



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

«Pilotlager»

Antwort ENSI auf TFS-Frage 178 b

Vollversammlung Etappe 3 - XXVII, Bülach, 10. März 2026

Meinert Rahn
ENSI



Ausgangslage

TFS-Frage 178 b

Die Fragestellenden bitten um Aktualisierung der Antwort auf die TFS-Frage 156
«Zusätzliche Fragen zum Pilotlager»:

(b) Welche ergänzenden Untersuchungen und Vorgaben erlässt das ENSI dazu?



Vorgaben aus Kernenergieverordnung (KEV)

- Art. 66 Pilotlager

¹ Im Pilotlager ist das Verhalten der Abfälle, der Verfüllung und des Wirtgesteins bis zum Ablauf der Beobachtungsphase zu überwachen. Bei der Überwachung sind im Hinblick auf den Verschluss Daten zur Erhärtung des Sicherheitsnachweises zu ermitteln.

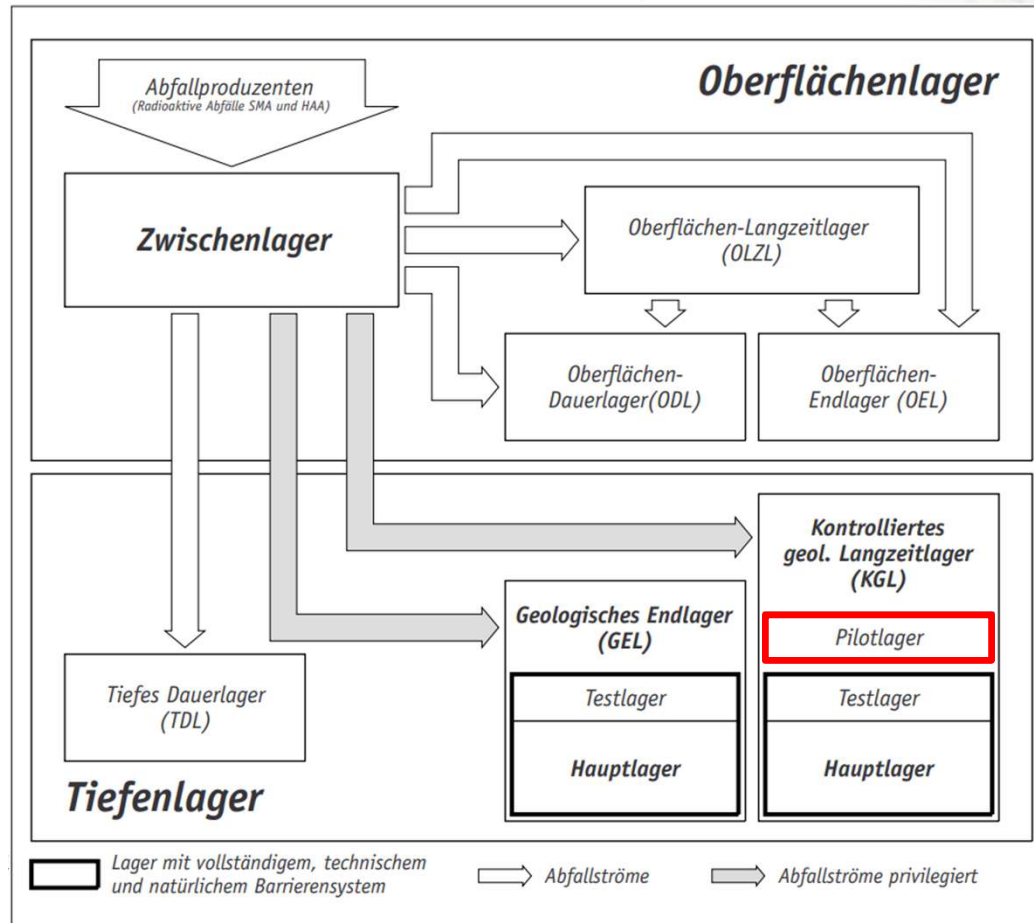
² Die Ergebnisse der Überwachung müssen auf die Vorgänge im Hauptlager übertragbar sein. Sie bilden eine Grundlage für den Entscheid über den Verschluss des Tiefenlagers.

³ Bei der Auslegung des Pilotlagers sind folgende Grundsätze zu beachten:

- a. Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse müssen mit denjenigen des Hauptlagers vergleichbar sein.
- b. Das Pilotlager muss vom Hauptlager räumlich und hydraulisch getrennt sein.
- c. Die Bauweise des Pilotlagers und die Art der Einlagerung der Abfälle und der Verfüllung müssen dem Hauptlager entsprechen.
- d. Das Pilotlager muss eine repräsentative kleine Menge von Abfällen enthalten.



Aus der Geschichte



→ **Pilotlager zur Kontrolle:
«Nachweislager»**

(EKRA-Bericht 2000; Fig. 6)



Aus der Geschichte

Definition Pilotlager aus EKRA-Bericht (S. 40/41):

«Anlage, in welcher Überwachung und Kontrolle im Rahmen der KGL durchgeführt werden können, ohne dass das Hauptlager im Hinblick auf eine spätere Überführung in ein geologisches Endlager beeinträchtigt wird. Im Gegensatz zum Testlager ist das Pilotlager räumlich vom Hauptlager getrennt und kann über einen längeren Zeitraum betrieben werden.»



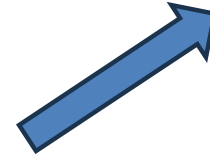
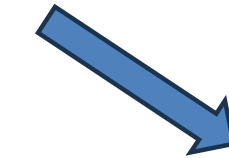
Funktion Pilotlager



Wie weiss ich, dass das Tiefenlager, die Barrieren und das Nahfeld so reagieren wie prognostiziert?

Woher nehme ich am Ende der Beobachtungsphase die Gewissheit, dass das Lager sicher ist und ich es also verschliessen kann?

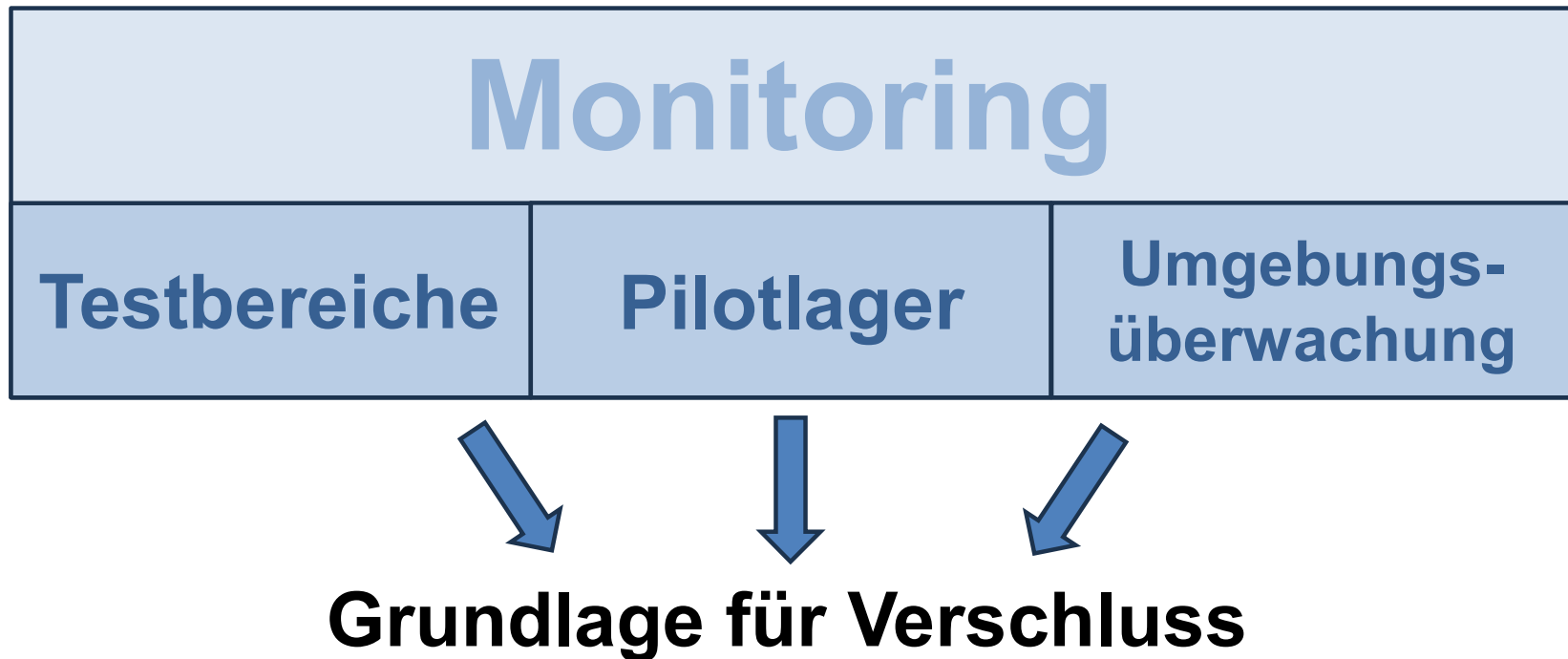
Wie kann ich die Lagerentwicklung messen, ohne das Barrierensystem zu schädigen?



Pilotlager



Pilotlager = Teil des Monitoring





Vorgaben der Richtlinie ENSI-G03

6.2 Pilotlager

- a. Die Auslegung des Pilotlagers muss ein Überwachungsprogramm zur zeitlichen Entwicklung des Pilotlagers und seines geologischen Umfeldes berücksichtigen.
- b. Störfälle im Pilotlager dürfen die Betriebs- und Langzeitsicherheit des geologischen Tiefenlagers nicht beeinträchtigen und umgekehrt.
- c. Ein Pilotlager ist vor Beginn der Einlagerung der entsprechenden Abfälle in das Hauptlager zu beschicken, zu verfüllen und zu versiegeln.
- d. Eine eventuelle Umlagerung der Abfälle aus dem Pilotlager in einen neu aufgefahrenen Lagerstollen ist bei der Auslegung zu berücksichtigen.



Erläuterungsbericht zur Richtlinie ENSI-G03

Zu Bst. a: Um die Verhältnisse im Pilotlager zu verfolgen und Anzeichen von ungünstiger Wechselwirkung zwischen Barrieren zu erkennen, können zum Beispiel folgende Aspekte überwacht werden:

- zeitliche Entwicklung der Temperaturverteilung
- Wasseraufsättigung
- Druckverhältnisse (Wasser, Gas, Gebirge)
- felsmechanisches Verhalten des Gebirges und Mikroseismizität
- chemische Parameter der Poren- und Kluftwässer
- Gasentwicklung aus den Abfallgebinden.

Viele der im Hauptlager erwarteten Prozesse laufen viel zu langsam ab, als dass sie während der Beobachtungsphase im Pilotlager erfasst werden könnten. Es ist daher zu erwarten, dass durch die Überwachung nur ausgewählte Aspekte des Sicherheitsnachweises bestätigt werden können. Die Überwachung kann aber auch helfen, unerwartete Vorgänge zu erkennen.





Antwort ENSI

Welche ergänzenden Untersuchungen und Vorgaben erlässt das ENSI dazu?

- Das ENSI schreibt in seinen Vorgaben die zu erreichenden Ziele vor.
- Die Nagra hat dann die Lösungen zu entwickeln, wie diese Ziele erreicht werden können.
- Das ENSI prüft anschliessend, ob die Vorgehensweise der Nagra zielführend ist.



Antwort ENSI

Entsorgungsprogramm 2021

- **Auswahl der Überwachungsparameter:** ENSI begrüsst, dass sich die Nagra an dem im Rahmen des internationalen Forschungsprojekts MoDeRN 2020 entwickelten Workflow orientiert.
- Das **Überwachungsprogramm des Pilotlagers** ist bzgl. Umfang und Inhalt der Messungen aus Sicht des ENSI künftig stufengerecht weiter zu konkretisieren. Dabei ist auch auf die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse im Pilotlager auf das Hauptlager einzugehen.





Antwort ENSI

Entsorgungsprogramm 2021

- **Entwicklungsbedarf im Hinblick für ein zukünftiges Pilotlager (Hinweis):**
- Das ENSI empfiehlt, eine Synthese von existierenden Modellierungswerkzeugen für THM-gekoppelte Prozesse für die nächste Aktualisierung des RD&D-Plans zu erstellen, in der der erreichte Stand und der Entwicklungsbedarf erläutert wird.





Antwort ENSI

Bericht über das Entsorgungsprogramm 2021 der Entsorgungspflichtigen

vom 8. Dezember 2023

4. Auflagen für das Entsorgungsprogramm 2026:

- a. Die Entsorgungspflichtigen haben mit Hilfe von Simulationswerkzeugen vertiefter auf die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse im Pilotlager auf das Hauptlager einzugehen. Zudem haben sie den Umfang und den Inhalt der Messungen im Pilotlager stufengerecht weiter zu konkretisieren und dabei das Messprogramm auch im Hinblick auf die Lieferung von Information zum Kurz- und Langzeitverhalten des Mehrfachbarrierensystems und zur Entdeckung von unerwarteten Entwicklungen während der Beobachtungsphase bei Bedarf zu erweitern.
- e. Die Entsorgungspflichtigen haben das Vorgehen für die Entwicklung von Kriterien für die Auswahl einer repräsentativen kleinen Menge von radioaktiven Abfällen für die Einlagerung in das Pilotlager SMA darzulegen.

→ Nagra reicht 2026 ein, anschliessend prüft ENSI





Weitere Informationen

[47. Technisches Forum Sicherheit: Auslegung des Pilotlagers beruht auf der Kernenergiegesetzgebung](#)

[44. Technisches Forum Sicherheit: Abstand Haupt- und Pilotlager für radioaktive Abfälle: so nah wie möglich, so weit wie nötig](#)

[Schlussbericht zum AGNES-Projekt «Auslegung und Inventar des Pilotlagers»](#)

[Schlussbericht EKRA \(2000\)](#)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

A word cloud consisting of the text 'www.ensi.ch' repeated multiple times. The text is rendered in various sizes and shades of gray, creating a dense, abstract pattern. The largest instances of the text are positioned towards the right side of the cloud, while smaller instances are scattered throughout the left and center. The overall effect is a visual representation of the frequency and distribution of the URL.



(Aus dem EKRA-Konzept nicht übernommen)

- Im Gegensatz zum Hauptlager könnten im Pilotlager nach Ablauf gewisser Fristen auch **zerstörende Untersuchungen** vorgenommen werden, um genauere Erkenntnisse über Einrichtungen des Endlagersystems zu gewinnen.
- Es ist denkbar, dass das Pilotlager über eine weitere Zeit offen gehalten wird und dessen **Verschluss später als beim Hauptlager** erfolgt.
- Im Pilotlager werden **Überwachung und Kontrolle der Anlage** und des Nahfeldes konzipiert und umgesetzt.