



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Rückblick auf EKRA, gesetzliche und regulatorische Vorgaben zur Rückholung radioaktiver Abfälle

Informationsveranstaltung Stadel, 5. September 2023

Felix Altorfer
ENSI



Rückholung International

IAEA-TECDOC-1187

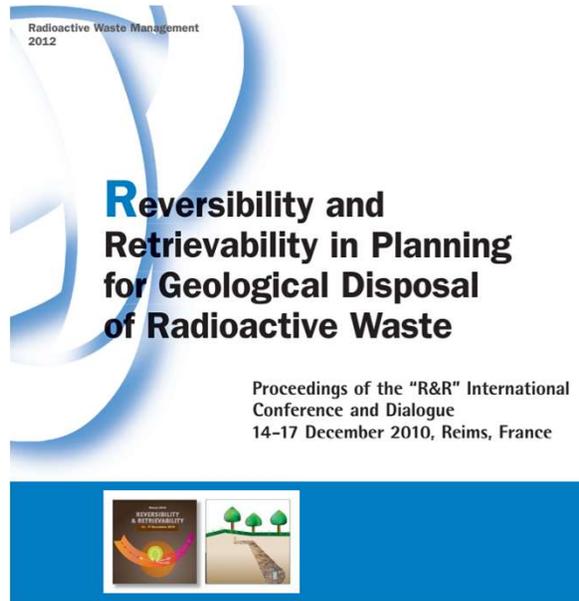
Retrievability of high level waste and spent nuclear fuel

Proceedings of an international seminar organized by the Swedish National Council for Nuclear Waste in co-operation with the International Atomic Energy Agency And held in Saltsjöbaden, Sweden, 24–27 October 1999

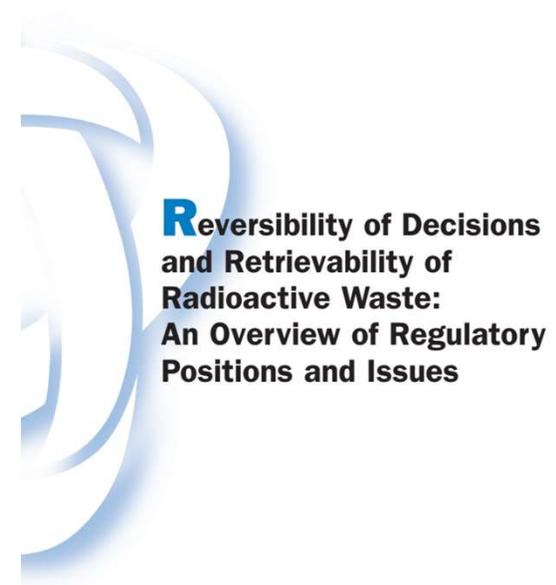


INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY IAEA

December 2000



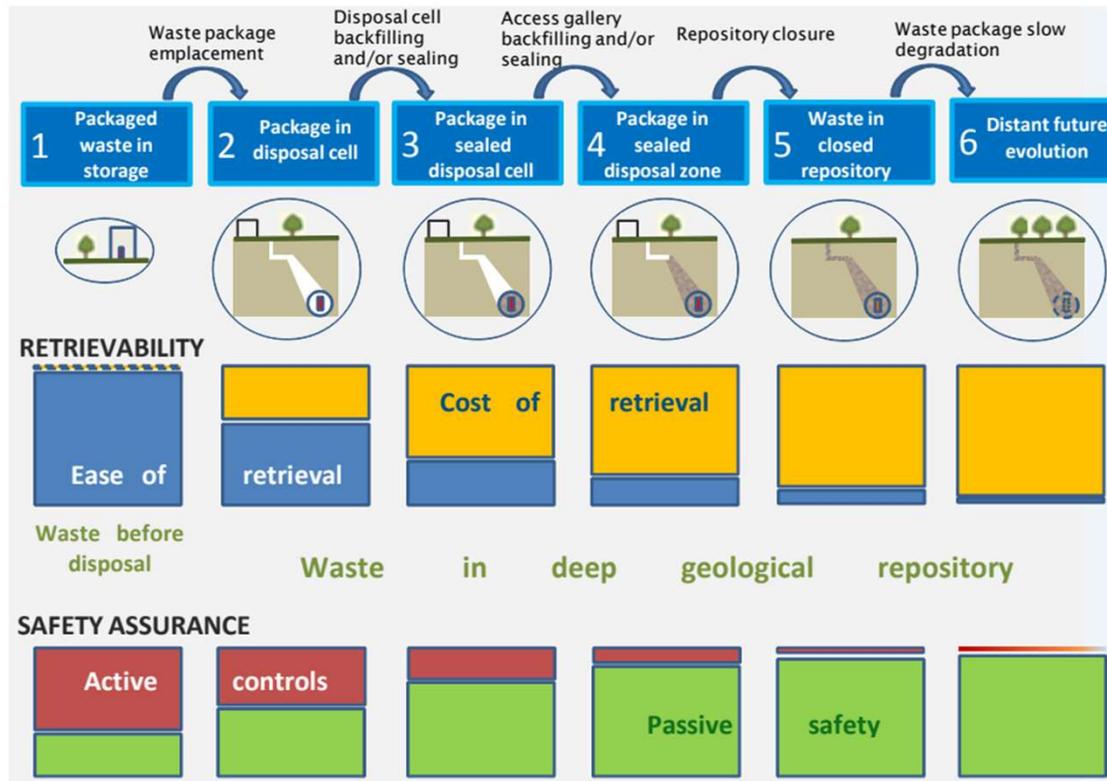
Radioactive Waste Management
NEA/RWM/R(2015)1
February 2015
www.oecd-nea.org





Rückholung International

Figure 1: The R-scale indicating retrievability stages; relative ease and cost; safety assurance





Rückblick EKRA (2000)

[EKRA-Bericht](#)

- *Auftrag Juni 1999*
- – Aktive und passive Sicherheit
- – Überwachung und Kontrolle
- – Rückholbarkeit

Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA)

Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle

Schlussbericht

Walter Wildi (Vorsitz)
Detlef Appel
Marcos Buser
François Dermange
Anne Eckhardt
Peter Hufschmied
Hans-Rudolf Keusen
Michael Aebersold (Sekretariat)

Im Auftrag des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

31. Januar 2000

© Der Bericht kann unter Quellenangabe zitiert und auszugsweise reproduziert werden
Information: wildi@sc2a.unige.ch, michael.aebersold@bfe.admin.ch



Rückblick EKRA (2000)

EKRA-Bericht

- Sicherheit von Mensch und Umwelt (höchste Priorität)
- Handlungsspielraum für alle betroffenen Generationen und Gerechtigkeit zwischen Bevölkerungsschichten, -gruppen und Generationen
- Einhaltung des Verursacherprinzips
- Akzeptanz

Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA)

Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle

Schlussbericht

Walter Wildi (Vorsitz)
Detlef Appel
Marcos Buser
François Dermange
Anne Eckhardt
Peter Hufschmied
Hans-Rudolf Keusen
Michael Aebersold (Sekretariat)

Im Auftrag des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

31. Januar 2000

© Der Bericht kann unter Quellenangabe zitiert und auszugsweise reproduziert werden
Information: wildi@sc2a.unige.ch, michael.aebersold@bfe.admin.ch



Rückblick EKRA (2000)

EKRA-Bericht

Aus verschiedenen Gründen kann es wünschbar oder notwendig sein, eingelagerte Abfälle zurückzuholen:

- **Sicherheit:** Störfall oder ungenügendes Verhalten, so dass beispielsweise die Behörden keine Genehmigung für den Verschluss erteilen
- **Testbetrieb:** Rückholung aus einem Testlager, Teilvalidierung von Modellen
- **Abfallbehandlung:** Wiederverwendung von Ressourcen, Abtrennung und Transmutation, neue Verfestigungstechnologie
- **Neues Lager:** Implementieren eines neuen bzw. "verbesserten" Lagerkonzepts, internationale Lösung
- **Andere Nutzung des Untergrunds:** Rohstoff, Tunnelbau etc



Rückblick EKRA (2000)

EKRA-Bericht (*Schlussfolgerungen*)

- Die **gesellschaftlichen Forderungen** an die Abfalllagerung orientieren sich am Prinzip der Reversibilität.
- Die EKRA hat daher das Konzept der kontrollierten geologischen Langzeitlagerung entwickelt, welches die Endlagerung mit der Möglichkeit der Reversibilität verbindet.
- Es sieht zusätzlich zum eigentlichen Abfalllager – oder Hauptlager – die Errichtung eines Testlagers und eines Pilotlagers vor, ferner eine der geologischen Endlagerung vorgeschaltete Phase der Beobachtung und erleichterten Rückholung der Abfälle.



Kernenergiegesetz (KEG, 2003)

Art. 31: Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist verpflichtet, die aus der Anlage stammenden radioaktiven Abfälle **auf eigene Kosten sicher zu entsorgen**. Zur Entsorgungspflicht gehören auch die notwendigen Vorbereitungsarbeiten wie Forschung und erdwissenschaftliche Untersuchungen sowie **die rechtzeitige Bereitstellung eines geologischen Tiefenlagers**.

Die Entsorgungspflicht ist erfüllt, wenn die Abfälle in ein geologisches Tiefenlager verbracht worden sind und die finanziellen Mittel für die Beobachtungsphase und den allfälligen Verschluss sichergestellt sind.

Art. 37: Für geologische Tiefenlager wird die Betriebsbewilligung erteilt, wenn **die Rückholung der radioaktiven Abfälle bis zu einem allfälligen Verschluss** ohne grossen Aufwand möglich ist.



Kernenergieverordnung (KEV, 2004)

Art. 11: 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.

Art. 65: Vor Inbetriebnahme des Tiefenlagers sind die sicherheitsrelevanten Techniken zu erproben und deren Funktionstüchtigkeit nachzuweisen. Das betrifft insbesondere die Technik zur Rückholung von Abfallgebinden.

Art. 67: Der Eigentümer eines geologischen Tiefenlagers hat die Verfüllung so vorzunehmen, dass die Langzeitsicherheit gewährleistet und eine Rückholung der Abfälle ohne grossen Aufwand möglich ist.



Bundesrat zur Rückholung: Finanzen (I)

«Nach ordnungsgemäsem Verschluss oder nach Ablauf der Überwachungsfrist stellt der Bundesrat fest, dass das Lager nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung untersteht. Die Verantwortung geht erst mit dieser Feststellung des Bundesrats an den Staat über. Diese Übernahme der Verantwortung entspricht internationalem Konsens.»

[Stellungnahme Bundesrat vom 16.02.2011 zur Motion 10.4033](#)



Bundesrat zur Rückholung: Finanzen (II)

«Die Rückholbarkeit ist Teil des Konzeptes geologische Tiefenlager, eine Rückholung der Abfälle nach dem Verschluss ist jedoch nicht vorgesehen und muss deshalb von den Abfallverursachenden nicht vorfinanziert werden..»

[Antwort Bundesrat vom 3.11.2010 zur Anfrage 10.1078](#)



Entsorgungsnachweis (2003)



TECHNISCHER BERICHT 02-02

Projekt Opalinuston

Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers

Entsorgungsnachweis für abgebrannte
Brennelemente, verglaste hochaktive
sowie langlebige mittelaktive Abfälle

Dezember 2002

9.3 Rückholung von BE-Behältern

Zur Rückholung der BE-Behälter sind verschiedene Lösungsmöglichkeiten untersucht, und ein Vorschlag ist vertiefter bearbeitet worden. Dieser wird nachstehend erläutert und dargestellt (Fig. 9.1). Die Lösung stützt sich auf konkrete, heute verfügbare Technologie.

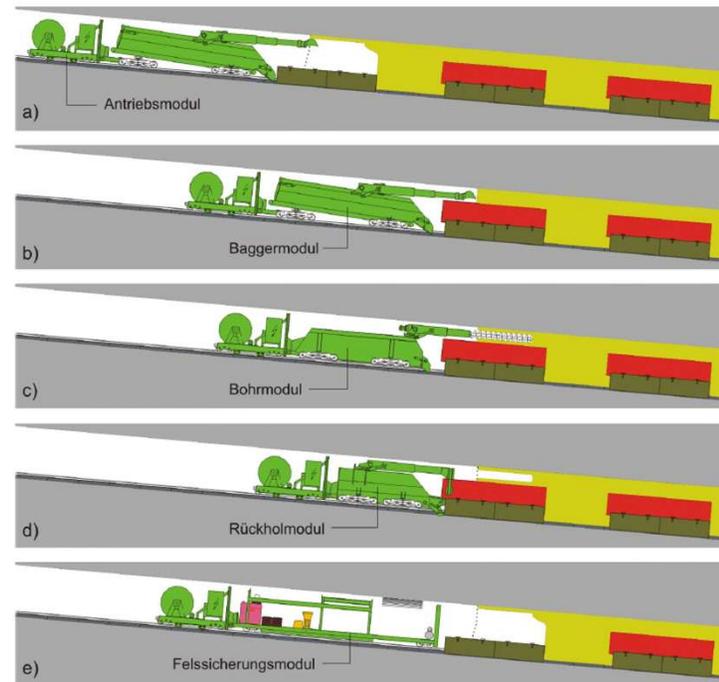


Fig. 9.1 Rückholung von BE-Behältern – Geräte und Arbeitsablauf (schematisch)



HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis (2005)

Kap. 3.4 Rückholbarkeit der Abfälle ([HSK 35/99](#))

«Die HSK beurteilt die Rückholung der BE-Behälter grundsätzlich als technisch machbar. Das skizzierte Konzept weist in den Augen der HSK einige offene Punkte auf, welche die Machbarkeit aber nicht in Frage stellen.»

- *Handhabung der zurückgeholten Behälter?*
- *Erhöhte Temperaturen bei der Rückholung?*
- *Schienen im Einlagerungsstollen sinnvoll?*
- *Felssicherung im Einlagerungsstollen?*



HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis (2005)

Kap. 3.4 Rückholbarkeit der Abfälle ([HSK 35/99](#))

«Die Detailausführungen zur Rückholung der Abfälle müssen, falls das Projekt weitergeführt wird, im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch noch genauer erarbeitet werden und dabei auch die verschiedenen möglichen Szenarien, die zum Entscheid eines Rückholens der Abfälle führen könnten, aufzeigen.»



HSK-Gutachten zum Entsorgungsnachweis (2005)

Kap. 3.4 Rückholbarkeit der Abfälle ([HSK 35/99](#))

«Auch aus einem gänzlich verschlossenen Tiefenlager könnten im Bedarfsfall die eingelagerten Abfälle zurückgeholt werden. Hierzu müssten allerdings die Zugangsbauwerke wieder geöffnet oder neue erstellt werden. Das ist aus heutiger Sicht machbar, aber aufwändig.»



ENSI-Vorgaben zur Rückholung

Richtlinie ENSI-G03 «Geologische Tiefenlager», 7.4.1. b):

«Eine Rückholung oder Teilrückholung der Abfälle ist vorzunehmen, falls während der Betriebsphase der Sicherheitsnachweis nicht mehr erbracht werden kann und eine wirksame Instandsetzung der Sicherheitsbarrieren nicht möglich ist.»



ENSI-Vorgaben zur Rückholung

[Erläuterungsbericht zur Richtlinie ENSI-G03 «Tiefenlager»](#)

«Fall könnte zum Beispiel aufgrund der Folgen eines Störfalls während der Betriebsphase oder durch ein unerwartetes Versagen des Barrierensystems während der Beobachtungsphase eintreten.

Dabei soll die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass ein Sicherheitsnachweis auch gestützt auf betriebliche Massnahmen (z. B. durch Umlagerung von Abfällen innerhalb des Lagers) wieder erbracht werden kann .»



TFS-Frage 65 zur Rückholung

Technisches Forum Sicherheit

Frage 65: Warum ist die Rückholung nach Verschluss im Konzept der Nagra nicht vorgesehen?

Die Rückholung ist ein zentrales Sicherheitsthema. Wenn das Lager zum Beispiel undicht wird, müssen die Abfälle geborgen werden können, sonst droht eine massive Verseuchung der Umwelt. Eine Rückholung muss jederzeit – auch nach dem Verschluss des Lagers – gewährleistet sein. Eine Rückholung kann auch erwünscht sein, wenn sich für die Abfälle eine bessere Lösung findet.

Die Nagra hat ein Konzept für die Rückholung vor dem Verschluss des Lagers auf lediglich drei Seiten im Entsorgungsnachweis beschrieben. Basis sind Zeichnungen von Science-Fiction-Robotern, Technologien, die erst erfunden werden müssen und nicht erprobt sind.

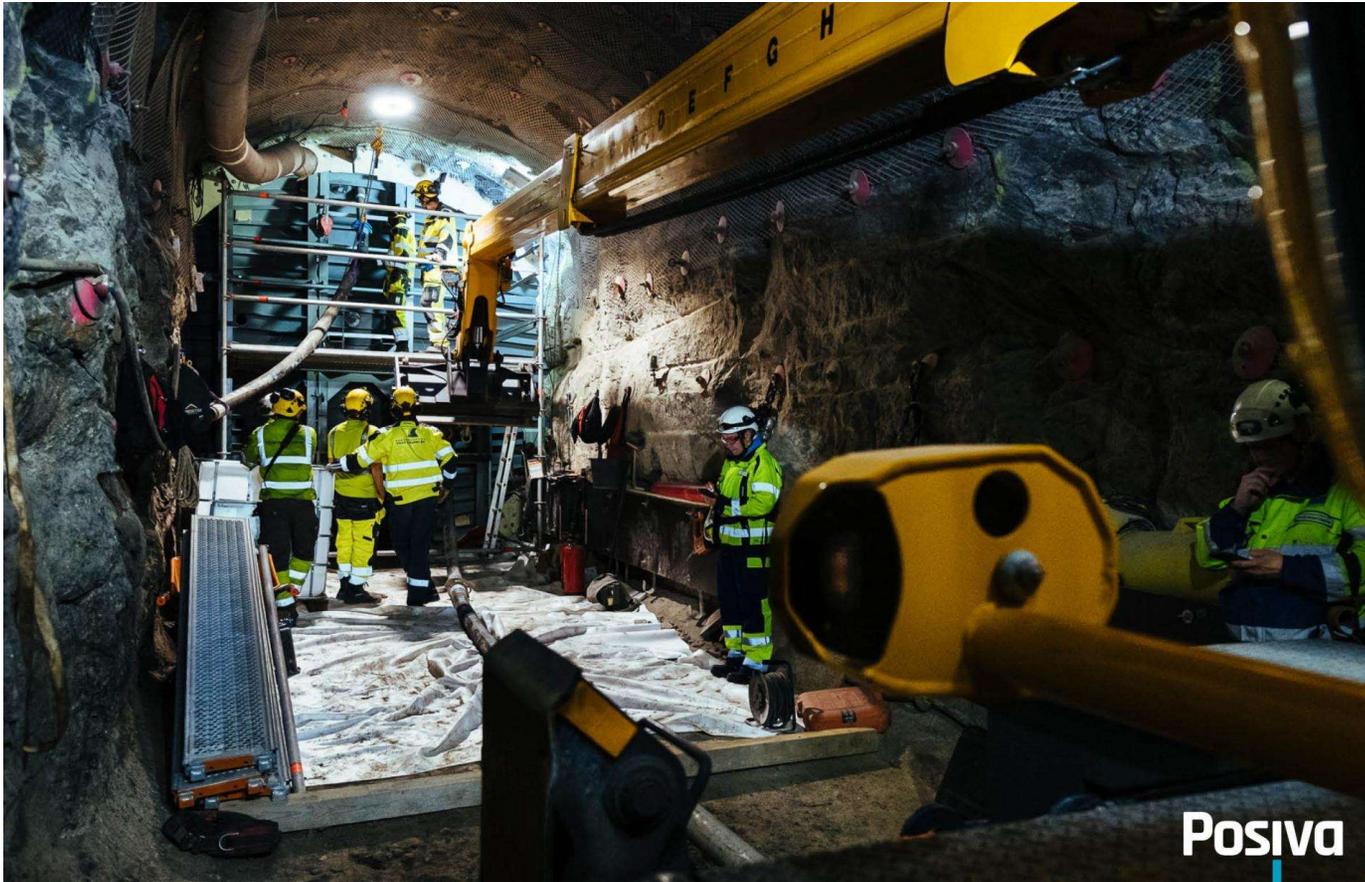
Für die Rückholung nach der Betriebsphase (bzw. nach dem Verschluss des Tiefenlagers) existiert nicht einmal ein Konzept. Das hat den einfachen Grund, dass das Lager nach dem Verschluss in den Besitz des Bundes übergeht (gemäss Kernenergiegesetz) und die Abfallverursacher damit keine Haftung mehr tragen.

Die Finanzierung einer allfälligen Rückholung nach dem Verschluss des Lagers ist nicht gesichert, die Rückholung kommt in der Kostenstudie nicht vor (siehe [TFS-Frage 72](#)). Gemäss Kernenergiegesetz haften die Verursacher, bis das Lager in Besitz des Bundes übergeht. Es ist allerdings nicht klar, ob diese in der Lage wären, die unter Umständen enormen Kosten einer Rückholung zu tragen. Das könnte den Steuerzahler teuer zu stehen kommen.

Thema	Kernenergiegesetzgebung	Bereich	Geologische Tiefenlager
Eingegangen am	9. Februar 2012	Fragende Instanz	SES Bürgermeister Laufenburg (D)
Status	beantwortet		
Beantwortet am	17. Juni 2014	Beantwortet von	ENSI, BFE



Rückholung: Beispiel Finnland



Informationsveranstaltung Stadel «Rückholung» | 5. September 2023 | Felix Altorfer, ENSI



Rückholung: Beispiel Finnland

Angaben Betreiber Posiva

Vor dem Übergang zur Betriebsphase wird Posiva im Jahr 2023 einen Testlauf für die Endlagerung (TRFD) durchführen.

- Die abgebrannten Brennelement-Attrappen werden vom Zwischenlager zur Verpackungsanlage transportiert
- Die Kupferkanister werden mit Kernbrennstoff-Attrappen beladen und anschliessend verschweisst
- Die gefüllten Kanister werden in den Endlagerbereich transportiert
- Verfüllung und Kanister werden in die Einlagerungslöcher eingesetzt
- Der Demonstrationstunnel wird verfüllt und mit einem Siegel verschlossen
- Ein "beschädigter" Kanister wird hochgezogen, die Behebung des Schadens und die Rückkehr zum Normalbetrieb werden getestet.



Rückholung: Beispiel Finnland

Angaben Betreiber Posiva

- In Finnland wird jedoch eine Hintertür für den technologischen Fortschritt offen gelassen: Abgebrannte Brennelemente müssen aus dem Endlager zurückgeholt werden können, wenn eine neue Behandlungsmethode für sie erfunden wird.
- Dies ist am einfachsten innerhalb der nächsten 100 Jahre möglich, während die Produktionsphase der Endlagerung noch läuft.
- Nach Ablauf dieses Zeitraums wird die Anlage endgültig geschlossen, und danach wird die Rückholung der Behälter aus dem Endlager schwieriger sein.
- Im Hinblick auf diese Phase wurde beispielsweise geprüft, welche Methoden angewandt werden können, um gequollenes Bentonit aus der Umgebung eines Behälters zu entfernen.



Fazit: Rückholung

- Rückholung muss vor Ort im Tiefenlager nachgewiesen werden, **bevor** die Einlagerung von radioaktiven Abfällen beginnt.
- Langjährige Erfahrungen mit Einlagerung von radioaktiven Abfällen werden vorhanden sein, wenn in der Schweiz 2060 die Einlagerung abgebrannter Brennelemente beginnen wird
- Auch nach Verschluss eines Tiefenlagers ist es möglich, Abfälle zurückzuholen. Bergwerkstechniken sind vorhanden und erprobt.

