



TECHNISCHER BERICHT 24-04

Rahmenbewilligungsgesuch für das
geologische Tiefenlager -
Sicherungsbericht

Mai 2025



TECHNISCHER BERICHT 24-04

Rahmenbewilligungsgesuch für das
geologische Tiefenlager -
Sicherungsbericht

Mai 2025

Die Unterlagen zum Rahmenbewilligungsgesuch für ein geologisches Tiefenlager (RBG gTL) finden Sie digital auf drbg.ch.

Fragen an die Nagra, die sich aus der Begutachtung des RBG gTL ergeben, werden im Nagra Arbeitsbericht NAB 26-01 sowie auf drbg.ch beantwortet.

ISSN 1015-2636

Copyright © 2025 by Nagra, Wettingen (Schweiz) / Alle Rechte vorbehalten. Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Nagra unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen und Programmen, für Mikroverfilmungen, Vervielfältigungen usw.

Zweck des Berichts

Die Nagra beantragt eine Rahmenbewilligung für ein geologisches Tiefenlager mit der Oberflächenanlage am Standort Haberstal (Gemeinde Stadel, Kanton Zürich). Das vorliegende Dokument ist der gemäss Art. 23 KEV erforderliche Sicherheitsbericht.

Zusammenfassung

Das geologische Tiefenlager ist nach den Vorgaben der Kernenergiegesetzgebung zu sichern. Es steht zudem unter Safeguards.

Der Sicherheitsbericht bewertet den Standort, formuliert ein Sicherheitskonzept und trifft Aussagen zu Safeguards. Er zeigt:

- Der Standort ist geeignet.
Lage, Erschliessung, Siedlungsdichte und Nachbarschaft sind für die Sicherung vorteilhaft.
- Das geologische Tiefenlager kann am Standort zuverlässig gesichert werden.
Das Sicherheitskonzept des Tiefenlagers basiert auf einer in die Tiefe gestaffelten Abwehr mit bewährten Sicherungsmassnahmen.
- Safeguards sind umsetzbar.
International entwickelte Safeguardskonzepte für geologische Tiefenlager lassen sich umsetzen.

Sicherung und Safeguards werden für Bau- und Betriebsgesuch weiterentwickelt.

Abstract

The deep geological repository must be secured as specified in the nuclear energy legislation. The repository must also comply with nuclear safeguards agreements.

The security report evaluates the site, defines a security concept and provides information on safeguards measures. It demonstrates that:

- The site is suitable.
The location, access, population density and surroundings are advantageous with regard to securing the repository.
- The deep geological repository can be reliably secured at the site.
The security concept for the deep geological repository is based on a staged defence in depth using proven security measures.
- Safeguards can be implemented.
Internationally developed safeguards concepts for deep geological repositories can be implemented.

Security and safeguards will be further developed for the construction and operating licence applications.

Résumé

Le dépôt en couches géologiques profondes doit être sécurisé selon les dispositions de la loi sur l'énergie nucléaire. Il est également soumis aux dispositions Safeguards.

Le rapport de sécurité évalue le site, formule un concept de sécurité et se prononce sur les dispositions Safeguards. Il montre que:

- le site est approprié.
La situation, l'accès, la densité de l'habitat et le voisinage sont avantageux pour la sécurité.
- le dépôt en couches géologiques profondes peut être sécurisé de manière fiable sur le site.
Le concept de sécurité du dépôt en couches géologiques profondes est basé sur un système de défense en profondeur échelonné, avec des mesures de sécurité éprouvées.
- les dispositions Safeguards peuvent être mises en œuvre.
Les concepts Safeguards développés au niveau international pour les dépôts en couches géologiques profondes peuvent être mis en œuvre.

La sécurité et les dispositions Safeguards seront encore développées pour les demandes d'autorisation de construction et d'exploitation.

Inhaltsverzeichnis

Zweck des Berichts	I
Zusammenfassung	I
Abstract	I
Résumé	II
Inhaltsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Gesetzliche Grundlagen und Anforderungen an die Anlagensicherung	3
2.1 Rechtliche Grundlagen	3
2.2 Schutzziele und Gefährdungsannahmen	3
3 Exemplarische Umsetzung der Sicherung am Standort des gTL	5
3.1 Beschreibung der exemplarischen Umsetzung des Vorhabens	5
3.2 Beschreibung des Standorts für die Sicherung	9
3.3 Sicherungsmassnahmen	9
3.4 Standortbewertung	13
4 Safeguardsmassnahmen	15
5 Literaturverzeichnis	17
Anhang A Safeguardsmassnahmen	A-1
A.1 Umsetzungsvorgaben in der Schweiz	A-1
A.2 Umsetzungsskizze für das geologische Tiefenlager	A-2
Figurenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI

1 Einleitung

Das geologische Tiefenlager (gTL) bezweckt die Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Es ist ein Kombilager für schwach- und mittelaktive (SMA¹) sowie für hochaktive Abfälle (HAA). Die endlagerfähig verpackten Abfälle werden in der Oberflächenanlage angenommen und über die Bereitstellungshalle zur Einlagerung in die untertägigen Lagerfelder gebracht. Das gTL hat aufgrund des Aktivitätsinventars der HAA sowie deren vorgesehener Handhabung eine sicherungsmässige Relevanz (Kategorie II gem. Anhang 2 Abs. 2 KEV 2004).

Der Sicherheitsbericht berücksichtigt die «Präzisierungen der sicherheitstechnischen Vorgaben für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager» des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI 2018). Abgeleitet davon, orientiert sich sein Inhalt an den Vorgaben des Kap. 6.2 der Richtlinie ENSI-G09 (ENSI 2022). Anhand einer exemplarischen Umsetzung des gTL wird gezeigt, dass der Standort geeignet ist und mit entsprechenden Massnahmen zuverlässig gesichert werden kann. Eine detaillierte Beschreibung des Projekts und der vorgesehenen Sicherungsmassnahmen erfolgt im weiteren Bewilligungsverfahren gemäss Kernenergiegesetzgebung. Dafür werden dann zumal Planungen und Dokumente ausgearbeitet, die der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Aufgrund der thematischen Nähe und der inhaltlichen Überschneidung sind dem Sicherheitsbericht zudem Ausführungen zu Safeguards angefügt.

¹ Hierzu gehören auch alphanotoxische Abfälle (ATA), die aus Sicht Sicherung und Safeguards wie HAA zu behandeln sind. Aufgrund ihrer geringen Menge werden sie in diesem Bericht nicht separat angesprochen, sondern sind in der verwendeten Abkürzung HAA eingeschlossen.

2 Gesetzliche Grundlagen und Anforderungen an die Anlagensicherung

2.1 Rechtliche Grundlagen

Art. 4 KEG (2004) legt die Grundsätze für die Nutzung der Kernenergie fest. So sind Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen zu schützen, und es muss insbesondere Vorsorge getroffen werden, dass es zu keiner unzulässigen Freisetzung radioaktiver Stoffe kommt. In der Auslegung und beim Bau von Kernanlagen sind entsprechende Schutz- und Sicherungsmassnahmen für den Betrieb nach international anerkannten Grundsätzen zu treffen. Diese sind, soweit erforderlich, zu klassifizieren (Art. 5 KEG).

Art. 9 KEV enthält die Anforderungen an die Sicherung. Der Schutz von Kernanlagen und Kernmaterialien vor Sabotage, gewaltsamen Einwirkungen oder Entwendung muss auf einer in die Tiefe gestaffelten Abwehr beruhen, welche ein Zonen-/Schrankenkonzept sowie bauliche, technische, organisatorische, personelle und administrative Massnahmen beinhaltet. Die Grundsätze für die dabei vorgesehenen abgestuften Sicherungszonen und -schranken sind in Anhang 2 KEV definiert (vgl. Kap. 3.3.1). Weiter gelten die folgenden gesetzlichen Bestimmungen:

- Verordnung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien (UVEK 2008)
- Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK 2006)
- Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK 2006)
- Verordnung über die Personensicherheitsprüfungen (VPSP 2023)

Das ENSI hat die geltenden Gesetze und Verordnungen zudem in klassifizierten Richtlinien präzisiert, welche auch die massgebenden Annahmen beinhalten.

2.2 Schutzziele und Gefährdungsannahmen

Das UVEK hat gemäss Art. 9 Abs. 3 KEV die Grundsätze für die Gefährdungsannahmen und für die baulichen, technischen, organisatorischen, personellen und administrativen Anforderungen an Sicherungsmassnahmen in einer Verordnung festgelegt (UVEK 2008). Die dabei zu erreichenden Schutzziele sind wie folgt definiert (Art. 2 UVEK 2008):

- Schutz der Kernanlagen vor unbefugter Einwirkung
- Schutz der Kernmaterialien vor Entwendung und unbefugter Einwirkung
- Schutz von Mensch und Umwelt vor radiologischer Schädigung, verursacht durch unbefugte Einwirkung

Als Grundlage und Massstab für die Konzipierung und Auslegung der Sicherung dienen Gefährdungsannahmen. Sie beruhen insbesondere auf (Art. 3 Abs. 2 UVEK 2008):

- dem weltweiten Terrorismus und gewalttätigen Extremismus
- der spezifischen Bedrohungslage in der Schweiz
- dem Gefährdungspotential der zu schützenden Objekte
- dem Stand der Angriffstechnik
- dem möglichen Täterverhalten

Die massgebenden Annahmen werden durch die Aufsichtsbehörde geregelt und in einer geheimen Richtlinie festgelegt (Art. 3 Abs. 3 UVEK 2008). Die grossräumige Gefährdungssituation über die Schweiz ist damit abdeckend berücksichtigt.

3 Exemplarische Umsetzung der Sicherung am Standort des gTL

Die genannten Anforderungen an die Sicherung werden durch die Umsetzung von konkreten Sicherungsmassnahmen erfüllt, wie im Folgenden konzeptionell anhand der exemplarischen Umsetzung des Vorhabens beschrieben. Konkrete Festlegungen sowohl hinsichtlich Anzahl, Auslegung und Platzierung der Bauten als auch der genauen Sicherungsmassnahmen folgen im späteren Bewilligungsverfahren.

Die Beschreibungen beziehen sich vorwiegend auf die nach heutigem Stand 15-jährige Einlagerungsphase HAA. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Sicherungsrelevanz auf diesen Zeitraum beschränkt, da zuvor im gTL keine HAA gehandhabt werden und im Anschluss die HAA mit der unmittelbaren Versiegelung der Lagerstollen ohne weitere Sicherungsmassnahmen als gesichert gelten.

3.1 Beschreibung der exemplarischen Umsetzung des Vorhabens

Die Gesamtanlage des gTL setzt sich aus Oberflächenanlage (OFA) und Untertaganlage (UTA) zusammen, die mittels Zugangsbauwerken (Schächte / Rampe) miteinander verbunden sind. Fig. 3-1 zeigt die derzeitige Planung der exemplarischen Umsetzung der Gesamtanlage, welche dem vorliegenden Sicherheitsbericht zugrunde liegt.

Die OFA stellt alle für Bau, Einlagerung, Beobachtung, Rückbau und Verschluss des gTL notwendigen Bauten und Anlagen zur Verfügung. Sie umfasst zunächst Bauten und Anlagen, in welchen die radioaktiven Abfälle gehandhabt werden. Für die Sicherung sind hierbei jene für HAA relevant (blau hervorgehoben in Fig. 3-1). Von der externen Verpackung werden die verschlossenen HAA in Endlagerbehältern (ELB) in Transportbehältern (TB) angeliefert. Diese werden auf der OFA in Empfang genommen, für die Förderung nach untertag vorbereitet und via Einlagerungsschacht² und Betriebstunnel HAA zu den HAA-Lagerstollen gebracht, um dort eingelagert zu werden. Das «Entpacken» der ELB aus den TB erfolgt untertag im Umladebereich, direkt vor dem Einbringen in die Lagerstollen. Die Lagerstollen werden unmittelbar vor der Einlagerung gebaut und nach vollständiger Einlagerung umgehend versiegelt. Weiterhin werden konventionelle Bauten und Anlagen benötigt, um Material und Personen von und zur UTA zu befördern und den Betrieb zu gewährleisten (z. B. Lüftung, Energieversorgung, Kälteversorgung etc.). Diese Bauten und Räumlichkeiten sind nicht sicherungsrelevant.

Weitere Ausführungen zu Anlage und Betrieb des gTL findet sich im Sicherheitsbericht (Nagra 2025).

² Die exemplarische Umsetzung der Untertaganlage setzt Schächte als Zugangsbauwerke um, die nur mit Schachtförderanlagen befahrbar sind. Damit ist der Zutritt wirksam kontrolliert und gesichert.

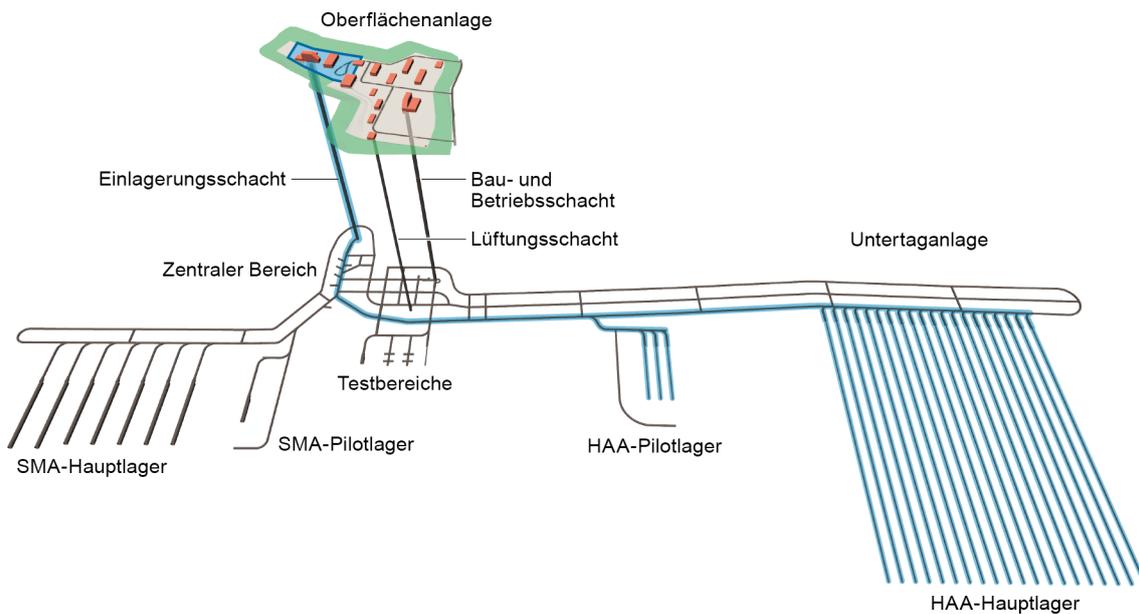


Fig. 3-1: Exemplarische Umsetzung der Gesamtanlage des geologischen Tiefenlagers mit OFA und UTA; Blickrichtung ist Norden

Blau hervorgehoben der Teil, in dem HAA gehandhabt werden.

OFA: Vorne auf dem Bau- und Betriebsareal die Schachtkopfanlagen von Lüftungs- und Bau- & Betriebsschacht, hinten links das Sicherheitsareal (blau unterlegt) mit Bereitstellungshalle und Einlagerungsschacht

UTA: Die Lagerfelder für SMA sind links, jene für HAA rechts angeordnet. Sie bestehen jeweils aus Haupt- und Pilotlager. In der Mitte befindet sich der Zentrale Bereich mit den Testbereichen. Die UTA ist ausschliesslich von der OFA zugänglich.

Die exemplarische Umsetzung des gTL umfasst damit folgende sicherungsrelevanten Bauten und Räumlichkeiten:

OFA (vgl. Fig. 3-1, für Details auch Fig. 3-3):

- Eingangsbereich Sicherheitsareal gTL; mit Empfang, Personen- und Warenkontrolle etc.
- Bereitstellungshalle
- Einlagerungsschachtkopfgebäude³, inkl. Nebengebäude; für das Einbringen von ELB mit HAA in TB und von Verfüllmaterial sowie für den Rücktransport von leeren TB und als Personenzugang zur UTA
- Eingangsbereich UTA; mit Zonengarderobe und radiologischer Kontrolle
- Zugang von Aufbereitungsanlage Verfüllung und Versiegelung; mit Warenkontrolle
- Räume der Betriebswache; Loge / Empfang, Sicherheitszentrale etc.

³ Alternativ kann eine Rampe als Einlagerungszugang gebaut werden (vgl. Sicherheitsbericht (Nagra 2025)), in diesem Fall ist das Rampenzufahrtsgebäude zu sichern.

UTA (vgl. Fig. 3-1):

- Einlagerungsschacht³; für die Einbringung von ELB in TB und von Verfüllmaterial sowie für den Rücktransport von leeren TB; Personenförderung
- Betriebstunnel HAA; als Transportweg für die Einbringung von ELB in TB und von Verfüllungsmaterial sowie für den Rücktransport von leeren TB und als Personenförderungs-
weg
- Pilotlagerstollen HAA, inkl. Umladebereich
- Lagerstollen HAA, inkl. Umladebereich

Die Sicherung des sicherungsrelevanten Teils der UTA wird sachgerecht dem Baufortschritt der Lagerstollen folgend umgesetzt. Je nach zukünftigem Bau- und Sicherungskonzept sind gegebenenfalls auch das Bau- und Betriebsschachtkopfgebäude, das Lüftungsschachtkopfgebäude sowie die zugehörigen Schächte als sicherungsrelevant zu betrachten.

Alle Bauten der OFA des gTL werden auf dem Projektperimeter erstellt und betrieben. Dieser befindet sich am Standort Haberstal, in der Gemeinde Stadel, im Kanton Zürich (vgl. Fig. 3-2).

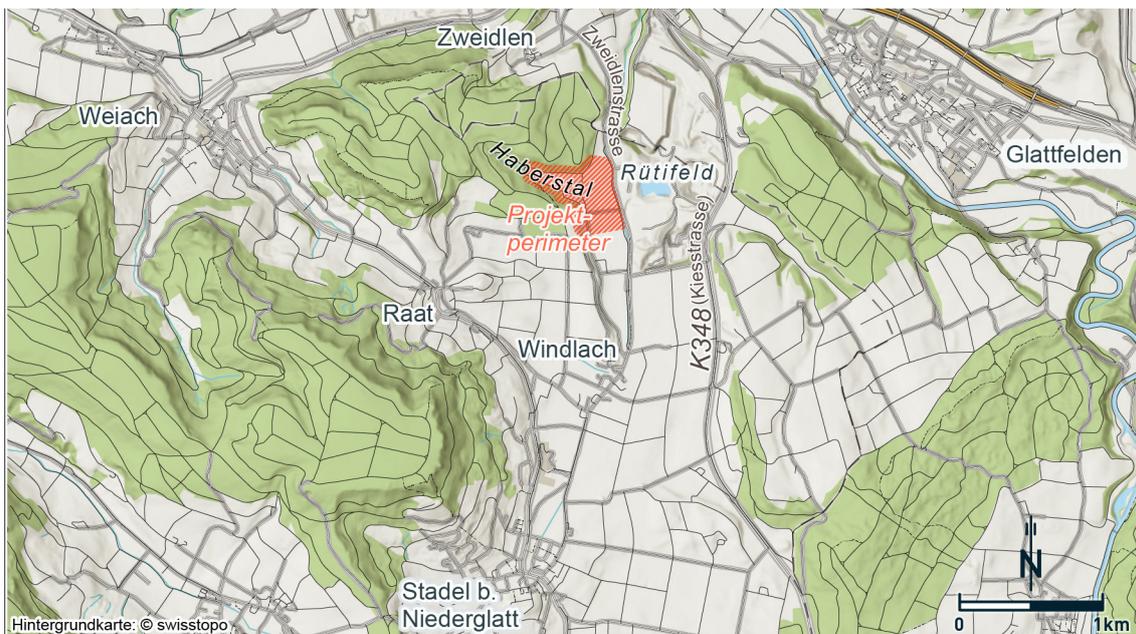


Fig. 3-2: Topografische Karte des Standorts des geologischen Tiefenlagers und seiner Umgebung mit dem Projektperimeter der OFA, Massstab ~1:25'000

Der Projektperimeter wird in Anlagenperimeter und Eingliederungssaum unterteilt. Fig. 3-3 zeigt die exemplarische Umsetzung des Vorhabens auf den genannten Teilperimetern. Die sicherungsrelevanten Bauten und Räumlichkeiten der OFA (siehe oben, Nr. 1, 2 und 5 in Fig. 3-3) sind auf einem mit Sicherungsperrimeter gesicherten Sicherungsareal im westlichen Teil des Anlagenperimeters angeordnet. Die konventionellen – nicht sicherungsrelevanten – Bauten und Anlagen werden im östlichen Teil des Anlagenperimeters platziert. Im Eingliederungssaum (Nr. 9 in Fig. 3-3) werden Massnahmen für die Sicherheit des Anlagenperimeters (z. B. Waldbrand, Windwurf) und die Landschaftseingliederung umgesetzt.



Fig. 3-3: Exemplarische Anordnung der wichtigsten Bauten (vgl. Art. 14 Abs. 2 KEG) mit übergeordnetem Zonen-/Schrankenkonzept zur Sicherung

Der Projektperimeter (Fig. 3-2) umfasst den Anlagenperimeter (rot umrandet) und den Eingliederungssaum (9)

3.2 Beschreibung des Standorts für die Sicherung

Der Projektperimeter befindet sich im «Haberstal» in Windlach, in der Gemeinde Stadel, im «Zürcher Unterland» (Fig. 3-2). Östlich grenzt er an den Landschaftsteil «Rütifeld», welcher aktuell für Kiesgewinnung und -aufbereitung genutzt wird, südlich an landwirtschaftlich genutzte Gebiete. Das «Haberstal» wird dreiseitig von einem ausgedehnten Forst umschlossen.

Die Landschaft ist geprägt durch die ca. 1 km breite Talebene und die angrenzenden, meist bewaldeten Anhöhen und Hügel.

Das Terrain des Projektperimeters neigt sich in der Talebene leicht in Richtung Osten. Das «Haberstal» steigt im westlichen Teil des Anlagenperimeters um ca. 20 m in Richtung Westen an. Im angrenzenden Wald steigt das Gelände weiter mittelstark an (Höhendifferenz ca. 30 – 40 m, Steigung örtlich bis ca. 40 %). In der Falllinie des «Haberstal» fliesst heute ein eingedoltes kleines Rinnsal, dessen Umlegung vorgesehen ist.

Der Anlagenperimeter ist im Westen durch Hügel und Wälder abgeschirmt, insbesondere im «Haberstal». Von Osten ist der Anlagenperimeter von den umliegenden Terrainerhebungen einsehbar. Im Wald, unmittelbar angrenzend an den Anlagenperimeter, ist der Eingliederungsaum, bestehend aus einem Forst- und Waldweg entlang des Areals und einer Freihaltezone zur Sicherheit, z. B. gegen Waldbrand / Windwurf, vorgesehen (Fig. 3-3). Die Freihaltezone dient ebenso der Sicherung, indem die Umgebung einsehbar wird (Detektion - Kap. 3.3). Der Weg wird für Forstarbeiten mit entsprechenden Fahrzeugen genutzt. Für übrige motorisierte Fahrzeuge ist die Nutzung des Wegs verboten.

Die nächstgelegenen Ortschaften Windlach, Raat und Zweidlen sind rund 1 km vom Standort entfernt, grössere Orte wie Glattfelden oder Weiach sind rund 2.5 km entfernt (Fig. 3-2).

Die primäre Erschliessung erfolgt über die Kantonsstrasse zwischen Niederglatt und Glattfelden-West (K348, «Kiesstrasse») und über eine ca. 1 km lange Querstrasse zur «Zweidlenstrasse». Zweiter und dritter Erschliessungsweg sind über die Regionalstrasse von Windlach nach Zweidlen gewährleistet.

Die exemplarische Umsetzung sieht grundsätzlich mehrere Zufahrten ab der bestehenden «Zweidlenstrasse» vor⁴. Die vorgeschlagenen Zufahrtswege werden soweit unter Berücksichtigung betrieblicher Bedürfnisse möglich eingeschränkt, damit nur die notwendigen Fahrzeuge auf das Sicherungsareal gelangen (Risikominderung).

3.3 Sicherungsmassnahmen

Zur Einhaltung der in Kapitel 2.2 genannten Schutzziele sind Sicherungsmassnahmen erforderlich, die auf Grundlage der Gefährdungsannahmen (vgl. Kap. 2.2) konzipiert und ausgelegt werden. Die Sicherungsmassnahmen haben insbesondere zum Zweck (Art. 4 UVEK 2008):

- potenzielle Täter von unerlaubten Handlungen gegen Kernmaterialien oder Kernanlagen abzuhalten
- den kontrollierten Zutritt von Personen und Fahrzeugen zu Kernanlagen zu gewährleisten
- den Materialfluss in und aus den Sicherungszonen zu kontrollieren
- den unerlaubten Zutritt zu Sicherungszonen zu detektieren und zu verhindern
- gute Voraussetzungen für den Einsatz der Polizei zu schaffen

⁴ Notfallzufahrten werden über alternative – derzeit weniger ausgebaute – Wege sichergestellt. Diese werden bei Bedarf ertüchtigt, aber nicht voll ausgebaut.

Die exemplarische Umsetzung der Sicherungsmassnahmen für das gTL beruht grundsätzlich auf dem in Kapitel 2.1 beschriebenen Konzept der in die Tiefe gestaffelten Abwehr und dem dazugehörigen Zonen-/Schrankenkonzept sowie den baulichen, technischen, personellen, organisatorischen und administrativen Massnahmen.

3.3.1 Zonen-/Schrankenkonzept

Das Schema für das Zonen-/Schrankenkonzept der Sicherung findet sich in Anhang 2 KEV. Die verschiedenen Sicherungsschranken (vgl. Fig. 3-4) haben dabei folgende Funktionen:

- Der Durchfahrtschutz schützt vor Angriffen mit Fahrzeugen und erschwert den Transport von Angriffsmitteln in das Durchfahrtschutzareal bis zur Perimeterschranke.
- Die Perimeterschranke umschliesst das Sicherungsareal. Sie dient der Detektion von Angreifern, der Lokalisation des Angriffsorts und der Auslösung des Alarms.
- Die Sicherungsschranken D, C und B bieten einen von aussen nach innen zunehmenden räumlichen Widerstand. Sie schützen und umschliessen jeweils die Bereiche mit sicherheitsrelevanten Systemen und Ausrüstungen.

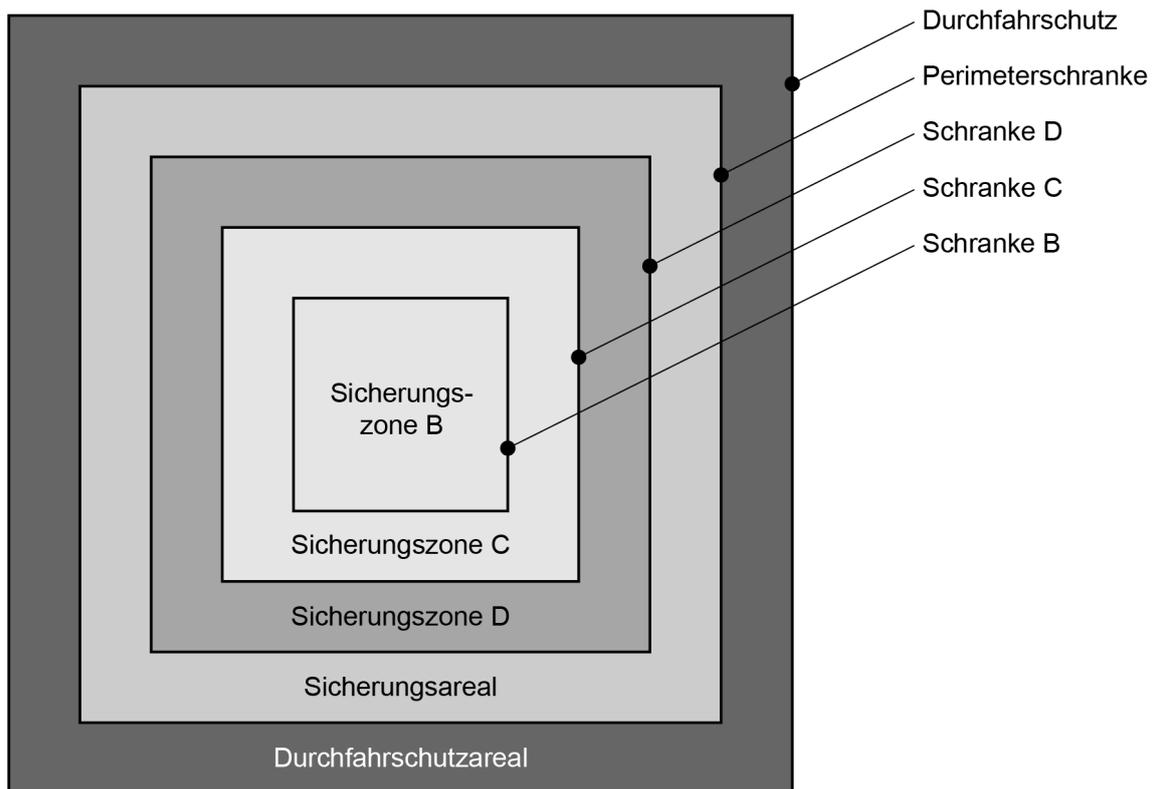


Fig. 3-4: Schematische Darstellung der Anordnung der für die Sicherung relevanten Zonen gemäss Anhang 2 KEV

Bei Zwischenlagern und geologischen Tiefenlagern entscheidet das ENSI, ob auf einzelne Sicherungsschranken verzichtet werden kann (Anhang 2 KEV). Dieser Entscheid kann erst im weiteren Verfahren, basierend auf detaillierteren objektspezifischen Angaben, gefällt werden.

Für die exemplarische Umsetzung wird die geforderte in die Tiefe gestaffelte Abwehr realisiert, indem die sicherungsrelevanten Bauten der OFA (vgl. Kap. 3.1) auf einem eigenständigen Sicherungsareal platziert werden (vgl. Fig. 3-3). Die weiteren nicht sicherungsrelevanten Bauten werden getrennt davon auf dem östlich vorgelagerten konventionellen Areal positioniert. Sollten auch das Lüftungs-, Bau- und/oder Betriebsschachtkopfgebäude (Nr. 7 und 8 in Fig. 3-3) sicherungsrelevant werden (vgl. Kap. 3.1), so ist das mit der Anordnung möglich. Das Sicherungsareal ist mit einem Sicherungsperimeter und einem Durchfahrtschutz umschlossen.

Die Zufahrt auf das Sicherungsareal des gTL erfolgt durch eine betriebsgerecht ausgelegte Fahrzeugschleuse (Nr. 3 in Fig. 3-3) über das vorgelagerte konventionelle Areal. Eine Notzufahrt im Bereich der südöstlichen Sicherungsarealecke (Nr. 4 in Fig. 3-3), oder je nach späterer Planung alternativ von der Waldseite her, wird als weitere Erschliessungsmöglichkeit vorgesehen.

Für den Transfer von Verfüll- und Versiegelungsmaterial (Nr. 6 in Fig. 3-3) wird zusätzlich ein unterirdischer Zugang auf das Sicherungsareal realisiert, welcher ebenfalls als Schleuse ausgebildet wird.

Der Zutritt auf das Sicherungsareal des gTL erfordert ein Zugangsgebäude (Nr. 5 in Fig. 3-3) mit Empfang, Anmeldung und kontrollierten Durchgängen (Personen- und Materialkontrolle).

Die Gebäudehüllen der sicherungsrelevanten OFA-Gebäude (Nr. 1, 2 und 5 in Fig. 3-3) werden als primäre Sicherungsschranken ausgebildet. Damit die betrieblichen Prozesse möglichst unbeeinträchtigt von der Sicherung ablaufen können, sind innerhalb der Gebäude möglichst wenig Sicherungsschranken vorgesehen. Eine entsprechende Detailplanung sowie die genaue Zuordnung der Sicherungszonen/-schranken bei den sicherungsrelevanten Bauten erfolgt in den nächsten Projektphasen gemäss den behördlichen Vorgaben.

Die Raumhüllen der Räume der Betriebswache, Loge/Empfang, Sicherungszentrale etc. sowie der Eingangsbereich des Sicherungsareals gTL mit Empfang, Personen- und Warenkontrolle etc. werden analog als Sicherungsschranken ausgebildet, angepasst auf die entsprechende Detailplanung und abgestimmt auf die Sicherungsanforderungen der sicherungsrelevanten Gebäude.

3.3.2 Bauliche Sicherungsmassnahmen

Bei den baulichen Sicherungsmassnahmen handelt es sich primär um Bauelemente für die Ausbildung der definierten Schranken. Die verschiedenen Schranken haben unterschiedliche Eigenschaften und bieten den geforderten räumlichen Widerstand.

Die Durchgänge durch die Sicherungsschranken werden in der Regel als Schleusen ausgebildet. Sie haben denselben räumlichen Widerstand wie die Sicherungsschranke. Einzelne Durchgänge mit einer sehr tiefen Nutzungsfrequenz (z. B. Notzufahrt, Nr. 4 in Fig. 3-3) dürfen als einfache Abschlüsse realisiert werden. Durchtritte und/oder Durchfahrten durch diese einfachen Durchgänge erfolgen unter Umsetzung von kompensatorischen Sicherungsmassnahmen.

Durchfahrtschutz

Der Durchfahrtschutz umschliesst die Perimeterschranke (Fig. 3-3). Er stellt sicher, dass der Sicherungsperimeter geschützt ist und zu sicherungsrelevanten Bauten ein vorgegebener Sicherheitsabstand eingehalten wird. Ein Durchfahrtschutz kann aus festen, künstlichen Hindernissen (z. B. Gebäuden, Pollern, Betonelementen, Steinblöcken, Leitplanken etc.), beweglichen Durchfahrtschutzelementen (z. B. Roadblockern, absenkbaaren Pollern etc.) oder natürlichen Hindernissen (z. B. Terrainsprüngen, passenden Baumbeständen etc.) bestehen. Die physische Widerstandsfähigkeit des Durchfahrtschutzes wird auf die situativen Anforderungen abgestimmt.

Sicherungsareal / Perimeterschranke

Die Perimeterschranke umschliesst das Sicherungsareal des gTL (Fig. 3-3). Die Perimeterzone, als freie Detektionszone mit ausreichender Breite, wird je nach örtlicher Gegebenheit des Sicherungsareals durch zwei Sicherungszäune (Standard) oder einem Sicherungszäun und einer Gebäudefassade (Nr. 6 in Fig. 3-3) oder zwei Gebäudefassaden (Nr. 3 und 5 in Fig. 3-3) begrenzt. Die angrenzenden Fassaden von nicht sicherungsrelevanten Gebäuden (Nr. 6 in Fig. 3-3) werden in Richtung Perimeterzone unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Sicherung realisiert.

Sicherungsschranken

Die Sicherungsschranken umschliessen die Sicherungszonen und erfüllen die definierten Qualitäten gemäss den spezifischen Vorgaben. Die Sicherungsschranken bestehen insbesondere aus Fassaden, Wänden, Böden und Decken, Türen und Toren als Schleusen sowie Gitterelementen bei betriebsnotwendigen Öffnungen.

3.3.3 Technische Sicherungsmassnahmen

Die technischen Sicherungsmassnahmen umfassen im Wesentlichen die Systeme für die Überwachung und Steuerung der Sicherungsschranken, für die Zutritts-, Zufahrts- und Warenkontrolle sowie für die Kommunikation und Alarmierung. Dazu gehören auch Infrastruktursysteme für den Betrieb der Sicherungssysteme in Bezug auf Stromversorgung und Datenübertragung.

Die Massnahmen selbst werden gesichert umgesetzt. Die technischen Sicherungseinrichtungen werden durch das zuständige Personal betrieben, bedient und ausgewertet. Bei allen notwendigen Informatiksystemen wird eine adäquate IT-Sicherheitsstufe umgesetzt.

3.3.4 Personelle, organisatorische und administrative Sicherungsmassnahmen

Durch personelle, organisatorische und administrative Sicherungsmassnahmen werden die verschiedenen Sicherungsbereiche strukturiert und aufeinander abgestimmt. Diese Massnahmen umfassen insbesondere (Art. 6 Abs. 1 UVEK 2008)

- die Sicherungsorganisation
- Regelungen betreffend Kontrollen des Personen-, Fahrzeug- und Materialverkehrs in und aus der Anlage
- Vereinbarungen und Übungen mit der Polizei resp. der Armee.

Die Sicherungsorganisation wird gemäss den geltenden Vorgaben aufgebaut. Dazu ist eine beauftragte Stelle für die Belange der Sicherung einzurichten (Art. 30 Abs. 4 KEV). Das UVEK kann gemäss Art. 23 Abs. 1 KEG eine Betriebswache fordern. Details zur Betriebswache sind in der Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen geregelt (VBWK 2006).

Das gesamte Personal muss die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK 2006) erfüllen. Zusätzlich müssen sich Personen, die Aufgaben wahrnehmen, die für die Sicherung des gTL massgebend sind, periodisch einer Sicherheitsprüfung unterziehen (Art. 24 KEG). Art. 33 Bst. a KEV, und die Verordnung über die Personensicherheitsprüfung (VPSP 2023) regeln die Kontrollen.

Organisatorische und administrative Sicherungsmassnahmen während des Betriebs richten sich nach den rechtlichen Vorgaben, u. a. Anhang 3 KEV. Sie umfassen beispielsweise Reglements, Vorschriften und Weisungen, den Sicherheitsbericht oder Betriebsaufzeichnungen wie das Wachjournal.

3.4 Standortbewertung

Der Standort ist aufgrund der geografischen Lage, der geringen Siedlungsdichte sowie den Nutzungen in der unmittelbaren Nachbarschaft (geringe Gefährdung aus Sicht Sicherheit) und der verkehrstechnischen Erschliessung sicherungstechnisch geeignet.

Die zur Plausibilisierung der Machbarkeit exemplarisch beschriebenen Sicherungsmassnahmen entsprechen der heutigen Erfahrung und Stand von Wissenschaft und Technik und erfüllen die heutigen gesetzlichen Anforderungen.

4 Safeguardsmassnahmen

Für «Safeguards» ist die Sektion Safeguards des Bundesamts für Energie (BFE) zuständig, die die Erläuterungen dazu beurteilt, während das ENSI den Sicherheitsbericht beurteilt.

Mittels Safeguardsmassnahmen ist sicherzustellen, dass in jedem Vertragsstaat des «Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen» Tätigkeiten der Proliferation rechtzeitig entdeckt und alle in diesem Zusammenhang stehenden Kernmaterialien sowie Tätigkeiten im Brennstoffzyklus gegenüber der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO⁵) deklariert werden. Diese Massnahmen sind bereits ab der Planungsphase zu berücksichtigen («Safeguards by Design») (Art. 2 Abs. 1 Bst. c und Art. 11 SaV), weshalb bereits im Rahmenbewilligungsgesuch Grundlagen und die Ausgangslage für die Konzipierung beschrieben werden. Details dazu finden sich im Anhang A.

Das Konzept des gTL folgt international anerkannten Tiefenlagerkonzepten, für die auch international entwickelte Safeguardskonzepte vorliegen. Damit ist die Umsetzung von Safeguards möglich.

⁵ Englisch: International Atomic Energy Agency – IAEA

5 Literaturverzeichnis

- BFE (2021a): Berichterstattungspflichten für Anlagen unter Safeguards. Safeguards Richtlinie BFE-SG03. Bundesamt für Energie BFE, Bern.
- BFE (2021b): Safeguardsmassnahmen in Anlagen. Safeguards Richtlinie BFE-SG02. Bundesamt für Energie BFE, Bern.
- BFE (2023): Safeguards. Herausgegeben von Bundesamt für Energie BFE, Bern, online verfügbar unter <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/aufsicht-und-sicherheit/non-proliferation/safeguards.html>, aktualisiert am 06. Juni 2023, Stand am 24. März 2025.
- ENSI (2018): Präzisierungen der sicherheitstechnischen Vorgaben für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager. Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 3. ENSI 33/649. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.
- ENSI (2022): Bau- und Betriebsdokumentation. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G09/d. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.
- IAEA (2010): Technological implications of international safeguards for geological disposal of spent fuel and radioactive waste. IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.21. IAEA, Vienna.
- IAEA (2022): IAEA Safeguards Glossary. 2022 Edition. Herausgegeben von IAEA.
- KEG (2003): Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003, Stand am 1. Januar 2021. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.1, Schweiz.
- KEV (2004): Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004, Stand am 1. Januar 2024. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.11, Schweiz.
- Nagra (2023): Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM-RBG. Nagra Technischer Bericht NTB 22-05.
- Nagra (2025): Rahmenbewilligungsgesuch für das geologische Tiefenlager – Sicherheitsbericht. Nagra Technischer Bericht NTB 24-01.
- NPT (1977): Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen vom 9. März 1977, Stand am 15. März 2008. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 0.515.03, Schweiz.
- NPT - Zusatzprotokoll (2005): Zusatzprotokoll zum Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Internationalen Atomenergieorganisation über die Anwendung von Sicherungsmassnahmen im Rahmen des Vertrages über die Nichtverbreitung von Kernwaffen vom 1. Februar 2005, Stand am 1. Februar 2005. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 0.515.031.1, Schweiz.
- Safeguardsabkommen (1978): Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der internationalen Atomenergieorganisation über die Anwendung von Sicherungsmassnahmen im Rahmen des Vertrages über die Nichtverbreitung von Kernwaffen vom 6. September 1978, Stand am 6. September 1978. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 0.515.031, Schweiz.

SaV (2021): Safeguardsverordnung (SaV) vom 4. Juni 2021, Stand am 1. Juli 2021. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.12, Schweiz.

UVEK (2008): Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien vom 16. April 2008, Stand am 1. Mai 2008. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.112.1, Schweiz.

VAPK (2006): Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK) vom 9. Juni 2006, Stand am 1. September 2023. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.143.1, Schweiz.

VBWK (2006): Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK) vom 9. Juni 2006, Stand am 1. September 2023. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.143.2.

VPSP (2023): Verordnung über die Personensicherheitsprüfungen (VPSP) vom 8. November 2023, Stand am 1. Januar 2024. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 128.31, Schweiz.

Anhang A Safeguardsmassnahmen

Safeguards sind im Wesentlichen Massnahmen zur Kernmaterialkontrolle und -buchhaltung⁶, zu deren Durchführung sich die Schweiz in internationalen Verträgen zur Nichtverbreitung (Nicht-Proliferation) von Kernwaffen⁷ verpflichtet hat.

Ziel der Safeguards ist es, sicherzustellen, dass Tätigkeiten der Proliferation rechtzeitig entdeckt und alle in diesem Zusammenhang stehenden Materialien und Tätigkeiten im Brennstoffzyklus gegenüber der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) deklariert werden. Dies umfasst die Sicherstellung, dass die Schweiz kein nicht deklariertes Material besitzt und keine nicht deklarierten Nuklearaktivitäten ausführt. Weiter soll sichergestellt werden, dass in deklarierten Anlagen kein nicht deklariertes Material produziert oder aufbereitet wird resp. unbemerkt entwendet werden kann.

A.1 Umsetzungsvorgaben in der Schweiz

Die Safeguardsverordnung (SaV 2021) regelt die Umsetzung der Safeguards in der Schweiz. Das Bundesamt für Energie (BFE) mit seiner Sektion Safeguards ist für die Aufsicht über die Safeguardsmassnahmen zuständig. Es hat basierend auf Art. 4 SaV vier Richtlinien zu Safeguards veröffentlicht.

Safeguardsmassnahmen umfassen administrative und technische Elemente (BFE 2021b). Sie sind ab der Planungsphase, d. h. erst nach Erhalt der Rahmenbewilligung mit der Planung in Hinblick auf die Baubewilligung, umzusetzen (Art. 2 Bst. c SaV).

Geltungsbereich

Unter Safeguards fallen im Kontext des geologischen Tiefenlagers (gTL) gemäss Art. 2 Abs. 1 Bst. a und b SaV alle Materialien und radioaktiven Abfälle, die Ausgangsmaterialien und besondere spaltbare Materialien nach Art. 1 Abs. 1 Bst. a und b KEV, d. h. Natururan, angereichertes Uran oder Thorium bzw. Plutonium-239, Uran-233, Uran-235 oder angereichertes Uran enthalten. Im Folgenden wird zusammenfassend von «Materialien, die unter Safeguards stehen» gesprochen.

Unter Safeguards fallen weiterhin Anlagen («Facilities») gemäss Art. 2 Abs. 1 Bst. b bzw. c SaV und Art. 3 Abs. 1 Bst. a SaV, an welchen Materialien, die unter Safeguards stehen, üblicherweise in Mengen verwendet werden, die ein effektives Kilogramm übersteigen. Geologische Tiefenlager sind explizit genannt (Art. 2 Abs. 1 Bst. b Ziff. 4 SaV).

Nach SaV werden solche Anlagen weiter nach Status unterschieden:

- Anlagen, die Materialien, die unter Safeguards stehen, verwenden oder lagern (Art. 2 Abs. 1 Bst. b SaV, im Folgenden «Anlagen in Betrieb» genannt). Für den untertägigen Teil eines geologischen Tiefenlagers ist hier, in Anlehnung an die Terminologie der IAEO (IAEA 2010), weiter explizit zwischen einer «Anlage in Betrieb» (verwendet Materialien, die unter Safeguards stehen) und «Anlage in der Nachbetriebsphase» (lagert Materialien, die unter Safeguards stehen) zu unterscheiden.

⁶ BFE (2023).

⁷ «Kernwaffen» weist auf den Anlass der Verträge in den 1970er Jahren, es geht um Materialien gemäss Art. 2 Abs. 1 Bst. a SaV. Der Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (NPT 1977) verlangt die Implementierung von Massnahmen, die im Safeguardsabkommen (1978) und dessen NPT - Zusatzprotokoll (2005) festgehalten sind.

- Anlagen, die Materialien, die unter Safeguards stehen, noch nicht oder nicht mehr verwenden oder lagern (Art. 2 Abs. 1 Bst. c SaV). Unterschieden werden im Folgenden entsprechend «Anlage in Planung oder Bau» resp. «ausser Betrieb genommene Anlage». Bei einer «ausser Betrieb genommene Anlage» bestehen die wesentlichen Strukturen und Ausrüstungen («Essential Equipment») zum Umgang mit Materialien, die unter Safeguards stehen noch, die Materialien selbst sind aber nicht mehr vorhanden.
- Anlagen, deren Strukturen und wesentliche Ausrüstungen so weit entfernt und unbrauchbar gemacht wurden, dass sie nicht länger zur Lagerung, Handhabung, Bearbeitung oder zum Gebrauch von Materialien, die unter Safeguards stehen, benutzt werden können («stillgelegte Anlage» gem. Art. 3 Abs. 1 Bst. e SaV). Nach Überprüfung durch die IAEO, dass die Anlage nicht mehr für Tätigkeiten im Brennstoffkreislauf genutzt werden kann, kann die Anlage aus dem Safeguardssystem entlassen werden.

Zusammenfassend durchläuft eine Anlage, die unter Safeguards steht, chronologisch die Status «Anlage in Planung oder Bau», «Anlagen in Betrieb», «ausser Betrieb genommene Anlage» und «stillgelegte Anlage». Der untertätige Teil des gTL geht aus der Perspektive von Safeguards von einer «Anlage in Betrieb» direkt in eine «Anlage in der Nachbetriebsphase» über (vgl. Kap. A.2, Fig. A-1 und A.2.4).

A.2 Umsetzungsskizze für das geologische Tiefenlager

Das gTL dient der Einlagerung von in Endlagerbehältern (ELB) verpackten hochaktiven (HAA)⁸, alphatoxischen (ATA) und schwach- und mittelaktiven (SMA) Abfällen.

Nach heutigem Abfallverpackungskonzept (Nagra 2023) werden ca. 2'000 ELB mit HAA sowie um 50 ELB mit ATA im gTL eingelagert. Diese Abfälle fallen gemäss Art. 2 Abs. 1 Bst. a SaV unter die SaV. Alle weiteren ELB fallen nicht unter Safeguards. Auch wenn im Rahmenbewilligungsgesuch keine Einlagerungsstrategie festgelegt wird, ist für Safeguards davon auszugehen, dass die Abfälle als Materialien, die unter Safeguards stehen, gemeinsam und räumlich getrennt von den anderen Abfällen eingelagert werden. Dieser heute nicht definierte Ort wird als «Teil HAA» angesprochen.

Im Teil HAA, auf dem Weg dorthin sowie in den damit verbundenen Oberflächenanlagen wird somit mit Materialien, welche unter Safeguards stehen, in Mengen grösser als ein effektives Kilogramm umgegangen. Basierend auf Art. 3 Abs. 1 Bst. a SaV gelten diese Teile des gTL somit als Anlage im Sinne der SaV und stehen unter Safeguards, ebenso wie die darin gehandhabten und gelagerten HAA.

Die im Teil HAA eingelagerten und verschlossenen Materialien, die unter Safeguards stehen, verbleiben aus heutiger Sicht unter Safeguards. Entsprechend steht auch der Teil HAA des gTL nach seinem Verschluss als «geologisches Tiefenlager» gemäss Art. 2 Abs. 1 Bst. b Ziff. 4 SaV weiterhin unter Safeguards (vgl. Fig. A-1).

Nach Einlagerung und Verschluss des letzten ELB im Teil HAA kann hingegen die damit verbundene Oberflächenanlage im Sinne der SaV ausser Betrieb genommen und stillgelegt werden.

⁸ Die HAA bestehen aus abgebrannten Brennelementen und verglasten Abfällen aus der Wiederaufbereitung von abgebrannten Brennelementen.

A.2.1 Grundsätzlicher Ablauf

Grundsätzlich ist der folgende Ablauf der Entwicklung der Konzeption und Umsetzung der Safeguardsmassnahmen vorgeschrieben (vgl. auch Fig. A-1):

- Die Anforderungen und Safeguardsmassnahmen werden in der Planungs- und Bauphase berücksichtigt («Safeguards by Design») und mit dem BFE und der IAEO abgestimmt. Die Integration der Überlegungen hinsichtlich Safeguards wird bei Bedarf (relevanten Änderungen an der Anlage) aktualisiert und über den ganzen Lebenszyklus der Anlage weitergeführt. Dies mit dem Ziel, die Implementierung der Massnahmen effizient gestalten zu können.
- Die Auslegeinformationen (Design Information Questionnaire, DIQ, siehe unten) werden während ab der Bauphase laufend überprüft und ggf. angepasst. Der DIQ dient der Berichterstattung und ermöglicht eine entsprechende Überprüfung («Design Evaluation») und Inspektion («Design Verification») der Anlage durch die IAEO.
- Die Flüsse und Bestände der Materialien, die unter Safeguards stehen, werden ab der Einlagerung der ersten HAA überprüft und nachvollzogen («Nuclear Material Accounting»).
- Die Kenntnis über Aufenthaltsort und Zusammensetzung der Materialien, die unter Safeguards stehen, wird aufrechterhalten. Mittels geeigneter Massnahmen, im Wesentlichen C/S-Massnahmen und Inspektionen (vgl. Kap. A.2.3) wird dabei sichergestellt, dass ein Abzweigen solcher Materialien frühzeitig erkannt werden kann und eine verdeckte, nichtdeklarierte Aufarbeitung der abgezweigten Materialien durch die IAEO nicht unerkannt bleibt («Continuity of Knowledge»).

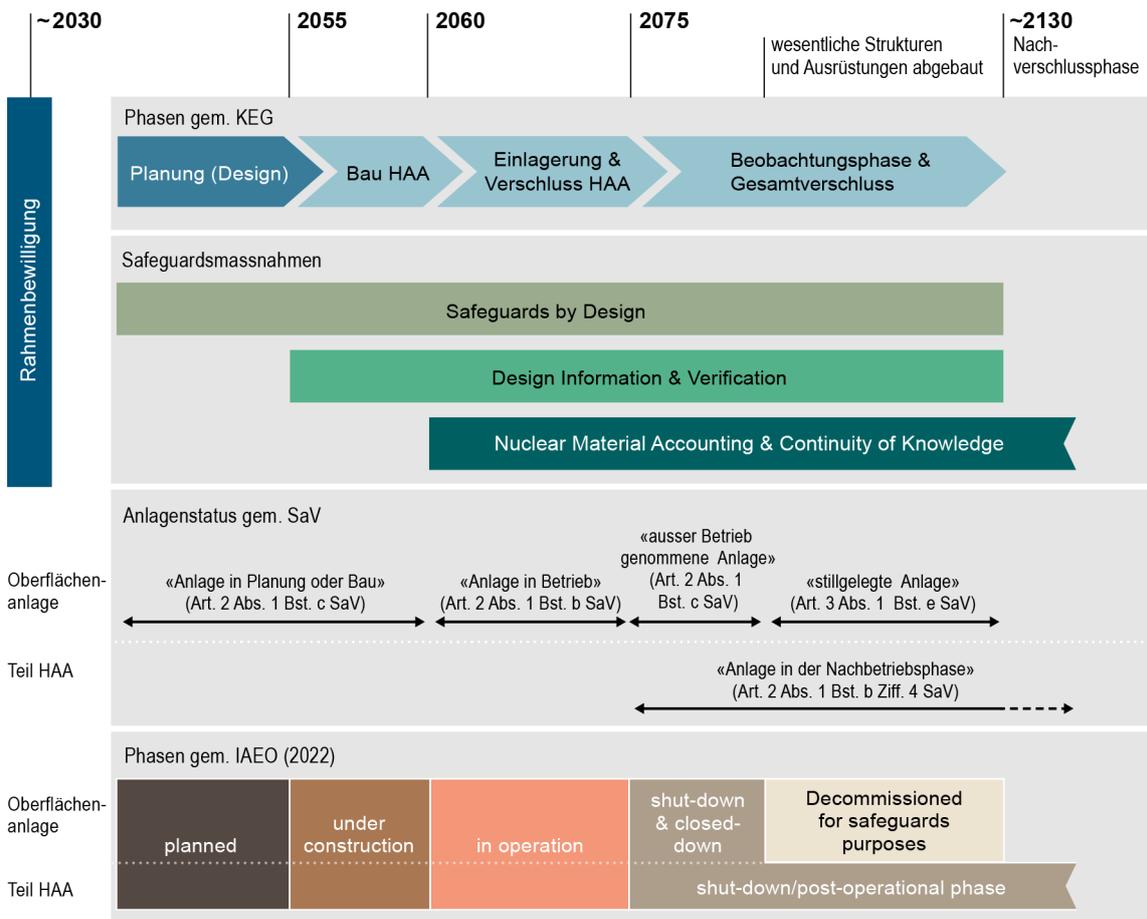


Fig. A-1: Phasenschema - Phasen gemäss KEG (oben) und IAEA (2022) (unten) mit zugehörigen Anlagenstatus gemäss SaV (Mitte). Das Schema zeigt die Entwicklung der Oberflächenanlage und des Teil HAA als eine Anlage, die unter Safeguards steht, und illustriert die zeitliche Umsetzung der wesentlichen Safeguardsmassnahmen

Im Folgenden werden die sich für die einzelnen Status aus der SaV phasenspezifisch ergebenden Anforderungen erläutert.

A.2.2 Planungs- und Bauphase («Anlage in Planung oder Bau»)

Zur Umsetzung der Pflichten nach SaV muss gemäss Art. 12 Abs. 1 SaV eine Person vorhanden sein, die zur Verfügung über das gTL inkl. Oberflächenanlage berechtigt ist («verfügungsberechtigte Person»).

Im ersten Planungsschritt sollen gemäss IAEO Wege und Methoden identifiziert werden, wie Materialien, die unter Safeguards stehen, vom vorgesehenen Bestimmungsort im gTL abgezweigt resp. nicht deklarierte Tätigkeiten im Brennstoffkreislauf vorgenommen werden können. Folgende Möglichkeiten bestünden hierbei:

- Das Entwenden eines ELB
- Der Austausch eines gefüllten ELB mit einem leeren
- Das Öffnen eines ELB und die Entnahme von Materialien, die unter Safeguards stehen
- Tätigkeiten in (oder in der Nähe) der Anlage, welche von der geplanten, deklarierten Vorgehensweise der Einlagerung abweichen (z.B. nicht deklarierte Wiederaufbereitungsanlage).

Um ein Entwenden von Material resp. ELB oder ein verdeckter, nichtdeklariertes Umgang mit Materialien, die unter Safeguards stehen, zu verhindern, sind Safeguardsmassnahmen zu entwickeln und zu implementieren.

Safeguards by Design

Die Umsetzung von Safeguardsmassnahmen in einer Anlage ist beginnend bei der Planungsphase zu berücksichtigen («Safeguards by Design») (Art. 11 SaV). Da dies ein iterativer Prozess zwischen der Anlage, dem BFE und der IAEO ist, sind die geplanten Schritte zur Berücksichtigung von Safeguardsmassnahmen dem BFE frühzeitig einzureichen (Kap. 4.2.1 BFE 2021b).

Festlegung von Materialbilanzonen

Die verfassungsberechtigte Person hat für die Anlage die Zonen festzulegen, in denen mit Materialien, die unter Safeguards stehen, umgegangen werden soll (Art. 12 Abs. 1 SaV).

Diese Materialbilanzonen sind so zu begrenzen, dass jederzeit festgestellt werden kann, wie viel von diesen Materialien innerhalb der Zone vorhanden ist und wie viel über die Grenzen der Zone transportiert wird (Art. 12 Abs. 2 SaV).

Innerhalb einer Materialbilanzzone sind Schlüsselmesspunkte (Key Measurement Points, KMPs) zu definieren, so dass Bewegungen von solchen Materialien innerhalb der Materialbilanzzone jederzeit festgestellt werden können (Art. 12 Abs. 3 SaV).

Die Planung und Festlegung von Materialbilanzonen sowie deren KMPs bei neuen Anlagen hat in Rücksprache mit dem BFE zu erfolgen (Kap. 4.2.2 BFE 2021b).

Für das gTL ändert sich die Situation, für die Safeguardsmassnahmen konzipiert werden müssen, mit der Zeit. Fig. A-2 zeigt in drei Bildern die Materialflüsse ab Einlagerungsphase («Anlage in Betrieb»), für die Materialbilanzonen festgelegt werden müssen.

In der Einlagerungsphase (Fig. A-2 a) werden die radioaktiven Abfälle in ELB in Transportbehältern (TB)⁹ angeliefert und in den Lagerkammern eingelagert. ELB und TB können hierbei gut verfolgt werden. Die Lagerkammern werden verfüllt und versiegelt und eine Zeit lang

⁹ Gesamtgewicht nach derzeitiger Planung 80 – 100 t

beobachtet (Fig. A-2 b). Mit der Versiegelung muss nicht mehr verifiziert werden, welche Abfälle sich tatsächlich in den Lagerkammern befinden. Mit Abschluss der Beobachtung wird das gTL verschlossen. Es besteht kein Zugang mehr zur Lagerebene (Fig. A-2 c).

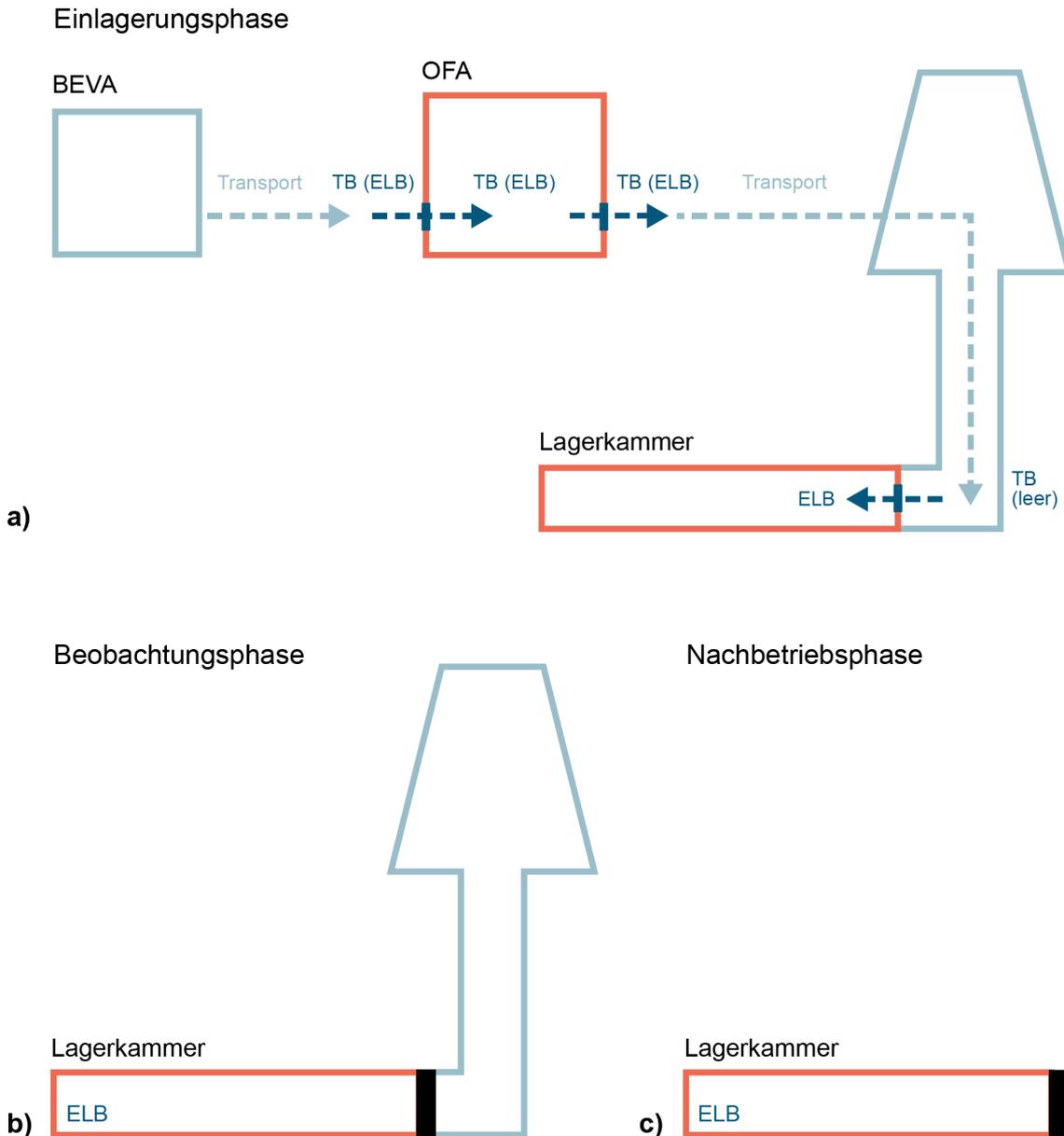


Fig. A-2: Gemäss heutigem Stand der Planung beim gTL vorgesehene Materialflüsse, zu denen Materialbilanzzonen festgelegt werden müssen

ELB: Endlagerbehälter, TB: Transportbehälter (gefüllt mit ELB), BEVA: Brennelementverpackungsanlage, OFA: Oberflächenanlage; rote umrandete Orte, an denen die ELB – für eine Zeit – stehen.

Ernennung einer verantwortlichen Person

Die verfügungsberechtigte Person hat eine für die Berichterstattung sowie die Durchführung von Inspektionen verantwortliche Person zu bezeichnen und mit den erforderlichen Kompetenzen und Mitteln auszustatten (Art. 13 SaV).

Diese für die Umsetzung der Safeguardsmassnahmen in der Anlage verantwortliche Person ist die Schnittstelle zwischen Anlage und dem BFE und muss die Vorgaben gem. Kap. 4.2.3 BFE (2021b) erfüllen.

Berichterstattung

Für eine Anlage in Planung und Bau sind dem BFE die Berichte gemäss Anhang 2 Abs. 2 SaV einzureichen (Art. 14 SaV). Diese umfassen

- Auslegungsinformationen (Design Information Questionnaire, DIQ – standardisierter Fragenkatalog): Inhalt gem. Anhang 2 Abs. 2.1 SaV (innert 3 Monaten nach Baubewilligung; Aktualisierung nach Baufortschritt; bei Bedarf, je nach Umfang der Änderungen)
- Zusatzinformationen: allgemeine Beschreibung des Standorts mit Gebäuden, deren äusseren Abmessungen und Angabe der Stockwerke sowie deren Verwendung (einmalig sowie nach Änderungen, bis zum 31. März des folgenden Kalenderjahres, jährlich mit Nullmeldung (Kap. 4.2 BFE 2021a))
- «Safeguards-by-Design»-Informationen: technische und bauliche Vorkehrungen zur Umsetzung von Safeguardsmassnahmen (zu Beginn der Planungsphase; bei Bedarf, je nach Umfang der Änderungen)

Weitere Erläuterungen und Anforderungen zur Berichterstattung gibt die Richtlinie BFE-SG03 (BFE 2021a).

Inspektionen

Für Anlagen in Planung oder Bau wird geprüft, ob die Berichterstattung ordnungsgemäss erfolgt ist, keine Materialien, die unter Safeguards stehen, vorhanden sind und der Aufbau der Anlage und die Unterteilung der Materialbilanzzonen geeignet sind (Art. 24 Abs. 2 Bst. b SaV).

Weiter werden während der Bauphase Inspektionen durchgeführt, um Abweichungen in der Bauausführung gegenüber den Planungsunterlagen identifizieren zu können und so mögliche nichtdeklarierte Tätigkeiten im Brennstoffkreislauf oder mögliche Wege zur Abzweigung von Materialien, die unter Safeguards stehen, frühzeitig erkennen zu können («Design Verification»).

A.2.3 Betriebsphase: Einlagerung und Verschluss («Anlage in Betrieb»)

Ernennung von Safeguardsverantwortlichen

Der Inhaber einer Betriebsbewilligung nach Art. 19 KEG («Bewilligungsinhaber») hat eine qualifizierte Person, die für die Safeguardsmassnahmen verantwortlich ist, und ihre Stellvertreterin oder ihren Stellvertreter zu ernennen und diese mit den erforderlichen Kompetenzen und Mitteln nach der Richtlinie BFE-SG02 (BFE 2021b) auszustatten (Art. 5 Abs. 1 SaV). Die Ernennung ist durch das BFE zu genehmigen (Art. 5 Abs. 3 SaV).

Erstellung eines Safeguardsreglements

Für eine Anlage in Betrieb ist durch den Bewilligungsinhaber ein Safeguardsreglement nach Anhang 2 BFE (2021b) zu erstellen und durch das BFE zu genehmigen. Das Safeguardsreglement ist regelmässig auf Anpassungsbedarf zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren.

Festlegung / Überprüfung von Materialbilanzzonen

Der Bewilligungsinhaber hat für die Bereiche der Anlage, in denen sich Materialien, die unter Safeguards stehen, befinden, Materialbilanzzonen festzulegen (Art. 7 Abs. 1 SaV).

Diese sind so zu begrenzen, dass jederzeit festgestellt werden kann, wie viel von diesen Materialien innerhalb jeder Zone vorhanden ist und wie viel über die Grenzen der Zone transportiert wird (Art. 7 Abs. 2 SaV).

Weiter sind die Materialbilanzzonen so zu unterteilen, dass Bewegungen von solchen Materialien innerhalb der Materialbilanzzone jederzeit festgestellt werden können (Art. 7 Abs. 3 SaV).

Es ist jährlich zu überprüfen, ob betriebliche Gründe oder neue bauliche Massnahmen eine Anpassung der Materialbilanzzonen oder KMPs erfordern (Kap. 4.1.3 BFE 2021b). Anpassungen sind dem BFE im Rahmen der Anpassung der Auslegungsinformationen einzureichen. Die Umsetzung bedarf der Zustimmung sowohl des BFE als auch der IAEO.

Safeguards by Design

Bei wesentlichen Änderungen an der Anlage sind die Auswirkungen auf die Umsetzung von Safeguardsmassnahmen in die Planung einzubeziehen (Art. 8 SaV). Insbesondere ist die Installation von C/S-Massnahmen zu berücksichtigen.

Da dies ein iterativer Prozess zwischen der Anlage, dem BFE und der IAEO ist, sind die geplanten Schritte zur Berücksichtigung von Safeguardsmassnahmen dem BFE frühzeitig einzureichen (Kap. 4.1.4 BFE 2021b).

Buchführung über die Materialbestände

Der Bewilligungsinhaber hat über den Bestand von Materialien, die unter Safeguards stehen, laufend Buch zu führen (Art. 9 SaV). Für jede Materialbilanzzone ist hierbei ein eigenes Materialbuchhaltungssystem aufzubauen, mit welchem sich Berichte gemäss den Vorgaben der SaV und der Richtlinie BFE-SG03 (BFE 2021a) erstellen lassen. Ausserdem muss anhand aktueller Betriebsprotokolle auf Anforderung hin jederzeit über den Bestand an und Bewegungen von Materialien, die unter Safeguards stehen, Auskunft gegeben werden können.

Berichterstattung

Für eine Anlage in Betrieb ist der Bewilligungsinhaber verpflichtet, dem BFE Folgendes einzureichen (Art. 10 SaV):

- Auslegungsinformationen zur Anlage (Design Information Questionnaire, DIQ – standardisierter Fragenkatalog): Inhalt gem. Anhang 2 Abs. 1.1 SaV (innert 3 Monaten nach Änderungsbewilligung oder bei Bedarf, je nach Umfang der Änderungen)
- Zusatzinformationen zum Standort: allgemeine Beschreibung des Standorts mit Gebäuden, deren äusseren Abmessungen und Angabe der Stockwerke sowie deren Verwendung (nach Änderungen, bis zum 31. März des folgenden Kalenderjahres, jährlich mit Nullmeldung (Kap. 4.2 BFE 2021a))
- «Safeguards-by-Design»-Informationen: technische und bauliche Berücksichtigung von Safeguardsmassnahmen (während der Planungs- und Bauphase von wesentlichen Änderungen)
- Informationen über wesentliche Änderungen am Essential Equipment
- Bestands- und Bestandsänderungsberichte gem. Anhang 2 Abs. 1.2 SaV
- Benachrichtigungen nach Anhang 2 Abs. 1.2 SaV

Weitere Erläuterungen und Anforderungen zur Berichterstattung gibt die Richtlinie BFE-SG03 (BFE 2021a).

Duldung von und Mitwirkung bei Massnahmen zur räumlichen Eingrenzung / Beobachtung (C/S-Massnahmen)

Massnahmen zur räumlichen Eingrenzung / Beobachtung, Containment / Surveillance (C/S), sind beispielsweise Siegel, Kameras, Messinstrumente oder Kommunikationsserver (Kap. 4.1.6 BFE 2021b). Der Betreiber einer Anlage muss Installation, Wartung und Entfernung solcher Massnahmen (z. B. durch Bereitstellen von Strom) unterstützen und ihre Inspektion (auf Anfrage des BFE) unter Anleitung der IAEO organisieren. C/S-Massnahmen müssen dem Anlagenpersonal bekannt sein, Funktionsfähigkeit (z. B. freie Sicht einer Kamera) und Schadensfreiheit sind zu gewährleisten.

Inspektionen

Für Anlagen in Betrieb wird insbesondere geprüft, ob die eingereichten Auslegungsinformationen der Anlage entsprechen, die eingereichten Zusatzinformationen dem Standort entsprechen, die Buchführung ordnungsgemäss erfolgt und die Angaben in den Berichten nach Art. 10 SaV dem Bestand an Materialien, die unter Safeguards stehen, entsprechen (Art. 24 Abs. 2 Bst. a SaV).

A.2.4 Stilllegung / Nachverschlussphase («ausser Betrieb genommene Anlage», «stillgelegte Anlage», resp. «Anlage in der Nachbetriebsphase»)

Safeguards während der Stilllegung bzw. in der Nachverschlussphase werden, wie in der Planungs- und Bauphase (Kap. A.2.2) durch eine verfügungsberechtigte und eine verantwortliche Person vertreten. Der Umgang ist für den Teil HAA und die damit verbundene Oberflächenanlagen unterschiedlich, auch wenn es sich a priori um eine Anlage handelt.

Nach ordnungsgemäsem Verschluss des gTL entlässt der Bundesrat auf Antrag das gTL aus der Kernenergiegesetzgebung und die Verantwortung für das verschlossene gTL geht auf den Bund über. Damit kann sich die Betreiberorganisation auflösen. Das gTL befindet sich in der Nachverschlussphase. Die eingelagerten Abfälle sind allerdings schon mit Verschluss der einzelnen Einlagerungsstollen unmittelbar nach Einlagerung nicht mehr zugänglich. Aus Sicht der IAEO sind die Abfälle mit dem Verschluss noch vorhanden und stehen somit höchstwahrscheinlich weiterhin unter Safeguards, auch wenn der Aufwand, an diese zu gelangen, sehr hoch ist. Entsprechende Safeguardsmassnahmen für den Teil HAA als eine Anlage gem. Art. 2 Abs. 1 Bst. b Ziff. 4 SaV («Anlage in der Nachbetriebsphase», vgl. Kap. A.1) sind so lange umsetzen, wie das Safeguardsabkommen in Kraft bzw. eine Entlassung der Abfälle aus dem Safeguardsystem umgesetzt werden kann.

Die Oberflächenanlage, die unter Safeguards steht, kann hingegen nach Einlagerung der letzten Abfälle mit Materialien, die unter Safeguards stehen, ausser Betrieb genommen und stillgelegt werden. Die Oberflächenanlage erhält den Status «ausser Betrieb genommen» im Sinne von Art. 3 Abs. 1 Bst. d SaV, sobald von der IAEO bestätigt wurde, dass sie frei von Materialien ist, die unter Safeguards stehen. Die verantwortliche Person einer ausser Betrieb genommenen Anlage hat dem BFE die Demontage oder Unbrauchbarmachung von Essential Equipment (wesentliche Ausrüstungen, die zur Lagerung, Handhabung, Bearbeitung oder zum Gebrauch von Materialien, die unter Safeguards stehen, benutzt werden; Art. 3 Abs. 1 Bst. j SaV) vierteljährlich zu melden (Art. 14 Abs. 2 SaV). Die Berichterstattungspflichten enden, sobald die IAEO aufgrund dieser Angaben und einer Überprüfung, dass die rückgebaute Oberflächenanlage nicht mehr für Tätigkeiten im Brennstoffkreislauf genutzt werden kann, die Oberflächenanlage bezüglich Safeguards als stillgelegt bezeichnet (Art. 14 Abs. 3 SaV). Die Oberflächenanlage kann alsdann aus dem Safeguardsystem entlassen werden.

Es ist zu gegebener Zeit mit BFE und IAEO abzustimmen, wie das formal richtige Vorgehen für die Durchführung der oben beschriebenen unterschiedlichen Schritte ist. Die SaV ist für Tiefenlager entsprechend zu ergänzen.

Figurenverzeichnis

Fig. 3-1:	Exemplarische Umsetzung der Gesamtanlage des geologischen Tiefenlagers mit OFA und UTA; Blickrichtung ist Norden	6
Fig. 3-2:	Topografische Karte des Standorts des geologischen Tiefenlagers und seiner Umgebung mit dem Projektperimeter der OFA, Massstab ~1:25'000.....	7
Fig. 3-3:	Exemplarische Anordnung der wichtigsten Bauten (vgl. Art. 14 Abs. 2 KEG) mit übergeordnetem Zonen-/Schrankenkonzept zur Sicherung.....	8
Fig. 3-4:	Schematische Darstellung der Anordnung der für die Sicherung relevanten Zonen gemäss Anhang 2 KEV	10
Fig. A-1:	Phasenschema - Phasen gemäss KEG (oben) und IAEA (2022) (unten) mit zugehörigen Anlagenstatus gemäss SaV (Mitte). Das Schema zeigt die Entwicklung der Oberflächenanlage und des Teil HAA als eine Anlage, die unter Safeguards steht, und die Umsetzung der wesentlichen Safeguardsmassnahmen.....	A-4
Fig. A-2:	Gemäss heutigem Stand der Planung beim gTL vorgesehene Materialflüsse, zu denen Materialbilanzzonen festgelegt werden müssen	A-6

Abkürzungsverzeichnis

ATA	Alphatoxische Abfälle
BEVA	Brennelementverpackungsanlage
BFE	Bundesamt für Energie
C/S (Massnahmen)	Massnahmen zur räumlichen Eingrenzung/Beobachtung (Containement/Surveillance-Massnahmen)
DIQ	standardisierter Fragenkatalog zu Auslegungsinformationen (Design Information Questionnaire)
ELB	Endlagerbehälter (hier für HAA)
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
gTL	Geologisches Tiefenlager
HAA	Hochaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung)
IAEO / IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation / International Atomic Energy Agency
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KMP	Schlüsselmesspunkte (Key Measurement Points)
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NPT	Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (Non-Proliferation Treaty)
NTB	Nagra Technischer Bericht
OFA	Oberflächenanlage
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SaV	Safeguardsverordnung
TB	Transportbehälter
UTA	Untertaganlage
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VAPK	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen
VBWK	Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen
VPSP	Verordnung über die Personensicherheitsprüfungen