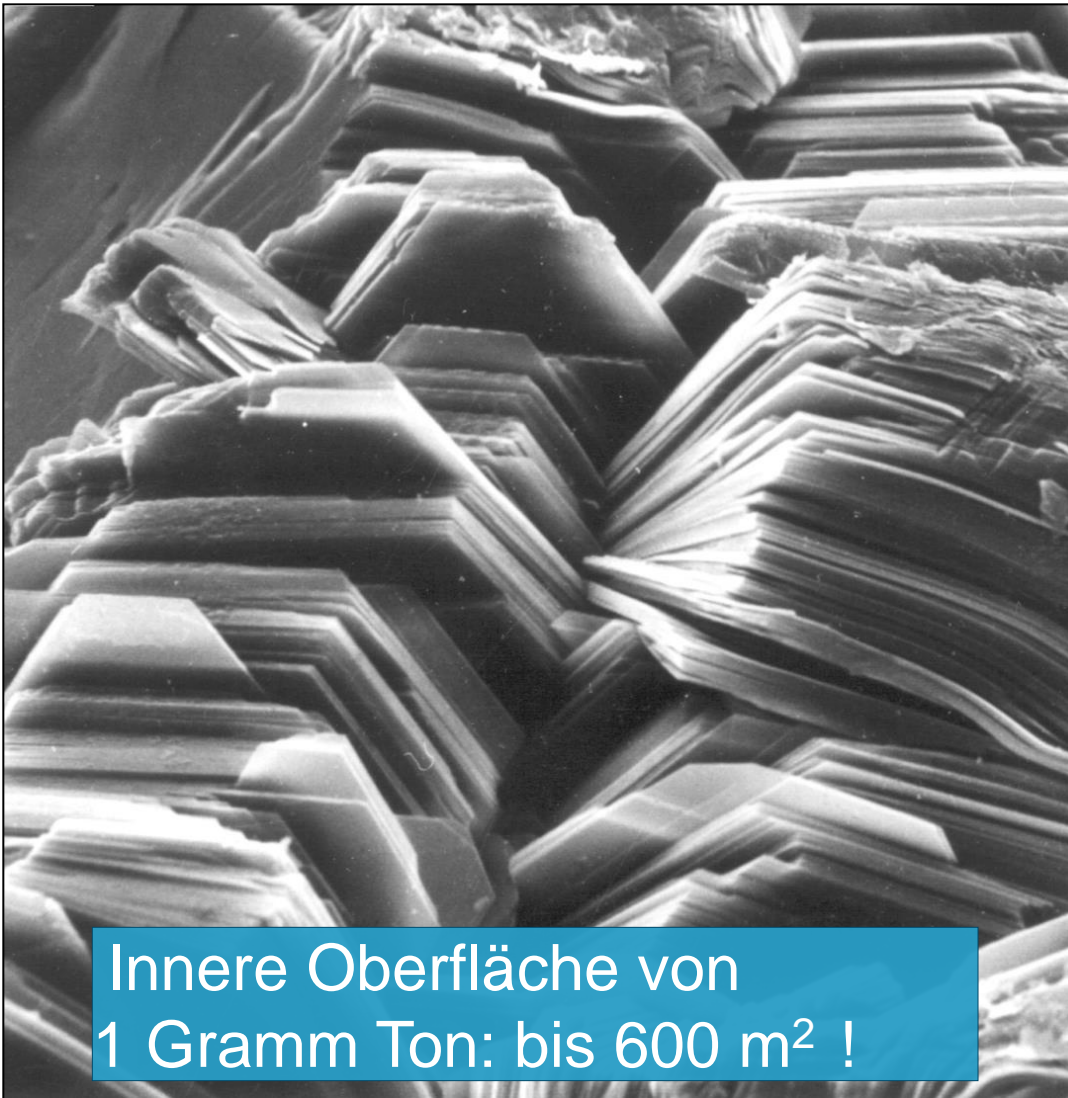


Vor 175 Mio. Jahren: Ablagerung feiner Tonpartikel in einem ausgedehnten, flachen Meer



Heute: ruhig gelagerte
ca. 120 m dicke
Opalinustonschicht

Tonminerale: viele Teilchen – grosse Oberflächen



Innere Oberfläche von
1 Gramm Ton: bis 600 m² !

Schadstoffe werden von
den Tonmineralien
zurückgehalten
(Sorptions)

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

Sehr geringe
Durchlässigkeit

Sondierbohrung Benken: Natur als Beispiel



Fossilfund in Benken

Name: **Leioceras Opalinum**

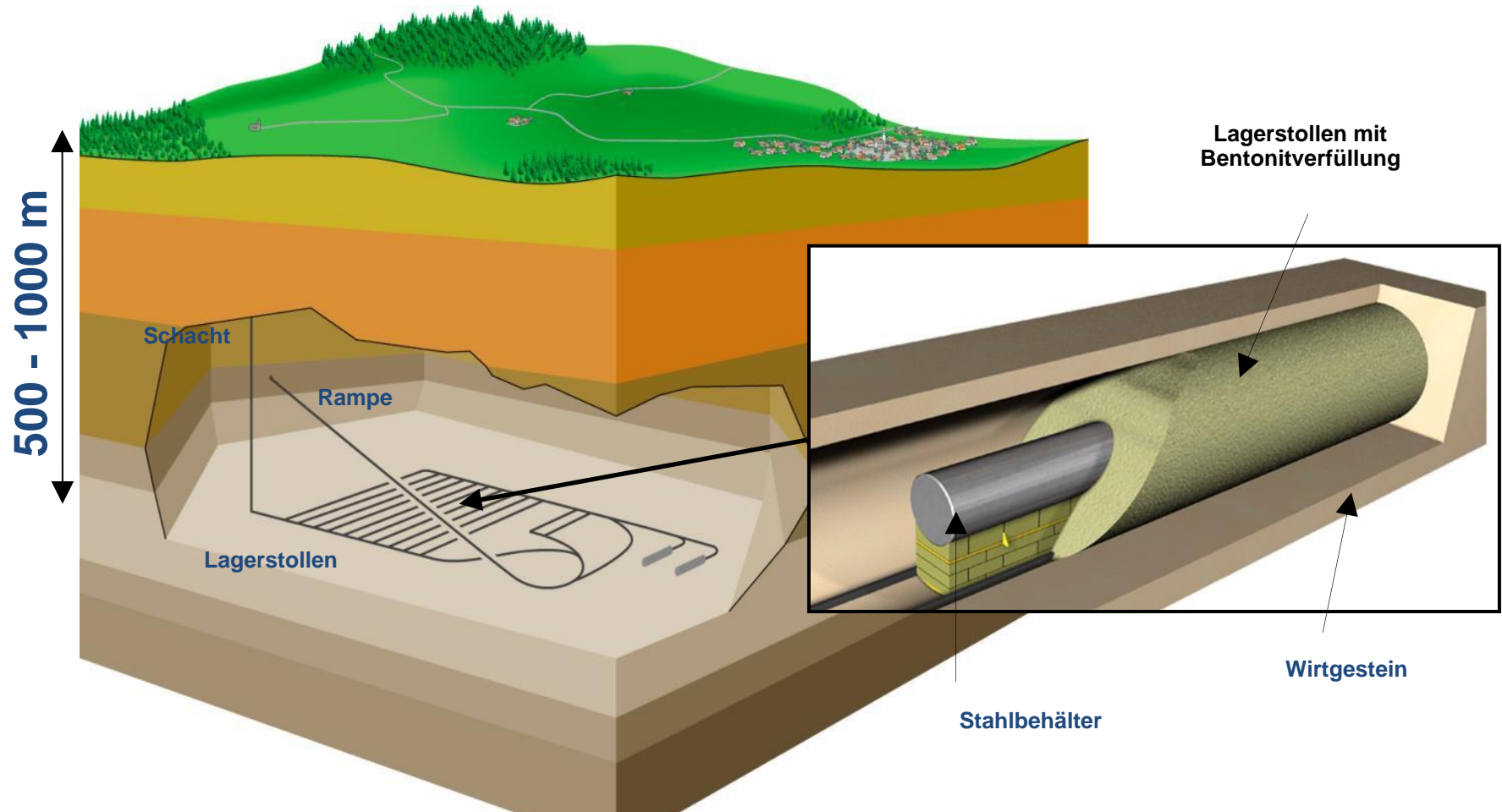
Schicht: Opalinuston

Tiefe: 652 m unter Terrain

Seit ca. 175 Mio Jahren im
Opalinuston eingeschlossen

**Porenwasser noch mit
ursprünglichem
Meerwasser: →
kein Wasserfluss**

Anlagenkonzept: Mehrfache Sicherheitsbarrieren ...



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

Wie entsorgen ist grundsätzlich geklärt

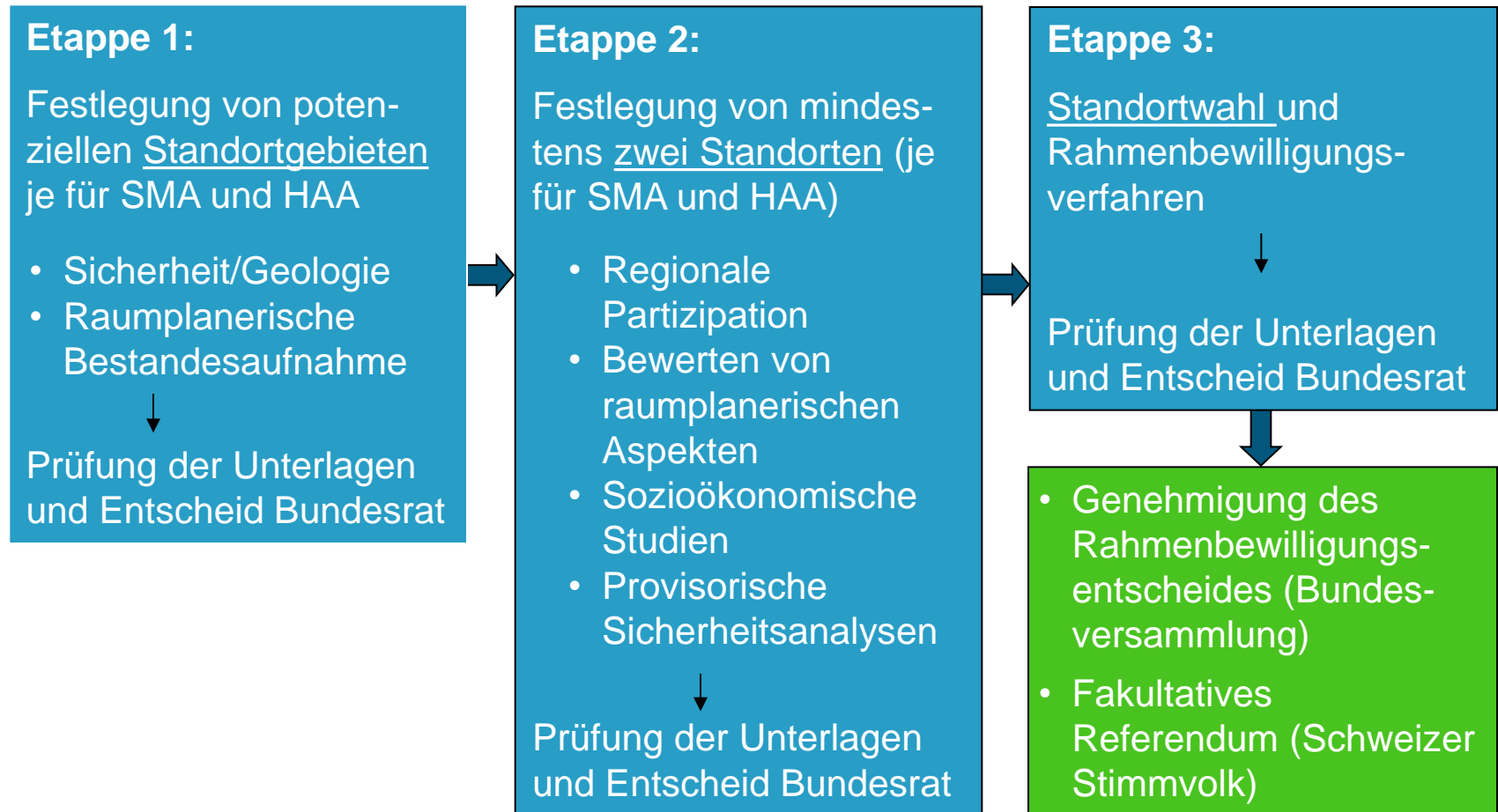


über 35 Jahre Forschung und Entwicklung

- **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? - Die drei Etappen

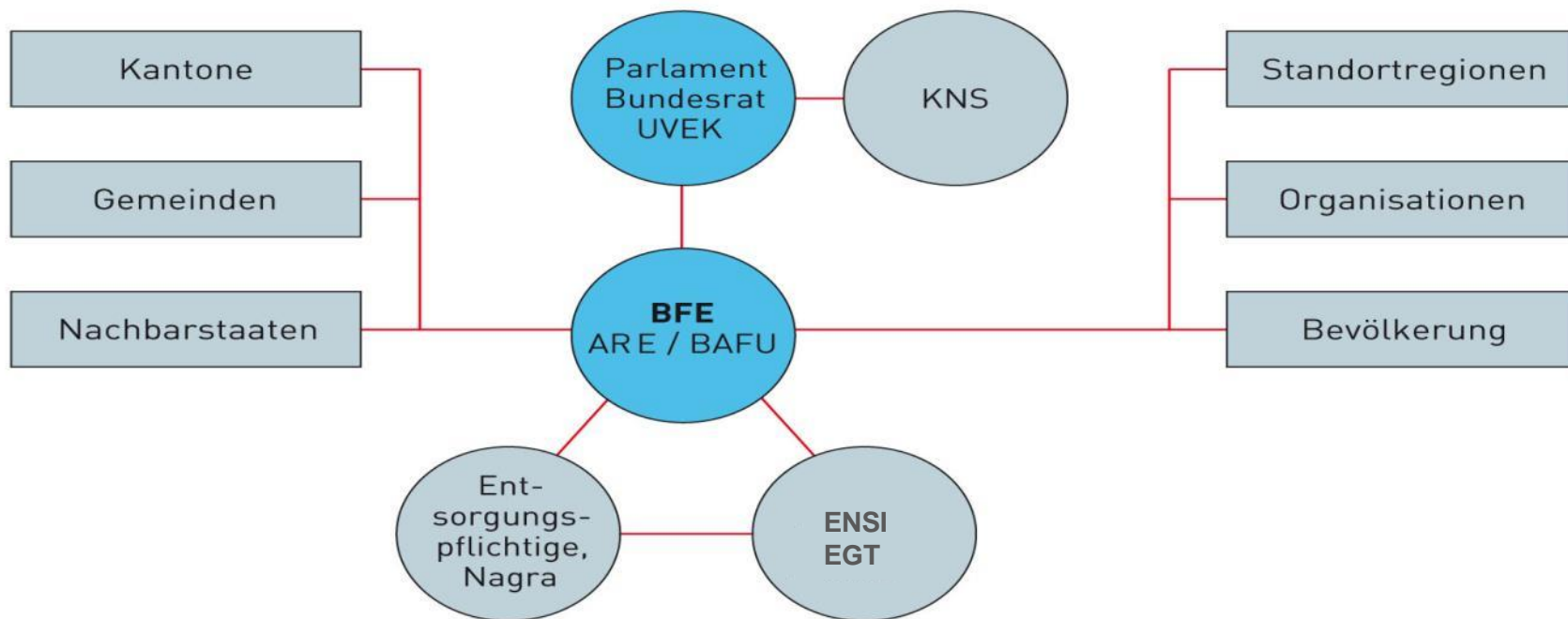


(Quelle: BFE)




Verfahrensleitung – Aufsicht – Projektierung

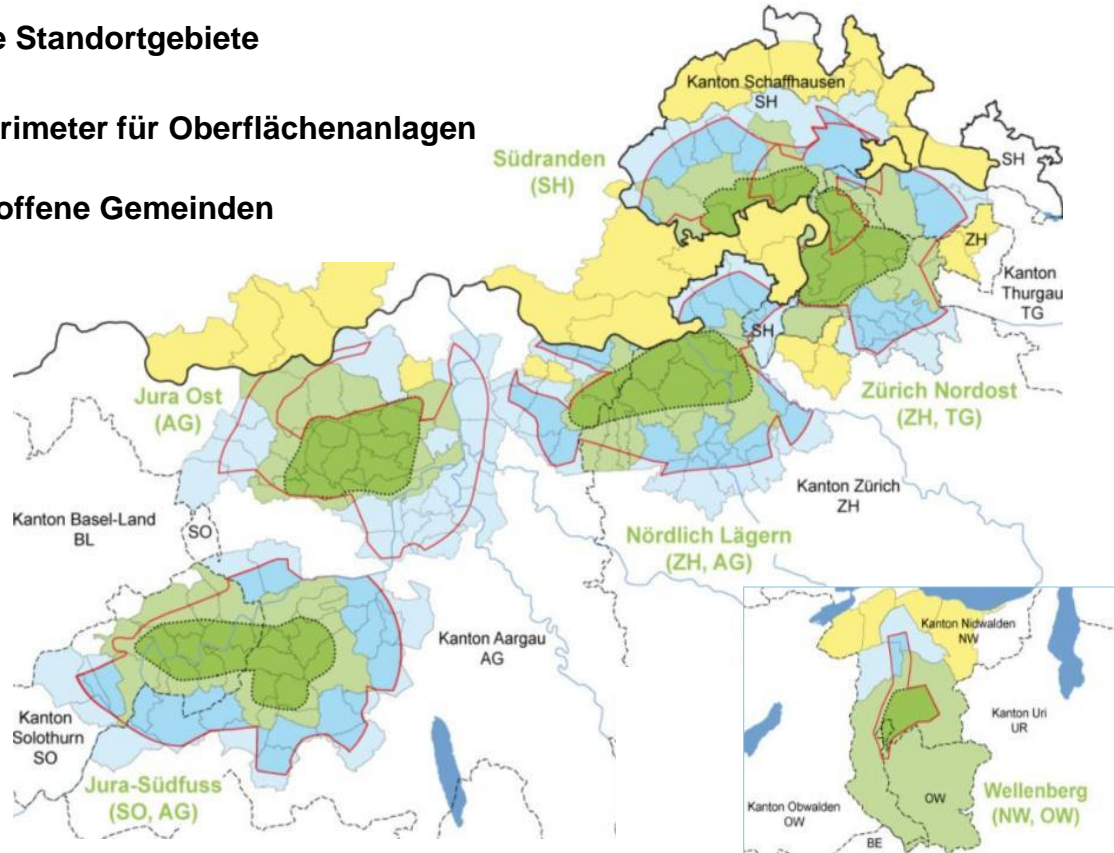
Klare Rollenteilung und Unabhängigkeit der verschiedenen Akteure in der Schweiz:

- Federführung – BFE
- Unabhängige Kontrolle – ENSI
- Projektant – Nagra



Resultat Etappe 1 → Standortregionen

-  Geologische Standortgebiete
-  Planungsperimeter für Oberflächenanlagen
-  weitere betroffene Gemeinden

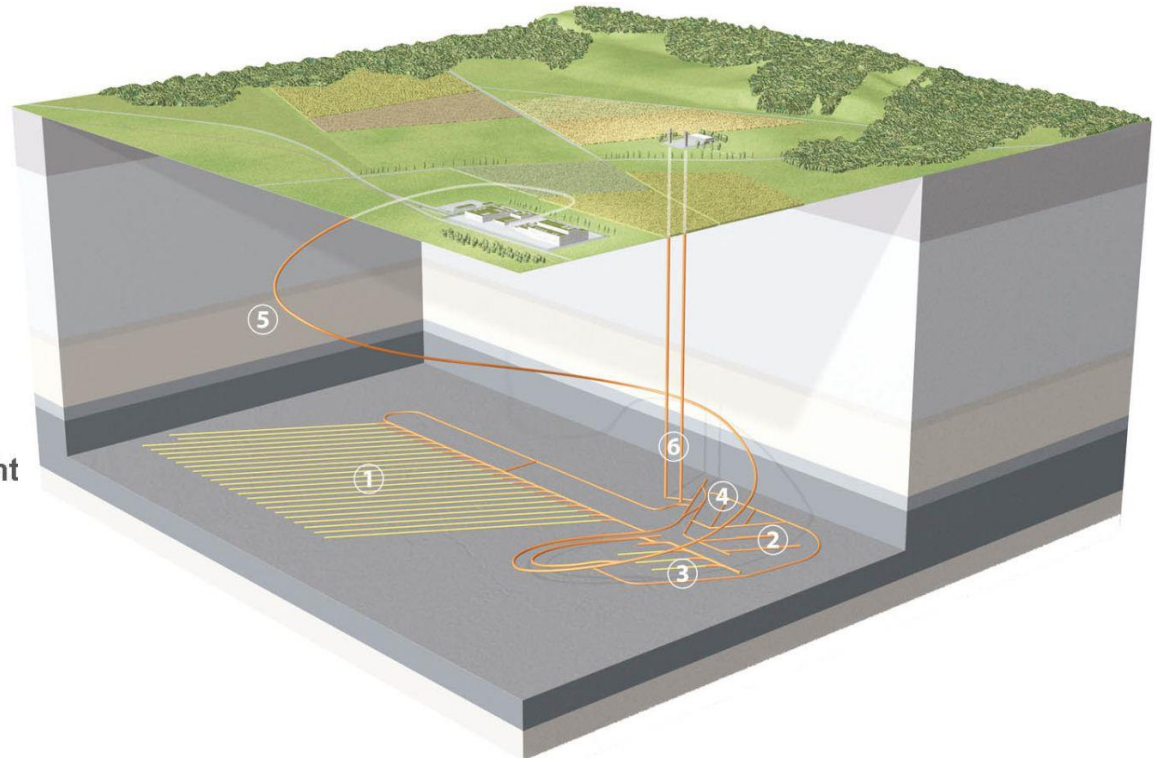


- Resultat systematischer Anwendung der Vorgaben im Sachplan
- berücksichtigt die geologischen Möglichkeiten der ganzen Schweiz
- abgeleitet mit systematischer, schrittweiser Einengung aus Sicht Sicherheit und technischer Machbarkeit

Anlagen des Tiefenlagers: Zwei Ebenen

- **Anlagen an der Erdoberfläche:** Anlagenauslegung bestimmt die Sicherheit → Bezüglich räumlicher Anordnung, Erschliessung und Ausgestaltung der Oberflächenanlage besteht **grosse Flexibilität**.

- 1 Hauptlager BE/HAA
- 2 Lager LMA
- 3 Pilotlager
- 4 Testbereich
- 5 Zugangstunnel
- 6 Lüftungsschacht und Bauschacht



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

Sachplan Etappe 2

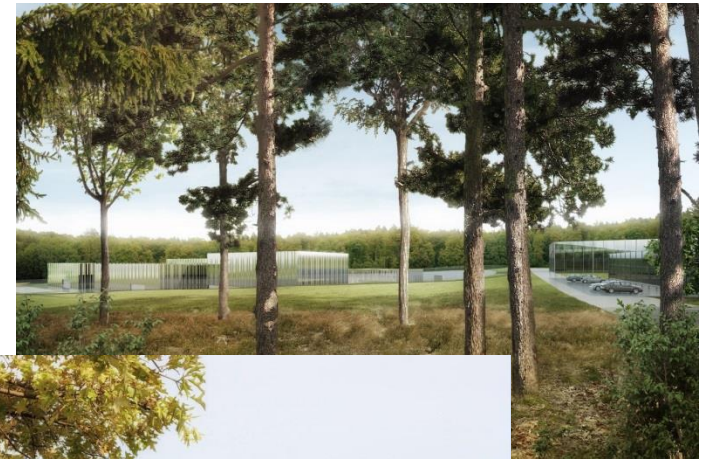
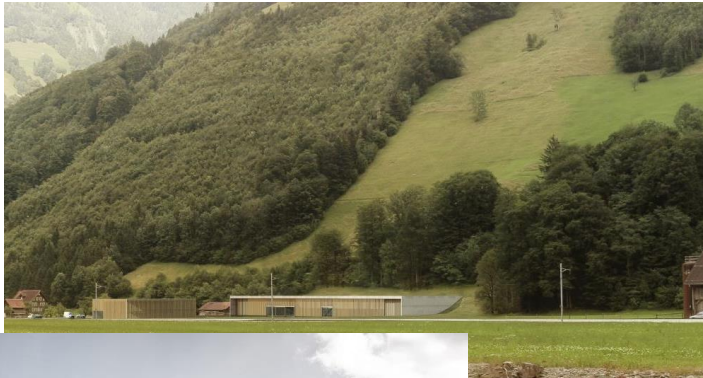
**Standortareale für
Oberflächenanlagen**
und deren Erschliessung in
Zusammenarbeit mit den
Standortregionen

**sicherheitstechnischer
Vergleich** der geologischen
Standortgebiete aus Etappe 1

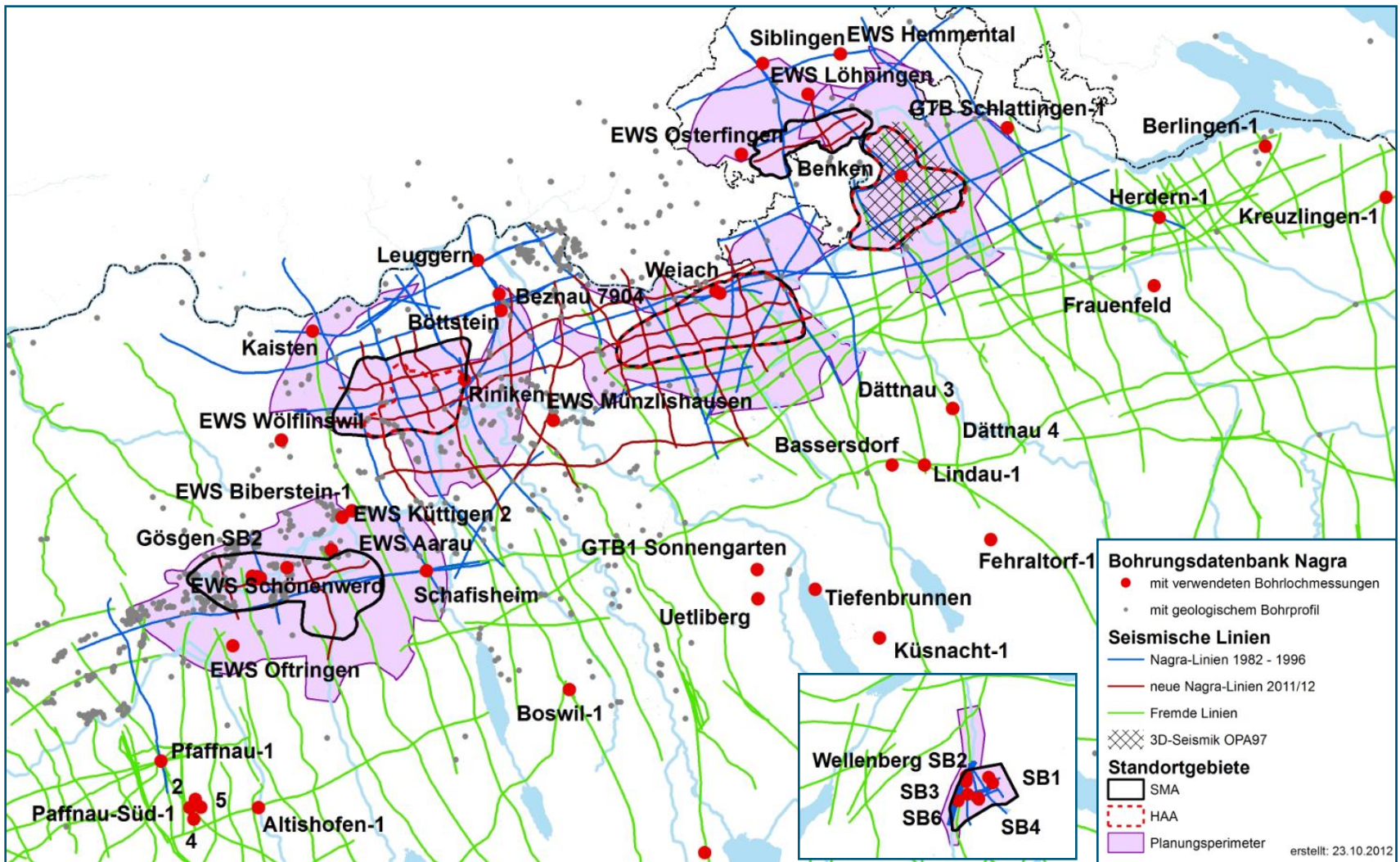
Resultat Zusammenarbeit Region und Sicherheitsvergleich:
Vorschlag der Nagra von mindestens **je 2 geologischen
Standortgebieten** mit den **zugehörigen Standortarealen**

Ausblick: Wahl der geologischen Standortgebiete mit
zugehörigen Standortarealen für **weitere Untersuchungen in
SGT-Etappe 3**

Partizipation und Standorte Oberflächenanlagen



Unten: Datenlage Etappe 2 (Stand 2014)



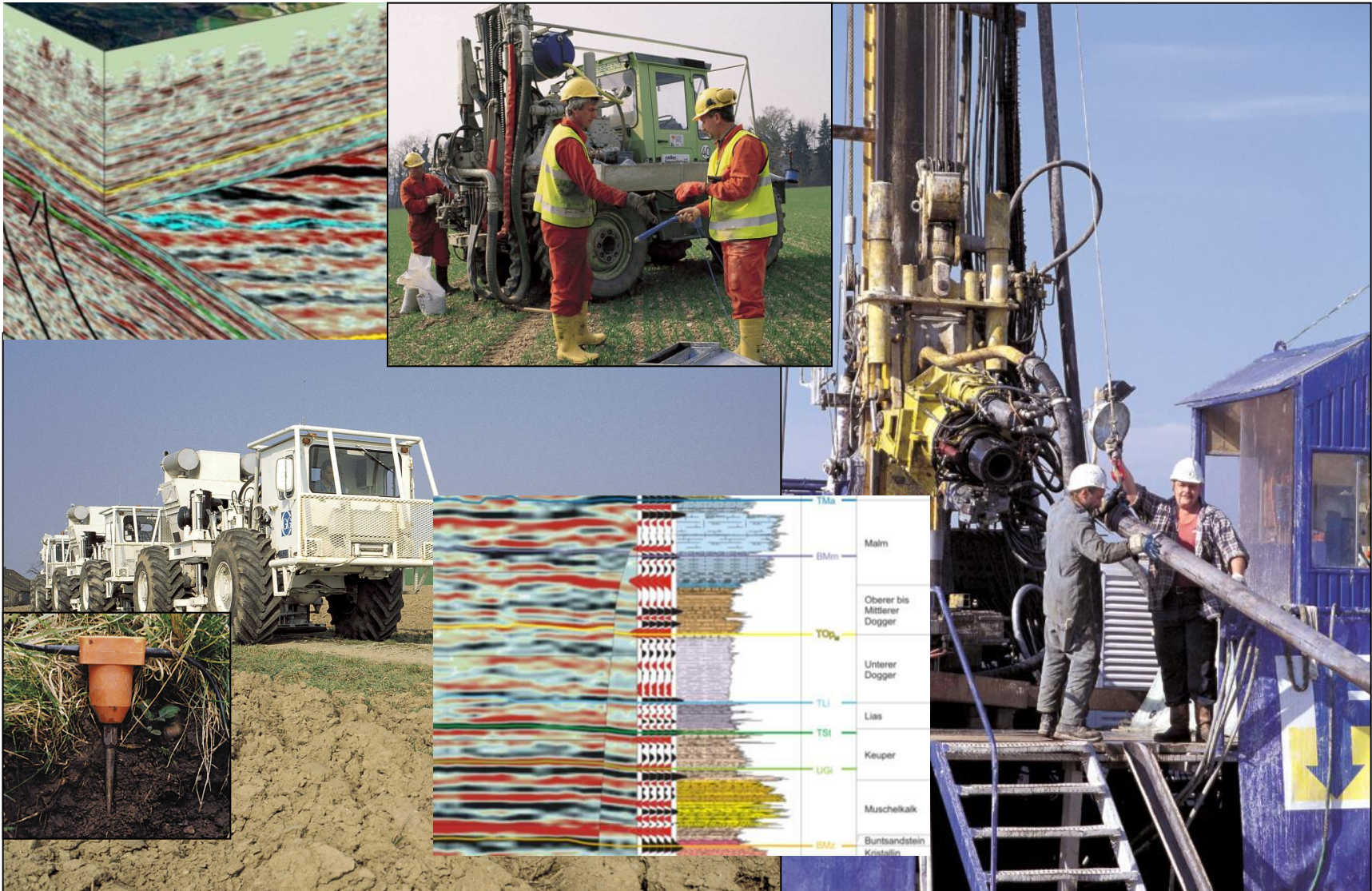
Prinzipien zur Einengung in Etappe 2

- Für Etappe 2 wurde ein umfangreiches erdwissenschaftliches Untersuchungsprogramm zur Erhöhung des Kenntnisstands von Etappe 1 auf Etappe 2 durchgeführt.
- 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.).

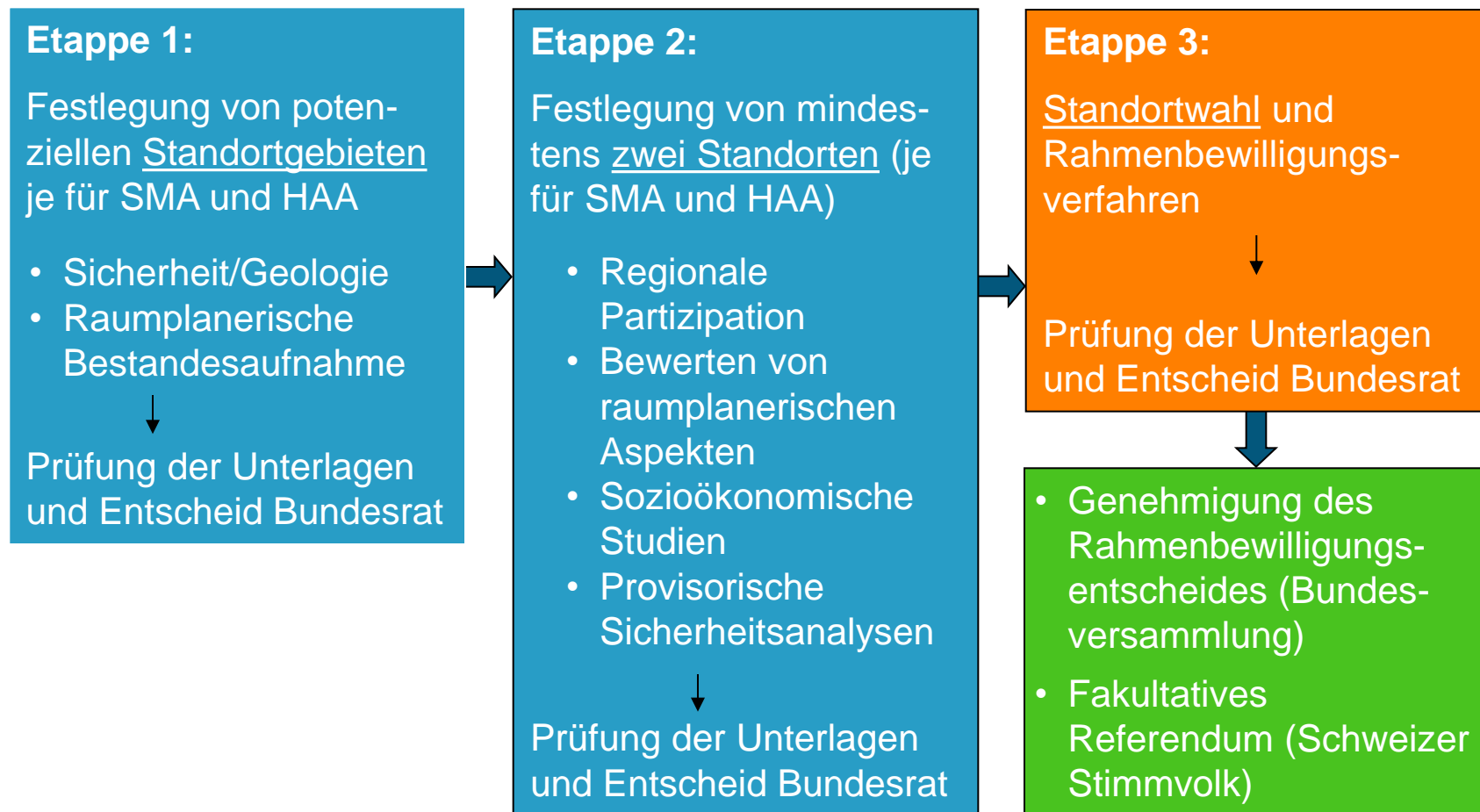
Fazit: Kein Standortgebiet wird aufgrund weniger umfangreichen Untersuchungen oder geringerer Kenntnisse ausgeschlossen.

Sicherheit hat Priorität

Etappe 3: 3D-Seismik und Sondierbohrungen



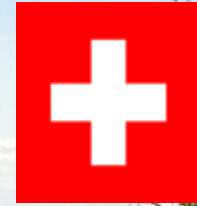
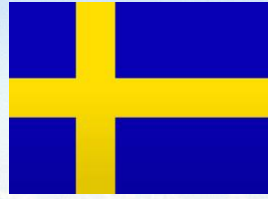
Grundsatzentscheid Rahmenbewilligung



(Quelle: BFE)

Standortwahlverfahren ist gut unterwegs

- Engagierte Arbeit in den Regionalkonferenzen: In allen Regionen weitgehend konstruktive Zusammenarbeit betreffend Oberflächenanlagen, alle Regionen haben Stellung genommen.
- Der Sachplan geologische Tiefenlager ist generell gut unterwegs und wird (über kurz oder etwas länger) zu Entscheiden und guten Lösungen führen.
- International wird das Vorgehen der Schweiz als vorbildlich betrachtet (insbesondere in Deutschland wird der Sachplan als Vorbild/Muster für ein deutsches Endlagersuchgesetz diskutiert).



Gemeinsamkeiten & Unterschiede

Gemeinsamkeiten & Unterschiede CH, SF, S

Stand 2014	Schweiz	Finnland	Schweden
Energie-Politik	5 KKW im Betrieb, ca. 40% Gesamtstromerzeugung Schrittweiser Ausstieg bis ca. 2034, Energiestrategie 2050 wird erarbeitet, Botschaft zum ersten Massnahmenpaket im September 2013 dem Parlament zur Beratung überwiesen	4 KKW im Betrieb, kein Ausstieg, 5. KKW im Bau, 2 weitere Reaktoren bewilligt	10 (von 12) KKW im Betrieb, ca. 37% Gesamtstromerzeugung. Ausstieg beschlossen, Entscheid 2009 von der Regierung rückgängig gemacht, Gesetz am 17.06.2010 vom Parlament gutgeheissen
Lager-Konzept	Geologische Tiefenlagerung → langfristige Sicherheit ohne menschliches Zutun, aber mit Kontrollierbarkeit und Möglichkeit der Rückholbarkeit (CH, S) Weg zum Endlager etappiert (step-wise) und transparent, länderspezifische Unterschiede		
Geologie	Kristallines Grundgebirge, mächtige Sedimente Standortwahl durch Geologie eingeschränkt	Kristallines Grundgebirge, ohne sedimentäre Überdeckung (leichte Exploration). Standortwahl wenig durch Geologie eingeschränkt	Kristallines Grundgebirge, ohne sedimentäre Überdeckung (leichte Exploration). Standortwahl wenig durch Geologie eingeschränkt

Gemeinsamkeiten & Unterschiede CH, SF, S

Stand 2014	Schweiz	Finnland	Schweden
Stand der Realisierung	<u>ZL</u> : Zentral im ZWILAG und an KKW Standorten	<u>ZL</u> : an den KKW Standorten	<u>ZL</u> : CLAB, in Betrieb
	Zwei <u>Felslabors</u> : Grimsel, Mont Terri	<u>Felslabor</u> ONKALO am Standort des HAA-Lagers	<u>Felslabor</u> Äspö, vorher FL Stripa
	Standortwahl: Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) regelt Verfahren (HAA und SMA), Kriterien und Rolle der Beteiligten (BR 2. April 2008)	Standortwahl: HAA: erfolgt (SMA: in Betrieb)	Standortwahl: HAA: erfolgt (SMA: in Betrieb)
	<u>HAA</u> : Entsorgungsnachweis 2006 genehmigt. SGT: geol. Standortgebiete 2011 vom BR gutgeheissen. Planungsstudien OFA 2013-14 veröffentlicht. Vorschläge Standorte SGT E2: Ende 2014-2015	<u>HAA</u> : Standort 2001 gewählt, (Parlamentsentscheid: 159:3), Felslabor zur Standortcharakterisierung gebaut, Baubewilligungsgesuch Tiefenlager Ende 2012 eingereicht, Betrieb ab ca. 2022	<u>HAA</u> : Standort 2009 gewählt: KKW Standort Forsmark (Östhammar), Betrieb ca. 2026. BE-Verpackungsanlage in Oskarshamn geplant
	<u>SMA</u> : Entsorgungsnachweis 1988 genehmigt. SGT: geol. Standortgebiete 2011 vom BR gutgeheissen. Planungsstudien OFA 2013-14 veröffentlicht. Vorschläge Standorte SGT E2: Ende 2014-2015	<u>SMA</u> : zwei Endlager (~ -60 – 110m) für Betriebsabfälle in Betrieb seit 1992 bzw. 1998 an KKW-Standorten (Olkiluoto, Loviisa)	<u>SMA</u> : Tiefenlager in Betrieb seit 1988 (am KKW Standort Forsmark), Erweiterung geplant (Bewilligungsgesuch wird 2014 eingereicht)

Entsorgung SMA/LMA

Land	Endlager	Stand
Belgien	Dessel (oberirdisch)	Projekt im Gange. Betrieb ab ca. 2020
Deutschland	Konrad (ehem. Eisenerzbergwerk) Morsleben / Asse (ehem. Salzbergwerke)	Fertigstellung ab 2022 Wird stillgelegt bzw. wird saniert
Finnland	Olkiluoto und Loviisa (geol. Tiefenlager)	Seit 1992 bzw. 1998 in Betrieb
Frankreich	Centre de la Manche Centre de l'Aube (beide oberirdisch) Endlager LMA (Radium / Grafit)	Bis 1994 in Betrieb Seit 1992 in Betrieb Standortwahl im Gange
Grossbritannien	Dounreay und Drigg (oberflächennah)	Seit 1957 bzw. 1959 in Betrieb
Japan	Rokkasho (oberflächennah)	Seit 1992 in Betrieb
Kanada	Kincardine (geol. Tiefenlager / Granit) Port Hope – „Historic Waste“	Baubew. ca. 2014, Betrieb ab ca. 2020 Vorb. Bauphase im Gange
Schweden	SFR1 (geol. Tiefenlager / Granit)	Seit 1988 in Betrieb, Erweiterung auf 2022 geplant
Spanien	El Cabril (oberirdisch)	Seit 1992 in Betrieb. VLLW seit Mitte 2008 in Betrieb
Südkorea	Gyeong-Ju, Wolsong (geol. Endlager)	Betrieb ab ca. 2014
Tschechische Rep.	Richard (oberflächennah) Dukovany (oberflächennah / Granit)	Seit 1964 in Betrieb Seit 1995 in Betrieb
Ungarn	Püspökszilágy (oberfl. / Sediment) Bátaapáti (geol. Tiefenlager / Granit)	Seit 1976 in Betrieb Einlagerung seit 2012, weiterhin in Bau
USA	Zahlreiche oberirdische Lager WIPP (geol. Tiefenlager / Salz)	Ab 1963 in Betrieb Seit 1999 in Betrieb

Entsorgung HAA / BE

Land	Endlager	Stand
Belgien	Standort noch unbestimmt (Tongestein)	Grundsatzentscheid erwartet. Anschliessend Standortwahl. Geplant: Baugesuch ab 2025, Lag. B Abfälle ab 2040, C Abfälle ab 2080
Deutschland	Standort noch unbestimmt (Tongestein / Granit / Salz)	Neues Verfahren bis 2016 definiert, Standortwahl ca. 2031. Erkundungsarbeiten in Gorleben (1979 begonnen) beendet.
Finnland	Olkiluoto (Granit)	Felslabor ONKALO, Baubewilligungsgesuch Tiefenlager Ende 2012, Betrieb ca. 2022 (BE)
Frankreich	Region Bure (Tongestein)	Geol. Tiefenlagerung als verbindliche Lösung festgelegt. Felslabor Meuse-Haute-Marne in Betrieb. Baubewilligungsgesuch 2017. Schrittweiser Pilotbetrieb ab ca. 2025 (HAA)
Grossbritannien	Standort noch unbestimmt	Standortwahlverfahren im Gange, Betrieb frühestens ab ca. 2040 (LMA) / 2075 (HAA)
Japan	Standort noch unbestimmt (Kristallin / Ton)	Standortwahlverfahren wird von der Regierung neu gestartet, Betrieb (HAA) ab ca. 2035 geplant
Kanada	Standort noch unbestimmt	Standortwahlverfahren im Gange. Betrieb: nach Standortwahl + 25 Jahre, frühestens ca. 2040 (Baubewilligung ca. 2023)
Niederlande	-	Zwischenlagerung HAA seit 2003, mind. 100 Jahre
Schweden	Östhammar / Forsmark (Granit)	Pilotbetrieb ab ca. 2020 , Betrieb ab ca. 2026 (BE)
Spanien	Strategie, bzw. Standort noch unbestimmt	Schwerpunkt bisher Zwischenlagerung. Zentrales Zwischenlager ab 2018 in Betrieb. Tiefenlager in Planung, Betriebsbeginn 2068
Tschechische Republik	Standort noch unbestimmt (Granit)	Empfehlung Standort an Regierung ca. 2025. Baubewilligung ca. 2053, Betrieb ab 2065-2070
Ungarn	Boda (Tongestein)	Untersuchungen ab 2013 wieder aufgenommen, Betrieb (BE/HAA) ab 2068 geplant
USA	Standort noch unbestimmt [früher: Yucca Mountain, Tuff]	Bewilligungsgesuch 2010 zurückgezogen und Optionen untersucht. Geologische Tiefenlagerung wird von der „Blue Ribbon Commission“ empfohlen. Neue Standortsuche in Vorbereitung, Standortwahl ab 2026 vorgesehen, Betrieb ab ca. 2048

**besten dank
für ihre aufmerksamkei**

nagra ● **aus verantwortung**