
16. Sitzung der Kommission am 2. Oktober 2015

**Anhörung „Rückholung/Rückholbarkeit hoch radioaktiver Abfälle
aus einem Endlager, Reversibilität von Entscheidungen“**

Präsentation zum Kurzvortrag
von Prof. Dr. Simon Löw; Eidgenössische Technische Hochschule
(ETH), Zürich, Schweiz

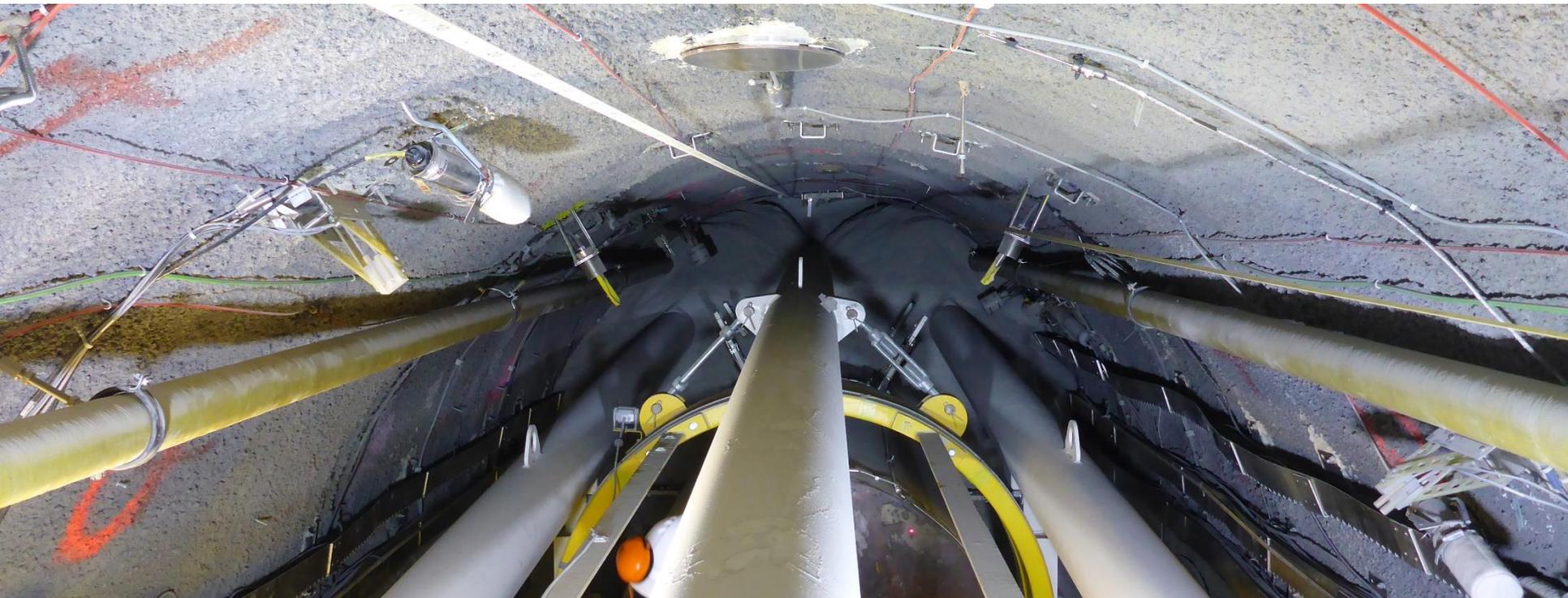
<p>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. 130 e</p>

Das Konzept der Rückholbarkeit von radioaktiven Abfällen in der Schweiz

Prof. Dr. Simon Löw

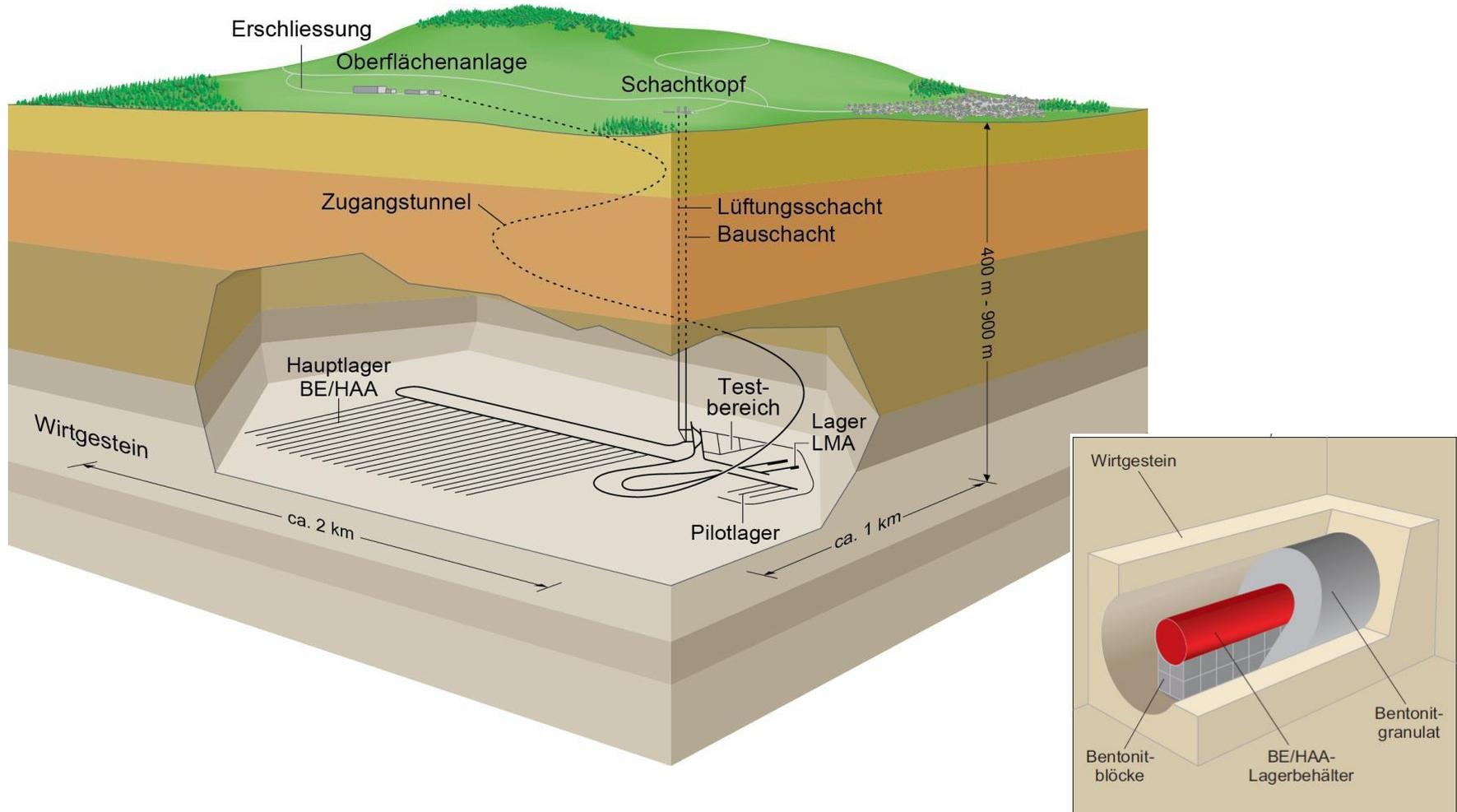
Professur für Ingenieurgeologie, ETH Zürich, Schweiz
Präsident Expertengruppe Geologische Tiefenlager, Schweiz

Photo: FE Experiment Felslabor Mont Terri



Anlagenelemente von HAA-Tiefenlager in der Schweiz

Quelle: NTB 08-01



Lagerstollen BE/HAA

Gesetzliche Vorgaben zur Überwachung und Rückholung

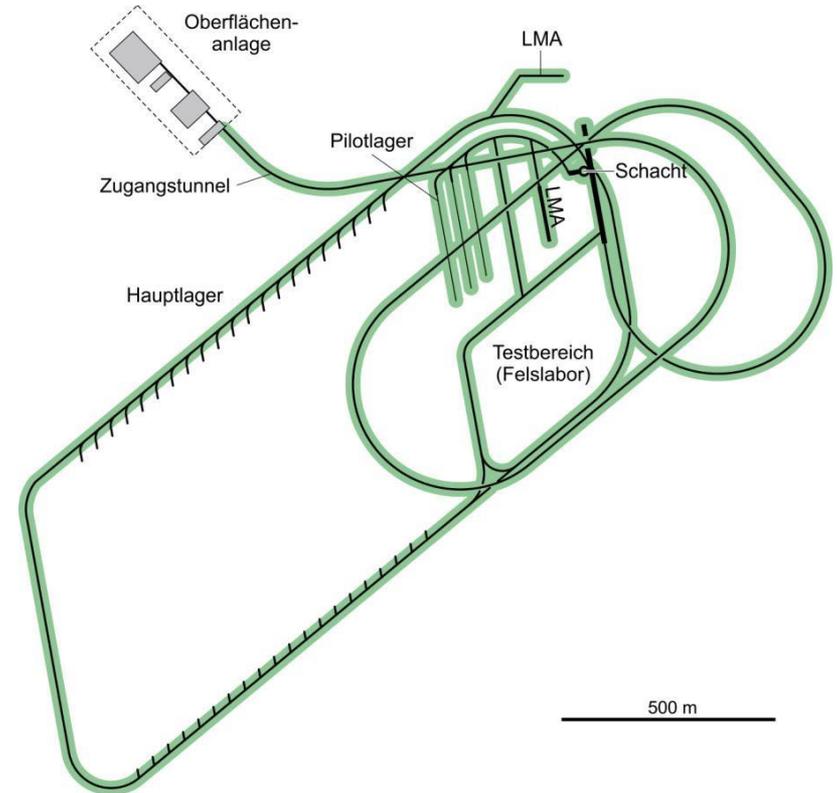
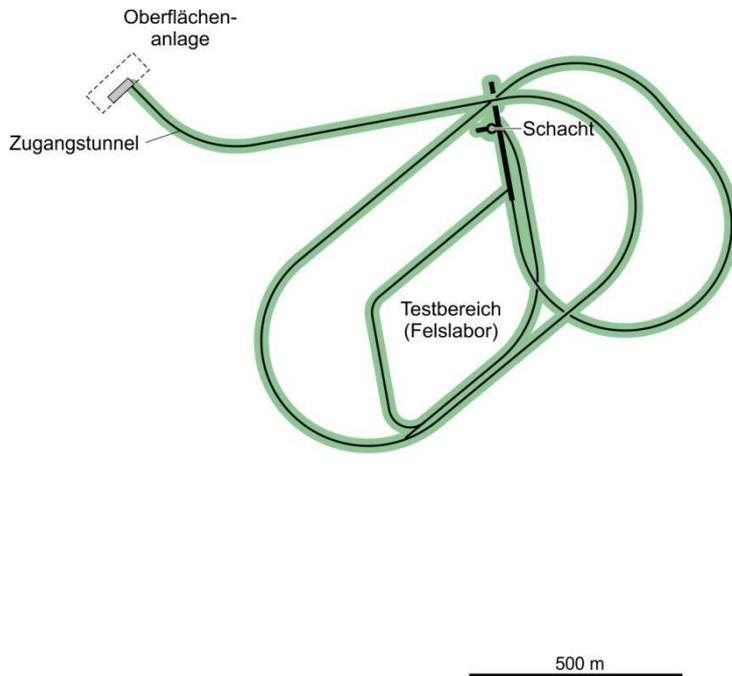
- Ein geologisches Tiefenlager besteht aus dem **Hauptlager** zur Aufnahme der radioaktiven Abfälle, aus einem **Pilotlager** und aus **Testbereichen** (Art. 64 KEV).
- Ein geologisches Tiefenlager ist so auszulegen, dass **Vorkehrungen zur Erleichterung von Überwachung und Reparaturen des Lagers oder zur Rückholung der Abfälle die passiven Sicherheitsbarrieren nach dem Verschluss des Lagers nicht beeinträchtigen** und dass das Lager innert einiger Jahre verschlossen werden kann (Art. 11 Abs. 2c,d KEV).
- Das **Konzept für eine allfällige Rückholung der Abfälle** ist mit dem Baubewilligungsgesuch für das geologische Tiefenlager dem ENSI zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen (G03 ENSI).
- Vor Inbetriebnahme des Tiefenlagers sind (in den Testbereichen) die **sicherheitsrelevanten Techniken zu erproben und deren Funktionstüchtigkeit nachzuweisen**. Das betrifft insbesondere:
 - a. das Einbringen des Verfüllmaterials;
 - b. **das Entfernen des Verfüllmaterials** zwecks allfälliger Rückholung von Abfallgebinden;
 - c. **die Technik zur Rückholung von Abfallgebinden** (Art. 65 Abs. 2b,c KEV).
- Für geologische Tiefenlager wird die Betriebsbewilligung erteilt, wenn ... **die Rückholung der radioaktiven Abfälle bis zu einem allfälligen Verschluss ohne grossen Aufwand möglich ist** (Art 37, KEG)
- Der Eigentümer eines geologischen Tiefenlagers hat nach Einlagerung der Abfallgebinde die Lagerkavernen und -stollen zu verfüllen. Er hat die Verfüllung so vorzunehmen, dass die Langzeitsicherheit gewährleistet und eine **Rückholung der Abfälle ohne grossen Aufwand** möglich ist. (Art. 67 KEV).
- Das Departement ordnet die **Überwachung** an und legt die **Dauer der Beobachtungsphase** fest. Es kann diese bei Bedarf verlängern. (Art. 68 KEV).
- Der Bundesrat ordnet nach Ablauf der Beobachtungsphase die **Verschlussarbeiten** an, wenn der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist. Nach ordnungsgemäsem Verschluss kann der Bundesrat eine weitere, befristete Überwachung anordnen (Art 69, KEG)

Zusammenfassung der Gesetzlichen Vorgaben

- Das Gesetz fordert eine **Rückholbarkeit ohne grossen Aufwand bis zum Verschluss** (KEG, Art. 37).
- Die **Techniken zur Entfernung des Verfüllmaterials und der Rückholung der Abfallbinden** sind in Testbereichen zu erproben und nachzuweisen. (KEV, Art. 65).
- Die Vorkehrungen zur begrenzten Rückholbarkeit **dürfen die passiven Sicherheitsbarrieren nicht beeinträchtigen** (KEV, Art 11).
- **Das geologische Tiefenlager** (Verhalten der Abfälle, Verfüllung und Wirtgestein) ist bis zum Verschluss **zu überwachen**; ein wichtiges Element dieser zeitlich beschränkten Beobachtungsphase ist das **Pilotlager** (KEV, Art. 66).
- **Nach dem Verschluss** kann der Bundesrat eine befristete zusätzliche **Überwachung** anordnen (KEG, Art 39).

Nukleare Baubewilligung (l) und Betriebsbewilligung (r)

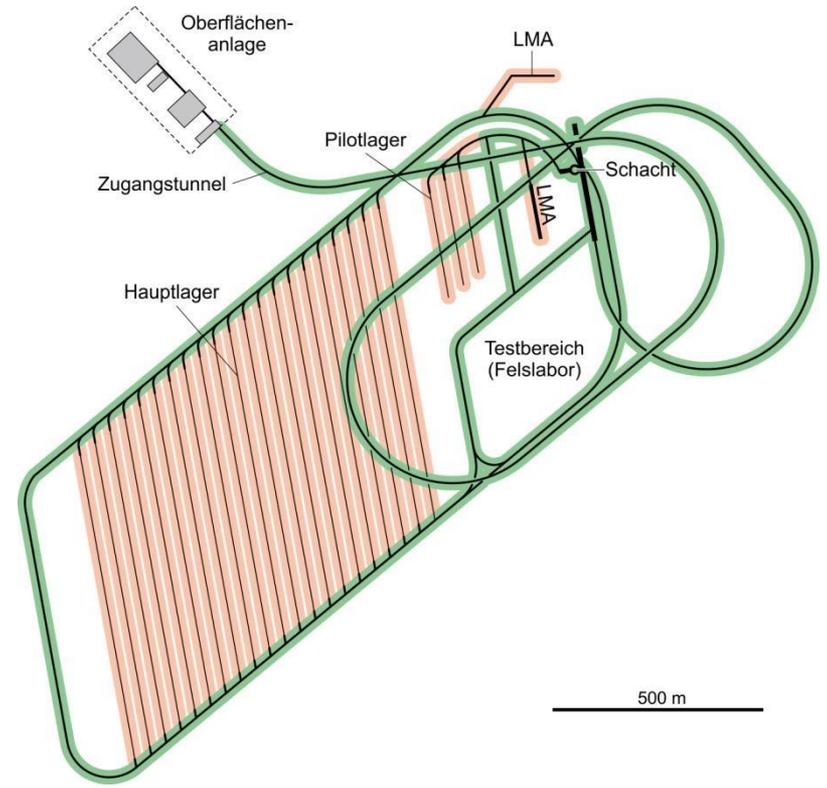
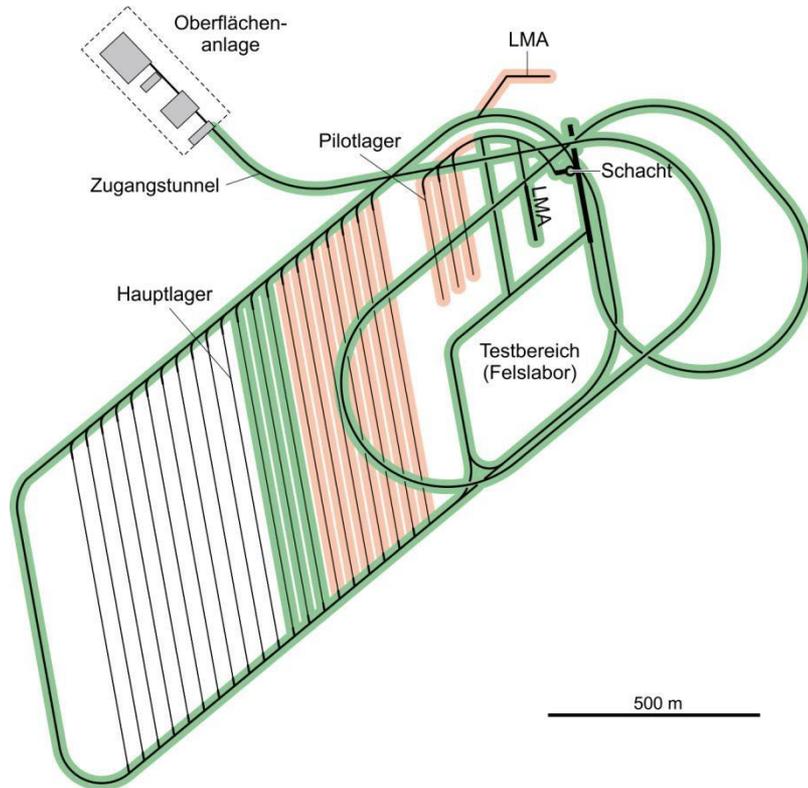
Quelle: Nagra 2013



 Sollen zugänglich
 Stollen verfüllt

Betriebsphase (I) und Beobachtungsphase 1 (~ 10 Jahre ?)

Quelle: Nagra 2013

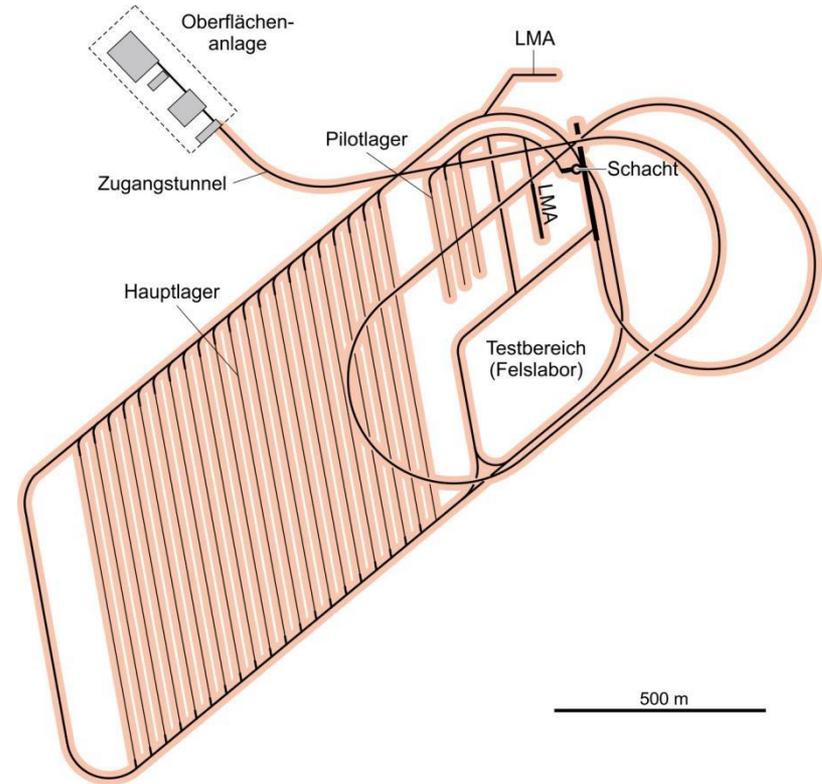
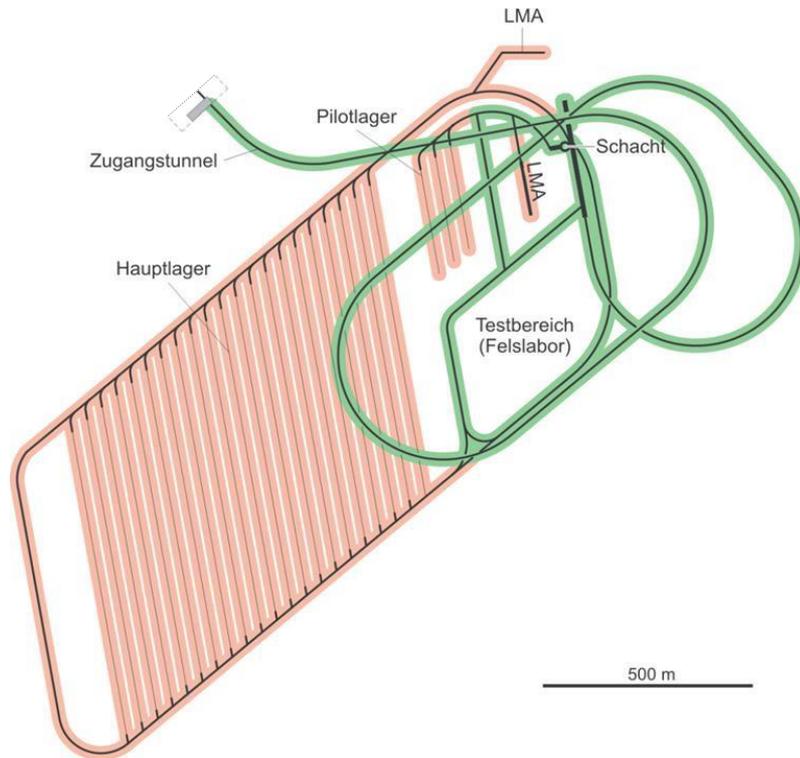


 Sollen zugänglich
 Stollen verfüllt

Rückholbarkeit «ohne grossen Aufwand» durch Entfernen des Verfüllmaterials und Auslagerung der Endlagerbehälter

Beobachtungsphase 2 (≥ 50 Jahre ?) und Verschluss (r)

Quelle: Nagra 2013

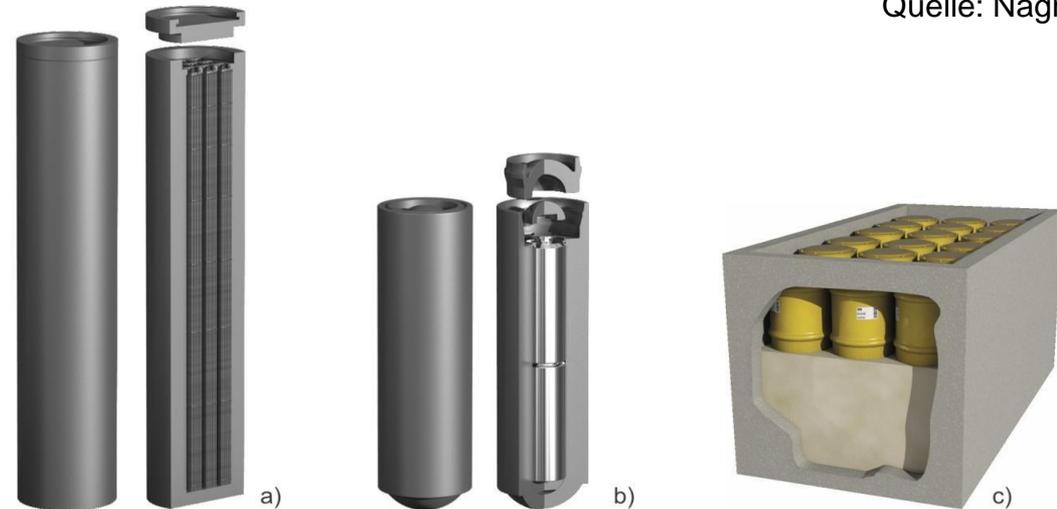


 Sollen zugänglich
 Stollen verfüllt

Rückholbarkeit «ohne grossen Aufwand» einige 100 Jahre durch Entfernen des «weichen» Verfüllmaterials

Abfallgebinde und Endlagerbehälter in der Schweiz

Quelle: Nagra 2013



	BE-ELB	HAA-ELB	SMA/LMA-ELB
Länge / Breite	< 5 m / Ø 1.05m	< 3.4m / Ø 0.95m	4.5 m x 2.5 m
Volumen	3.8 – 4.4 m ³	2.4 m ³	≤ 26 m ³
Masse	< 30 t	< 15 t	≤ 80 t
Materialisierung	Stahl	Stahl	Beton / Einkorn-Mörtel
Oberflächentemperatur	< 120°C	<< 120°C	Gebirgstemperatur
Oberflächendosisleistung	Hoch	Hoch	Klein
Integrität (Auslegung)	> 1000 Jahre	> 1000 Jahre	Einige 100 Jahre

Experimente zur Rückholbarkeit im Felslabor Mont Terri

EB Experiment Einbau:
Heizelement auf verdichteten
Bentonitblöcken, teilweise
verfüllt mit Bentonitgranulat



EB Experiment Rückbau:
Heizelement umgeben von
gequollenem Bentonitgranulat

(nach Ausbau 2013)

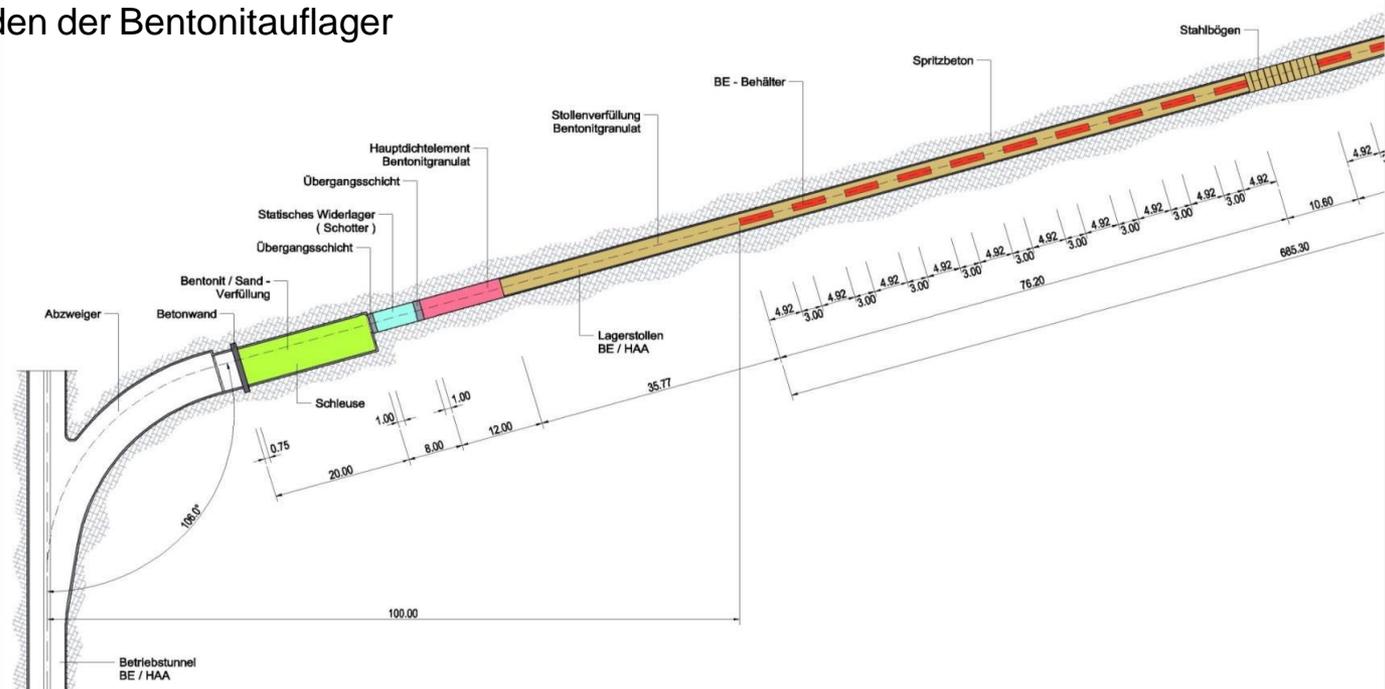


Technisches Konzept und Rückholungsschritte (1)

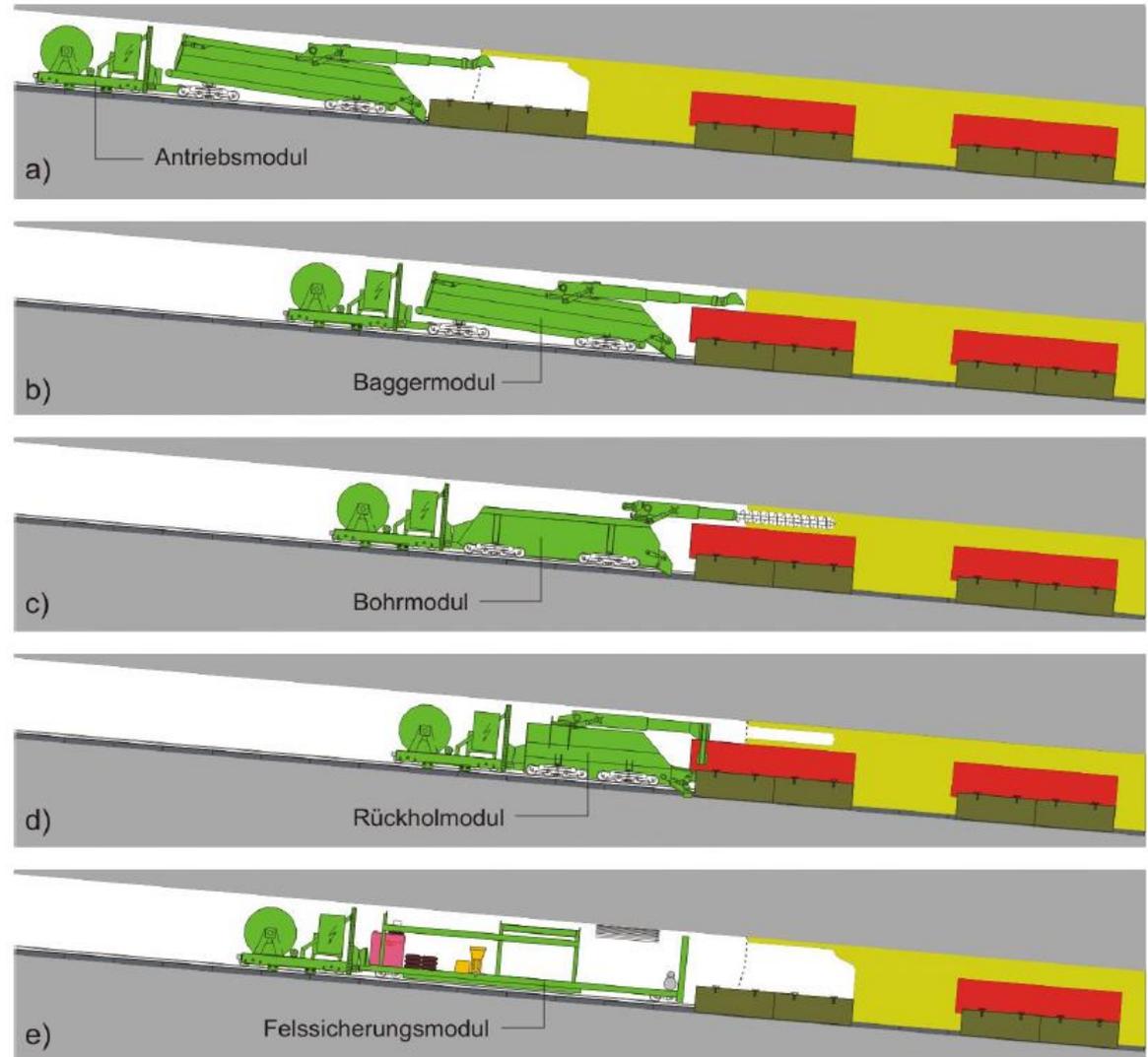
Ausgangslage: ca. 100 Endlagerbehälter pro Lagerstollen eingelagert und verfüllt, Lagerstollen versiegelt, Zugänge evtl. verfüllt und versiegelt

Quelle: Nagra 2013

1. Entfernen der Versiegelung
2. Entfernen und aufladen der Bentonitverfüllung
3. Lösen und aufladen der BE/HAA-Endlagerbehälter
4. Entfernen und aufladen der Bentonitauflager
5. (Felssicherung)



Technisches Konzept und Rückholungsschritte (2)



Quelle: NTB 02-02

Persönliche Kommentare zum Konzept der “kontrollierten geologischen Langzeitlagerung”

- Das Konzept der Beobachtungsphase ergänzt wichtige Langzeitexperimente, welche vor der Betriebsbewilligung ausgeführt werden müssen.
- Ein Abbau von Ungewissheiten für den Nachweis der Langzeitsicherheit ist mit der Überwachung während einer Beobachtungsphase nur begrenzt möglich.
- Die Dauer der Beobachtungsphase bis zum Verschluss, korrespondierend mit der geforderten Rückholbarkeit „ohne grossen Aufwand“, ist zeitlich im Gesetz nicht fixiert.
- Die Anforderungen an die Beobachtungsphase und den Verschluss müssen konkretisiert werden.
- Die in der Schweiz geforderte Rückholung „ohne grossen Aufwand“ ist insbesondere von der Art der Verfüllmaterialien (Bentonitgranulat) und der Hohlraumstabilität (gering, flächenhafte Stützmittel erforderlich) abhängig.
- Nach dem ordnungsgemässen Verschluss oder nach Ablauf der Überwachungsfrist untersteht das Tiefenlager nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung.