

# Felslabor Mont Terri St. Ursanne

## Dauerhaft sichere Nukleare Entsorgung Vom «Wie» zum «Wo»

**CTAC** Citroen Traction Avant Club

**26. April 2014**

Hanspeter Weber  
Projektleiter Geologie



**nagra** ● aus verantwortung



# Die Nagra – Unser Auftrag

---

## Auftrag:

- Die Nagra ist von allen Verursachern radioaktiver Abfälle beauftragt, Lösungen für eine sichere, dem Menschen und der Umwelt verpflichtete Entsorgung in der Schweiz zu erarbeiten und umzusetzen.



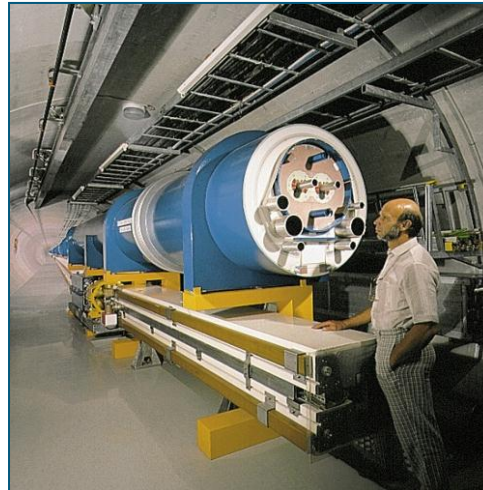
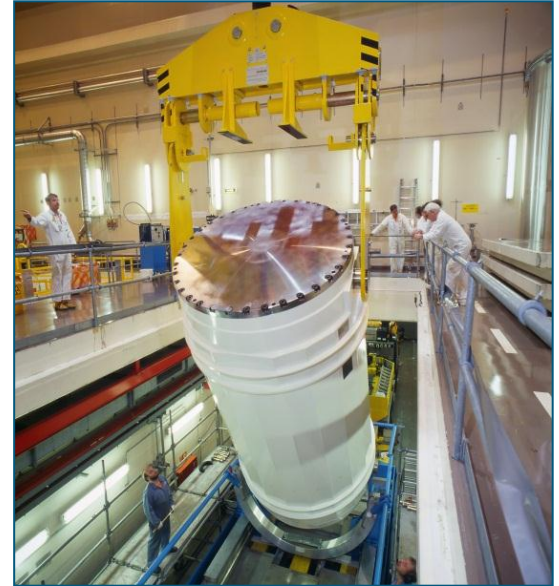
# Radioaktive Abfälle

**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)
  - Hochaktive Abfälle <math><10'000\text{ m}^3</math>
  - Schwach- und mittelaktive Abfälle ca. <math>90'000\text{ m}^3</math>





# Heute: Zwischenlagerung ZWILAG Würenlingen AG



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



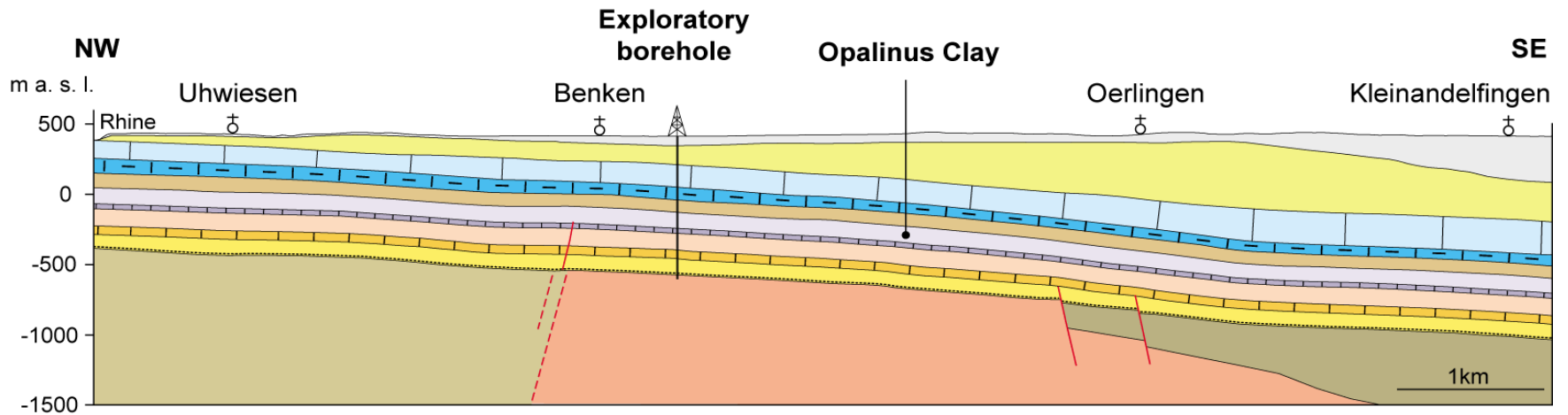
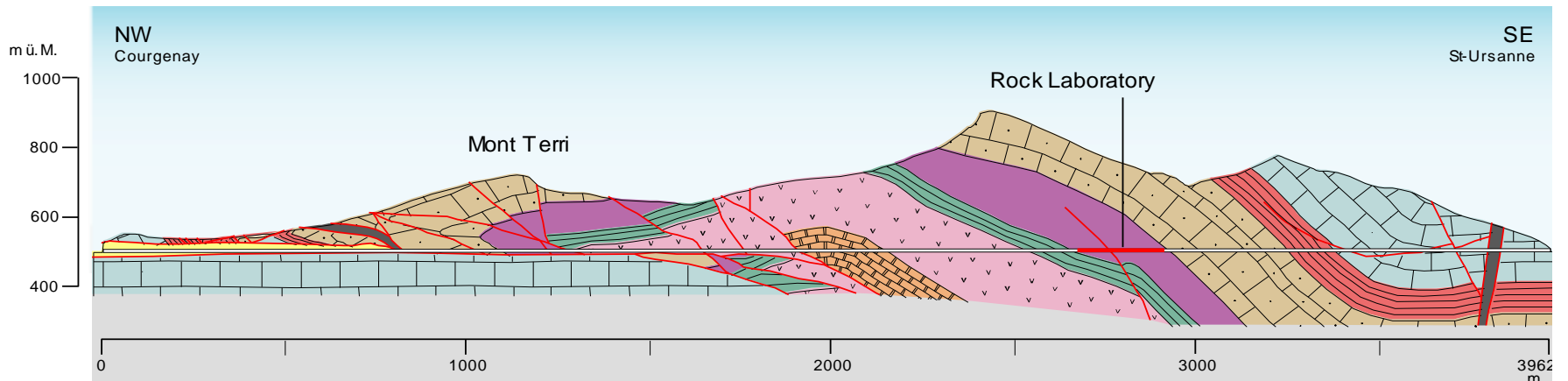
- Zwischenlagerung **schwach- und mittelaktiver Abfälle** in verfestigter, konditionierter Form



# Geologie - Opalinuston

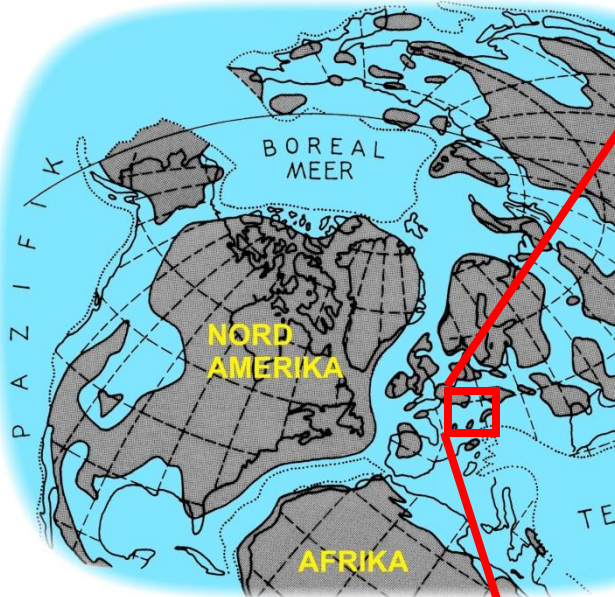
**nagra** ● aus verantwortung

# Geologischer Profilschnitt





# Land und Meer der frühen Jurazeit (ca. 175 Mio J.)...





# Sondierbohrung Benken: Natur als Beispiel



## Fossilfund in Benken

Name: **Leioceras Opalinum**

Schicht: Opalinuston

Tiefe: 652 m unter Terrain

Seit ca. 180 Mio Jahren im  
Opalinuston eingeschlossen

- Noch erhaltene Perlmutternschicht: anschauliches Beispiel der "Konservierungseigenschaften"
- Porenwasser noch mit ursprünglichem Meerwasser: kein Wasserfluss

# Tonminerale: viele Teilchen – grosse Oberflächen



Innere Oberfläche von  
1 Gramm Ton: bis 600 m<sup>2</sup> !

Schadstoffe werden von  
den Tonmineralien  
zurückgehalten  
**(Sorptions)**

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

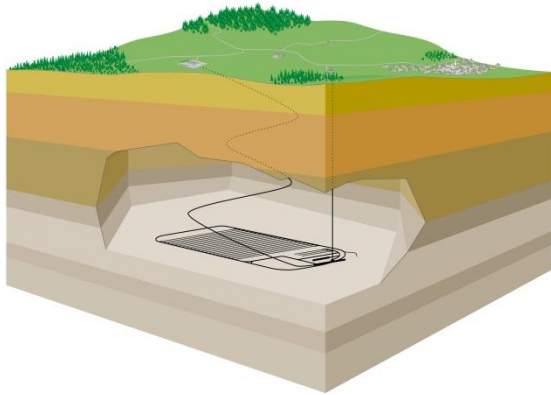
Sehr geringe  
Durchlässigkeit

# Endlagertypen

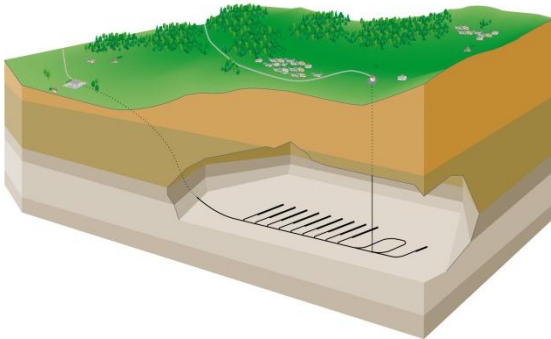
**nagra** ● aus verantwortung



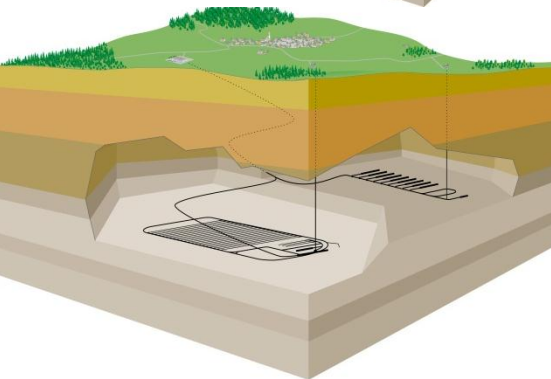
# Zwei Lagertypen vorgesehen



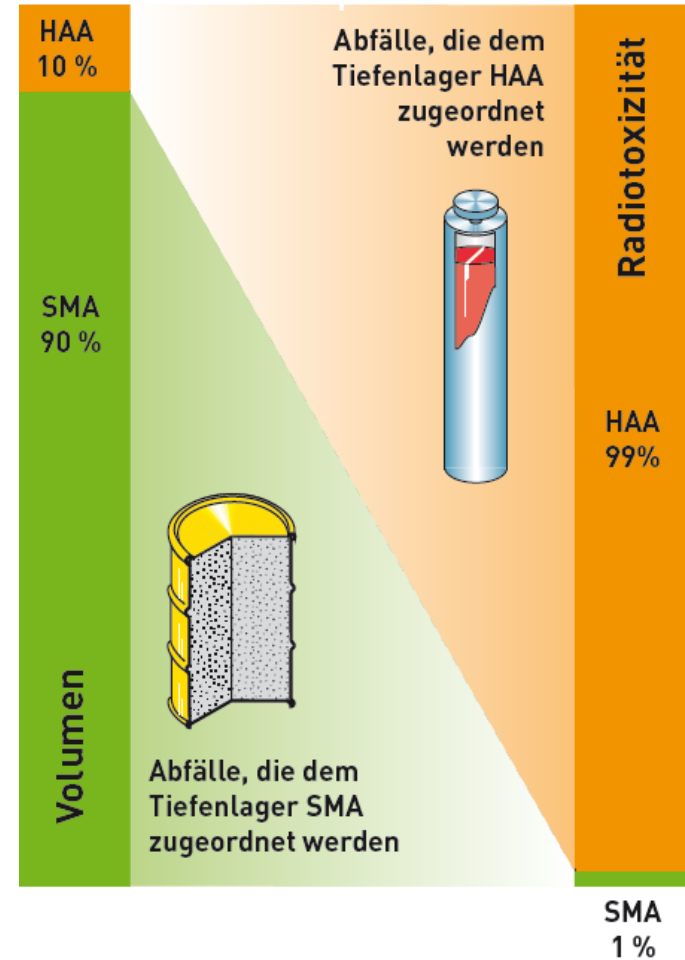
- Lager für hochaktive Abfälle (ab 2040)



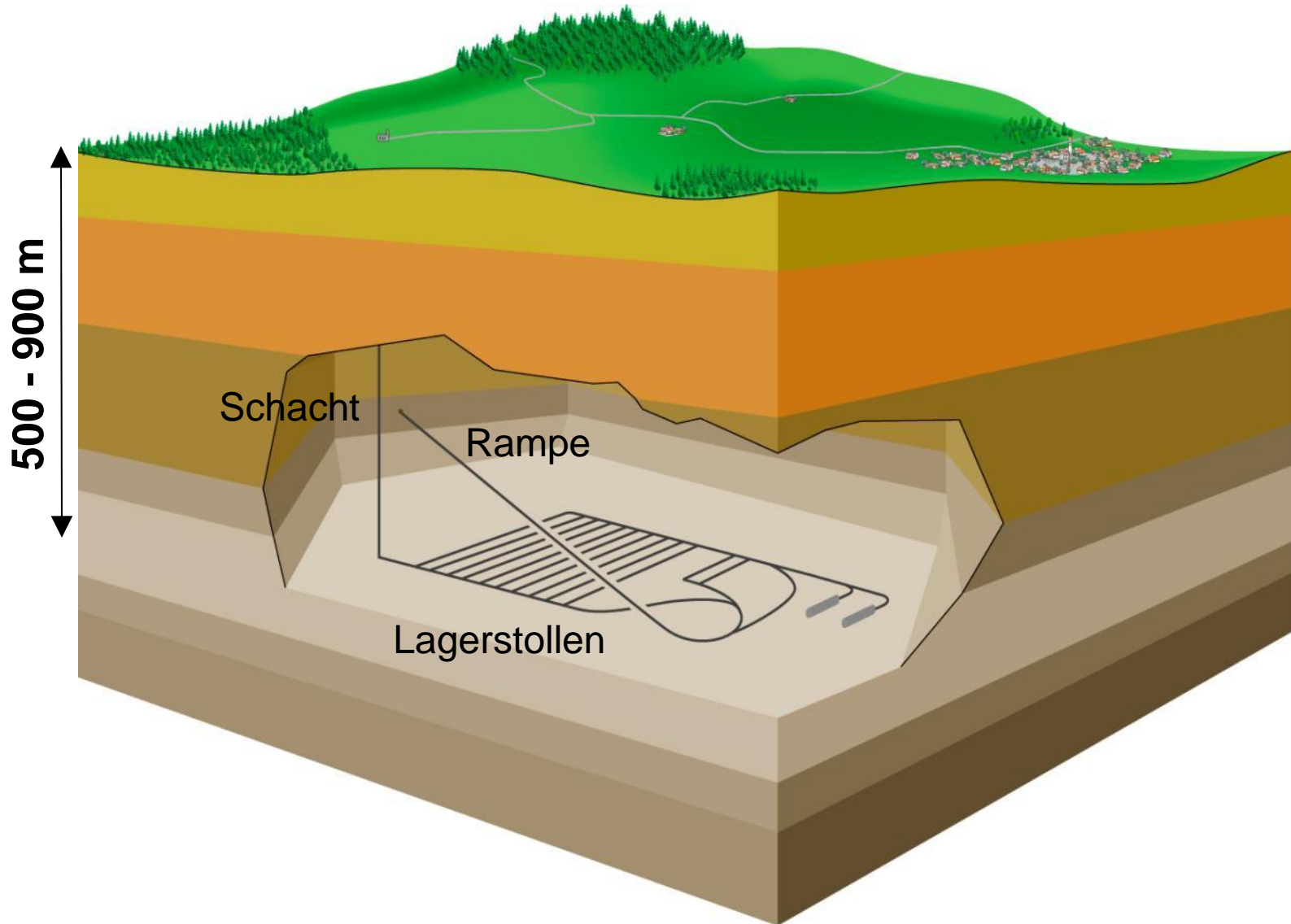
- Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (ab 2030)



- Option «Kombilager» offen



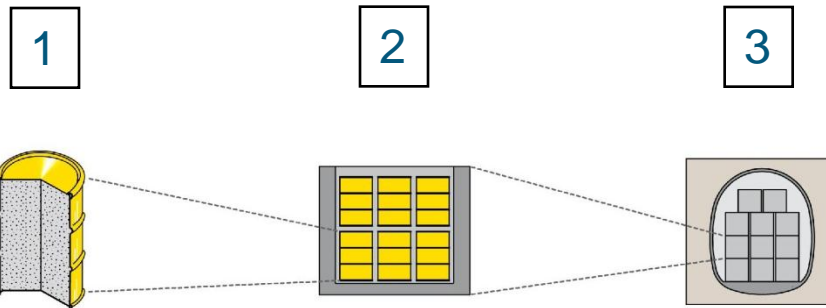
# Anlagenkonzept: Übersicht (HAA)



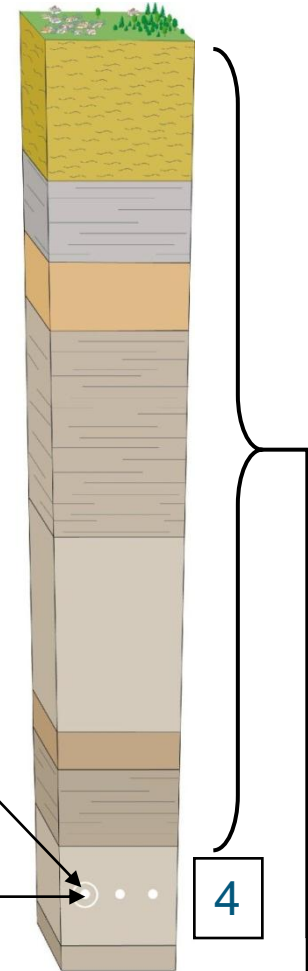
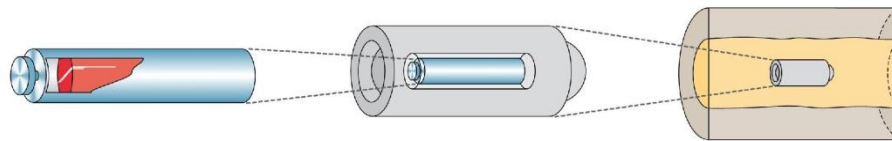
# Technische und geologische Barrieren

- 1. Konditionierung der Abfälle
- 2. Endlagerbehälter
- 3. Verfüllung Lagerstollen (Bentonit/Beton)
- 4. 100 m mächtiges Wirtgestein im Untergrund

SMA-Lager



HAA-Lager



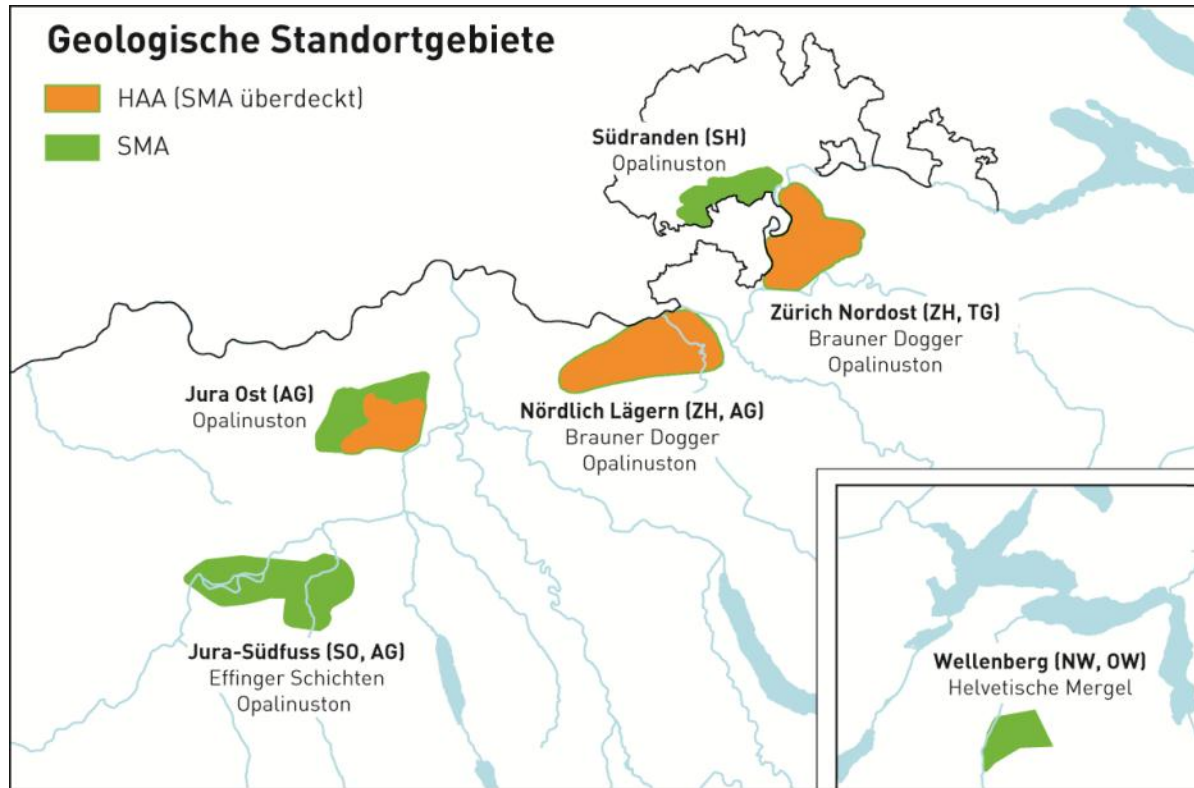
Rückhaltung (Rahmengestein), «Erosions- und Zugriffschutz»



# Sachplan geologische Tiefenlager (Politik)

**nagra** ● aus verantwortung

# Vorschlag geologische Standortgebiete (2008)



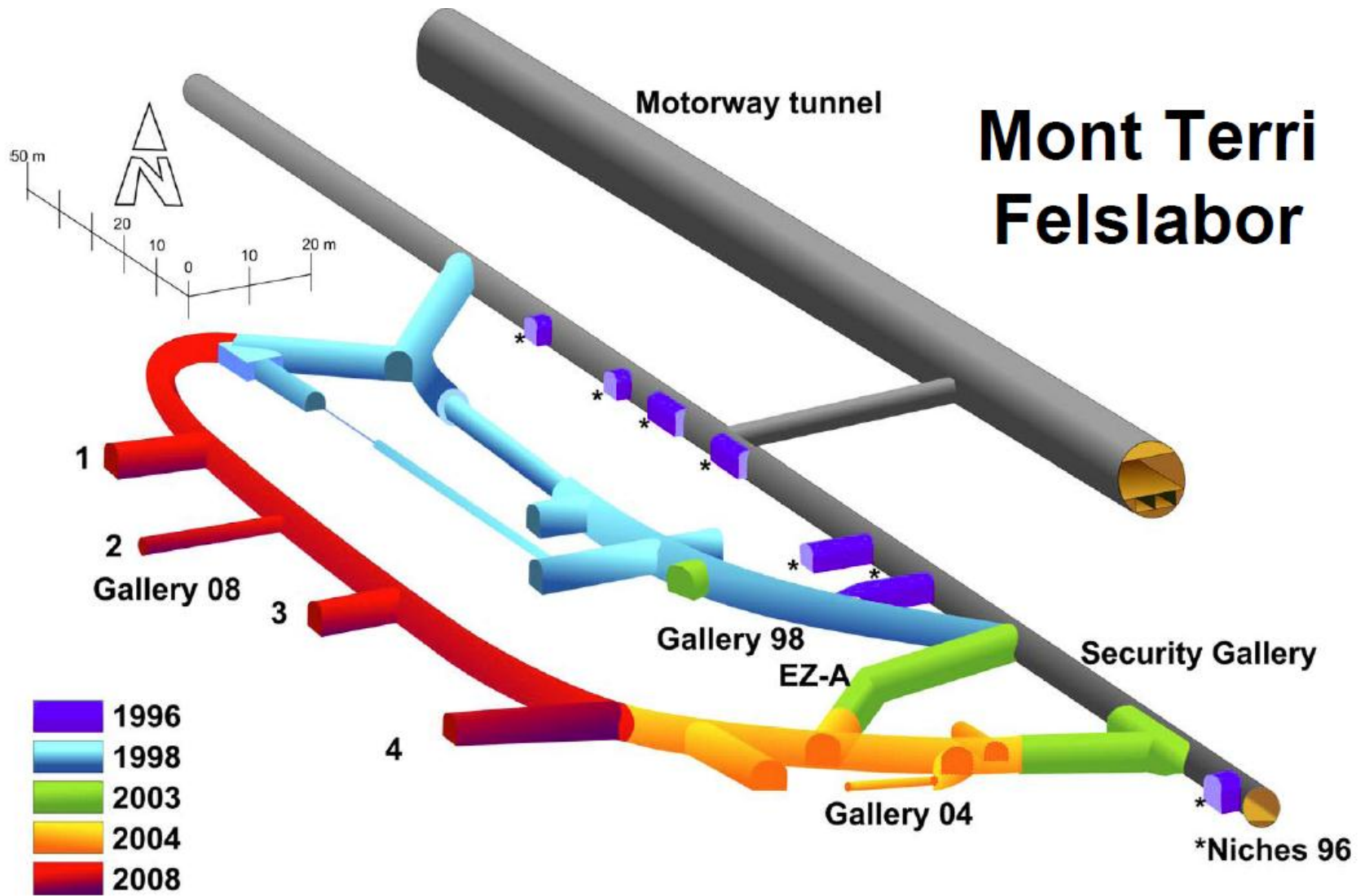
- Resultat systematischer Anwendung der **Vorgaben im Sachplan**
- berücksichtigt die geologischen Möglichkeiten der **ganzen Schweiz**
- abgeleitet mit systematischer, **schrittweiser Einengung** aus Sicht **Sicherheit** und **technischer Machbarkeit**

# Mont Terri Felslabor- Experimente

**nagra** ● aus verantwortung



# Felslabor Mont Terri Tunnelsystem



# Warum Tonstein ?

---

- **Rückhalt von Radionukliden**  
**Sorption von Schadstoffen an Tonmineraloberflächen**
- **Porenwasser marinen Ursprungs**  
**Wasser stagniert in den Poren, kein Wasserfluss**  
**Stofftransport durch molekulare Diffusion**
- **Selbstabdichtung von Klüften und Rissen**  
**Volumenausdehnung, Quellen**
- **Gute Explorierbarkeit von Sedimentgesteinen**  
**(Meeresablagerungen)**  
**Bohrungen, Seismik**

# Internationales Felslabor Mont Terri



**Schweiz als international anerkannter  
Forschungspartner:**

Abklärungen betr. Sicherheit, bautechnischer  
Machbarkeit, etc.



Opalinuston detailliert unter Tage untersucht



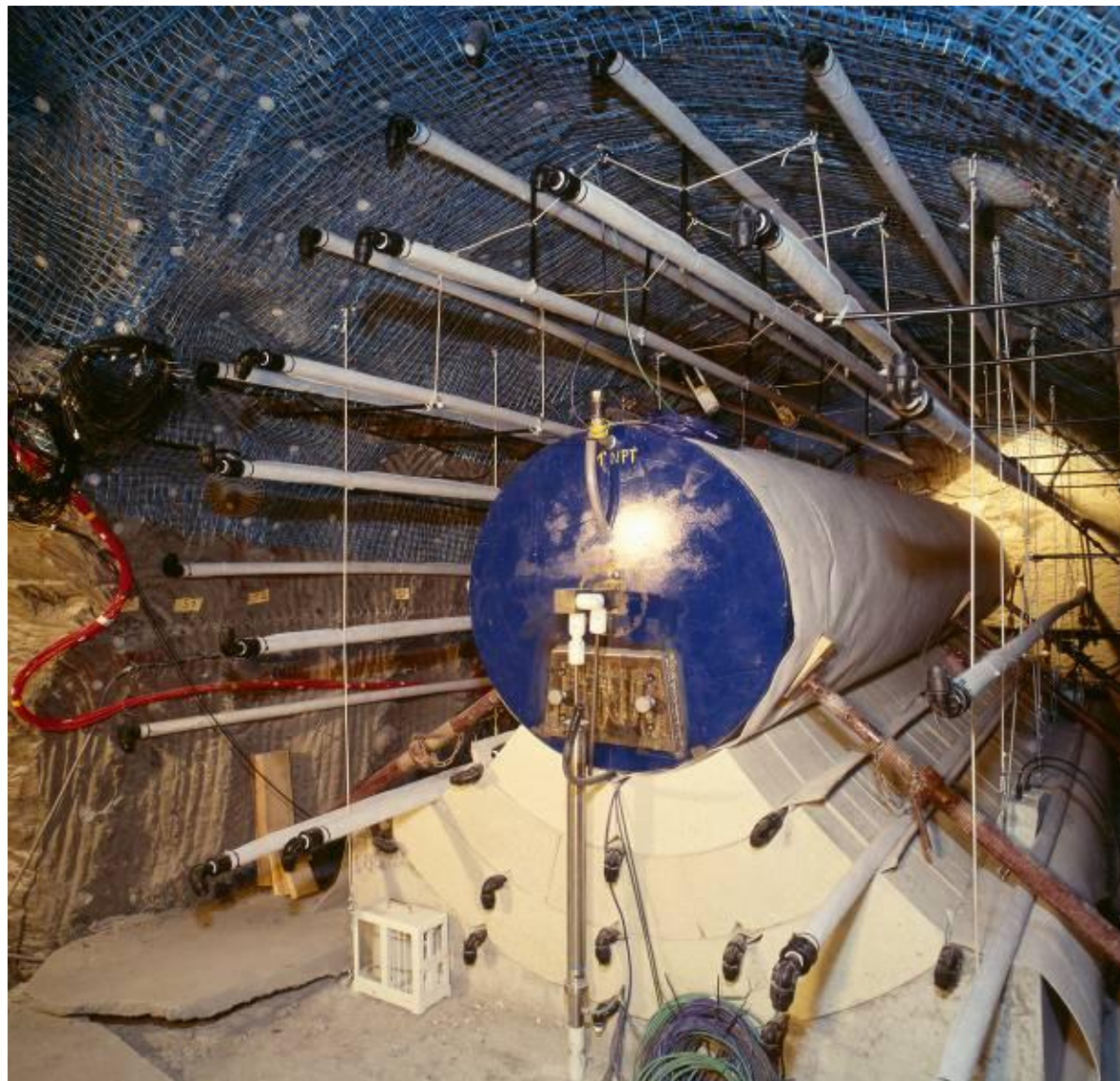


# Mont Terri Experiment Gastest

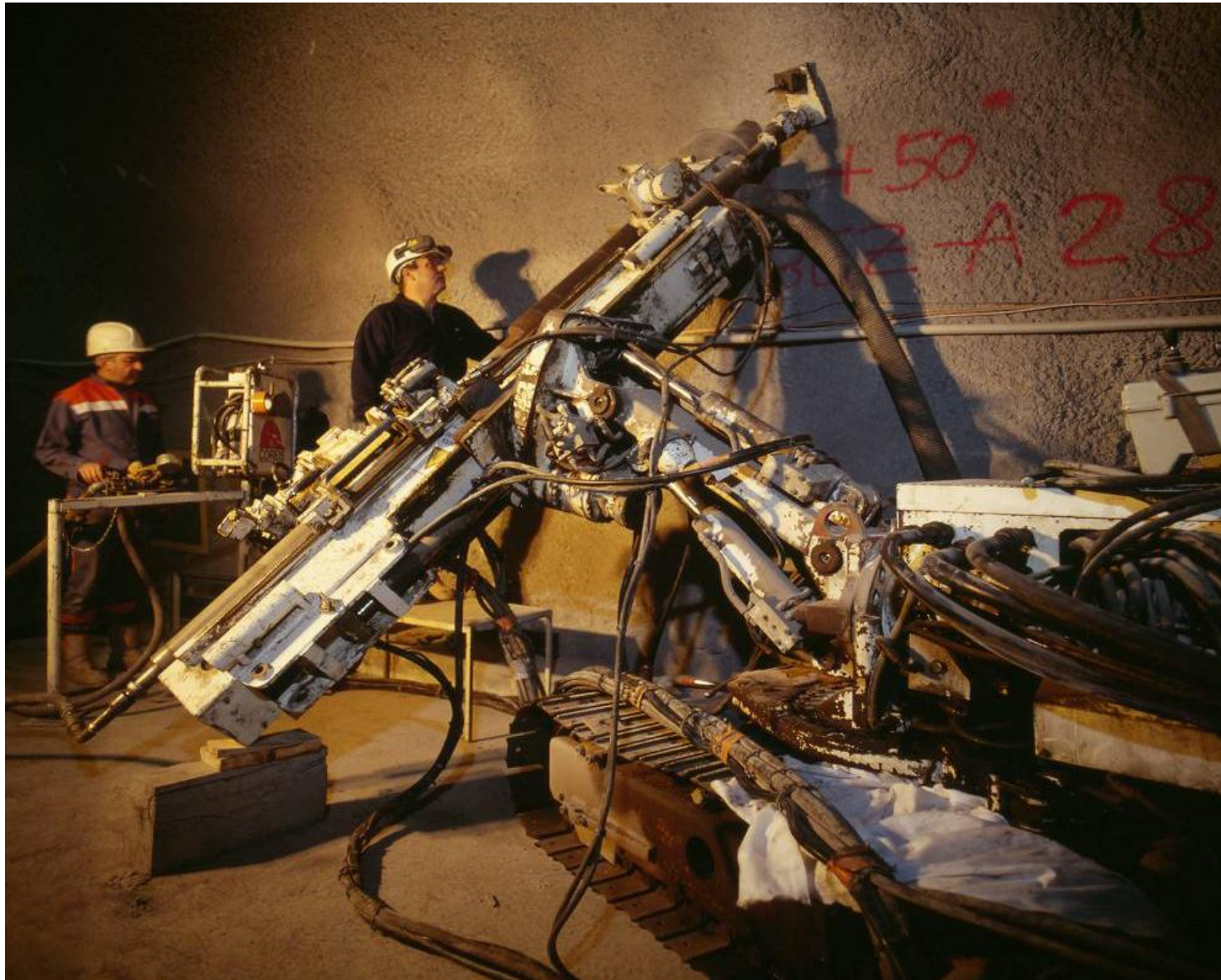




# Mont Terri Experiment EB



# Kernbohrungen

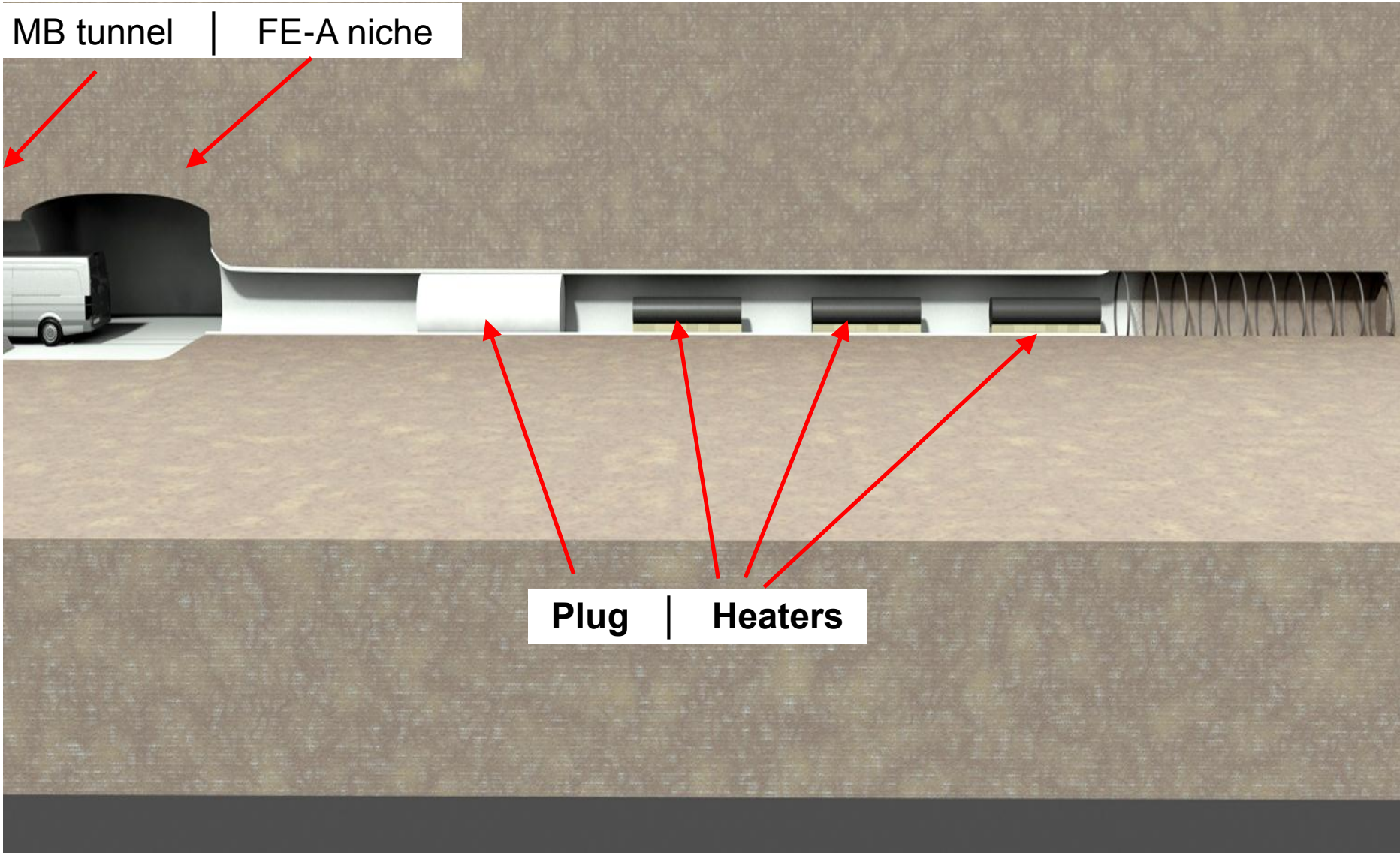




# Mont Terri Grossbohrung (Schnecke)



# FE - Heizexperiment





# Exkavation mit pneumatischem Hammer





# FE – Tunnel Stahlbögen



# Zusammenfassung

---

- Die Schweiz hat radioaktive Abfälle, unterteilt in HAA und SMA.
- Für die Entsorgung besteht das Konzept geologisches Tiefenlager mit mehrfachen Sicherheitsbarrieren, Überwachungsphase und Rückholbarkeit.
- In der Schweiz eignen sich Tongesteine als Wirtgesteine am besten (insbesondere der Opalinuston).
- Es stehen heute aus geologisch-technischer Sicht 3 (HAA) bzw. 6 (SMA) Regionen zur Diskussion.
- Die bzw. der Lagerstandort(e) sollen mit dem Sachplan «geologische Tiefenlager» festgelegt werden. Es sind verschiedene Akteure mit unterschiedlichen Rollen am Prozess beteiligt.
- Am Ende des Sachplanprozesses steht die Erteilung der Rahmenbewilligung (ca. 2020). Mit der Einlagerung der Abfälle wird nach heutiger Schätzung in etwa 25 (SMA) resp. 40 Jahren (HAA) begonnen.

**besten dank  
für ihre aufmerksamkei**

**nagra** ● **aus verantwortung**