

Arbeitsbericht NAB 21-10

**Realisierung des Vorhabens
geologische Tiefenlager in der
Schweiz:
Grundlagen zum Verfahren und
Umsetzung der Gesamtplanung**

Dezember 2021

Arbeitsbericht NAB 21-10

**Realisierung des Vorhabens
geologische Tiefenlager in der
Schweiz:
Grundlagen zum Verfahren und
Umsetzung der Gesamtplanung**

Dezember 2021

STICHWÖRTER

Stufengerechte Gesamtplanung, Bewilligungsverfahren,
Festlegungen, RBG

Nationale Genossenschaft
für die Lagerung
radioaktiver Abfälle
Hardstrasse 73
Postfach 280
5430 Wettingen
Telefon 056 437 11 11
www.nagra.ch

Nagra Arbeitsberichte stellen Ergebnisse aus laufenden Aktivitäten dar, welche nicht zwingend einem vollumfänglichen Review unterzogen wurden. Diese Berichtsreihe dient dem Zweck der zügigen Verteilung aktueller Fachinformationen.

"Copyright © 2021 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."

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	II
Figurenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung und Zielsetzung des Berichts.....	1
2 Grundlagen zum Bewilligungsverfahren des Vorhabens geologische Tiefenlager.....	3
2.1 Übersicht über die Ausrichtung und Einordnung der Instrumente des Bundes für die Planung und Realisierung	3
2.2 Sachplan geologische Tiefenlager SGT und stufenweises Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV	3
2.3 Festlegungen und stufengerechte Konkretisierung des Vorhabens gemäss KEG und KEV	7
3 Umsetzung der Gesamtplanung des Vorhabens geologische Tiefenlager	15
3.1 Realisierungsplan.....	15
3.2 Grundsätze für die Abwicklung der fachtechnischen Arbeiten	15
3.3 Optimierung der geologischen Tiefenlager in Zusammenhang mit sicherheitsgerichteten Entscheiden.....	15
4 Zusammenfassung	17
5 Literaturverzeichnis	19
Anhang	
A.1 Übersicht Führungs- und Kontrollinstrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager (Fig. A-1).....	A1-1
A.2 Charakteristika der verschiedenen Bewilligungsschritte nach Kernenergiegesetzgebung.....	A2-1
A.2.1 Charakteristika des Bewilligungsschritts RBG nach Kernenergiegesetzgebung.....	A2-1
A.2.2 Charakteristika des Bewilligungsschritts Gesuch EUU nach Kernenergiegesetzgebung.....	A2-3
A.2.3 Charakteristika des Bewilligungsschritts Nukleares Baubewilligungsgesuch gTL nach Kernenergiegesetzgebung	A2-5
A.2.4 Charakteristika des Bewilligungsschritts Nukleares Betriebsbewilligungsgesuch / Freigabe für die Inbetriebnahme nach Kernenergiegesetzgebung.....	A2-6
A.2.5 Charakteristika des Bewilligungsschritts Gesuch für Stilllegung der OFI, Gesuch für Verschluss des Gesamtlagers nach Kernenergiegesetzgebung	A2-7
A.3 Beispielhafte Systemskizzen der Realisierungsphasen eines Kombilagers mit Schachteinlagerung.	A3-1

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Schematische Darstellung der zeitlichen Abfolge von Festlegungen für ausgewählte Themen im Zeitraum vom Rahmenbewilligungsgesuch bis zum Gesuch Verschluss des Gesamtlagers	9
-----------	---	---

Figurenverzeichnis

Fig. 2-1:	Vorgaben an die Projektierung, den Bau, Betrieb und Verschluss des geologischen Tiefenlagers gemäss der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) respektive der in der KEV festgelegten Phasen und Bewilligungsschritte	4
Fig. 2-2:	Stufengerechte Konkretisierung des Vorhabens zur Realisierung der geologischen Tiefenlager gemäss KEG.....	8
Fig. A-1:	Übersicht über die Führungs- und Kontrollinstrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager	A1-2

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
BEUU	Bauten für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag
BEVA	Brennelementverpackungsanlage
BFE	Bundesamt für Energie
ELB	Endlagerbehälter
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
EUU	Erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag
EWA	Einwirkungen von aussen
gTL	Geologische(s) Tiefenlager
HAA	Hochaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung)
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KKW	Kernkraftwerk
MIF	Radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
NAB	Nagra Arbeitsbericht
nBaB	Nukleare Baubewilligung
nBaBG	Nukleares Baubewilligungsgesuch
nBeB	Nukleare Betriebsbewilligung
nBeBG	Nukleares Betriebsbewilligungsgesuch
NTB	Nagra Technischer Bericht
NZA	Nebenzugangsanlage
OFA	Oberflächenanlage
OFI	Oberflächeninfrastruktur
RB	Rahmenbewilligung
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
TLB	Transport- und Lagerbehälter
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Zwilag	Zwischenlager Würenlingen AG

1 Einleitung und Zielsetzung des Berichts

Der vorliegende Bericht stellt einen Hintergrundbericht zum Entsorgungsprogramm 2021 (EP21; Nagra 2021a) dar. Er trägt ebenso wie der Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan 2021 (RD&D-Plan 2021; Nagra 2021b) zur Erfüllung der Bundesratsaufgabe 4.2 (Gesamtsystem Tiefenlager) für das Entsorgungsprogramm 2021 und folgende bei (Bundesrat 2018).

In den zukünftigen Entsorgungsprogrammen hat die Nagra darzulegen, wie das Gesamtsystem «geologisches Tiefenlager» technisch und zeitlich umgesetzt werden soll und wie dabei die einzelnen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers vernetzt sind. Hinsichtlich der Entscheidungen hat die Nagra aufzuzeigen, wann sie warum welche Forschungsvorhaben und Entwicklungen in Angriff nimmt und wo und wann welche Schwerpunkte gesetzt werden. Für sicherheitsrelevante Entscheidungen sind verschiedene Alternativen zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit günstiges Vorhaben zu wählen. Getroffene Entscheide sollen zusammen mit deren Begründungen in einer Form dokumentiert werden, die langfristig Bestand hat, damit sie auch künftig nachvollziehbar bleiben.

Der vorliegende Bericht erläutert, wie die Nagra die Umsetzung des Vorhabens geologische Tiefenlager Schritt für Schritt in Einklang mit den Instrumenten des Bundes vorsieht. Das Vorgehen orientiert sich am mehrstufigen Bewilligungsverfahren gemäss der Kernenergiegesetzgebung (Kernenergiegesetz KEG, KEG 2003; Kernenergieverordnung KEV, KEV 2004). Im Bericht werden für die jeweiligen Bewilligungsschritte die Charakteristika (u.a. die zu treffenden Festlegungen und der erforderliche Stand der Projektierung) systematisch aufgezeigt. Anschliessend erfolgt eine Erörterung, welche Festlegungen mit welchem Bewilligungsschritt einhergehen und welcher Handlungsspielraum für die weitere Projektentwicklung dann noch verbleibt.

Im RD&D-Plan 2021 (Nagra 2021b) wird zur Erfüllung der Bundesratsaufgabe 4.2 zusätzlich aufgezeigt, welche massgebenden Fragestellungen von der Nagra innerhalb welcher Frist bearbeitet werden, damit die Erkenntnisse zeitgerecht in die Bereitstellung einer stufengerechten Grundlage für den jeweiligen Bewilligungsschritt einfließen. Zudem erfolgt entlang von sogenannten Roadmaps eine Illustration, wie die fachtechnisch relevanten Themen und Arbeitsschwerpunkte mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers vernetzt sind; damit wird zusätzlich auch auf die Bundesratsaufgabe 4.1 (Forschungsprogramm) zum EP21 und folgende eingetreten (Bundesrat 2018).

Der vorliegende Bericht richtet sich neben den Behörden auch an Fachgremien und interessierte Kreise aus der Öffentlichkeit.

Durch die Schwerpunktsetzung und die Ausrichtung ergibt sich folgende Zielsetzung:

- Das mehrstufige Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV und die damit einhergehende schrittweise Konkretisierung des Vorhabens sollen verständlich dargelegt werden. Das schrittweise Vorgehen ergibt sich aus dem zeitlichen Horizont des Vorhabens, welches gemäss aktueller Planung mit dem Verschluss in mehr als 100 Jahren abgeschlossen wird.
- Die Leserin und der Leser sollen zudem erkennen können, dass in Anbetracht des Zeithorizonts der Erhalt von Handlungsspielraum essenziell ist; nur so werden günstige Voraussetzungen für die weitere Projektierung geschaffen und neue Erkenntnisse (aus dem eigenen Projekt oder aus Projekten von Schwesterorganisationen), allfällige Änderungen von Anforderungen und unerwartete Entwicklungen können bei der Umsetzung berücksichtigt werden. Ziel ist, dass die Leserschaft erkennen kann, dass mit der Rahmenbewilligung neben dem Standortentscheid und dem damit einhergehenden Entscheid zum Lagertyp nur wenige weitere Festlegungen erfolgen. So werden mit der Rahmenbewilligung erst die Grundzüge des Projekts festgelegt; zu diesen gehören u.a. die ungefähre Grösse und Lage der wichtigsten Bauten. Konkrete Festlegungen zur Auslegung der jeweiligen Bauwerke erfolgen mit dem Gesuch für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (EUV) bzw. mit dem nuklearen Bau- oder Betriebsbewilligungsgesuch (nBaBG oder nBeBG). Daraus ergibt sich, dass die meisten Fragestellungen erst im Hinblick auf das Gesuch EUV oder auf das nukleare Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch und nicht bereits für das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) zu klären sind. Folgerichtig wird der für das Generationenprojekt geologische Tiefenlager notwendige und angestrebte Handlungsspielraum so lange wie möglich bewahrt.

2 Grundlagen zum Bewilligungsverfahren des Vorhabens geologische Tiefenlager

Die Angaben im vorliegenden Kapitel orientieren sich an den gesetzlichen und behördlichen Vorgaben (u.a. KEG 2003, KEV 2004), Konzept Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008), Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020), sicherheitstechnische Vorgaben für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager (ENSI 2018) und entsprechen der Planung wie sie im Entsorgungsprogramm 2021 (Nagra 2021a) und im RD&D-Plan 2021 (Nagra 2021b) dargestellt wird.

2.1 Übersicht über die Ausrichtung und Einordnung der Instrumente des Bundes für die Planung und Realisierung

Gemäss der Kernenergiegesetzgebung obliegt dem Bund die Führungsrolle bei der nuklearen Entsorgung. Dazu setzt er für die Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager verschiedene Instrumente ein.

Die Instrumente haben eine unterschiedliche Ausrichtung und Einordnung. Instrumente, welche mit **verbindlichen Festlegungen** in Zusammenhang mit der Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager verbunden sind, sind wie folgt:

- **Sachplan geologische Tiefenlager (SGT)**
- **Bewilligungsverfahren für Kernanlagen nach KEG und KEV (mit zugehörigen Richtlinien)**

Die schrittweise Umsetzung des Vorhabens, wie sie sich aus dem mehrstufigen Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV ableitet, bildet den Schwerpunkt des vorliegenden Berichts und wird in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Weitere Instrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens sind das **Entsorgungsprogramm (EP)**, der **RD&D-Plan** sowie die **Kostenstudie (KS)**. Mit dem Entsorgungsprogramm 2021 (EP21; Nagra 2021a), dem RD&D-Plan 2021 (Nagra 2021b) sowie der Kostenstudie 2021 (KS21; swissnuclear 2021) liegt ein aktueller Vorschlag für den Ablauf bei der Realisierung der geologischen Tiefenlager vor. Mit diesen **Führungs- und Kontrollinstrumenten** kann der Bund im Rahmen seiner Begutachtung und seiner Stellungnahme über Empfehlungen und Auflagen lenkend eingreifen. Diese Instrumente werden daher als Ergänzung in Anhang A.1 lediglich zur Abgrenzung zum SGT und zum Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV kurz erläutert. All diesen Instrumenten ist gemein, dass mit ihnen keine Festlegungen bezüglich Realisierung und Ausgestaltung der geologischen Tiefenlager vorweg genommen werden. Festlegungen werden wie oben dargelegt, ausschliesslich im Rahmen des SGT und des Bewilligungsverfahrens nach KEG und KEV getroffen.

2.2 Sachplan geologische Tiefenlager SGT und stufenweises Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV

Das Bewilligungsverfahren für die Realisierung der geologischen Tiefenlager ist ein mehrstufiges Verfahren, welches in der Kernenergiegesetzgebung geregelt ist. In der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) sind die im KEG und der KEV festgelegten Phasen und Bewilligungsschritte zu Projektierung, Bau, Betrieb und Verschluss eines geologischen Tiefenlagers weiter konkretisiert.

Fig. 2-1 wurde der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) entnommen. Die in der Figur verwendeten Begrifflichkeiten werden im Folgenden kurz erläutert, um sie in den Kontext der Gesamtplanung für das Vorhaben geologische Tiefenlager zu stellen.

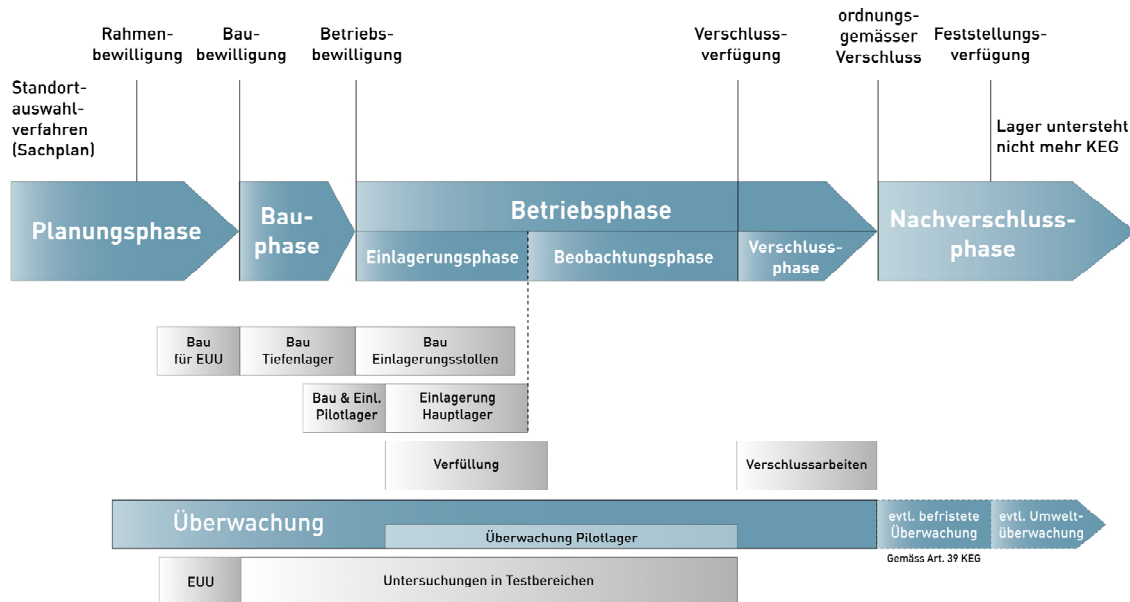


Fig. 2-1: Vorgaben an die Projektierung, den Bau, Betrieb und Verschluss des geologischen Tiefenlagers gemäss der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) respektive der in der KEG festgelegten Phasen und Bewilligungsschritte

Nach ENSI (2020).

Die **Planungsphase** umfasst ein **Standortauswahlverfahren (Sachplan)**, das Rahmenbewilligungsverfahren, die Durchführung von **erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU)** inklusive des Baus der hierzu benötigten Anlagen (**Bau für EUU**) sowie die Vorbereitung der Unterlagen für die nukleare Baubewilligung.

- Im Gegensatz zum Bewilligungsverfahren für andere Kernanlagen ist bei geologischen Tiefenlagern ein Standortauswahlverfahren (Sachplan) vorgelagert. Mit dem vom Bundesrat verabschiedeten Konzept Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008) liegt ein transparentes und faires Auswahlverfahren vor, welches das Vorgehen für die Wahl von geologischen Standortgebieten im Hinblick auf die Rahmenbewilligungsgesuche für die geologischen Tiefenlager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) und hochaktive Abfälle (HAA) festlegt. Beide Lager können bei entsprechender sicherheitstechnischer Eignung als ein sogenanntes Kombilager im gleichen Standortgebiet platziert werden (ENSI 2018); ein solches ist mit betrieblichen, sicherheitstechnischen, ökologischen und ökonomischen Vorteilen verbunden (Nagra 2021a). Die Nagra arbeitet in diesem Standortauswahlverfahren mit den verschiedenen Akteuren des Sachplanverfahrens entsprechend den Vorgaben (BFE 2008) zusammen. Das Sachplanverfahren umfasst drei Etappen; alle führen zu Entscheidungen des Bundesrats. Festlegungen zu SGT Etappe 1 und SGT Etappe 2 sind bereits erfolgt (Nagra 2021a). So hat der Bundesrat Ende 2018 als Abschluss von SGT Etappe 2 entschieden, dass die geologischen Standortgebiete Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost in der dritten Etappe weiter untersucht werden sollen. Im Weiteren wurden gestützt auf die Zusammenarbeit mit den Standortregionen für diese Standortgebiete Standortareale für eine Ober-

flächenanlage festgelegt und diese in Objektblättern zu Etappe 2 festgehalten und ebenfalls vom Bundesrat verabschiedet. Die Feldarbeiten in SGT Etappe 3 sind weit fortgeschritten und in allen drei Standortgebieten ist genügend Platz für die Anordnung eines Kombilagers vorhanden. Deshalb erfolgen, ohne eine Entscheidung vorwegzunehmen, die in diesem Bericht dargestellten Erläuterungen anhand eines Kombilagers. Das Sachplanverfahren geologische Tiefenlager findet seinen Abschluss am Ende von SGT Etappe 3 mit der Genehmigung des Objektblatts durch den Bundesrat. Zeitgleich entscheidet der Bundesrat über die Erteilung der Rahmenbewilligung.

- Die **Rahmenbewilligung** stellt den ersten Schritt in der Realisierung einer Kernanlage im Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV dar (Art. 12 KEG). Mit der Rahmenbewilligung werden grundsätzliche, politisch bedeutsame Fragen entschieden, die sich in Zusammenhang mit einer Kernanlage stellen (Botschaft zum Kernenergiegesetz, BBI 2001); insbesondere legt die Rahmenbewilligung den Standort und die Grundzüge des Projekts (s. Kap. 2.3) fest. Deshalb wird vom Gesetzgeber verlangt, dass im Gegensatz zu den weiteren Bewilligungsschritten nach KEG und KEV der Entscheid des Bundesrats zur Rahmenbewilligung der Bundesversammlung zur Genehmigung vorgelegt werden muss und der Beschluss der Bundesversammlung dem fakultativen nationalen Referendum untersteht.
- Das Verfahren für die Bewilligung für **erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (EUU)** richtet sich – ebenso wie alle späteren Bewilligungsverfahren – nach Art. 49ff KEG und führt zu einer Bewilligung durch das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (s. Fig. 2-2). Mit Vorliegen der Bewilligung vom UVEK kann der Bau von denjenigen ober- und untertägigen Bauten beginnen, die in direktem Zusammenhang mit den erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (Infrastruktur EUU) stehen. Weiter kann auch mit Experimenten zur vertieften Charakterisierung bzw. Bestätigung der geologischen Situation untertag am gewählten Standort begonnen werden.

Die Bauphase umfasst den Bau des Tiefenlagers inklusive dem Bau des Pilotlagers und die bedarfsgerechte Fortführung von Untersuchungen in Testbereichen:

- Das Vorliegen einer rechtskräftigen nuklearen **Baubewilligung** ist Voraussetzung für den Bau des geologischen Tiefenlagers.
- Der Bau umfasst die Erstellung des Hauptzugangs sowie des Haupt- und Pilotlagers; an der Oberfläche werden u.a. die Verpackungsanlagen als Bestandteil der Oberflächenanlage (OFA) erstellt¹.

Mit Vorliegen einer rechtskräftigen nuklearen Baubewilligung werden die Bauten für die EUU (BEUU) in Testbereiche umgenutzt und in das geologische Tiefenlager integriert (s. Kap. 2.3). Die **Betriebsphase** eines geologischen Tiefenlagers umfasst die **Einlagerungsphase**, die **Beobachtungsphase** und die **Verschlussphase**:

- Das Vorliegen einer rechtskräftigen nuklearen **Betriebsbewilligung** ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers.
- In einem ersten Schritt erfolgt die **Einlagerung im Pilotlager**. Dazu wird eine repräsentative kleine Menge von Abfällen im Pilotlager eingelagert. Anschliessend beginnt die Überwachung. Das Pilotlager ist so ausgelegt, dass die Ergebnisse aus der Überwachung des Pilotlagers auf das Hauptlager übertragen werden können.

¹ Alternativ wird eine Platzierung der Verpackungsanlagen beim Zwiilag in Betracht gezogen.

- Danach beginnt die **Einlagerung im Hauptlager**. Dazu werden die Endlagerbehälter für HAA in HAA-Lagerstollen und die Endlagercontainer für SMA und alphanukleare Abfälle (ATA) in SMA-Lagerkavernen eingelagert.
- Die **Verfüllung** und der Verschluss der HAA-Lagerstollen und SMA-Lagerkavernen erfolgt fortlaufend während der Einlagerungsphase.
- Parallel zur Einlagerung werden fortlaufend weitere **HAA-Lagerstollen** erstellt.
- Nach Abschluss der Einlagerung beginnt die eigentliche **Beobachtungsphase**, so wie sie in Fig. 2-1 dargestellt ist. Die Anlagen und Bauwerke an der Oberfläche, welche nur für die Verpackung und Einlagerung der Abfälle benötigt wurden, werden nach der Einlagerung stillgelegt und rückgebaut.
- Experimente (z.B. Langzeitexperimente), die im Rahmen von EUU initiiert wurden, können bei Bedarf als **Untersuchungen in den Testbereichen** bis in die Einlagerungsphase hinein fortgeführt werden.
- Die Verschlussphase beginnt mit Vorliegen einer rechtskräftigen **Verschlussverfügung** und umfasst die **Verschlussarbeiten** für den Verschluss des Gesamtlagers. Der Verschluss des geologischen Tiefenlagers kann angeordnet werden, wenn nach Ablauf der Beobachtungsphase der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist.
- Die **Nachverschlussphase** beginnt, wenn der ordnungsgemässe Verschluss erfolgt ist.
- Liegt nach Ablauf der Überwachungsfrist eine rechtsgültige **Feststellungsverfügung** vor, untersteht das Lager nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung.

Im schweizerischen Programm ist die **Überwachung** als integraler Bestandteil der Tiefenlagerkonzepte vorgesehen:

- Die Überwachung beginnt bereits in der Planungsphase und erstreckt sich über den ganzen Lebenszyklus des Tiefenlagers bis zum Ende der Verschlussphase. Die Überwachung umfasst auch die **Überwachung des Pilotlagers** (Fig. 2-1).
- Gemäss Art. 39 Abs. 3 KEG kann der Bundesrat auch nach ordnungsgemäsem Verschluss eine weitere **befristete Überwachung** anordnen. Auch bei Vorliegen der Feststellungsverfügung kann eine **allfällige befristete Umweltüberwachung** von der Oberfläche (Art. 39 Abs. 3 KEG) vom Bundesrat verfügt werden.

Für weitere Angaben zum Bewilligungsverfahren für das geologische Tiefenlager sei auf das EP21 (Nagra 2021a) verwiesen. Im EP21 sind auch die verfahrensbezogenen Vorgaben aus KEG (2003) und KEV (2004), aus dem Konzept SGT (BFE 2008) und aus der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) zusammengestellt. Zur Erfüllung von Bundesratsauflagen zum EP21 wurden zudem Hintergrundberichte zu diversen Themen erstellt; in diesen finden sich weitergehende Informationen zum Konzept EUU (Nagra 2021c), zur Überwachung (Fanger et al. 2020, Nagra 2021d) und zum Verschluss (Nagra 2021e).

Nach der Auswahl der Standorte für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche gemäss Konzept Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008) orientiert sich die Berichterstattung für das RBG an den Vorgaben in Art. 23 und 62 KEV sowie in ENSI 33/649 (ENSI 2018). Für Angaben, zu welchen Themen und zu welchem Zeitpunkt RBG Referenzberichte vorgesehen sind, sei auf Nagra (2019) verwiesen.

2.3 Festlegungen und stufengerechte Konkretisierung des Vorhabens gemäss KEG und KEV

Das mehrstufige Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV führt zu einer schrittweisen Konkretisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager auf mehreren Ebenen (Fig. 2-2):

Konkretisierung der Anforderungen an die Auslegung und Vorgaben für die Realisierung: Neue Erkenntnisse und geänderte Randbedingungen werden in jedem Bewilligungsschritt stufengerecht berücksichtigt (insbesondere Berücksichtigung des Stands von Wissenschaft und Technik, Anpassungen von behördlichen Richtlinien etc.). Damit bleibt der erforderliche Handlungsspielraum für zukünftige Festlegungen erhalten und es kann auf einen jeweils aktuellen Informationsstand abgestützt werden.

Konkretisierung des Lagerprojekts: Im Rahmen der Projektentwicklung wird – unter Berücksichtigung der jeweils geltenden Anforderungen und Vorgaben – das Lagerprojekt stufengerecht konkretisiert und insgesamt optimiert. Dies erlaubt eine fortschreitende Konkretisierung des Lagerprojekts (von einem Projekt in Grundzügen für das Rahmenbewilligungsgesuch hin zu einem ausgereiften Lagerprojekt für die späteren Bewilligungsschritte).

Festlegungen und schrittweise Einschränkung des Handlungsspielraums: Mit jedem Bewilligungsschritt werden mit der Einreichung von Gesuchsunterlagen durch den Projektanten Festlegungen beantragt. Nach anschliessender fachtechnischer Überprüfung durch die zuständigen Behörden werden formelle und rechtlich verbindliche Festlegungen durch die zuständigen Instanzen (Bundesrat oder UVEK) getroffen. Ist die entsprechende Bewilligung rechtsgültig, stellt diese – unter Berücksichtigung allfälliger Auflagen – die Ausgangslage für die weitere Projektentwicklung und Implementierung dar. Dies führt zu einer schrittweisen Einschränkung des Handlungsspielraums.

In Anbetracht der schrittweisen Konkretisierungen müssen formelle Festlegungen, insbesondere wenn sie früh im Verfahren getroffen werden, so weit wie möglich angemessene Reserven umfassen. Dies betrifft beispielsweise Platzreserven für die Anordnung von Anlagenelementen sowie Reserven hinsichtlich der Lagerkapazität und der betrieblichen Aspekte. Diese Reserven ermöglichen eine Optimierung und erlauben es, auf Unvorhergesehenes oder neue Erkenntnisse (z.B. bezüglich der geologischen Verhältnisse am gewählten Standort) mit entsprechenden Projektanpassungen zu reagieren. Gemäss den sicherheitstechnischen Vorgaben für Etappe 3 (ENSI 2018) sind Platzreserven im Rahmen des Standortvergleichs sogar von Vorteil für die Bewertung. Aus denselben Gründen sollten Gesuchsunterlagen auch mögliche Varianten aufzeigen und Optionen beinhalten, die später im Verfahren optional zum Tragen kommen. Zudem sind bei Anträgen für sicherheitstechnische Festlegungen gemäss der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) Alternativen zu prüfen, deren Bedeutung für die Langzeitsicherheit zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit vorteilhafter Entscheid zu treffen (ENSI 2020).

Jeder Bewilligungsschritt erfordert basierend auf dem jeweiligen Kenntnisstand auch exemplarische Annahmen. Solche müssen getroffen werden, um für den jeweiligen Bewilligungsschritt ein konkretes Projekt so umfassend zu definieren, dass die erforderlichen Nachweise hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit stufengerecht geführt werden können. In der Projektentwicklung werden soweit möglich Lösungen angestrebt, die in technischer Hinsicht eine ausreichende Flexibilität für spätere Bewilligungsschritte aufweisen. Auf diese Weise werden günstige Voraussetzungen geschaffen, um später auf allfällige Änderungen der Anforderungen oder auf neue Erkenntnisse reagieren zu können. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Berücksichtigung sowohl des zukünftigen Stands von Wissenschaft und Technik inklusive der Erfahrungen in ausländischen Projekten als auch der marktwirtschaftlichen Situation zum Zeitpunkt der Realisierung.



Fig. 2-2: Stufengerechte Konkretisierung des Vorhabens zur Realisierung der geologischen Tiefenlager gemäss KEG

Zur Illustration wird in Tab. 2-1 die zeitliche Abfolge von Festlegungen für ausgewählte Themen ausgehend vom Rahmenbewilligungsgesuch bis zum Gesuch Verschluss des gesamten geologischen Tiefenlagers zusammenfassend dargestellt. Wie aus Fig. 2-2 ersichtlich, führen Festlegungen zu einer schrittweisen Einschränkung des Handlungsspielraums. Jeder Bewilligungsschritt erfordert aber auch eine Konkretisierung der Gesuchsunterlagen sowie die stufengerechte Konkretisierung von Anforderungen an die Auslegung und Vorgaben für die Realisierung.

Tab. 2-1: Schematische Darstellung der zeitlichen Abfolge von Festlegungen für ausgewählte Themen im Zeitraum vom Rahmenbewilligungsgesuch bis zum Gesuch Verschluss des Gesamtlagers

Die Angaben orientieren sich an den Vorgaben der Kernenergiegesetzgebung.

Thema	RBG	Gesuch EUU	nBaBG	nBeBG	Gesuch Stilllegung OFI Gesuch Verschluss Gesamtlager
Standort und Lagertyp	§				
Abfallzuteilung	§	↕	§	§	
Abfallmengen und Lagerkapazität	§	↕	§	§	
Oberflächenanlage (OFA)	§	↕	§	§	§
Verpackungsanlagen	§	↕	§	§	§
Nebenzugangsanlagen	§	§	§	§	§
übrige Oberflächeninfrastruktur (OFI)	§	§	§	§	§
Zugangsbauwerke (Lüftungs- & Betriebsschacht)	☐	§	§	§	§
Hauptzugang	☐	↕	§	§	§
Schutzbereich	§			§	§
Bauten für EUU (BEUU) / Testbereiche	☐	§	§	§	§
Pilotlager & Lagerfelder inkl. Lagerfeldzugänge	☐	↕	§	§	§
Lagerkammern (HAA-Lagerstollen, SMA-Lagerkavernen)	☐	↕	§	§	
Bauverfahren	☐	§	§	§	§
Verfüllmaterialien	☐	↕	§	§	§
Versiegelungen	☐	↕	§	§	§
Endlagerbehälter	☐	↕	§	§	
Rückholung	☐	↕	☐	☐	§

Legende

§	formelle Festlegung (d.h. rechtlich verbindliche Festlegung)
☐	exemplarische Annahme zum Nachweis von Sicherheit und Machbarkeit
↕	Entscheidung zu den benötigten Planungsannahmen
	nicht anwendbar

Ergänzende Informationen finden sich in Anhang A.2; dieser umfasst für jeden der Bewilligungsschritte detaillierte Angaben zu folgenden Themen:

- die Ausgangslage
- die zu treffenden Festlegungen
- die Bewilligungsunterlagen und der erforderliche Detaillierungsgrad der Information als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung
- das Optimierungsziel und der verbleibende Handlungsspielraum für die weitere Projektentwicklung
- die Anforderungen und Quellen der entsprechenden gesetzlichen und behördlichen Vorgaben

Für jeden Bewilligungsschritt muss eine Vereinbarkeit mit gesetzlichen und behördlichen Vorgaben vorliegen.

Aus Tab. 2-1 und Anhang A.2 lassen sich die folgenden **Erkenntnisse** ableiten:

- Die Mehrzahl der mit der Rahmenbewilligung zu treffenden abschliessenden Festlegungen steht in Zusammenhang mit dem Standort des geologischen Tiefenlagers; dies betrifft insbesondere die Festlegung des Standorts (inklusive Ort der Oberflächenanlagen) und den damit einhergehenden Entscheid zum Lagertyp. Das Projekt wird nur in den Grundzügen festgelegt (s. unten). Deshalb können Konzepte zu ausgewählten Elementen der Lagerauslegung auf Stufe Rahmenbewilligung noch verschiedene Varianten beinhalten (z.B. Zugang nach untertag, Auslegung der technischen Barrieren und der Technologie für den Bau, Betrieb und Verschluss der Anlage).
- Für die Realisierung der EUU bedarf es einer umfangreichen Infrastruktur bestehend aus obertägigen Anlagenteilen, Zugangsbauwerken, einem zentralen Bereich und zweckbestimmten Experiment- bzw. Demonstrationsbereichen, welche als Bauten für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (BEUU) bezeichnet werden. Die benötigten Zugangsbauwerke für EUU und die übrige Infrastruktur für EUU auf Lagerebene werden in der Phase "Bau und Beginn EUU" (s. Anhang A.3) ausgehend vom Areal der geplanten Nebenzugangsanlage (NZA) des späteren geologischen Tiefenlagers erstellt und so ausgelegt, dass sie bei Eignung umgenutzt und in das geologische Tiefenlager integriert werden können². Die Überführung der Infrastruktur für EUU in das geologische Tiefenlager beinhaltet im Wesentlichen einen Änderungsantrag (als Teil des nuklearen Baubewilligungsgesuchs). Für BEUU bedeutet diese Umnutzung den Übergang in Testbereiche als Bestandteil einer kern-technischen Anlage³. Die Bewilligung für EUU ist wie bei allen erdwissenschaftlichen Untersuchungen befristet und verleiht keinen Anspruch auf eine spätere Umnutzung in eine Kernanlage (Art. 3 Bst. d KEG).

² Mit dieser Vorgehensweise werden die folgenden sicherheitstechnischen Anforderungen umgesetzt: i) das Platzangebot innerhalb des Lagerperimeters im Wirtgestein ist möglichst gut zu nutzen, ii) die Schädigung des Wirtgesteins ist zu beschränken und iii) die untertägigen Hohlräume im Wirtgestein sind in ihrer Ausdehnung und Anzahl zu begrenzen (Nagra 2021a).

³ Der formelle Übergang von Bauten für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (BEUU) in Testbereiche kann nach Vorliegen der Baubewilligung im Rahmen weiterer Verfahrensschritte erfolgen. Die Kernenergiegesetzgebung sieht entsprechende Möglichkeiten vor (z.B. Art. 17 Abs. 1 Bst. f KEG sowie Anhang 4 KEV).

- Für diejenigen Anlagenelemente, welche nicht bereits realisiert wurden, erfolgen die definitiven Festlegungen mehrheitlich im Rahmen des nuklearen Baubewilligungsgesuchs bzw. des Freigabeverfahrens gemäss KEV. Dies betrifft beispielsweise:
 - Lage, Auslegung und Ausgestaltung der Pilotlager und der Lagerfelder für SMA und HAA inklusive der Lagerfeldzugänge
 - Auslegung und Ausgestaltung der Lagerkammern (HAA-Lagerstollen, SMA-Lagerkavernen) inklusive Ausgestaltung der technischen Barrieren (Endlagerbehälter, Endlagercontainer, Verfüllmaterialien, Versiegelung der Lagerkammern)
 - Auslegung und Ausgestaltung der Verpackungsanlagen inklusive einer TLB-Behandlungsanlage und einer Anlage für die Behandlung von Betriebsabfällen.
- Beim nuklearen Betriebsbewilligungsgesuch stehen Festlegungen zu betrieblichen Aspekten im Vordergrund. Dies betrifft beispielsweise Festlegungen zu Betriebsabläufen und zum Einlagerungskonzept sowie weitere definitive Festlegungen in Zusammenhang mit dem Betrieb des Tiefenlagers (u.a. Sicherheits-, Sicherungs- und Notfallschutzmassnahmen; Art. 21 KEV).
- Nach Abschluss der Einlagerung beginnt die Beobachtungsphase. Das Konzept der geologischen Tiefenlagerung vereint das Konzept der Endlagerung in geologischen Formationen mit der Möglichkeit der Rückholung. Dies bedeutet, dass die Entwicklung eines geologischen Tiefenlagers vor dessen Verschluss anhand von Messungen in den Pilotlagern (Kontrollstollen) und anhand von Überwachungsaktivitäten in der Umgebung des Tiefenlagers für längere Zeit beobachtet wird. Während dieser Zeit sollen die Abfälle ohne grösseren Aufwand zurückgeholt werden können. Für Planungszwecke wird gemäss Art. 3 SEFV (SEFV 2007) von einer Beobachtungsphase von 50 Jahren ausgegangen; deren Dauer kann aber bei Bedarf angepasst werden. Während der Beobachtungsphase werden im Hinblick auf den Verschluss des Gesamtlagers als erster Schritt die Zugänge zu den Lagerfeldern sowie zu den Haupt- und Pilotlagern SMA und HAA auf Lagerebene verfüllt und verschlossen⁴. Zudem werden die nicht mehr benötigten Anlagenelemente der Oberflächeninfrastruktur (OFI) zurückgebaut (z.B. Verpackungsanlagen) und der Hauptzugang verschlossen. Das UVEK ordnet nach Begutachtung des Stilllegungsprojekts für die OFI die Stilllegungsarbeiten an (Art. 28 KEV). Nach Ablauf der Beobachtungsphase ordnet der Bundesrat – auf Basis der behördlichen Prüfung eines aktualisierten Projekts für den Verschluss – die Verschlussarbeiten an.
- Beim Antrag für die Stilllegung der OFI stehen Festlegungen zur Stilllegung der nuklearen Anlagen an der Oberfläche im Vordergrund. So wird beispielsweise das Stilllegungsziel ('braune' oder 'grüne Wiese') definitiv festgelegt. Der Antrag für den Verschluss des geologischen Tiefenlagers führt zu Festlegungen hinsichtlich der Verschlussarbeiten (Art. 39 KEG) durch den Bundesrat. Dies umfasst den Verschluss der Kontrollstollen der Pilotlager und aller anderen offenen Untertagbauten inklusive der noch offenen Zugänge sowie den Rückbau der restlichen Teile der OFI. Nach ordnungsgemäsem Verschluss befindet sich das geologische Tiefenlager in der Nachverschlussphase.

⁴ Die Kontrollstollen der Pilotlager bleiben bis zum Verschluss des Gesamtlagers zugänglich.

Weiter ist aus Tab. 2-1 und Anhang A.2 ersichtlich, dass für das gleiche Thema bzw. Element mehrere Festlegungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu treffen sind. Dies betrifft beispielsweise:

- **Schutzbereich:** Schutzbereich ist ein raumplanerischer Begriff und dient der raumplanerischen Sicherung eines Raums im Untergrund, damit durch menschliche Eingriffe die Langzeitsicherheit des Tiefenlagers nicht beeinträchtigt werden kann. Gemäss Art. 70 KEG umfasst der Schutzbereich: a. alle Teile des Tiefenlagers, inklusive der Zugänge (Schacht und/oder Zugangstunnel); b. die Gesteinsbereiche, die den hydraulischen Einschluss des Tiefenlagers bewirken; c. die Gesteinsbereiche, die einen wesentlichen Beitrag zur Rückhaltung der Radionuklide liefern, die im Laufe der Zeit aus dem Lager freigesetzt werden könnten. Der mit dem RBG vorgeschlagene (vorläufige) Schutzbereich des geologischen Tiefenlagers (Art. 40 Abs. 3 KEG) wird deutlich grösser sein als der eigentliche Lagerbereich, kann aber nach genauer Kenntnis der Lage aller Anlagenteile des geologischen Tiefenlagers bis zu seiner definitiven Festlegung mit der Betriebsbewilligung (Art. 37 Abs. 2 KEG, Art. 40 Abs. 3 KEG) verkleinert werden.
- **Standortareale und Anlagen an der Oberfläche:** Mit der Rahmenbewilligung werden die **Grundzüge des Projekts** festgelegt (Art. 14 Abs. 2 KEG). Da die Rahmenbewilligung den "äussersten Rahmen" für das nukleare Baubewilligungsgesuch bildet (Art. 16 Abs. 2 Bst. b KEG), sind die mit der Rahmenbewilligung festgelegten Grundzüge des Projekts auch der "Rahmen" für die weitere Projektentwicklung. Zu den Grundzügen des Projekts gehören u.a. die ungefähre Grösse und Lage der wichtigsten Bauten (Art. 14 Abs. 2 KEG). Die ungefähre Lage bezieht sich auf die im Objektblatt als Abschluss von SGT Etappe 3 bezeichneten Areale für die OFA, die Verpackungsanlagen⁵, die NZA und weitere Elemente der OFI (s. Anhang A.2). Bei der sicherheitstechnischen Beurteilung der entsprechenden Areale im RBG werden sich die Behörden an den Anforderungen der nuklearen Sicherheit zum Schutz vor Einwirkungen von aussen (EWA) gemäss UVEK (2009) orientieren. Soweit sie sich nach dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit umsetzen lassen, werden die Ergebnisse der Zusammenarbeit mit der Standortregion und dem Standortkanton bei der Erarbeitung des Projekts, welches dem RBG zugrunde gelegt wird, berücksichtigt. Nach Erteilung der Rahmenbewilligung muss der festgelegte Rahmen zu den Grundzügen des Projekts konkretisiert werden; d.h. die Anlagen an der Oberfläche werden im Hinblick auf das Gesuch EUU bzw. auf das nukleare Baubewilligungsgesuch konkretisiert.
- **Abfallzuteilung:** Mit der Rahmenbewilligung erfolgt eine erste Festlegung zur Abfallzuteilung; diese orientiert sich an den in Art. 51 KEG definierten Kategorien HAA, ATA, SMA. Abgebrannte Brennelemente sowie verglaste hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung werden dem HAA-Lager bzw. dem HAA-Lagerteil des Kombilagers, schwach- und mittelaktive Abfälle sowie die alphatoxischen Abfälle dem SMA-Lager bzw. dem SMA-Lagerteil des Kombilagers zugeordnet. Die detaillierten Bedingungen für die Einlagerung der Abfälle werden erst in der Bau- bzw. Betriebsbewilligung festgelegt, wenn alle dazu notwendigen Informationen (Resultate der detaillierten Standortabklärungen und der detaillierten Auslegung der technischen Barrieren, effektiv vorliegende und absehbare Abfälle, inklusive Abfälle aus Stilllegung und Rückbau der OFA sowie allenfalls weiterhin anfallende Abfälle aus der Medizin, Industrie und Forschung, d.h. MIF-Abfälle) verfügbar sind.
- **Abfallmengen und Lagerkapazität:** Mit der Rahmenbewilligung wird die maximale Lagerkapazität festgelegt (Art. 14 Abs. 2 KEG). In Anbetracht des Zeithorizonts der Realisierung und des Betriebs der Tiefenlager sind dabei für die maximale Lagerkapazität Planungsreserven auszuweisen. Diese Reserven schaffen Flexibilität für zukünftige Entwicklungen.

⁵ Falls die Platzierung der BEVA beim Zwiilag erfolgt.

Heute sind beispielsweise die Laufzeiten der KKW nicht festgelegt, da diese gemäss gesetzlichen Vorgaben so lange betrieben werden können, wie ihre Sicherheit gewährleistet ist. Im SMA-Lager ermöglichen die Reserven beispielsweise die Einlagerung von MIF-Abfällen über das geplante Ende der Phase der Einlagerung der KKW-Abfälle hinaus. Mit der Baubewilligung erfolgt die Festlegung der Kapazität der Anlage (Art. 17 Abs. 1 KEG). Grenzwerte für die Aktivität der einzulagernden Abfälle werden mit der Betriebsbewilligung festgelegt (Art. 37 Abs. 3 KEG).

- **Zweck der Anlage:** So wie beim Standortentscheid und dem damit einhergehenden Entscheid zum Lagertyp erfolgt mit der Rahmenbewilligung eine abschliessende Festlegung des Zwecks der Anlage (in Tab. 2-1 nicht aufgeführt). Wird im Verlauf der Realisierung eine **grundlegende Zweckänderung** notwendig, ist eine Änderung der Rahmenbewilligung nach dem Verfahren für deren Erteilung erforderlich (Art. 65 Abs. 1 Bst. a KEG). Handelt es sich indes um eine **wesentliche Abweichung** von der Bau- oder Betriebsbewilligung, der Bewilligung für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag und der Stilllegungs- oder Verschlussverfügung ist eine Änderung der Bewilligung oder Verfügung nach dem Verfahren für deren Erlass erforderlich (Art. 65 Abs. 2 Bst. a KEG). Für Änderungen, die nicht wesentlich von einer Bewilligung oder Verfügung abweichen, jedoch einen Einfluss auf die nukleare Sicherheit oder Sicherung haben können, braucht der Inhaber eine Freigabe der Aufsichtsbehörden (Art. 65 Abs. 3 Bst. a KEG). Für das RBG ist deshalb nur eine (grundsätzliche) Beschreibung des Zwecks gefordert, ohne dass auf technische Details eingegangen wird. Es muss Flexibilität darin bestehen, dass in den nachfolgenden Bewilligungsschritten die eine oder andere Funktion weggelassen oder präzisiert wird.

Auch wenn formelle Festlegungen erst mit der Erteilung der entsprechenden Bewilligung rechtsgültig sind (s. Fig. 2-2), müssen Festlegungen seitens des Projektanten zeitlich so getroffen werden, dass das fristgerechte Erbringen von Sicherheitsnachweisen und die Erstellung von Gesuchsunterlagen gewährleistet werden können. Als Konsequenz müssen insbesondere Festlegungen mit relevanter Bedeutung für die Langzeitsicherheit so weit im Voraus getroffen werden, dass im Rahmen der Projektentwicklung eine stufengerechte Konkretisierung des Lagerprojekts erfolgen kann. In diesem Zusammenhang sei auf den RD&D-Plan 2021 (Nagra 2021b) verwiesen. Darin finden sich sogenannte Roadmaps zu grundlegenden RD&D-Aktivitäten, die zur Entscheidungsfindung und zur Optimierung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager beitragen. Diese zeigen auf, dass beispielsweise wichtige Elemente des Mehrfachbarrierensystems und der Lagerauslegung für Planungszwecke zeitgerecht fixiert werden müssen. So kann beispielsweise ein Prototyp für den HAA-Endlagerbehälter nur gebaut und getestet werden, wenn die technische Spezifikation vorliegt. Ebenso kann die Versiegelung der Lagerkammern nur demonstriert werden, wenn die Komponenten des Versiegelungsbauwerks fixiert sind.

In Fig. 2-2 wird im Weiteren schematisch aufgezeigt, dass die Realisierung der geologischen Tiefenlager mit einer **fortlaufenden Konkretisierung des Vorhabens** einhergeht. Es gilt der Grundsatz, dass für die einzelnen Bewilligungsschritte das Vorhaben so weit konkretisiert ist, dass für die anstehenden Festlegungen eine belastbare Informationsbasis vorliegt. Diese Konkretisierung orientiert sich an den Vorgaben aus der Kernenergiegesetzgebung sowie den daraus abgeleiteten ENSI-Richtlinien und den Präzisierungen für den jeweiligen Bewilligungsschritt. So sind beispielsweise gemäss ENSI (2018) für den sicherheitstechnischen Vergleich für jedes Standortgebiet standortspezifische Lagerprojekte auszuarbeiten. Auch der Nachweis der Langzeitsicherheit hat auf einer vertieften geologischen Synthese sowie auf einem stufengerechten Auslegungskonzept für die untertägigen Anlagenelemente zu beruhen. Für übertägige Anlagenelemente erfolgen die Angaben im RBG auf Stufe Konzept bzw. Vorstudie (ENSI 2018). Der erforderliche Detaillierungsgrad für die nuklearen Bau- und Betriebsbewilligungsgesuche orientiert sich sinngemäss an den Vorgaben in Anhang 4 KEV.

Die Konkretisierung des Vorhabens geht ferner mit einer stufengerechten **Konkretisierung von Anforderungen** einher (Fig. 2-2). So finden sich beispielsweise im Konzept SGT (BFE 2008) und in ENSI (2018) konkrete Anforderung an die Unterlagen für SGT Etappe 3 und für das RBG. Für das Gesuch EUU und das nukleare Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch lassen sich Anforderungen an die Auslegung aus der KEV (2004) und ENSI-G03 (ENSI 2020) ableiten. In Anbetracht des Zeithorizonts ist es indessen folgerichtig, dass für die Beobachtungsphase und den Verschluss erst übergeordnete Anforderungen und voraussichtliche Annahmen zur Umsetzung vorliegen. Die Behörden revidieren und präzisieren Richtlinien periodisch, zum Beispiel in Form von Vorgaben für die bevorstehende Projektphase (ENSI 2018). Damit wird sichergestellt, dass die Anforderungen an das Vorhaben dem Stand von Wissenschaft und Technik zum jeweiligen Zeitpunkt gerecht werden. So ist davon auszugehen, dass beispielsweise die für das Vorhaben relevante Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) im Hinblick auf die EUU, für den Bau, den Betrieb sowie den Verschluss des Tiefenlagers revidiert wird und/oder die Vorgaben für die EUU, den Bau, den Betrieb sowie den Verschluss zeitgerecht präzisiert werden.

3 Umsetzung der Gesamtplanung des Vorhabens geologische Tiefenlager

3.1 Realisierungsplan

Der Gesamtplanung, so wie sie im vorliegenden Bericht dargestellt ist, liegt der Realisierungsplan für das Kombilager gemäss EP21 (Nagra 2021a) zugrunde. Da für ein Kombilager grundsätzlich die gleichen Aktivitäten und Meilensteine vorgesehen sind wie für die beiden Einzellager, stellt der Realisierungsplan für ein Kombilager in erster Näherung eine Zusammenführung der Realisierungspläne für das SMA- und HAA-Lager dar. Er umfasst alle für den Bau, den Betrieb, die Überwachung und den Verschluss eines geologischen Tiefenlagers erforderlichen Funktionen und kann auch hinsichtlich der Vorgehensweise bei der Realisierung und des Bewilligungsverfahrens für ein SMA-Lager und ein HAA-Lager als abdeckend erachtet werden.

Die wichtigsten Planungs-, Bau-, Betriebs- und Verschlussaktivitäten der einzelnen Phasen nach der Erteilung der Rahmenbewilligung bis hin zum ordnungsgemässen Verschluss des geologischen Tiefenlagers sind im EP21 (Nagra 2021a) beschrieben.

Anhang A.3 illustriert die schrittweise Realisierung des Tiefenlagers am Beispiel des Kombilagers mit Schachteinlagerung. Er zeigt die zeitlich gestaffelten übertägigen und untertägigen Aktivitäten (Bau, Betrieb, Überwachung, Rückbau und Verschluss) und zeigt auch auf, dass diese an verschiedenen Örtlichkeiten stattfinden. Die Illustration trägt somit auch zum Verständnis bei, in welcher Phase bei der Realisierung des Vorhabens welche Festlegungen zu Bau, Betrieb, Überwachung, Rückbau und Verschluss getroffen werden müssen.

3.2 Grundsätze für die Abwicklung der fachtechnischen Arbeiten

Für die Planung und Realisierung der geologischen Tiefenlager ist ein breites Spektrum von Themen zu bearbeiten. Dazu gehören Fragen zur Geologie, zur Sicherheit, zum Inventar der radioaktiven Abfälle sowie zur Auslegung, zum Bau, zum Betrieb, zur Überwachung und zum Verschluss der geologischen Tiefenlager, aber auch das Management von Anspruchsgruppen und das Bewilligungsmanagement. Für detaillierte Angaben zur Vorgehensweise und zur Abwicklung der Arbeiten für die Umsetzung des Vorhabens geologische Tiefenlager sei auf das EP21 (Nagra 2021a) verwiesen.

3.3 Optimierung der geologischen Tiefenlager in Zusammenhang mit sicherheitsgerichteten Entscheiden

Gemäss der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) sind sicherheitsrelevante Entscheidungen bei der Planung und Realisierung von geologischen Tiefenlagern sowie der dazugehörigen Oberflächenanlage und Nebenzugangsanlagen im Rahmen eines Optimierungsverfahrens zu treffen. Dieses Verfahren ist in den Entsorgungsprogrammen der Entsorgungspflichtigen zu dokumentieren und bei Bedarf zu aktualisieren (ENSI 2020); ein solcher Bedarf ist aus Sicht der Nagra dann angezeigt, wenn ein neuer Bewilligungsschritt nach KEG und KEV in der Realisierung des Vorhabens ansteht (beispielsweise Ausarbeitung Gesuch EUU). Wie im EP21 (Nagra 2021a) erläutert, umfasst das Verfahren eine **Gesamtoptimierung des Vorhabens** hinsichtlich den Optimierungszielen und -prinzipien: i) **Langzeitsicherheit**, ii) **Sicherheit** und **technische Machbarkeit** von Bau und Betrieb, iii) **Kompatibilität mit Umwelt, Raumplanung und Gesellschaft** sowie iv) **Ressourcen** und **Wirtschaftlichkeit**. Für detaillierte Angaben zur Optimierung der geologischen Tiefenlager in Zusammenhang mit sicherheitsgerichteten Entscheiden sei auf das EP21 verwiesen.

4 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht stellt einen Hintergrundbericht zum Entsorgungsprogramm 2021 dar (Nagra 2021a). Zusammen mit dem Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan 2021 (RD&D-Plan 2021; Nagra 2021b) trägt er zur Erfüllung der Bundesratsaufgabe 4.2 (Gesamtsystem Tiefenlager) für das Entsorgungsprogramm 2021 und folgende bei (Bundesrat 2018).

Der Schwerpunkt des Berichts liegt auf der Erläuterung der schrittweisen Umsetzung des Vorhabens geologische Tiefenlager durch die Nagra. Es wird aufgezeigt, wie sich das Vorgehen aus den Grundlagen des mehrstufigen Bewilligungsverfahren gemäss der Kernenergiegesetzgebung ableitet. Die Erläuterung umfasst die folgenden Themen:

Instrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens: Der Bund verfügt über verschiedene Instrumente zur Steuerung des Vorhabens geologische Tiefenlager. Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens nach KEG und KEV (und als Teil davon: des Sachplans Geologische Tiefenlager) trifft der Bund verbindliche Festlegungen zur Planung und Realisierung der geologischen Tiefenlager. Weitere Instrumente des Bundes sind das Entsorgungsprogramm, der RD&D-Plan sowie die Kostenstudie, welche periodisch aktualisiert werden. Mit diesen Führungs- und Kontrollinstrumenten kann der Bund im Rahmen seiner Begutachtungen und Stellungnahmen über Empfehlungen und Auflagen lenkend eingreifen. Der Bericht rekapituliert die wichtigsten Vorgaben aus dem mehrstufigen Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV (inklusive der zugehörigen Richtlinien) und erläutert deren Bedeutung für das Vorhaben.

Festlegungen und stufengerechte Konkretisierung des Vorhabens: Mit dem mehrstufigen Bewilligungsverfahren und den damit verbundenen schrittweisen Festlegungen kann das Vorhaben geologische Tiefenlager stufengerecht konkretisiert werden. Mit diesem Verfahren kann die Gestaltung des geologischen Tiefenlagers insgesamt sowie Schritt für Schritt optimiert werden. Ferner gewährt es den erforderlichen Handlungsspielraum, die für jede Projektierungsphase konkretisierten Randbedingungen stufengerecht zu berücksichtigen und auf einen jeweils aktualisierten Informationsstand abzustützen. Der Bericht zeigt für die verschiedenen Bewilligungsschritte systematisch auf, welche Festlegungen zu treffen sind, welche Gesuchsunterlagen dazu erforderlich sind, welche Optimierungsziele verfolgt werden und welcher Handlungsspielraum jeweils dazu zur Verfügung steht. Die entsprechenden Informationen sind in Anhang A.2 detailliert aufgeführt.

Umsetzung der Gesamtplanung für das Vorhaben: Der Gesamtplanung liegt der Realisierungsplan für die Planung und Realisierung des Vorhabens Kombilager gemäss EP21 zugrunde. Dieser stellt eine Zusammenführung der Realisierungspläne für das SMA- und HAA-Lager dar und wird deshalb als repräsentativ für die beiden Einzellager eingestuft. Er umfasst alle für den Bau, den Betrieb, die Überwachung und den Verschluss eines geologischen Tiefenlagers erforderlichen Funktionen. Anhang A.3 enthält eine Illustration der verschiedenen Realisierungsphasen für ein Kombilager anhand von Systemskizzen.

Mit diesem Bericht erläutert die Nagra der Leserschaft ihre Vorgehensweise bei der Umsetzung des Vorhabens geologische Tiefenlager. Diese ergibt sich aus dem mehrstufigen Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV. Die Vorgaben auch der Kernenergiegesetzgebung werden durch die Behörden schrittweise und mit Fokus auf die bevorstehende Projektphase jeweils konkretisiert. Ferner wird aufgezeigt, dass der Erhalt von Handlungsspielraum in Anbetracht des langen Zeithorizonts für das Vorhaben von essenzieller Bedeutung ist, um neue Erkenntnisse (aus dem eigenen Projekt oder aus Projekten von Schwesterorganisationen), allfällige Änderungen von Anforderungen und unerwartete Entwicklungen zu berücksichtigen. Damit werden günstige Voraussetzungen für die weitere Projektierung des Vorhabens geologische Tiefenlager geschaffen.

5 Literaturverzeichnis

- BBl (2001): Botschaft des Bundesrats zu einem Kernenergiegesetz vom 28. Februar 2001. Bundesblatt (BBl), 2796 ff.
- Bundesrat (2018): Verfügung zum Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen vom 21. November 2018. Schweizerischer Bundesrat.
- BFE (2008): Sachplan Geologische Tiefenlager: Konzeptteil. BFE 2. April 2008 (Revision vom 30. November 2011). Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
- ENSI (2018): Präzisierungen der sicherheitstechnischen Vorgaben für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager. Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 3. ENSI 33/649. Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI, Brugg.
- ENSI (2020): Geologische Tiefenlager. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G03/d. Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI, Brugg.
- Fanger, L., Müller, H. & Vogt, T. (2021): Konzeptbericht Überwachung Umwelt und geologisches Umfeld. Nagra Arbeitsbericht NAB 20-28.
- 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. Februar 2019. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.11, Schweiz.
- Nagra (2019): Konzept zur frühzeitigen Einreichung von RBG-Referenzberichten an das ENSI. Nagra Arbeitsbericht NAB 19-48.
- Nagra (2021a): Entsorgungsprogramm 2021 der Entsorgungspflichtigen. Nagra Technischer Bericht NTB 21-01.
- Nagra (2021b): The Nagra Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland. Nagra Technischer Bericht NTB 21-02.
- Nagra (2021c): Konzept erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (EUU). Nagra Arbeitsbericht NAB 21-14.
- Nagra (2021d): Pilot Repository Monitoring: First Concept Report. Nagra Arbeitsbericht NAB 21-11.
- Nagra (2021e): Verschlusskonzept für ein geologisches Tiefenlager. Nagra Arbeitsbericht NAB 21-12.
- SEFV (2007): Verordnung über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV) vom 7. Dezember 2007, Stand am 1. Januar 2020. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.17, Schweiz.

swissnuclear (2021c): Kostenstudie 2021 (KS21) – Mantelbericht. SN-AN-21.194. swissnuclear, Olten.

UVEK (2009): Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen vom 17. Juni 2009, Stand am 1. Februar 2019. Systematische Sammlung des Bundesrechts SR 732.112.2. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Schweiz.

A.1 **Übersicht Führungs- und Kontrollinstrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager (Fig. A-1)**

Entsorgungsprogramm (EP)

Die Entsorgungspflichtigen haben in Übereinstimmung mit der Kernenergiegesetzgebung ein **Entsorgungsprogramm (EP)** zu erarbeiten. Das EP ist alle fünf Jahre zu aktualisieren und in einem nach Art. 52 KEV gegliederten Bericht den zuständigen Behörden vorzulegen. Auf dieser Basis wird das Programm durch die vom Bundesrat bezeichneten Behörden überprüft und dem Bundesrat zur Genehmigung vorgelegt. Die Steuerung durch die Behörden erfolgt dabei über Empfehlungen und Auflagen. Der Bundesrat erstattet der Bundesversammlung regelmässig Bericht über das Programm. Gegenstand und Ziel des Entsorgungsprogramms ist es, aus Sicht der Entsorgungspflichtigen eine gesamtheitliche übergeordnete Darstellung der für die Entsorgung aller radioaktiven Abfälle der Schweiz notwendigen Arbeiten bereitzustellen (strategisches Arbeitsprogramm) und die konzeptuellen Vorgaben und Annahmen für die Auslegung der Anlagen und deren schrittweise Realisierung aufzuzeigen. Das EP rapportiert den Stand des Programms (Verfahren, Systemanalyse und Gesamtoptimierung, Kenntnisstand) und die jeweils erzielten Fortschritte. Ferner adressiert das EP die Frage, wann erfolgen soll. Um eine stufengerechte Optimierung und den Erhalt einer ausreichenden Flexibilität zur Berücksichtigung geänderter externer Vorgaben und zukünftiger technisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse und Fortschritte sicherzustellen, umfasst das EP verschiedene Varianten. Deshalb ist im EP gemäss den Vorgaben in der Richtlinie ENSI-G03 (ENSI 2020) das Verfahren zur Optimierung darzustellen. Die sicherheitstechnischen Entscheidungen selbst inklusive der entsprechenden Nachweisführung erfolgen nicht im EP, sondern stufengerecht mit Bewilligungsverfahren nach KEG und KEV.

Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan)

Das Entsorgungsprogramm wird zusammen mit einem ebenfalls fünfjährlich zu aktualisierenden **RD&D-Plan** eingereicht. In diesem Bericht sind der Zweck, der Umfang, die Art und die Zeitdauer der verschiedenen zukünftigen Aktivitäten zur Forschung, Entwicklung und Demonstration, die sich aus dem Realisierungsplan, den konzeptuellen Vorgaben und Annahmen ergeben, umfassend dargestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Darlegung der Arbeiten in den nächsten ca. 10 Jahren. Der RD&D-Plan adressiert die Frage, welche RD&D-Aktivitäten zu welchem Zweck und Zeitpunkt erfolgen. Wie beim EP erfolgt die Steuerung durch die Behörden über Empfehlungen und Auflagen.

Kostenstudie

Das Entsorgungsprogramm enthält auch einen Finanzplan mit Angaben zu den Kosten und zur Finanzierung bis zur Ausserbetriebnahme der Kernanlagen. Die Basis für diese Angaben werden mittels des Instruments **Kostenstudie** ermittelt. Die Zielsetzung der fünfjährlich zu aktualisierenden Kostenstudie ist eine hinreichend genaue, realistische und nachvollziehbare Kostenermittlung für die Bestimmung der Beiträge an den **Stilllegungs- und den Entsorgungsfonds** und für die Festlegung der Höhe der Rückstellungen für Stilllegungs- und Entsorgungskosten vor der Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke. Die Ermittlung der Gesamtkosten erfolgt gemäss dem Stand des Verfahrens basierend auf einem modellhaften, detaillierten Projekt mit modellhaften späteren Entscheiden so, dass es eine behördliche Prüfung ermöglicht.



Fig. A-1: Übersicht über die Führungs- und Kontrollinstrumente des Bundes für die Planung und Realisierung des Vorhabens geologische Tiefenlager

A.2 Charakteristika der verschiedenen Bewilligungsschritte nach Kernenergiegesetzgebung

A.2.1 Charakteristika des Bewilligungsschritts RBG nach Kernenergiegesetzgebung

Rahmenbewilligungsgesuch RBG
1. Ausgangslage für die Ausarbeitung des RBG • Festlegungen des Bundesrats zu SGT Etappe 2 • In SGT Etappe 3 in Zusammenarbeit mit SGT-Anspruchsgruppen konkretisiertes Lagerprojekt für die Platzierung der Oberflächeninfrastruktur • Stand von Wissenschaft & Technik
2. Festlegungen mit der Rahmenbewilligung (Art. 14 KEG) • Zweck der Anlage • Standort geologisches Tiefenlager und Lagertyp • ungefähre Grösse und Lage der wichtigsten Bauten an der Oberfläche; dies sind insbesondere Bauten, welche für den Bau und Betrieb des Tiefenlagers benötigt werden und relevant sind für die nukleare Sicherheit (z.B. Brennelementverpackungsanlage BEVA). Mit der Rahmenbewilligung werden Areale für die Oberflächeninfrastruktur in Objektblättern und in kantonalen Richtplänen festgehalten und raumplanerisch mit angemessenen Reserven gesichert. Dies sind u.a. das OFA-Areal, Areale für Nebenzugangsanlagen und Areale für weitere Elemente der Oberflächeninfrastruktur (u.a. Erschliessungsbauwerke, Installationsflächen, Standorte für die Verwertung und Ablagerung von Aushub- und Ausbruchmaterial), soweit sie in einem engen räumlichen und funktionalen Zusammenhang mit dem Projekt stehen • Abfallzuteilung • maximale Lagerkapazität • Eignungskriterien • provisorischer Schutzbereich • Strahlenbezogener Dosisrichtwert • Bewilligungsinhaber
3. Gesuchunterlagen und erforderlicher Detaillierungsgrad der Information als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung • Die Anforderungen an das RBG sind in Art. 23 und 62 KEV definiert und werden in ENSI (2018) weiter präzisiert. • Das geologische Tiefenlager ist auf Stufe Konzept respektive Vorstudie so weit definiert, dass die Festlegungen mit der RB getroffen werden können; d.h.: – die erdwissenschaftlichen Untersuchungen (u.a. Tiefbohrungen, Quartäruntersuchungen, 3D-Seismik, Baugrunduntersuchungen) sind ausgewertet und ergeben ein schlüssiges Bild der geologischen Situation – die Anlagen- und Betriebskonzepte sind plausibel, umfassen die notwendigen Funktionen und sind konform mit den Anforderungen und Vorgaben – die erforderliche Nachweisführung hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit ist erbracht – den Erwartungen aus der Zusammenarbeit mit der Standortregion und dem Standortkanton in SGT Etappe 3 hinsichtlich der Projektierung der Oberflächeninfrastruktur wird, soweit sie sich verhältnismässig umsetzen lassen, entsprochen und die UVP Stufe I ist durchgeführt. • Eine Projektierung der untertägigen Anlagenelemente mit Relevanz für die Sicherheit erfolgt für den Zweck des sicherheitstechnischen Vergleichs auf Stufe Vorprojekt (ENSI 2018).

Rahmenbewilligungsgesuch RBG (Fortsetzung)**4. Optimierungsziel und verbleibender Handlungsspielraum für die Projektentwicklung nach der Rahmenbewilligung (RB)**

Stufengerechte Gesamtoptimierung des Vorhabens (s. Kap. 3.3). Ziel ist die Sicherung eines integralen Projekts für das geologische Tiefenlager mit allen erforderlichen Funktionen und günstigen Bedingungen für Bau, Betrieb, Überwachung und Verschluss sowie mit ausreichendem Handlungsspielraum zur Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen. Dies umfasst u.a.:

- Für die Nachweisführung müssen für gewisse Elemente des Mehrfachbarriensystems (u.a. Endlagerbehälter, Verfüllung, Versiegelung) sowie zur Lagerauslegung (z.B. Erschliessung mittels Schächten) exemplarische Planungsannahmen getroffen werden; formale Festlegungen hierzu erfolgen keine.
- Anordnung und Ausgestaltung der untertägigen Anlagen innerhalb des provisorischen Schutzbereichs erfolgen exemplarisch.
- Festlegungen mit der RB müssen spätere Optimierungen betreffend Umgang mit radioaktiven Abfällen ermöglichen (Verfahren zur Konditionierung, Behandlung und Verpackung von radioaktiven Abfällen).
- Soweit noch nicht im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Regionen in SGT Etappe 3 erfolgt, besteht auch nach der RB die Möglichkeit, innerhalb des mit der RB festgelegten Rahmens eine weitere Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur in Zusammenarbeit mit der Region vorzunehmen.

5. Anforderungen und Quellen: KEG (2003), (KEV 2004), BFE (2008), ENSI (2018), ENSI (2020), Nagra (2019)

A.2.2 Charakteristika des Bewilligungsschritts Gesuch EUU nach Kernenergiegesetzgebung

Gesuch EUU
1. Ausgangslage für die Ausarbeitung des Gesuchs EUU • Festlegungen des Bundesrats zur Rahmenbewilligung • Stand von Wissenschaft & Technik
2. Festlegungen mit Bewilligung UVEK für EUU • Auslegung und Gestaltung der für den Bau und Betrieb der EUU benötigten Infrastruktur für die erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (Infrastruktur EUU); dies sind u.a.: – Bauten für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag inklusive Demonstrationsbauwerke, Experimentbereiche und Nischen – im zentralen Bereich angeordnete untertägige Betriebsinfrastrukturanlagen für Ver- und Entsorgung, Transportlogistik und Betrieb EUU – Zugangsbauwerke EUU (z.B. Betriebsschacht EUU, Lüftungsschacht EUU) – Nebenzugangsanlagen – weitere Elemente der Oberflächeninfrastruktur wie z.B. Energieversorgungsgebäude und Lüftungsgebäude, Anlieferungsstrukturen für Strassen- und ggf. Bahntransporte, Administrationsgebäude und Servicegebäude, Besucherzentrum, Sicherungsstrukturen • Arbeitsprogramm EUU (s. Nagra 2021c)
3. Gesuchunterlagen und erforderlicher Detailierungsgrad der Informationen als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung • Die Anforderungen an das Gesuch EUU sind in Art. 35 und 36 KEG geregelt. • Die Infrastruktur EUU ist so weit definiert und die benötigten Nachweise sind erbracht, dass die mit dem Gesuch EUU einhergehenden Festlegungen getroffen werden können; d.h.: – die Schachtbohrungen zur genauen Platzierung der NZA sind ausgewertet und ergeben ein schlüssiges Bild der geologischen Situation für den Bau. – Arbeitsvorbereitung EUU (Ausführungsprojekt, Ausschreibung, Unterlagen für Auftragserteilung liegen vor). – Die Anlagen- und Betriebskonzepte der für die EUU benötigten Anlagen sind auf Stufe Baubewilligung definiert und konform mit den Anforderungen und Vorgaben. – Die erforderliche Nachweisführung hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit ist erbracht. – Den Erwartungen aus der Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen hinsichtlich Angaben zur OFI wird entsprochen und die UVP Stufe I für das Gesuch ist durchgeführt. – Das Arbeitsprogramm zur Bestätigung der Eignung des Lagerbereichs (Eignungskriterien) und zur Demonstration von Einlagerung, Verfüllung, Rückholung und Versiegelung ist definiert. • Die Infrastruktur für EUU wird so geplant, dass sie bei Vorliegen der nuklearen Baubewilligung als Testbereiche (gemäss Art. 64 und 65 KEV) integrale Bestandteile des geologischen Tiefenlagers werden können.

Gesuch EEU (Fortsetzung)**4. Optimierungsziele und verbleibender Handlungsspielraum für die Projektentwicklung nach dem Gesuch EEU**

Gesamtoptimierung des Vorhabens (s. Kap. 3.3), so dass ein zweckmässiges Bauprojekt für die Infrastruktur EEU sichergestellt ist und für die übrigen Anlagen ein integrales Tiefenlagerprojekt mit allen erforderlichen Funktionen und günstigen Bedingungen für Bau, Betrieb, Überwachung und Verschluss sowie mit ausreichendem Handlungsspielraum zur Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen vorliegen. Zudem müssen die EEU so geplant werden, dass im Rahmen des Realisierungsplans eine vertiefte Charakterisierung bzw. Bestätigung der geologischen Situation untertag erfolgen kann und die notwendigen standortspezifischen Informationen für die Erarbeitung der erforderlichen Sicherheitsnachweise vorliegen.

Dies umfasst u.a.:

- Gesamtoptimierung der Infrastruktur EEU auf Stufe Bauprojekt; dies bedingt:
 - Bauprojekt für obertägige Anlagen bzw. Ausführungsdokumentation in Anlehnung an Vorgaben gemäss KEV Anhang 4
 - Bauprojekt für untertägige Anlagen
 - Detaillierte Angaben für die später festzulegende sicherheitstechnische Klassierung sowie für Störfall- und Sicherheitsanalysen
- Gesamtoptimierung der übrigen Anlagen zur Sicherstellung eines kohärenten Gesamtsystems; dies bedingt:
 - Detailplanung
 - vertiefte und optimierte Kostenermittlung und detaillierter Nachweis für die Erfüllung von Funktionen.
 - Detailprüfung zur Bewertung verschiedener Varianten, verbunden mit Entscheid zu weiter zu verfolgenden Projektmöglichkeiten
- Gesamtoptimierung des Arbeitsprogramms EEU

5. Anforderungen und Quellen: KEG (2003), KEV (2004), ENSI (2020); konkrete Vorgaben des ENSI zu EEU erfolgen erst nach RBG

A.2.3 Charakteristika des Bewilligungsschritts Nukleares Baubewilligungsgesuch gTL nach Kernenergiegesetzgebung

Nukleares Baubewilligungsgesuch gTL
1. Ausgangslage für die Ausarbeitung des nuklearen Baubewilligungsgesuchs • Festlegungen des Bundesrats zur Rahmenbewilligung • Festlegungen des UVEK zum Gesuch EUU • Stand von Wissenschaft & Technik
2. Festlegungen mit der nuklearen Baubewilligung (Art. 17 KEG und Anhang 4 KEV) • Die wesentlichen Elemente der technischen Umsetzung; d.h. die Auslegung und Gestaltung der Infrastruktur, welche für den Bau und Betrieb des geologischen Tiefenlagers benötigt wird; dies sind u.a.: – Haupt- und Pilotlager für SMA- und HAA-Lagerteil – Zugangsschacht oder Zugangstunnel (Hauptzugang von der OFA auf die Lagerebene) – Verpackungsanlagen sowie weitere nukleare Anlagen (z.B. Pufferlager, TLB-Behandlungsanlage und Anlage zur Behandlung von Betriebsabfällen) – übrige Elemente der Oberflächeninfrastruktur wie z.B. Produktionsanlage für Verfüll-/Versiegelungsmaterialien und Sicherungsstrukturen inklusive Perimeter, Zutrittskontrolle und Sicherungszentrale • Abfallzuteilung • Lagerkapazität • Grundzüge des Notfallschutzes • Bewilligungsinhaber
3. Gesuchsunterlagen und erforderlicher Detaillierungsgrad der Information als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung • Die Gesuchsunterlagen orientieren sich an Art. 24 und 26 KEV (Freigaben). • Die beantragten Anlagen und Systeme und Komponenten sind so weit definiert, dass die mit der nuklearen Baubewilligung einhergehenden Festlegungen getroffen werden können; d.h.: – Das Bauprojekt ist definiert resp. es liegt eine Ausführungsdokumentation in Anlehnung an Vorgaben in Anhang 4 KEV vor. – Detaillierte Angaben für sicherheitstechnische Klassierung sowie für Störfall- und Sicherheitsanalysen liegen vor. – Quantifizierung der Systemfunktionstüchtigkeit ist erfolgt (u.a. Nachweis der Eignungskriterien und Bautechnik). • Es wird aufgezeigt, wie die Infrastruktur EUU umgenutzt und als Bestandteil des geologischen Tiefenlagers als Kernanlage integriert wird (ohne signifikante Beeinträchtigung der Sicherheit); die BEUU stellen somit Testbereiche dar. • Ein Projekt für die Beobachtungsphase und ein Plan für den Verschluss der Anlage liegt vor (Art. 16 Abs. 1 Bst. e KEG, Art. 23 KEV); ein Konzept für den temporären Verschluss liegt vor (Art. 7.5d ENSI-G03; ENSI 2020).
4. Optimierungsziel und verbleibender Handlungsspielraum für die Projektentwicklung nach dem nuklearen Baubewilligungsgesuch • Gesamtoptimierung des Vorhabens (s. Kap. 3.3); dies umfasst u.a.: – Gesamtoptimierung der mit der nuklearen Baubewilligung beantragten Anlagen, Systeme und Komponenten auf Stufe Bauprojekt – Stufengerechte Optimierung von Anlagen, Systemen und Komponenten, die erst im Rahmen der nuklearen Betriebsbewilligung bzw. dem Gesuch für den Verschluss beantragt werden.
5. Anforderungen und Quellen: KEG (2003), KEV (2004), ENSI (2020); ENSI ist beauftragt, Art, Inhalt und Anzahl der Gesuchsunterlagen in Richtlinien zeitgerecht zu regeln (Art. 24 Abs. 3 KEV)

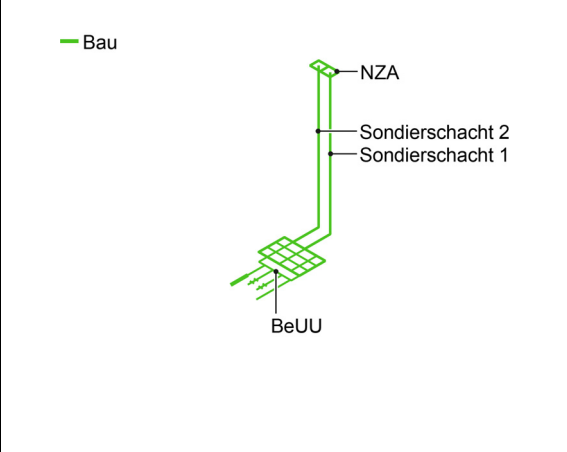
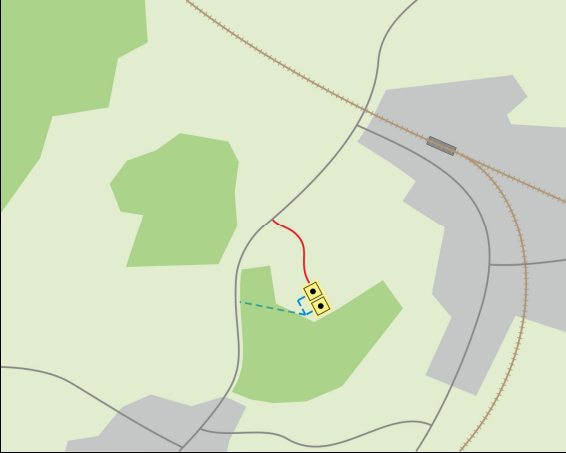
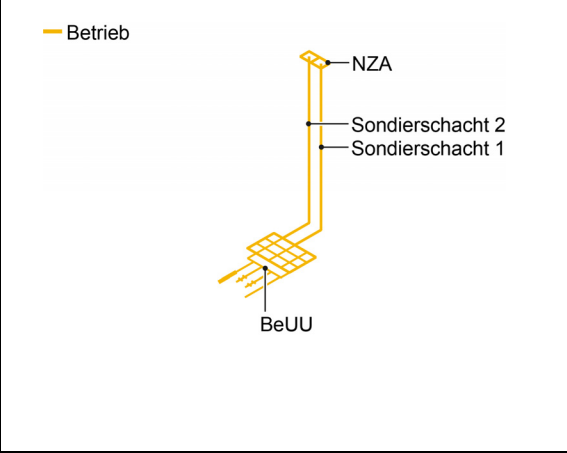
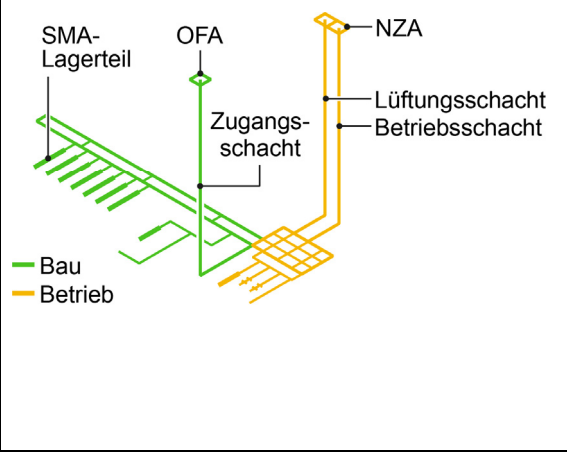
A.2.4 Charakteristika des Bewilligungsschritts Nukleares Betriebsbewilligungsgesuch / Freigabe für die Inbetriebnahme nach Kernenergiegesetzgebung

Nukleares Betriebsbewilligungsgesuch / Freigabe für die Inbetriebnahme
1. Ausgangslage für die Ausarbeitung des nuklearen Betriebsbewilligungsgesuchs • Festlegungen des Bundesrats zur Rahmenbewilligung • Festlegungen des UVEK zum Gesuch EUU • Festlegungen des UVEK zur nuklearen Baubewilligung • Stand von Wissenschaft & Technik
2. Festlegungen mit der nuklearen Betriebsbewilligung (Art. 21 KEG und Anhang 4 KEV) • definitiver Schutzbereich des geologischen Tiefenlagers (Art. 37 Abs. 2 KEG) • Kapazität der Anlage bzw. Grenzwerte für die Aktivität der einzulagernden Abfälle (Art. 37 Abs. 3 KEG) • Massnahmen zur Überwachung der Umgebung • Sicherheits-, Sicherungs- und Notfallschutzmassnahmen • Bewilligungsinhaber
3. Gesuchsunterlagen und erforderlicher Detailierungsgrad der Informationen als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung • Die Gesuchsunterlagen orientieren sich an Art. 28 und 29 KEV (Freigaben) • Die beantragten Anlagen und Systeme und Komponenten sind so weit definiert und benötigten Nachweise sind erbracht, dass die mit der nuklearen Betriebsbewilligung einhergehenden Festlegungen getroffen werden können; d.h.: – Das Bauprojekt ist definiert bzw. es liegt eine Ausfuhrungsdokumentation in Anlehnung an die Vorgaben in Anhang 4 KEV vor. – Detaillierte Angaben für die sicherheitstechnische Klassierung sowie für Störfall- und Sicherheitsanalysen liegen vor. – Die während dem Bau gewonnenen Erkenntnisse bestätigen die Eignung des Standorts (Art. 37 Abs. 1 Bst. a. KEG). – Die Möglichkeit der Rückholung der radioaktiven Abfälle bis zu einem allfälligen Verschluss ohne grossen Aufwand ist demonstriert (Art. 37 Abs. 1 Bst. b KEG). – Die Einlagerung aller Abfälle in Lagerkammern in der erforderlichen Qualität (Behälter, Auslegung der Lagerkammern, Verfüllung, Versiegelung der Lagerkammern) kann sichergestellt und die Einlagerung von Abfällen im Pilotlager bzw. die Überwachung gewährleistet werden. – Das Projekt für die Beobachtungsphase und der Plan für den Verschluss der Anlage sind nachgeführt (Art. 22 Abs. 2 Bst. k KEG, Art. 42 Abs. 1 KEV) und der Nachweis der Funktionsfähigkeit der Versiegelungen ist erbracht (Art. 7.6c ENSI-G03; ENSI 2020). – Das Konzept für den temporären Verschluss ist aktualisiert und der Nachweis der Funktionsfähigkeit ist erbracht (Art. 7.5c&d ENSI-G03; ENSI 2020).
4. Optimierungsziel und verbleibender Handlungsspielraum für die Projektentwicklung nach dem nuklearen Betriebsbewilligungsgesuch • Gesamtoptimierung des Vorhabens (s. Kap. 3.3); dies umfasst u.a.: – Optimierung des geologischen Tiefenlagers hinsichtlich betrieblicher Aspekte – Stufengerechte Gesamtoptimierung von Anlagen, Systemen und Komponenten, die erst im Gesuch für den Verschluss (u.a. Versiegelungsbauwerke für Lagerfeldzugänge und Zugangsbauwerke) beantragt werden.
5. Anforderungen und Quellen: KEG (2003), KEV (2004), ENSI (2020); ENSI ist beauftragt, Art, Inhalt und Anzahl der Gesuchsunterlagen in Richtlinien zeitgerecht zu regeln (Art. 28 Abs. 2 und Art. 29 Abs. 3 KEV)

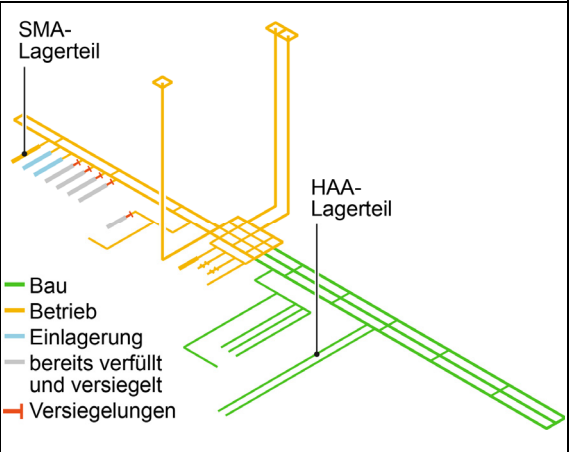
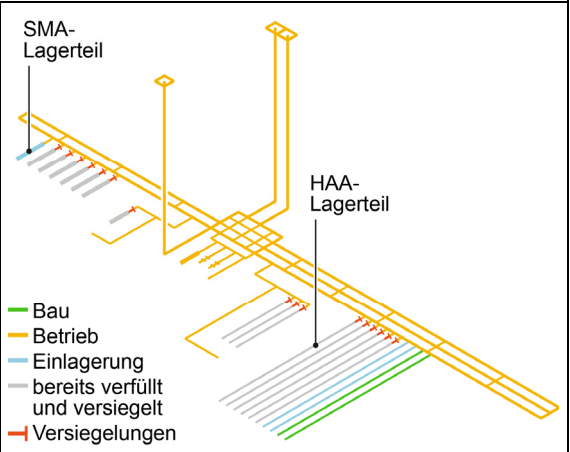
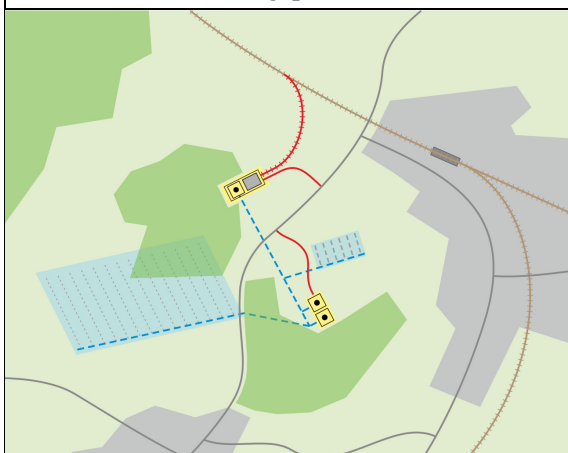
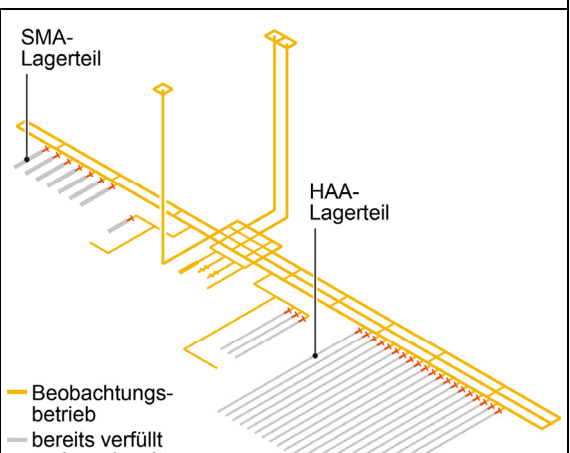
A.2.5 Charakteristika des Bewilligungsschritts Gesuch für Stilllegung der OFI, Gesuch für Verschluss des Gesamtlagers nach Kernenergiegesetzgebung

Gesuch für Stilllegung der Oberflächeninfrastruktur (OFI), Gesuch für Verschluss des Gesamtlagers
1. Ausgangslage für die Ausarbeitung des Stilllegungs-/Verschlussgesuchs • Erkenntnisse aus der Beobachtungsphase und dem Überwachungsprogramm (u.a. Pilotlager, Umweltmonitoring) • Ergebnisse von periodischen Sicherheitsüberprüfungen
2. Festlegungen mit dem Gesuch für Stilllegung der OFI, Gesuch für Verschluss des Gesamtlagers • Stilllegungsverfügung OFI (Verpackungsanlagen) durch das UVEK (Art. 28 KEG); diese legt u.a. den Umfang der Stilllegungsarbeiten, die Dauer der Stilllegungsphasen, Aspekte des Strahlenschutzes sowie die zuständige Organisation fest (Art. 46 KEG). • Auf Basis der behördlichen Prüfung eines aktualisierten Projekts für den Verschluss (Verschluss Hauptlager, Verschluss Gesamtlager; s. EP21) erfolgt eine Freigabe bzw. eine Anordnung des Bundesrats für die Verschlussarbeiten (Art. 39 KEG). Mit der Anordnung wird u.a. die Verschlussvariante inkl. Verfüllmaterialien, Versiegelungen und Bauverfahren festgelegt.
3. Gesuchsunterlagen und erforderlicher Detaillierungsgrad der Informationen als Basis für die weitere Projektierung und die Implementierung • Die Unterlagen für das Gesuch Stilllegung OFI orientieren sich an Art. 45 KEG, diejenigen für das Gesuch für den Verschluss an Art. 69 KEG. • Die mit der Stilllegung der beantragten Anlagen und Systeme und Komponenten sind so weit definiert, dass die mit dem Gesuch einhergehenden Festlegungen getroffen werden können; d.h.: – Das Stilllegungsprojekt ist definiert bzw. es liegt eine Ausführungsdokumentation in Anlehnung an Vorgaben in Anhang 4 KEG vor. – Eine Gegenüberstellung und eine Bewertung verschiedener Stilllegungsvarianten für die OFI und das gTL liegen vor. – Detaillierte Störfall- und Sicherheitsanalysen für die Stilllegung liegen vor. • Im Projekt für den Verschluss sind insbesondere zu umschreiben (Art. 69 Abs. 2 KEG): – das Verfüllen und Versiegeln der Zugänge zu den Lagerräumen – die Überführung des Pilotlagers in einen langfristig sicheren Zustand – das Verfüllen und Versiegeln der Zugänge zum Tiefenlager – die Gewährleistung der Langzeitsicherheit. • Mit dem Verschluss ist insbesondere nachzuweisen, dass (Art. 69 Abs. 3 KEG): – keine unzulässige Freisetzung von Radionukliden über die verfüllten Zugänge erfolgt – die vor der Errichtung des Tiefenlagers bestehende Trennung der wasserführenden Gesteinsschichten langfristig wieder hergestellt wird – die Markierung des geologischen Tiefenlagers dauerhaft ist.
4. Optimierungsziel und verbleibender Handlungsspielraum für die Projektentwicklung nach der Stilllegungs- und Verschlussverfügung • Gesamtoptimierung des Vorhabens (s. Kap. 3.3); dies umfasst u.a.: – die Gesamtoptimierung des Stilllegungsprojekts für die Oberflächeninfrastruktur. • Bei der Gesamtoptimierung des Vorhabens für den Verschluss kommt zusätzlich eine Optimierung hinsichtlich der Langzeitsicherheit zum Tragen.
5. Anforderungen und Quellen: KEG (2003), KEG (2004), ENSI (2020); für Planungszwecke wird von einer Beobachtungsphase von 50 Jahren ausgegangen; eine Rückholung der radioaktiven Abfälle bleibt bis zum Verschluss ohne grossen Aufwand möglich.

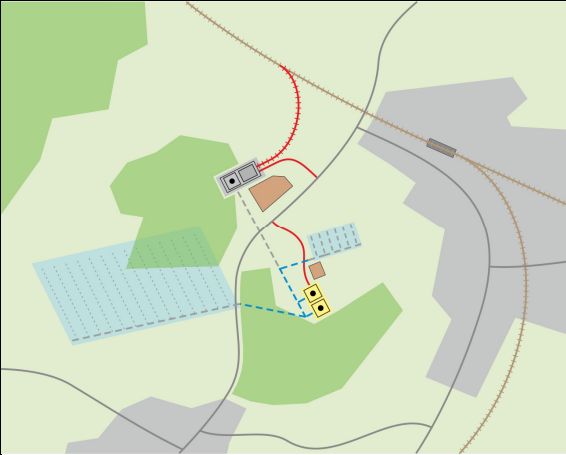
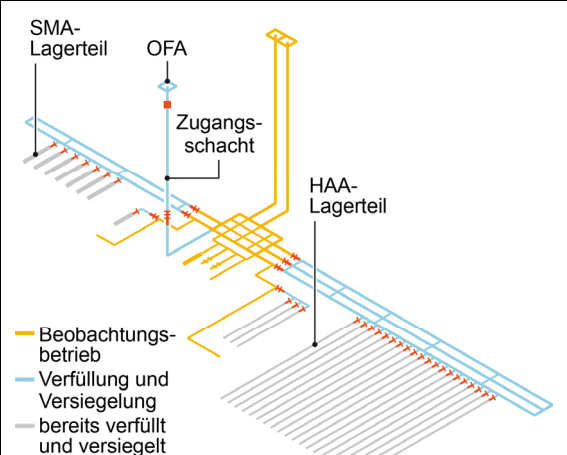
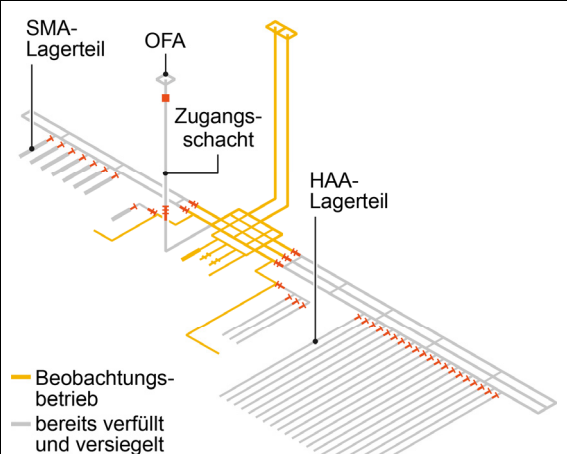
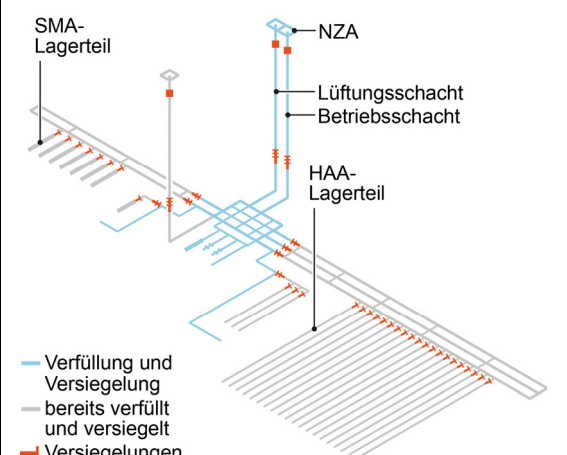
A.3 Beispielhafte Systemskizzen der Realisierungsphasen eines Kombilagers mit Schachteinlagerung.

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 1: Bau und Beginn EUU 	— Bau  NZA Sondierschacht 2 Sondierschacht 1 BeUU
Phase 2: Weiterführung EUU 	— Betrieb  NZA Sondierschacht 2 Sondierschacht 1 BeUU
Phase 3: Bau Lagerteil SMA 	 SMA-Lagerteil OFA Zugangsschacht NZA Lüftungsschacht Betriebsschacht — Bau — Betrieb

Anhang 3: (Fortsetzung)

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 4: Einlagerungsbetrieb SMA / Bau Lagerteil HAA	
	
Phase 5: Einlagerungsbetrieb HAA (und SMA)	
	
Phase 6: Beobachtungsphase	
	

Anhang 3: (Fortsetzung)

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 7: Verschluss Hauptlager 	 — Beobachtungs-betrieb — Verfüllung und Versiegelung — bereits verfüllt und versiegelt — Versiegelungen
Phase 8: Fortsetzung Beobachtungsphase 	 — Beobachtungs-betrieb — bereits verfüllt und versiegelt — Versiegelungen
Phase 9: Verschluss Gesamtlager 	 — Verfüllung und Versiegelung — bereits verfüllt und versiegelt — Versiegelungen