



TECHNISCHER BERICHT 24-09

Rahmenbewilligungsgesuch für das
geologische Tiefenlager – Konzept für die
Stilllegung der Oberflächenanlage

Mai 2025



TECHNISCHER BERICHT 24-09

Rahmenbewilligungsgesuch für das
geologische Tiefenlager – Konzept für die
Stilllegung der Oberflächenanlage

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). Im vorliegenden Bericht wird das erforderliche Konzept für die Stilllegung der Oberflächenanlage gemäss Art. 13 KEG beschrieben.

Zusammenfassung

Für die radioaktiven Abfälle aller Kategorien wird ein geologisches Tiefenlager mit Oberflächenanlage am Standort Haberstal (Gemeinde Stadel ZH) gebaut. Die strahlenschutzrechtlich überwachten Bauten und Anlagen auf der Oberflächenanlage (OFA) sind nach Abschluss der Einlagerung stillzulegen.

Mit dem vorliegenden Stilllegungskonzept wird anhand einer exemplarischen OFA aufgezeigt, dass die Stilllegung unter Berücksichtigung der geltenden Anforderungen nach bewährten Methoden und Prozessen am Standort sicher durchführbar ist.

Am Standort werden während der gesamten Betriebsdauer nur endlagergerecht verpackte Materialien gehandhabt. Die dafür genutzten Bauten und Anlagen der OFA werden nach Strahlenschutzvorgaben dem Überwachungsbereich (Zone «0») zugeordnet. Es wird während der gesamten Betriebsdauer weder zu Kontamination noch zu Aktivierung kommen. Daher werden die Stilllegungsaktivitäten keine Dekontamination umfassen.

Das vorliegende Konzept ist die Grundlage für den späteren Stilllegungsplan. Das Stilllegungsziel ist nach Abschluss der Einlagerungsphase die Stilllegung der strahlenschutzrechtlich überwachten Bauten und Anlagen der OFA und deren Rückbau zur «grünen Wiese», da diese in der Beobachtungs- und Verschlussphase nicht mehr erforderlich sind.

Abstract

A deep geological repository, including a surface facility, for the disposal of all categories of radioactive waste will be constructed at the Haberstal site (community of Stadel in Canton Zürich). The structures and installations of the surface facility that are subject to monitoring in accordance with radiological protection legislation must be decommissioned after waste emplacement has been completed.

The decommissioning concept presented here is based on an example of a surface facility to demonstrate that safe, on-site decommissioning in line with the applicable requirements is feasible using proven methods and processes.

During the entire operational phase, all the materials handled at the site will have been encapsulated in a form suitable for final disposal. The structures and installations of the surface facility used for this purpose will be assigned to the monitoring zone “0” in accordance with radiological protection stipulations. No contamination or activation will occur during the entire operational phase. Therefore, decommissioning activities will not include decontamination.

This concept forms the basis for the subsequent decommissioning plan. Once the emplacement phase has been completed, the decommissioning objective is to decommission the buildings and facilities on the surface that are subject to radiation protection monitoring and to return them to greenfield status, as these are no longer required during the monitoring and closure phase.

Résumé

Un dépôt en couches géologiques profondes sera réalisé sur le site de Haberstal (commune de Stadel, canton de Zurich) pour les déchets radioactifs de toutes catégories. Les bâtiments et installations de surface (ISUR) soumis à la législation sur la radioprotection doivent être désaffectés à l'issue de la mise en dépôt des déchets radioactifs.

À partir d'une ISUR définie à titre d'exemple dans ce rapport, le présent concept de désaffectation montre que la désaffectation est réalisable de manière sûre sur ce site, selon des méthodes et des processus éprouvés et en tenant compte des exigences en vigueur.

Seuls des matériaux conditionnés dans des conteneurs pour stockage définitif seront manipulés sur ce site pendant toute sa durée d'exploitation. Conformément aux exigences relatives à la radioprotection, les bâtiments et installations de surface utilisés pour cela seront attribués au secteur de surveillance (zone de type « 0 »). Il n'y aura ni contamination, ni activation pendant toute la durée d'exploitation de ce site. Les activités de désaffectation ne comprendront par conséquent pas de décontamination.

Le présent concept constitue la base du futur plan de désaffectation. L'objectif de la désaffectation est le démantèlement des bâtiments et installations de surface surveillés conformément à la législation sur la radioprotection qui ne sont plus nécessaires pendant la phase d'observation et de fermeture en pleine nature.

Inhaltsverzeichnis

Zweck des Berichts	I
Zusammenfassung	II
Abstract	II
Résumé	III
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Grundlagen, gesetzliche Vorgaben und Randbedingungen	1
1.2 Randbedingungen und Annahmen.....	2
1.3 Zeitliche Einordnung des Stilllegungsprojekts	2
1.4 Schritte der Stilllegung	2
1.5 Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten	3
1.6 Internationale Erfahrungen und Stand von Wissenschaft und Technik.....	3
2 Stilllegungsziel	5
3 Stilllegungskonzept	7
3.1 Anlagenbeschrieb überwachter Bereich der OFA	7
3.2 Dokumentation von Bau und Betrieb	8
3.3 Erwartete Stilllegungsabfälle.....	9
3.4 Voraussetzungen und Prozesse für die Stilllegung.....	9
4 Ausblick	11
5 Literaturverzeichnis	13
Figurenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VII

1 Einleitung

Die Nagra beantragt eine Rahmenbewilligung für ein geologisches Tiefenlager im Standortgebiet «Nördlich Lägern» mit der zugehörigen Oberflächenanlage (OFA) am Standort Haberstal (Gemeinde Stadel, Kanton Zürich).

Das Kernenergiegesetz (KEG) verpflichtet den Gesuchsteller einer Rahmenbewilligung für eine Kernanlage, ein Konzept für die spätere Stilllegung auszuarbeiten und einzureichen (Art. 13 Abs. 1 Bst. c KEG).

An der Oberfläche wird die für Bau und Betrieb des geologischen Tiefenlagers (gTL) erforderliche OFA gebaut. Die OFA umfasst Bauten und Anlagen für die Annahme, Bereitstellung und Verbringung der radioaktiven Abfälle nach untertag (Fig. 3-1). Diese Bauten und Anlagen der OFA werden nach Strahlenschutzvorgaben dem Überwachungsbereich (Zone «0») zugeordnet und im Folgenden gemeinsam als sog. überwachter Bereich der OFA angesprochen. Aufgrund der heute vorgesehenen Tätigkeiten können diese Bauten und Anlagen aus Sicht der Nagra konform mit den Strahlenschutzvorgaben gebaut und betrieben werden. Nach Ende des Einlagerungsbetriebs werden diese Bauten und Anlagen auf einfache Art und Weise freigemessen und stillgelegt. Das gTL als Gesamtanlage bleibt indes auch nach Abschluss der Einlagerung eine Kernanlage; es befindet sich nunmehr in der Beobachtungsphase.

Dieser Bericht dokumentiert das geforderte Konzept für die Stilllegung.

1.1 Grundlagen, gesetzliche Vorgaben und Randbedingungen

Für Bau, Betrieb und Stilllegung von Kernanlagen gelten eine Vielzahl von Bestimmungen, welche auf der Kernenergiegesetzgebung basieren.

1.1.1 Regulatorische Bestimmungen

Als Grundlage für die Stilllegung dienen im Wesentlichen die nachstehend aufgeführten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien:

- Kernenergiegesetz (KEG 2003)
- Kernenergieverordnung (KEV 2004)
- Strahlenschutzgesetz (StSG 1991)
- Strahlenschutzverordnung (StSV 2017)
- Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK 2007)
- Safeguardsverordnung (SaV 2021)

1.1.2 Richtlinien, Empfehlungen und Auslegungsanforderungen

Die Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen für die Stilllegung von Kernanlagen betreffen vor allem die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz.

Neben der Richtlinie ENSI-G17 (ENSI 2014) sind auch andere Richtlinien des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) für die Stilllegung relevant (insbesondere Richtlinie ENSI-G12 (ENSI 2021) und Richtlinie ENSI-G07 (ENSI 2023)).

So muss die spätere Stilllegung schon in Planung und Bau der OFA berücksichtigt werden und ein grosser Teil der Planungsgrundlagen für die Stilllegung selbst werden bei Bau und Betrieb des überwachten Bereichs der OFA erarbeitet respektive dokumentiert und festgelegt.

1.1.3 Normen und Regeln

Die Stilllegung respektive die zugehörige Planung und Durchführung berücksichtigt die in der Schweiz geltenden Normen und Regeln.

Dies sind u. a.:

- Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA)
- Technische Normen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
- Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF)
- Normen der Schweizerischen Normen Vereinigung (SN)

1.2 Randbedingungen und Annahmen

Die exemplarische Umsetzung des geologischen Tiefenlagers (Nagra 2025) stellt die Grundlage für das vorliegende Konzept dar.

Während des gesamten Betriebs werden endlagerfähig verpackte Abfälle eingelagert. Zu keinem Zeitpunkt wird mit offener Kontamination umgegangen. Daher weist die Stilllegung des überwachten Bereichs der OFA im Vergleich zu einem Kernkraftwerk eine geringe Komplexität auf. Es werden weder Aktivierung noch Kontamination erwartet. Entsprechend entstehen auch keine radioaktiven Abfälle bei der Stilllegung.

1.3 Zeitliche Einordnung des Stilllegungsprojekts

Bei Erreichen des Endes der Betriebsdauer des überwachten Bereichs der OFA muss für die Erlangung der Stilllegungsverfügung ein Stilllegungsprojekt vorgelegt werden. Dem im vorliegenden Bericht beschriebenen Konzept folgend, werden im Stilllegungsprojekt die einzelnen Projektschritte geplant und später umgesetzt.

1.4 Schritte der Stilllegung

Das Vorgehen für die Stilllegung ist in Art. 26-29 KEG, Art. 45-50 KEV und der Richtlinie G17 (ENSI 2014) vorgegeben.

Den ersten Schritt stellt das vorliegende Konzept zur Stilllegung dar, das gem. Art. 13 KEG resp. Art. 23 KEV eine Grundlage zur Erteilung der Rahmenbewilligung ist.

Das Konzept bildet die Grundlage für den Stilllegungsplan, welcher gem. Art. 16 KEG resp. Art. 24 KEV mit dem Baubewilligungsgesuch eingereicht werden muss.

Für die Betriebsbewilligung muss er aktualisiert werden. Während des Betriebs des überwachten Bereichs der OFA ist der Stilllegungsplan periodisch alle 10 Jahre nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik stufengerecht zu aktualisieren (Art. 42 KEV).

Mit dem Gesuch für die Stilllegung ist gem. Art. 22 KEG resp. Art. 27 KEV das Stilllegungsprojekt vorzulegen. In Anlehnung an das Phasenmodell gemäss Richtlinie ENSI-G17 (ENSI 2014) erfolgt die Stilllegung des überwachten Bereichs der OFA in einer einzigen Phase des nuklearen Rückbaus.

Voraussetzung für den Beginn von Stilllegungs- und Rückbaumassnahmen ist eine rechtsgültige Stilllegungsverfügung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK). Diese wird erlassen, wenn das Datum der endgültigen Ausserbetriebnahme feststeht und das entsprechende Gesuch bewilligt wurde. Nach Erhalt der rechtskräftigen Stilllegungsverfügung beantragt der Eigentümer beim ENSI die Freigabe der Stilllegung und reicht die dafür erforderlichen Unterlagen ein.

Mit der Freigabe werden die Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten durchgeführt und durch die Vorlage eines Abschlussberichtes abgeschlossen.

1.5 Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten

Die Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten umfassen:

- Demontage und Reinigung der im Stilllegungsprojekt definierten Anlagen und Einrichtungen
- Freimessung und konventionelle Entsorgung des anfallenden Materials (parallel zu den Demontage- und Rückbauarbeiten)
- Freimessung und Freigabe Gebäude
- Recycling von Wertstoffen
- Umnutzung oder Abbruch Gebäude
- Abschluss der Stilllegung

1.6 Internationale Erfahrungen und Stand von Wissenschaft und Technik

Erfahrungen aus nationalen und internationalen Stilllegungsprojekten werden bis zur Stilllegung verfolgt. Damit wird sichergestellt, dass der dann aktuelle Stand von Erfahrung, Wissenschaft und Technik berücksichtigt wird.

2 Stilllegungsziel

Das Stilllegungsziel ist die formale Stilllegung und der Rückbau des überwachten Bereichs der OFA zur „grünen Wiese“. Damit wird die Voraussetzung dazu geschaffen, dass nach Abschluss der Beobachtungs- und Verschlussphase alle Bauten der Oberflächeninfrastruktur (OFI) rückgebaut, die „grüne Wiese“ wieder hergestellt und das geologische Tiefenlager nach dem ordnungsgemässen Verschluss (Nagra 2021) aus der Kernenergiegesetzgebung entlassen werden kann.

Zum Erreichen dieses Ziels muss die Anlage radiologisch befreit sein. Zudem muss gewährleistet sein, dass die Safeguardsanforderungen im gTL gemäss Art. 14 SaV auch ohne Massnahmen im überwachten Bereich der OFA erfüllt bleiben.

Mit Erreichen des Stilllegungsziels kann am Standort auf Sicherungsmassnahmen verzichtet werden, da die Anforderungen aus der nuklearen Sicherheit und dem Strahlenschutz entfallen. Allfällige weitere Arbeiten können konventionell erfolgen.

Das Stilllegungsgesuch wird entsprechend den vorgenannten Schritten (Kap. 1.4) in einer dazu zweckmässigen Gliederung eingereicht. Die Stilllegungs- und Rückbaumassnahmen zur «grünen Wiese» werden auf den fortlaufenden – konventionellen – Beobachtungsbetrieb abgestimmt, beantragt und durchgeführt.

3 Stilllegungskonzept

3.1 Anlagenbeschrieb überwachter Bereich der OFA

Der überwachte Bereich der OFA dient der Annahme und der Verbringung der radioaktiven Abfälle nach untertag.

3.1.1 Betriebsabläufe

Die Hauptprozesse im überwachten Bereich der OFA können aus heutiger Sicht in folgende Prozesse eingeteilt werden:

- Annahme von Transportbehältern (TB) mit in Endlagerbehältern (ELB) verpackte hochaktive Abfälle (HAA)
- Annahme von ELB mit schwach- und mittelaktiven Abfällen (SMA)
- Bereitstellung der HAA-ELB in TB für die Einlagerung
- Bereitstellung der SMA-ELB für die Einlagerung
- Beförderung der HAA-ELB im TB zum Schachtkopf
- Beförderung der SMA-ELB zum Schachtkopf
- Annahme der leeren TB vom Schachtkopf
- Bereitstellung leerer TB für den Versand
- Versand leerer TB

3.1.2 Sicherungsperimeter /-areal

Der überwachte Bereich der OFA befindet sich im Sicherungsperimeter auf dem Sicherungsareal (Fig. 3-1).

- Dieser Bereich wird für die Einlagerung benötigt und grenzt die Handhabung radioaktiver Abfälle räumlich ab.
- Wichtigste Bauten auf dem Sicherungsareal sind die Bereitstellungshalle und das Schachtkopfgebäude des Einlagerungsschachts (Nagra 2025).

Dieser Bereich der OFA ist nach Strahlenschutzvorgaben dem Überwachungsbereich (Zone «0») zugeordnet.

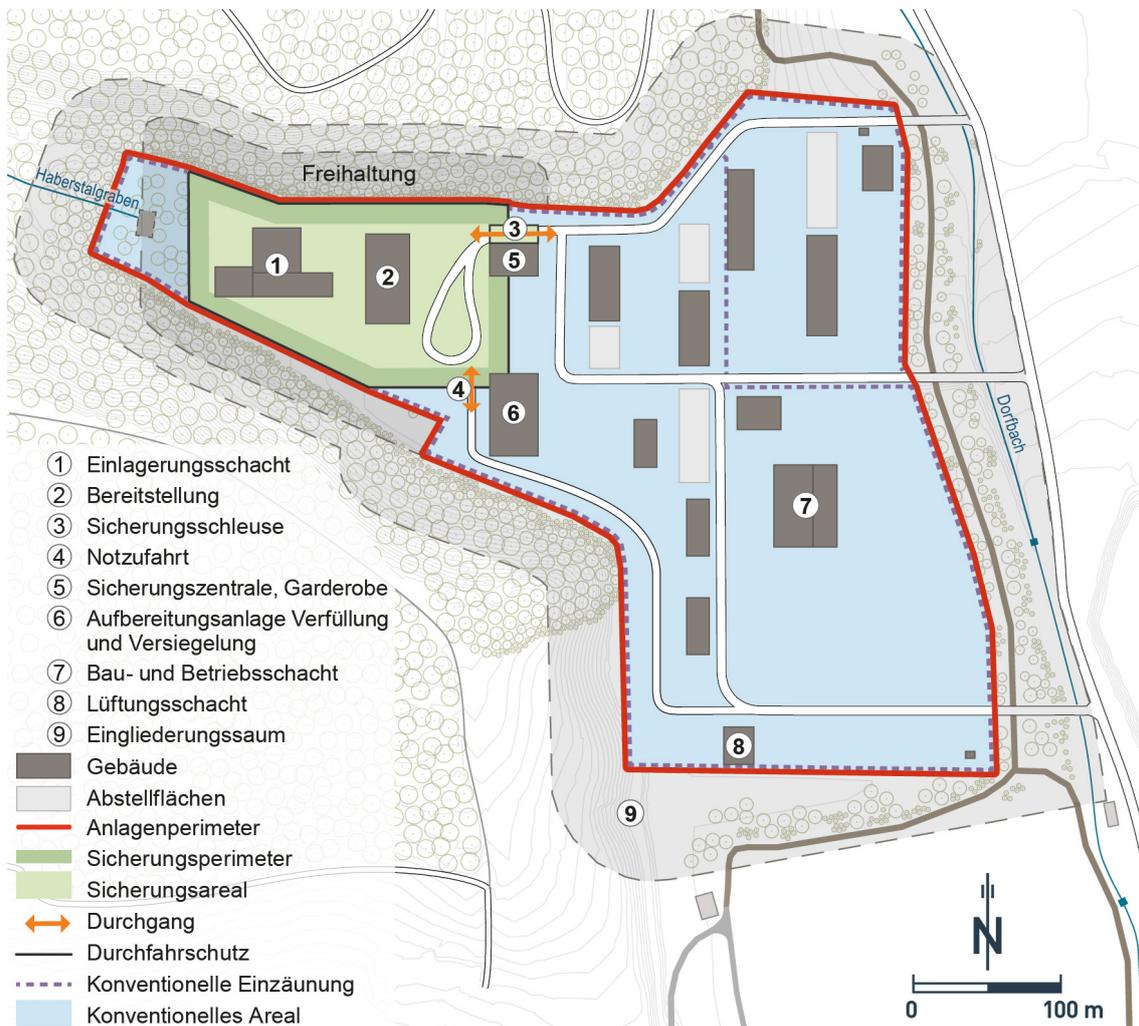


Fig. 3-1: Beispielhafte Anordnung der OFA innerhalb des Anlagenperimeters mit exemplarischer Darstellung von Anlagen (modifiziert nach Nagra 2024)

Der überwachte Bereich der OFA mit Sicherungsperimeter und -areal ist in Grüntönen dargestellt.

3.2 Dokumentation von Bau und Betrieb

Planung, Bau und Betrieb des überwachten Bereichs der OFA werden lückenlos nach Stand von Erfahrung, Wissenschaft und Technik dokumentiert. Für die Vorbereitung und Planung der Stilllegung stehen damit zum Ende der Nutzungsdauer umfangreiche Grundlagen zur Verfügung.

3.2.1 Baudokumentation

Planung und Bau erfolgen unter Verwendung modernster Hilfsmittel nach Erfahrung und Stand von Wissenschaft und Technik. Eine vollständige und detaillierte Planungs- und Baudokumentation und ein digitales Modell werden für die Planung und Durchführung der Stilllegung zur Verfügung stehen. As-Built Daten werden für alle Gebäude und Einrichtungen verfügbar sein. Aufwendige Nacharbeiten und umfangreiche notwendige Ergänzungen von Daten werden nicht erwartet.

3.2.2 Betriebsdokumentation, radiologische Daten

Die nukleare Betriebsbewilligung erfordert im Rahmen des anlageninternen Strahlenschutzes gem. Richtlinie ENSI-G12 (ENSI 2021) die kontinuierliche Erhebung, Archivierung und Rapor-
tierung der radiologischen Daten nach Strahlenschutzkonzept der OFA.

Die während der Betriebsdauer gesammelten Daten sowie die Auswertungen der durchgeführten Messungen während des Betriebs bilden eine Grundlage für die Planung der Stilllegung. Dies umfasst auch die nichtnuklearen Gefahrstoffe, welche beim Bau und Betrieb Anwendung finden respektive als Betriebsabfälle anfallen. Diese werden entsprechend ihrer Eigenschaften fachgerecht gesammelt und entsorgt.

Nach Abschluss des Betriebs besteht auf der gesamten OFA kein Inventar an radioaktiven Materialien.

3.3 Erwartete Stilllegungsabfälle

Bei der Stilllegung und dem Rückbau fallen keine radioaktiven Abfälle an. Sämtliche Abfälle sind konventioneller Natur.

3.4 Voraussetzungen und Prozesse für die Stilllegung

3.4.1 Anforderungen an die Organisation

Die Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten müssen als Projekt geplant, die Planungen umgesetzt und kontrolliert werden. Die Projektorganisation muss die Anforderungen der Richtlinie ENSI-G07 (ENSI 2023) erfüllen. Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit sichergestellt ist, dass geeignete Arbeitsmittel und geschultes Personal für diese Arbeiten zur Verfügung stehen. Mitarbeitende der vormaligen Betriebsmannschaft sollen für die Mitarbeit am Stilllegungs- und Rückbauprojekt gehalten werden. So fließen die Erfahrungen aus dem Betrieb und die Anlagenkenntnisse in das Stilllegungsprojekt ein. Die Kapazitäten externer Spezialisten müssen rechtzeitig reserviert werden und anzustellende Fachkräfte müssen zeitgerecht rekrutiert werden.

Die Rückbauarbeiten können bei vorliegender Stilllegungsverfügung beginnen, wenn die letzte Einlagerungskampagne abgeschlossen ist.

Arbeitsschutz und nukleare Sicherheit sind jederzeit anforderungsgerecht zu gewährleisten.

3.4.2 Sicherung

Bis der überwachte Bereich der OFA stillgelegt ist, muss dessen Sicherung anforderungsgerecht aufrechterhalten werden.

3.4.3 Strahlenschutz

Für das Gesuch für die Stilllegung wird durch den Strahlenschutz auf Basis der erhobenen Bau- und Betriebsdaten (siehe Kap. 3.2) eine radiologische Charakterisierung der Anlage erarbeitet und vorgelegt, in der aufgezeigt wird, wie der Strahlenschutz während der Durchführung des Stilllegungsprojekts gewährleistet wird.

Die Stilllegungsverfügung löst die Betriebsbewilligung ab. Weiterhin sind jedoch die Anforderungen aus der Kernenergiegesetzgebung zu erfüllen und der operative Strahlenschutz muss in Übereinstimmung mit der Richtlinie ENSI-G12 (ENSI 2021) vollumfänglich und zu jeder Zeit gewährleistet sein.

Eine wesentliche Aufgabe des Strahlenschutzes ist die Freimessung. Eine Freimessung, auch Befreiungsmessung, besteht immer aus 3 Werten: Oberflächenkontamination, Dosisleistung und spezifische Aktivität. Die gemessenen Werte müssen für eine Freigabe sinngemäss unterhalb der festgelegten Werte gemäss den Bestimmungen der StSV liegen. Im Falle des überwachten Bereichs der OFA, welcher der Zone «0» zugeordnet ist, wird die Kontaminationsfreiheit bestätigt.

Zunächst werden alle beweglichen Einrichtungen ausgebaut, zerlegt und nach erfolgter Freimessung aus der kontrollierten Zone ausgeschleust.

Anschliessend werden die Räume nach einem festzulegenden Rückzugskonzept nacheinander freigemessen und entsprechend ausgezont und freigegeben bevor Gebäude oder Teile davon einer konventionellen Nachnutzung zugeführt oder konventionell abgebrochen werden können.

3.4.4 Konventioneller Rückbau

Es kommen Standardtechniken aus dem Bauwesen zur Entkernung, zum Abbruch, zum Baustoffrecycling und zur Wertstoffverwertung zum Einsatz. Die Arbeiten erfolgen unter Einhaltung der einschlägigen Anforderungen.

3.4.5 Logistik

Die Logistik während und nach Stilllegung und Rückbau folgt den Strahlenschutz-Anforderungen für den sicheren Betrieb der Anlage. Eine frühzeitige Planung ist nach Auswertung der Betriebsdaten durch die vorliegenden Prognosen der Abfallmengen möglich.

3.4.6 Abschluss der Stilllegung

Nach dem ordnungsgemässen Abschluss der Stilllegungsarbeiten wird nachgewiesen, dass am Standort der OFA keine im Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung liegenden Tätigkeiten, Einrichtungen, Ereignisse und Zustände, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen können, ausgeübt werden bzw. vorhanden sind. Ein Abschlussbericht wird erstellt und beim ENSI eingereicht.

Nach erfolgter Prüfung der Abschlussdokumentation der Stilllegung durch das ENSI stellt das UVEK fest, dass die OFA im Sinne von Art. 29 KEG keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt.

4 Ausblick

Zum heutigen Zeitpunkt steht fest, dass die gesetzlichen Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Stilllegung des überwachten Bereichs der OFA bekannt sind und bereits heute geeignete Prozesse und Verfahren zur Verfügung stehen, um die daraus resultierenden Anforderungen an die Stilllegung zu erfüllen.

Für das Baubewilligungsgesuch wird auf Basis des Konzeptes zu gegebener Zeit der Stilllegungsplan vorgelegt, welcher für die Aufrechterhaltung der Betriebsbewilligung periodisch aktualisiert werden muss (Art. 42 KEG).

Gegen Ende der Einlagerung folgt das Gesuch für die Stilllegung des überwachten Bereichs der OFA, welches dann die vollständige Planung des Stilllegungsprojekts enthält.

5 Literaturverzeichnis

- ENSI (2014): Stilllegung von Kernanlagen. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G17/d. ENSI, Brugg.
- ENSI (2021): Anlageninterner Strahlenschutz. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G12. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.
- ENSI (2023): Organisation von Kernanlagen. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G07/d. ENSI, Brugg.
- KEG (2003): Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003, Stand am 1. Januar 2024. 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 (2021): Verschlusskonzept für ein geologisches Tiefenlager. Nagra Arbeitsbericht NAB 21-12 Rev. 1.
- Nagra (2024): Anlagen- und Betriebskonzept für das geologische Tiefenlager. Nagra Technischer Bericht NTB 24-11.
- Nagra (2025): Rahmenbewilligungsgesuch für das geologische Tiefenlager – Sicherheitsbericht. Nagra Technischer Bericht NTB 24-01.
- SaV (2021): Safeguardsverordnung (SaV) vom 4. Juni 2021, Stand am 1. Juli 2021. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.12, Schweiz.
- StSG (1991): Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991, Stand am 1. Juli 2023. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 814.50, Schweiz.
- StSV (2017): Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 26. April 2017, Stand am 1. Januar 2021. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 814.501, Schweiz.
- VAPK (2007): 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.

Figurenverzeichnis

Fig. 3-1:	Beispielhafte Anordnung der OFA innerhalb des Anlagenperimeters mit exemplarischer Darstellung von Anlagen (modifiziert nach Nagra 2024)	8
-----------	--	---

Abkürzungsverzeichnis

ELB	Endlagerbehälter
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
gTL	Geologisches Tiefenlager
HAA	Hochaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung)
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
NTB	Nagra Technischer Bericht
OFA	Oberflächenanlage
SaV	Safeguardsverordnung
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
StSG	Strahlenschutzgesetz
StSV	Strahlenschutzverordnung
TB	Transportbehälter
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VAPK	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen