

Arbeitsbericht NAB 19-08

Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 3
**Vorschläge zur Konkretisierung
der Oberflächeninfrastruktur der
geologischen Tiefenlager**

**Teil 1:
Einführung und Grundlagen**

Mai 2019

Arbeitsbericht NAB 19-08

Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 3
**Vorschläge zur Konkretisierung
der Oberflächeninfrastruktur der
geologischen Tiefenlager**

**Teil 1:
Einführung und Grundlagen**

Mai 2019

STICHWÖRTER

Oberflächeninfrastruktur, Oberflächenanlage, Neben-
zugangsanlage, NZA-Perimeter, Regionale Partizipation,
Etappe 3, Konkretisierung, Vorschläge, Jura Ost,
Nördlich Lägern, Zürich Nordost

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 © 2019 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	
Figurenverzeichnis	II	
Tabellenverzeichnis.....	II	
Abkürzungsverzeichnis	III	
1	Ausgangslage und Zweck des Berichts	1
1.1	Ausgangslage und Auftrag	1
1.2	Zweck und Aufbau des Berichts.....	2
2	Zusammenarbeit im Sachplan geologische Tiefenlager	3
2.1	Grundlagen und Stand der Arbeiten Ende Etappe 2.....	3
2.2	Aufgabenstellung und Rahmen der Zusammenarbeit in Etappe 3.....	4
3	Anlagenelemente des geologischen Tiefenlagers	7
3.1	Anlagen untertag.....	8
3.1.1	Bauwerke auf Lagerebene	8
3.1.2	Zugangsbauwerke	8
3.2	Oberflächeninfrastruktur (OFI)	9
3.2.1	Oberflächenanlage (OFA)	10
3.2.2	Nebenzugangsanlagen (NZA)	12
3.2.3	Weitere Elemente der Oberflächeninfrastruktur.....	14
4	Realisierungsplan, Bau- und Betriebsaktivitäten	17
4.1	Realisierungsplan.....	17
4.2	Planungs-, Bau- und Betriebsphase bis zum Verschluss des Lagers	18
4.3	Aktivitäten und deren Intensitätsmass	23
5	Vorgehen zur Erarbeitung der Vorschläge	25
5.1	Was ist ein "Vorschlag"?.	25
5.2	Ausgangslage und Rahmen für die Erarbeitung der Vorschläge	26
5.3	Mögliche Areale für Nebenzugangsanlagen (NZA).....	28
5.3.1	Schritt 1: Festlegung Haupterschliessungsbereich (HEB) im Untergrund	28
5.3.2	Schritt 2: Festlegung der NZA-Perimeter an der Oberfläche	29
5.3.3	Schritt 3: Erarbeitung möglicher Areale für die Nebenzugangsanlagen (NZA).....	30
5.4	Erschliessung und Baustelleninstallationsflächen	30
6	Literaturverzeichnis	33
Anhang A: Bei der Evaluation von möglichen NZA-Arealen verwendete Kriterien		A-1
Anhang B: Herleitung des Intensitätsmasses		B-1
Anhang C: Unterschiede zwischen Kombilager und Einzellager		C-1

Figurenverzeichnis

Fig. 1-1:	Elemente der OFI, die im Rahmen der Zusammenarbeit der Regionalen Partizipation Etappe 3 thematisiert werden.	2
Fig. 2-1:	Ablauf und Meilensteine der Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur in Etappe 3 im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Standortregionen gemäss Auftrag des BFE (BFE 2019).....	4
Fig. 3-1:	Schematische Übersicht über die Anlagenelemente eines geologischen Tiefenlagers am Beispiel eines Kombilagers (Beispiel mit Zugangstunnel als Hauptzugang).	7
Fig. 3-2:	Schematische Übersicht über die Anlagenelemente der Oberflächeninfrastruktur.	9
Fig. 3-3:	Beispielhafte Anordnung und Ausgestaltung der funktional erforderlichen Bauwerke der Oberflächenanlage für ein Kombilager.	10
Fig. 3-4:	Mögliche Anordnung und Ausgestaltung der funktional erforderlichen Bauwerke der Nebenzugangsanlagen.	13
Fig. 4-1:	Realisierungsplan für ein Kombilager.	17
Fig. 4-2:	Diagramme der Intensitätsmasse für "Bau", "Betrieb konventionell" und "Betrieb nuklear" während den 9 Phasen auf den Arealen der OFA und der NZA.	24
Fig. 5-1:	Logik und Nomenklatur der Vorschläge bestehend aus den Elementen OFA, NZA-L, NZA-B (oder NZA-BL) sowie Erschliessung und Baustelleninstallation.....	25
Fig. 5-2:	Schematische Darstellung der wichtigsten Elemente des geologischen Tiefenlagers hinsichtlich der Vorschläge und der Zusammenarbeit in Etappe 3.	27
Fig. 5-3:	Anordnung des HEB randlich der potenziellen Lagerzone und ausserhalb von Bereichen mit geologischen Erschwernissen.....	29
Fig. 5-4:	NZA-Areale, die innerhalb des NZA-Perimeters festgelegt werden, der einen Radius von ca. 1'000 m rund um den Mittelpunkt des HEB aufweist.	30
Fig. C-1:	Charakteristische Diagramme der Intensitätsmasse für die Aktivitäten bei den Lagertypen Kombi, HAA und SMA während den 9 Phasen auf den Arealen der OFA und der NZA.....	C-2

Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1:	Beispielhafte Systemskizze der Realisierungsphasen eines Kombilagers mit Schachteinlagerung.	20
Tab. B-1:	Zuordnung von jährlichen LKW- / Bahnfahrten zum Intensitätsmass.	B-1

Abkürzungsverzeichnis

Verwendete Abkürzungen (in Berichtsteil 1 und 2)	Erklärung
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ATA	Alphatoxische Abfälle: Abfälle, deren Gehalt an Alphastrahlern den Wert von 20'000 Becquerel/g konditionierter Abfall übersteigt
A _o	Gewässerschutzbereich A _o (oberirdische Gewässer und Uferbereiche)
A _u	Gewässerschutzbereich A _u (nutzbare unterirdische Gewässer und Randgebiete)
BE	Abgebrannte Brennelemente
BeUU	Bauten erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag
BFE	Bundesamt für Energie
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler
ELB	Endlagerbehälter
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
ES	Empfindlichkeitsstufe (Belastungsgrenzwerte für Lärm)
EUU	Erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag
HAA	Hochaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle)
HAA-Lager	Lager für hochaktive Abfälle
HEB	Haupterschliessungsbereich
ISOS	Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung
IVS	Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz
JO	Standortgebiet Jura Ost
KEG	Kernenergiegesetz (KEG 2003)
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKW	Kernkraftwerk
Kombi	Kombilager für hochaktive Abfälle sowie schwach- und mittelaktive Abfälle
L1, L2	Lüftungsschacht
LkB	Landschaften von kantonaler Bedeutung (im Kanton Aargau)
NkB	Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung (im Kanton Aargau)
NL	Standortgebiet Nördlich Lägern
NZA	Nebenzugangsanlage
NZA-B	Nebenzugangsanlage für den Betriebszugang
NZA-BL	Nebenzugangsanlage für den Betriebs- und Lüftungszugang
NZA-HB	Nebenzugangsanlage für den Betriebszugang, welche gleichzeitig auch den Hauptzugang umfasst
NZA-L	Nebenzugangsanlage für den Lüftungszugang

Verwendete Abkürzungen (in Berichtsteil 1 und 2)	Erklärung
OFA	Oberflächenanlage
OFI	Oberflächeninfrastruktur
r	Radius
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
RK	Regionalkonferenz
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SMA-Lager	Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle
SOB	Shuttle-Overpack-Behälter
TBM	Tunnelbohrmaschine
TLB	Transportlagerbehälter
üB	Bezüglich Gewässerschutz übriger Bereich
VA	Verpackungsanlage
ZNO	Standortgebiet Zürich Nordost
ZWIBEZ	Zwischenlager des Kernkraftwerks Beznau
Zwilag	Zwischenlager Würenlingen AG

1 Ausgangslage und Zweck des Berichts

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Die radioaktiven Abfälle der Schweiz sind gemäss Kernenergiegesetz in geologischen Tiefenlagern zu entsorgen. Zur Festlegung eines Standorts bzw. der Standorte für geologische Tiefenlager in der Schweiz führt das Bundesamt für Energie (BFE) im Auftrag des Bundesrats das Sachplanverfahren geologische Tiefenlager (SGT) in drei Etappen durch. Im November 2018 wurde die zweite Etappe des Sachplanverfahrens durch den Bundesrat abgeschlossen und damit die dritte und letzte Etappe gestartet. Der Bundesrat hat entschieden, dass die drei Standortgebiete Jura Ost (JO), Nördlich Lägern (NL) und Zürich Nordost (ZNO) in Etappe 3 weiter zu untersuchen sind. Am Ende des Verfahrens steht die Festlegung des oder der Standorte sowie die Erteilung der Rahmenbewilligung für geologische Tiefenlager.

Für die Standortwahl und die Platzierung der Anlagenteile im geologischen Untergrund wurden im Sachplan und durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) sicherheitstechnische Kriterien und Vorgaben definiert. Auch die an der Oberfläche benötigte Oberflächeninfrastruktur (OFI) muss sicher gebaut und betrieben werden können. Bei der Platzierung der OFI können raum- und umweltplanerische Überlegungen und Interessensabwägungen der Standortregionen berücksichtigt werden. Dazu wurde im Sachplan die Regionale Partizipation für die Zusammenarbeit mit den Standortregionen etabliert.

Im Rahmen der zweiten Etappe des Sachplanverfahrens wurden hinsichtlich der Platzierung der OFI in einem ersten Schritt Standortareale für die Oberflächenanlage (OFA) gestützt auf die Zusammenarbeit mit den Regionen und Kantonen (Regionale Partizipation) bezeichnet. Der Bundesrat hat Räume zur Platzierung der Standortareale für die OFA als Zwischenergebnis im Sachplan festgelegt (BFE 2018a).

In der dritten Etappe geht es nun darum, in einem weiteren Schritt zusätzliche Elemente der OFI in Zusammenarbeit mit den drei verbleibenden Regionen festzulegen und als Gesamtsystem zu konkretisieren (vgl. Fig. 1-1). Ausgehend vom Bundesratsentscheid mit der Festlegung von Räumen zur Platzierung der Standortareale für die OFA als Zwischenergebnis werden nun zusätzlich die Areale für die Nebenzugangsanlagen (NZA) und deren Funktion festgelegt. Zudem können die Entsorgungspflichtigen gemäss Ergebnisbericht Etappe 2 (BFE 2018a) in Zusammenarbeit mit den Standortregionen und -kantonen die Platzierung der Verpackungsanlagen ausserhalb der Standortregion prüfen. In die Überlegungen sollen zudem weitere Elemente der OFI wie die Erschliessung sowie Installationsplätze einbezogen werden.

Mit der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs (RBG) wird die Nagra basierend auf dem sicherheitstechnischen Vergleich die Wahl des Standorts oder der Standorte für geologische Tiefenlager zur Prüfung einreichen. Damit werden auch der Zweck und die Grundzüge des Projekts (ungefähre Grösse und Lage der wichtigsten Bauten an der Oberfläche) festgelegt und raumplanerisch gesichert – nach der Zusammenarbeit mit den Standortregionen und -kantonen.

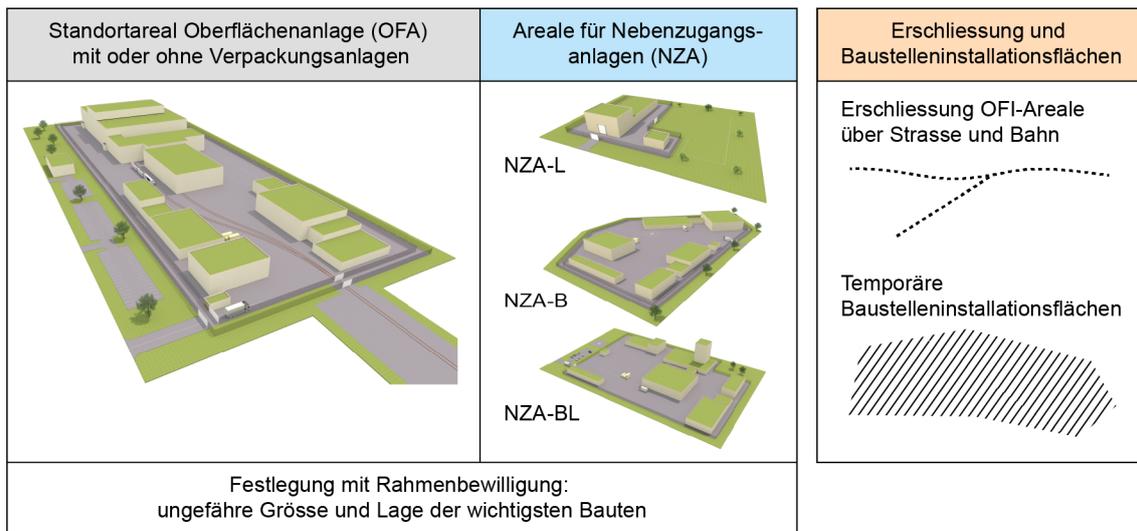


Fig. 1-1: Elemente der OFI, die im Rahmen der Zusammenarbeit der Regionalen Partizipation Etappe 3 thematisiert werden.

1.2 Zweck und Aufbau des Berichts

Im vorliegenden Bericht sind die für die Zusammenarbeit in Etappe 3 im Rahmen der Regionalen Partizipation notwendigen Grundlagen und Informationen zusammengestellt. Der Bericht mit den standortspezifischen Vorschlägen für die Konkretisierung der OFI bildet damit den Startpunkt für die Zusammenarbeit in Etappe 3. Resultat der Zusammenarbeit mit den Standortregionen und -kantone sind die Stellungnahmen zur Konkretisierung der OFI. Diese bilden eine Basis zur Festlegung von Zweck und Grundzügen (ungefähre Grösse und Lage) der wichtigsten Bauten an der Oberfläche durch die Nagra zuhanden der Gesuche für die Rahmenbewilligung.

Der Bericht richtet sich deshalb insbesondere an die betroffenen Standortregionen, welche im Rahmen des Verfahrens durch die Partizipationsgremien gemäss Konzept SGT (BFE 2011a) vertreten werden (Regionalkonferenzen und deren Fachgruppen), sowie die Standortkantone.

Der Bericht besteht aus zwei Teilen. Teil 1 beschreibt die übergeordnete Ausgangslage und Aufgabenstellung sowie die wichtigsten Grundlagen zum geologischen Tiefenlager bzw. speziell zur OFI und deren Funktionen. Weiter werden die Realisierungsphasen sowie das Vorgehen zur Erarbeitung der Vorschläge vorgestellt. Dabei wird auf die weiterführenden Berichte verwiesen. Die Ausgangslage in den drei Standortregionen sowie insbesondere die standortspezifischen Vorschläge für die Platzierung und Anordnung der OFI sind geordnet nach Region in Teil 2 des Berichts dargestellt. Die Beschreibung der Vorschläge wird mit Detailinformationen in den umfangreicheren Anhängen ergänzt.

2 Zusammenarbeit im Sachplan geologische Tiefenlager

Mit dem vorliegenden Kapitel wird die Zusammenarbeit mit den Standortregionen und -kantonen im Rahmen der Regionalen Partizipation des Sachplans hinsichtlich der Oberflächenanlage (OFA) bzw. Oberflächeninfrastruktur (OFI) zusammenfassend beschrieben. Kap. 2.1 fasst den erreichten Stand der Arbeiten per Ende Etappe 2 zusammen. Kap. 2.2 umreißt die Aufgabenstellung zur Konkretisierung der OFI in Etappe 3.

2.1 Grundlagen und Stand der Arbeiten Ende Etappe 2

Als Grundlage für die Platzierung der Standortareale für die OFA wurden seitens BFE in Etappe 1 die Planungssperimeter festgelegt. Diese bildeten den formalen Rahmen für die Platzierung der Standortareale der OFA in Etappe 2. Die Nagra hat innerhalb der sechs Planungssperimeter insgesamt zwanzig Areal-Vorschläge ausgearbeitet, welche das BFE Anfang 2012 für die damals sechs Standortregionen veröffentlichte. Diese Vorschläge bildeten den Startpunkt für die Zusammenarbeit im Rahmen der Regionalen Partizipation in Etappe 2. Die Vorschläge wurden mit dem Nagra Technischen Bericht NTB 11-01 (Nagra 2011) beschrieben. Mit dem Nagra Arbeitsbericht NAB 12-07 (Nagra 2012a) wurde ergänzend das Vorgehen zur Erarbeitung der genannten Vorschläge dokumentiert. Weiter hat die Nagra standortunabhängige Betrachtungen zur Sicherheit und zum Schutz des Grundwassers durchgeführt und diese als Grundlagen zur Beurteilung der grundsätzlichen Bewilligungsfähigkeit einer OFA für ein geologisches Tiefenlager den Behörden, Regionalkonferenzen und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt (vgl. Nagra 2013a, NTB 13-01).

Im Rahmen der Zusammenarbeit zur Platzierung der Standortareale der OFA in Etappe 2 beteiligten sich insbesondere die Regionalkonferenzen und Standortkantone, welche teilweise weitere Vorschläge oder Varianten durch die Nagra prüfen bzw. ausarbeiten liessen (vgl. Nagra 2012b: NAB 12-49 Rev. 1, Nagra 2013b bis d: NAB 13-32 bis 13-34). Daraufhin bewerteten und beurteilten die Regionalkonferenzen die verschiedenen Vorschläge und dokumentierten die Evaluation mit entsprechenden Stellungnahmen.

Nach Vorliegen der Stellungnahmen der Regionalkonferenzen bezeichnete die Nagra in den Jahren 2013 und 2014 in allen sechs Regionen Standortareale für die OFA sowohl für ein Lager für hochaktive Abfälle (HAA-Lager) als auch für ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA-Lager) sowie für ein Kombilager mit sogenannten Planungsstudien. Die Regionalkonferenzen haben jeweils auch zu diesen Planungsstudien in den Berichten zu Etappe 2 Stellung genommen und verschiedene Forderungen und Anliegen für Etappe 3 und spätere Phasen dokumentiert (BFE 2017: "Umgang mit den Stellungnahmen der Regionalkonferenzen zu Etappe 2"). Diese wurden seitens BFE, ENSI, Kantone und Nagra gesichtet und kommentiert. Für die in Etappe 3 verbleibenden Standortgebiete sind insgesamt vier Standortareale für alle Lagertypen SMA/ HAA/Kombi mit Planungsstudien beschrieben (Nagra 2013e bis g: NAB 13-66 bis 13-68, Nagra 2014a bis f: NAB 14-03 bis 14-08, Nagra 2014g bis i: NAB 14-27 bis 14-29) – je eines in den Regionen JO und ZNO sowie zwei Standortareale in der Region NL.

Im Hinblick auf die Zusammenarbeit zur Konkretisierung der OFI in Etappe 3 erfolgte mit dem Nagra Technischen Bericht NTB 16-08 (Nagra 2016b) eine generische Beschreibung der Nebenzugangsanlagen (NZA). Den Regionalkonferenzen wurden mit diesem Bericht die Funktionen der NZA im Gesamtkontext der OFI vorgestellt, ohne auf standortspezifische Fragestellungen einzugehen.

Mit dem Ergebnisbericht zu Etappe 2 (BFE 2018a) hat der Bundesrat das Resultat der Zusammenarbeit in Etappe 2 dokumentiert und mit den Festlegungen sowie Objektblättern den Raum der bezeichneten Standortareale der OFA als Zwischenergebnis in den Sachplan aufgenommen sowie den in Etappe 3 zu bearbeitenden Koordinationsbedarf ausgewiesen.

2.2 Aufgabenstellung und Rahmen der Zusammenarbeit in Etappe 3

Gemäss Konzept Regionale Partizipation in Etappe 3 (BFE 2018b) haben die Regionalkonferenzen (und Standortkantone) in Zusammenarbeit mit der Nagra die OFI im Sinne einer Gesamtbeurteilung zu konkretisieren. Dies umfasst in einer ersten Phase eine Stellungnahme zur Platzierung des Standortareals der OFA im Raum des Zwischenergebnisses gemäss Etappe 2 (BFE 2018a, S. 15) mit und ohne Verpackungsanlagen, zur Platzierung des Areals oder der Areale der NZA sowie gegebenenfalls zur Nutzung der Areale im Verlauf der verschiedenen Realisierungsphasen (vgl. Fig. 2.1). Aus Sicht der Nagra sind auch Ansätze zur Erschliessung der Areale sowie Hinweise zur späteren Platzierung temporärer Baustelleninstallationsflächen in die Überlegungen mit einzubeziehen, auch wenn diese mit der Rahmenbewilligung noch nicht festgelegt werden. Das BFE möchte in dieser Phase auch eine überregionale Diskussion mit den betroffenen Standortregionen und -kantonen führen, insbesondere für den Fall, dass mehrere Regionen involviert sind (z.B. durch eine Platzierung der Verpackungsanlagen ausserhalb der Standortregion des oder der Tiefenlager). In einer zweiten und dritten Phase werden zusammen mit der oder den Standortregionen, für welche ein Rahmenbewilligungsgesuch ausgearbeitet wird, weitere Konkretisierungsschritte der OFI in Angriff genommen (vgl. Fig. 2-1).



Fig. 2-1: Ablauf und Meilensteine der Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur in Etappe 3 im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Standortregionen gemäss Auftrag des BFE (BFE 2019).

Mit vorliegendem Bericht dokumentiert die Nagra als Startpunkt für die Zusammenarbeit mit den drei verbleibenden Standortregionen Vorschläge zur Konkretisierung der OFI. Für die Erarbeitung der Vorschläge wurden – neben den Überlegungen zu einem sicheren Bau und Betrieb der Anlagen sowie der Planung eines möglichst ressourcenschonenden Projekts – die relevanten Grundlagen und Festlegungen aus dem Sachplan berücksichtigt. Dies umfasst insbesondere die Grundsätze für die Standortsuche für Oberflächenanlagen (BFE 2011b), die Festlegungen und der Koordinationsbedarf gemäss (BFE 2018a) sowie die Stellungnahmen seitens des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) sowie Rückmeldungen der betroffenen kantonalen Fachstellen zu mög-

lichen Konflikten innerhalb der NZA-Perimeter. Dabei muss festgehalten werden, dass mit den vorliegenden Vorschlägen verschiedene Interessenskonflikte nicht gelöst werden konnten. Aus Sicht der Nagra stellt die Zusammenarbeit in Etappe 3 die richtige Plattform dar, um eben diese Konflikte zu diskutieren und eine Interessensabwägung mit allen beteiligten Akteuren vorzunehmen.

Für die Zusammenarbeit im Rahmen der Regionalen Partizipation Etappe 3 ist der nachfolgend aufgeführte Diskussionsrahmen gegeben:

Festgelegte Randbedingungen für die Zusammenarbeit:

- Zwischenergebnis für die Standortareale der OFA gemäss Ergebnisbericht Etappe 2 und Objektblättern (BFE 2018a)
- Notwendige Funktionen der OFI für einen sicheren und gesicherten Bau und Betrieb, insbesondere beim Hauptzugang, für die Verpackung sowie zur Gewährleistung der Nebenzugangsfunktionen Bau, Betrieb und Lüftung (vgl. Kap. 3 und Nagra 2016b)
- Phasen für Bau und Betrieb in Anlehnung an das Entsorgungsprogramm 2016 (Nagra 2016a; vgl. Kap. 5)
- Haupterschliessungsbereich (HEB) im Untergrund (vgl. Kap. 5.3.1)
- NZA-Perimeter an der Oberfläche zur Festlegung von Arealen für die NZA aufgrund der Lage des HEB (vgl. Kap. 5.3.2)
- Erschliessung im Untergrund zwischen Arealen der OFA und NZA zum HEB mit entsprechenden Zugangsbauwerken

Flexibilität im Rahmen der Zusammenarbeit:

- Standortareal der OFA im Raum der Zwischenergebnisse unter Berücksichtigung des Koordinationsbedarfs
- Gegebenenfalls Nutzen von Synergien mit bestehenden oder zu erweiternden Anlagen im Raum Zwilag für die Verpackung radioaktiver Abfälle
- Anordnung der NZA-Areale innerhalb des NZA-Perimeters
- Linienführung Erschliessung ab bestehendem Verkehrsnetz
- Diskussion konzeptioneller Überlegungen zu den Baustelleninstallationsflächen
- Überregionale Diskussion zur Platzierung der Verpackungsanlagen

Im Vergleich mit der Zusammenarbeit zu den Standortarealen der OFA in Etappe 2 sind mit Blick auf die Diskussion der NZA-Areale bereits verschiedene Randbedingungen gegeben, die hauptsächlich durch Festlegungen im Untergrund definiert werden (z.B. HEB).

Ergebnis der Zusammenarbeit in Phase 1 sind die Stellungnahmen der Regionalkonferenzen und Standortkantone zur Konkretisierung der OFI. Die Festlegungen bezüglich der OFI werden seitens Nagra wiederum mit entsprechenden Planungsstudien dokumentiert. Diese fliessen schliesslich in die Ausarbeitung der Rahmenbewilligung mit ein. Weitere Konkretisierungs- und Planungsschritte folgen später in Etappe 3 und z.B. hinsichtlich der Baubewilligungsgesuche.

3 Anlagenelemente des geologischen Tiefenlagers

Das vorliegende Kapitel enthält eine Kurzbeschreibung der Anlagenelemente eines geologischen Tiefenlagers sowie deren Funktionen. Diese sind in Fig. 3-1 schematisch am Beispiel des Kombilagers dargestellt. Detailliertere Beschreibungen des Tiefenlagers bzw. der Anlagenelemente sind in Nagra (2011, 2013a, 2016a und b) enthalten.

Ein Kombilager umfasst alle für den Bau und Betrieb eines geologischen Tiefenlagers erforderlichen Funktionen und benötigt verglichen mit Einzellagern am meisten Platz. Es ist somit bezüglich Funktionen als auch Platzbedarf für ein SMA-Lager und ein HAA-Lager abdeckend. Um den vorliegenden Bericht möglichst übersichtlich halten zu können, wird deshalb jeweils das Beispiel des Kombilagers beschrieben mit allfälligen Hinweisen auf die Unterschiede zum SMA- und HAA-Lager. Der Antrag zur Realisierung von Einzellagern oder einem Kombilager erfolgt nach Vorgaben des ENSI mit der Einreichung der Rahmenbewilligungsgesuche.

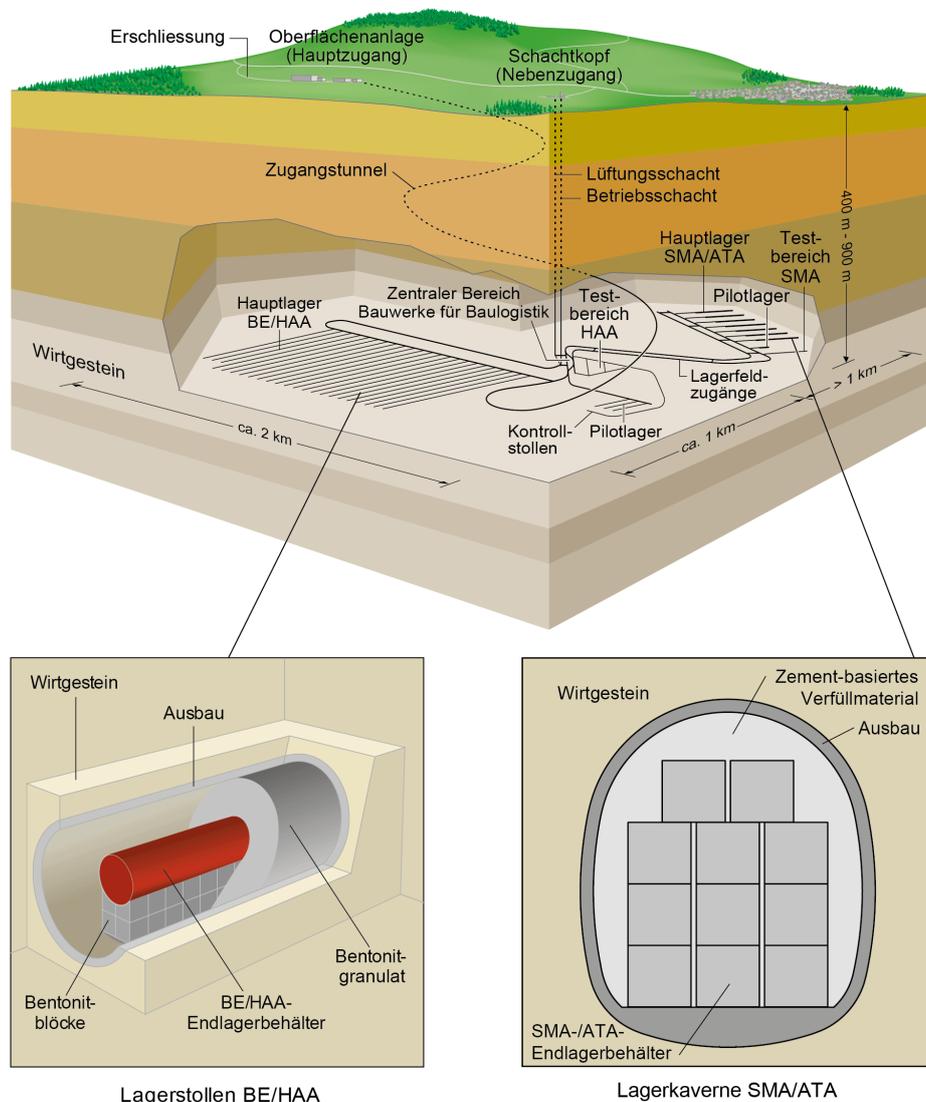


Fig. 3-1: Schematische Übersicht über die Anlagenelemente eines geologischen Tiefenlagers am Beispiel eines Kombilagers (Beispiel mit Zugangstunnel als Hauptzugang).

3.1 Anlagen untertag

Die Anlagen untertag – das heisst im geologischen Untergrund – bestehen aus den Bauwerken auf Lagerebene und den notwendigen Zugängen von der Oberfläche her.

3.1.1 Bauwerke auf Lagerebene

Bei den Bauwerken auf Lagerebene handelt es sich um folgende Anlagenelemente (Fig. 3-1):

- *Haupt- und Pilotlager* mit Lagerstollen oder Lagerkavernen zur dauerhaften Einlagerung von radioaktiven Abfällen sowie Kontrollstollen zur Überwachung des Pilotlagers. Das Haupt- und das Pilotlager werden in einen Bereich des Wirtgesteins eingebettet, der den Sicherheitsanforderungen an das Hauptlager entspricht und schliesslich den langfristigen Einschluss der Abfälle gewährleisten kann ("geologische Barriere").
- *Testbereiche* HAA und SMA zur Weiterführung von Experimenten, die im Rahmen von "erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU)" initiiert werden (vormals "Felslabor").
- *Lagerfeldzugänge* als Zugang zu den Haupt- und Pilotlagern vom zentralen Bereich aus.
- Der *zentrale Bereich* hat während dem Bau und Betrieb eine logistische Funktion im geologischen Tiefenlager (Ver- und Entsorgung, Transportlogistik, Betriebseinrichtungen).
- *Haupterschliessungsbereich*: Die Endpunkte aller Zugangsbauwerke sowie die Zugänge zu den Haupt- und Pilotlagern schliessen an den sogenannten Haupterschliessungsbereich (HEB) an. Er befindet sich auf Lagerebene (vgl. auch Kap. 5.3.1 zur Vorgehensweise bei der Platzierung des HEB). Auch die meisten Funktionen und Bauwerke, die dem zentralen Bereich zugeordnet sind, können im HEB untergebracht werden.

3.1.2 Zugangsbauwerke

Die Zugangsbauwerke (Schächte, Tunnel) stellen die Verbindung zwischen der Oberfläche und den Bauwerken auf Lagerebene sicher. Aus baulichen, betrieblichen und betriebssicherheitstechnischen Gründen sind mehrere, funktional getrennte Zugänge erforderlich:

- *Zugangsschacht oder Zugangstunnel*¹: Dieser bildet den sogenannten Hauptzugang, welcher von der OFA auf die Lagerebene führt. Während der Einlagerungsphase dient er dem Transport sowohl der Endlagerbehälter (ELB) mit den radioaktiven Abfällen als auch der Verfüll- und Versiegelungsmaterialien. Mögliche weitere Funktionen des Hauptzugangs sind der Zugang für das Betriebspersonal, die Lüftung (Abluft) des Einlagerungsbereichs, die Energie- und Wasserversorgung sowie die Bergwasserentsorgung.
- *Betriebsschacht oder -zugang*² (*Tunnel*): Dieser bildet einen Nebenzugang, über welchen schwerpunktmässig der Bau des Tiefenlagers erfolgt. In der Einlagerungsphase dient er primär als Zugang für den Bau der Lagerstollen mit entsprechenden Material- und Baupersonaltransporten. Mögliche weitere Funktionen sind die Lüftung (Abluft) der konventionellen Bereiche des Tiefenlagers, die Energie- und Wasserversorgung, die Bergwasserentsorgung sowie der Zugang für Besucher. Der Schachtkopf oder das Tunnelportal kann angrenzend an das Standortareal der OFA oder je nach Situation auf einem eigenen Areal platziert werden (vgl. NZA unten).

¹ Zugangstunnel wurden in der Vergangenheit auch als "Rampe" bezeichnet.

² Schächte, die bereits für die EEU gebaut werden, dienen im Rahmen der EEU als Sondierschächte (s. Kap. 4.2). Bei der Realisierung des Tiefenlagers können diese Schächte als Zugangsbauwerke für Betrieb und Lüftung umgenutzt werden.

- *Lüftungsschacht*²: Dieser bildet einen weiteren Nebenzugang. Über den Lüftungsschacht erfolgt die Frischluftversorgung der Bauwerke auf Lagerebene. Er dient zudem als Flucht- und Interventionsweg. Der Schachtkopf des Lüftungsschachts kann sowohl auf dem Areal des Betriebsschachts angrenzend an das Standortareal der OFA oder je nach Situation auf einem eigenen Areal platziert werden (vgl. NZA unten).

3.2 Oberflächeninfrastruktur (OFI)

Für den Bau, den Betrieb und den Verschluss eines geologischen Tiefenlagers sind neben den Anlagen im Untergrund auch Bauwerke und Anlagenelemente an der Erdoberfläche erforderlich, welche als OFI zusammengefasst werden. Fig. 3-2 zeigt eine schematische Darstellung eines geologischen Tiefenlagers mit den wichtigsten OFI-Elementen. Dabei handelt es sich in erster Linie um die Oberflächenanlagen (Kap. 3.2.1) und Nebenzugangsanlagen (Kap. 3.2.2). Weitere Elemente sind die Erschliessung, Baustelleninstallationsflächen sowie Deponien (Kap. 3.2.3).



Ⓐ Oberflächenanlage (OFA)
mit Zugangsschacht

Ⓑ Nebenzugangsanlage (NZA)
B1 Nebenzugangsanlage Betrieb (NZA-B)
B2 Nebenzugangsanlage Lüftung (NZA-L)

— bestehende Strasse

—+—+—+ Anschlussgleis

■ Siedlungsgebiet

— Zufahrtsstrasse

- - - - - Bauwerke auf Lagerebene

■ Landwirtschaft

- - - - - bestehende
Bahnlinie

■ Baustelleninstallations-
flächen

■ Wald

Fig. 3-2: Schematische Übersicht über die Anlagenelemente der Oberflächeninfrastruktur.

3.2.1 Oberflächenanlage (OFA)

Die OFA umfasst im Referenzfall die Anlagenelemente (Bauwerke, Installationen und Geräte) an der Erdoberfläche (oder in Oberflächennähe) zur Annahme und Verpackung der radioaktiven Abfälle und weiterer Materialien für die Einlagerung sowie zur Sicherstellung aller erforderlichen Nebenprozesse (z.B. Ver- und Entsorgungseinrichtungen) beim Hauptzugang des geologischen Tiefenlagers (s. Fig. 3-3).

Die radioaktiven Abfälle werden zur OFA angeliefert, zur Einlagerung vorbereitet, d.h. endlagergerecht verpackt und von dort über den Hauptzugang (Zugangsschacht oder Zugangstunnel) nach untertag transportiert. Die Verpackung der radioaktiven Abfälle erfolgt in den Verpackungsanlagen (VA) BE/HAA beziehungsweise SMA. Im Weiteren finden bei der OFA Nebenprozesse (Eingangskontrolle, Administration, Ver- und Entsorgung, Unterhalt, Überwachung etc.) für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der OFA sowie des Tiefenlagers statt. Zur Information der Bevölkerung ist ein Besucherzentrum geplant.



Fig. 3-3: Beispielhafte Anordnung und Ausgestaltung der funktional erforderlichen Bauwerke der Oberflächenanlage für ein Kombilager.

Ausgestaltung der OFA mit Verpackungsanlagen (VA)

Fig. 3-3 zeigt eine mögliche Anordnung und Ausgestaltung der erforderlichen Bauwerke der OFA für ein Kombilager. Eine OFA für ein Kombilager, bei welcher sowohl HAA als auch SMA in Endlagerbehälter (ELB) verpackt werden, benötigt je nach Situation eine Fläche von ca. 6 bis 8 ha. Die grössten Gebäude auf dem Areal sind die BE/HAA-Verpackungsanlage (ca. 25 m Höhe) und im Falle einer Schachteinlagerung der Schachtförderturm (ca. 30 m Höhe).

Das derzeitige Logistikkonzept für HAA geht davon aus, dass während der Einlagerungsphase pro Jahr ca. 5 Züge mit je 4 Bahnwagen, von denen jeder mit einem Transportlagerbehälter (TLB) beladen ist, bei der OFA angeliefert werden. Die Anlieferungsfrequenz für SMA ist etwas höher. Geht man bei einem SMA-Transport von 8 Bahnwagen mit je zwei Versandstücken aus, führt dies zu ca. 25 Zügen pro Jahr, die bei der OFA angeliefert werden.

Erfolgt die Anlieferung der radioaktiven Abfälle über die Strasse (für HAA Konvoi als Schwertransport mit je 4 Fahrzeugen und für SMA Konvoi mit je 8 Nutzfahrzeugen mit 40 Tonnen Gesamtgewicht/LKW) bleibt die Anlieferungsfrequenz gegenüber derjenigen mit der Bahn bei HAA gleich, während sie sich bei SMA auf ca. 50 Konvois pro Jahr verdoppelt, da die Fahrzeuge mit nur je einem Versandstück beladen werden können.

Die Anlieferung von HAA und SMA erfolgt teilweise in unterschiedlichen Betriebsphasen des Tiefenlagers.

Im Vergleich zur Bauphase (2 – 3 Züge pro Tag) ist das Transportaufkommen bedingt durch die Anlieferung von radioaktiven Abfällen während der Einlagerungsphase klein (s. Kap. 5.3).

Ausgestaltung der OFA ohne Verpackungsanlagen

Falls die Verpackungsanlagen nicht auf dem Areal der OFA angeordnet werden, erfolgt die Anlieferung der radioaktiven Abfälle bereits endlagergerecht in ELB verpackt zur OFA. In diesem Fall entfallen auf dem Standortareal der OFA nicht nur die Verpackungsanlagen für BE/HAA und SMA, sondern auch die Behandlungsanlage für TLB. Aus logistischen Gründen ist in diesem Fall bei der OFA jedoch ein Empfangs-, Pufferlager- und Auslieferungsgebäude notwendig. Die Kapazität dieses Gebäudes (ca. 20 Stellplätze je für SMA- und HAA-SOB³) ist auf einen möglichst unterbrechungsfreien Einlagerungsbetrieb auszulegen. Ansonsten bleiben die Anordnung und Ausgestaltung der Bauwerke der OFA weitgehend unverändert. Der Flächenbedarf für die OFA ohne Verpackungsanlagen liegt je nach Konfiguration bei maximal rund 6 ha und die maximale Gebäudehöhe bei dieser Areal-Konfiguration bei ca. 15 m (ausgenommen allfällige Schachtgebäude).

³ Der Transport von BE oder hochaktiven verglasten Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (HAA) über das öffentliche Verkehrsnetz (Schiene, Strasse) ist internationale Praxis und gesetzlich geregelt. Der Transport von ELB für BE/HAA ist heute noch nicht umgesetzt, aber unter Einhaltung der heutigen Gesetzgebung und Praxis machbar. Dazu sind Transportbehälter zu entwickeln und zu zertifizieren, welche den Transport von ELB für BE/HAA über das öffentliche Verkehrsnetz erlauben. Die Nagra verwendet in ihren Konzepten als Planungsgrundlage Konzepte für solche Behälter und bezeichnet diese Transportbehälter als "Shuttle-Overpack-Behälter" (SOB).

Wenn die Abfälle bereits endlagergerecht angeliefert werden, hat dies einen Einfluss auf die Anzahl der Abfalltransporte:

- Während der Einlagerungsphase führt dies für die HAA zu ca. 18 Zügen pro Jahr, die bei der OFA angeliefert werden. Der Transport der ELB mit HAA erfolgt in sogenannten Shuttle-Overpack-Behältern (SOB)³. Ein SOB ist im Vergleich zu einem TLB zwar leichter, das Fassungsvermögen ist dafür kleiner; dies führt zu einem Mehrtransport. Das derzeitige Logistikkonzept für den Fall einer BE/HAA-Verpackungsanlage ausserhalb des Standortareals geht davon aus, dass ein HAA-Transport bis zu 8 Bahnwagen mit je einem SOB umfassen kann.
- Für SMA erhöht sich auch die Anzahl angelieferter SMA-ELB und führt bei einem Bahntransport mit 8 Bahnwagen zur Anlieferung von ca. 35 Zügen pro Jahr.
- Erfolgt die Verpackung der radioaktiven Abfälle ausserhalb der Standortregion und deren Anlieferung zur OFA auf der Strasse, ist für HAA mit ca. 18 Schwertransporten (Konvoi mit je 8 Fahrzeugen) pro Jahr zu rechnen. SMA werden mittels 8er LKW-Konvois angeliefert mit ca. 70 Konvois pro Jahr.

Trotz des höheren Transportaufkommens im Vergleich zur Verpackung am Ort des Tiefenlagers bzw. auf dem Standortareal der OFA durch die Anlieferung von bereits endlagergerecht in ELB verpackten Abfällen ist die Frequenz der Abfalltransporte im Vergleich zur Bauphase (bis zu 2 – 3 Züge pro Tag) insgesamt gering (s. Kap. 5.3).

3.2.2 Nebenzugangsanlagen (NZA)

Die NZA umfassen alle Anlagen an der Oberfläche, welche für den Betrieb und die Lüftung des geologischen Tiefenlagers notwendig sind. Sie stellen somit die obertägige Schnittstelle zum Tiefenlager für die Ver- und Entsorgung (Lüftung, Energieversorgung, Wasser und Bergwasserhaltung) sowie den Personen- und Materialtransport dar.

Aus Sicherheitsgründen (Flucht, Intervention, redundante Ver- und Entsorgung) stehen im Betrieb mindestens zwei räumlich und lüftungstechnisch getrennte Zugänge nach untertag zur Verfügung. Ein Zugang dient primär verschiedenen baulichen und betrieblichen Funktionen und die zugehörige NZA wird deshalb Nebenzugangsanlage für den Betriebszugang (NZA-B) genannt. Der zweite Zugang dient der Frischluftzufuhr und als sicherer Flucht- und Interventionsweg, die entsprechende NZA wird deshalb als Nebenzugangsanlage für den Lüftungszugang (NZA-L) bezeichnet. In Situationen, in denen sich der Betriebs- und Lüftungszugang auf einem gemeinsamen Areal platzieren lassen, bilden sie eine NZA für den Betrieb- und Lüftungszugang (NZA-BL) (vgl. Fig. 3.4). Die maximalen Gebäudehöhen sind ca. 30 m für den Betriebsschacht und ca. 10 m für den Lüftungsschacht.

Für ein HAA- und Kombilager erfolgt über die NZA zudem der Bau der BE/HAA-Lagerstollen zeitgleich zum Einlagerungsbetrieb. Dazu sind zusätzliche Anlagen für Baulogistik und entsprechende Förderanlagen (z.B. Schachtförderanlage) für Ausbruch- und Baumaterial erforderlich.

Nachstehend sind beispielhaft verschiedene Konfigurationen der NZA-Funktionen dargestellt, wie sie in den Vorschlägen für Etappe 3 enthalten sind:

- Areal für den Betriebszugang (NZA-B) mit Betriebstunnel, Fig. 3-4a
- Areal für den Lüftungszugang (NZA-L) mit Schacht, Fig. 3-4b
- Areal für den Lüftungs- und Betriebszugang (NZA-BL) mit zwei Schächten, Fig. 3-4c



a)



b)



c)

Fig. 3-4: Mögliche Anordnung und Ausgestaltung der funktional erforderlichen Bauwerke der Nebenzugangsanlagen.

3.2.3 Weitere Elemente der Oberflächeninfrastruktur

Neben der OFA und den NZA gibt es weitere OFI-Elemente, welche temporär oder permanent für den Bau, Betrieb oder Verschluss eines geologischen Tiefenlagers notwendig sind. Dazu zählen die Erschliessung, die Baustelleninstallationsflächen sowie allfällige Deponien für Aushub- und Ausbruchmaterial. Je nach lokalen Verhältnissen können auch bestehende Infrastrukturen dafür genutzt oder angepasst werden (Deponien, Strassen).

Erschliessung

Die Erschliessung der Areale und Baustellen ab bestehenden Verkehrswegen (Bahn, Strasse) sowie mit Ver- und Entsorgungsinfrastruktur (Wasser, Abwasser, Energie, Kommunikation) wird wie folgt umgesetzt:

- *Erschliessung der Oberflächenanlage:* Die Anlieferung der radioaktiven Abfälle soll bevorzugt per Bahn erfolgen. Dies setzt einen Anschluss an das Schienennetz voraus. Ist ein direkter Bahnanschluss schwer zu realisieren, besteht auch die Möglichkeit einer Umladestation von der Bahn auf die Strasse, vergleichbar mit der Umladestation beim Zwischenlager in Würenlingen. Alternativ kann der Transport per LKW erfolgen. Zusätzlich sind ein Strassenanschluss sowie Werkleitungen zum Anschluss an die Kanalisation, die Wasserversorgung, das Stromnetz, das Kommunikationsnetz sowie zur Versickerungsanlage oder zur Vorflut (zu einem Gewässer) für die Entwässerung von sauberem Berg-, Sicker- oder Meteorwasser erforderlich.
- *Erschliessung der Nebenzugangsanlagen:* Die NZA sind jeweils mit einer Strasse sowie der gleichen Ver- und Entsorgungsinfrastruktur wie bei der OFA an das bestehende Netz anzuschliessen.
- *Erschliessung der Baustellen:* Die Baustellen und Baustelleninstallationsflächen sind mit temporären Bauzufahrten sowie Ver- und Entsorgungsinfrastruktur zu erschliessen. Während dem Bau fallen grössere Transportmengen v.a. für den Abtransport von Ausbruchmaterial (Richtgrössen 500 – 2500 t pro Tag) und für den Antransport von Baumaterialien (100 – 600 t pro Tag) an. Je nach Materialbewirtschaftungskonzept und dem Standort von Ausbruchdeponien können diese Materialien per LKW, per Bahn oder per Förderband abresp. antransportiert werden. Der Abtransport per Bahn bietet sich vor allem bei grösseren Mengen (2500 t pro Tag, entspricht ca. 2 – 3 Ausbruchzüge pro Tag) und weit entfernten Ausbruchdeponien mit bestehendem Bahnanschluss an. Ein Bahnanschluss erfordert eine Verladeanlage mit Anschlussgleis an die bestehende Bahnlinie in der Umgebung der Baustellen und Baustelleninstallationsflächen.

Die Festlegung der effektiven Erschliessungsvariante erfolgt später im Rahmen der Baubewilligung (Art. 49 KEG).

Baustelleninstallationsflächen

Während dem Bau sowie dem Rückbau und Verschluss (Realisierungsphasen vgl. Kap. 4) sind neben den Baustellen bei OFA und NZA zusätzliche temporäre Flächen möglichst in der Nähe der Areale erforderlich. Diese temporären Flächen dienen u.a. als Lagerflächen für Geräte und Baumaterial, für die Ver- und Entsorgung der Baustellen (z.B. Abwasserbehandlung), für die Materialbewirtschaftung (Zwischendepots für Ausbruchmaterial, Materialaufbereitung zur Wiederverwendung, Be- und Entladung, Betonherstellung etc.), Werkstätten und Reinigungsanlagen sowie für allgemeine Installationen (Baubüro, Aufenthaltsräume für Baupersonal, Sani-

tär- und Verpflegungseinrichtungen, Parkplätze etc.). Der erforderliche Flächenbedarf ist phasen- und standortabhängig und ergibt sich aus den jeweiligen Baumassnahmen und Baumethoden. Die Festlegung der genauen Baustelleninstallationsflächen erfolgt später im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens (Art. 49 KEG).

Deponien

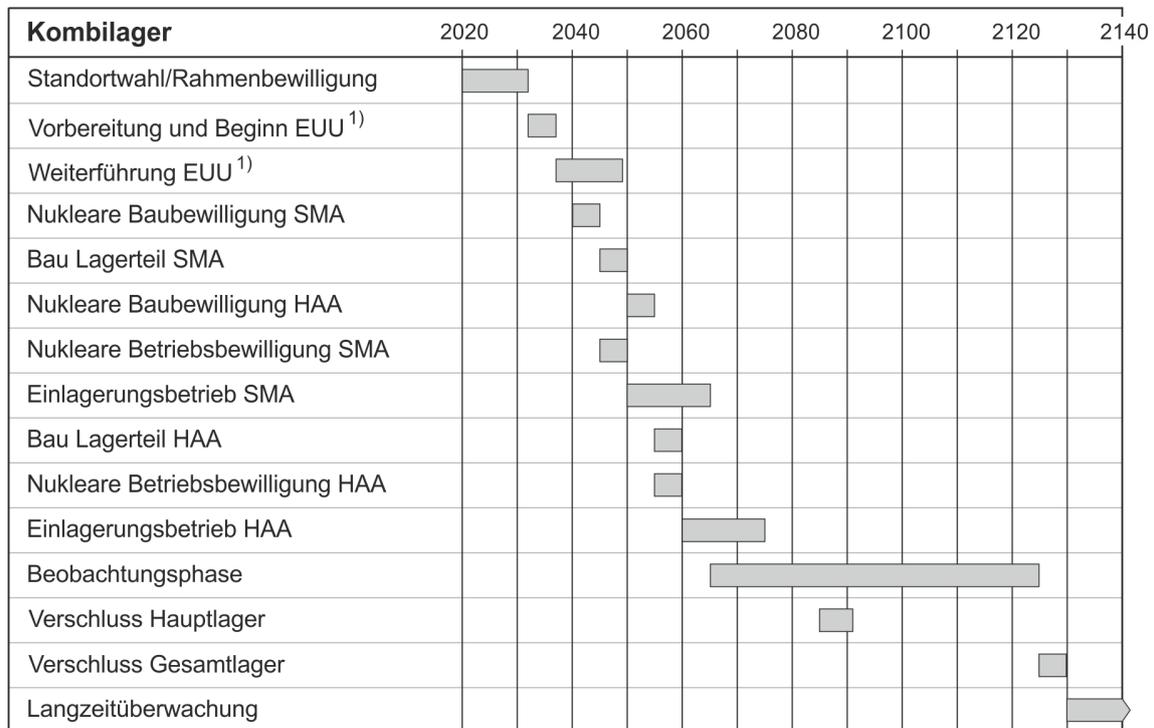
Insgesamt muss für den Bau eines Tiefenlagers je nach Region von einem Ausbruchvolumen in der Grössenordnung von 1.5 bis 2 Millionen m³ (Richtgrösse für Kombilager) ausgegangen werden. Dies liegt in der Grössenordnung von mittelgrossen Untertagbauprojekten in der Schweiz (z.B. Durchmesserlinie in der Stadt Zürich mit ca. 1 Million m³). Die anfallenden Ausbruchmaterialien (z.B. Opalinuston) sollen nach Möglichkeit beim Bau und eventuell bei der späteren Verfüllung des Tiefenlagers als Verfüllmaterial verwertet werden. Teile des Materials könnten auch für Ausgleichsmassnahmen oder zur Landschaftsgestaltung verwendet werden. Andernfalls muss das Material extern verwertet oder in einer Deponie dauerhaft gelagert werden. Die Lage und Aufteilung der Deponien werden in diesem Bericht nicht behandelt. Die Festlegung der genauen Deponiestandorte und deren Ausgestaltung erfolgt später im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens (Art. 49 KEG).

4 Realisierungsplan, Bau- und Betriebsaktivitäten

4.1 Realisierungsplan

Die Nutzung der für die OFI benötigten Flächen hängt direkt mit den verschiedenen Realisierungsphasen zusammen (Bau, Betrieb, Beobachtungsphase, Verschluss). Diese sind im aktuellen Entsorgungsprogramm 2016 ausgewiesen (Nagra 2016a). Das Entsorgungsprogramm enthält zudem die wichtigsten gesetzlichen und behördlichen Vorgaben für die schrittweise Realisierung und die notwendigen Unterlagen für die verschiedenen Bewilligungsschritte.

Im Entsorgungsprogramm 2016 sind die Realisierungspläne für das SMA- und das HAA-Lager ausgewiesen. Da für ein Kombilager grundsätzlich die gleichen Aktivitäten und Meilensteine vorgesehen sind, stellt der Realisierungsplan für ein Kombilager in erster Näherung eine Zusammenführung der Realisierungspläne für die SMA- und HAA-Lager dar. Fig. 4-1 illustriert für den Zweck des vorliegenden Berichts einen vorläufigen Realisierungsplan für ein Kombilager.



¹⁾ EEU: Erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag

Fig. 4-1: Realisierungsplan für ein Kombilager.

Die Realisierung des Kombilagers unterscheidet sich von derjenigen eines Einzellagers dadurch, dass die Nuklearen Baubewilligungen und Betriebsbewilligungen für die Lagerteile SMA und HAA terminlich gestaffelt vorliegen müssen. Deshalb erfolgt der Bau des Lagerteils HAA zeitgleich mit der Einlagerung von SMA. Dazu sind räumlich getrennte Zugänge für den Bau und den Betrieb notwendig, sowohl bei der OFA als auch für den Bau des Lagerteils HAA. Als Bauzugang für den Lagerteil HAA steht der Betriebsschacht zur Verfügung.

4.2 Planungs-, Bau- und Betriebsphasen bis zum Verschluss des Lagers

Nachfolgend werden die wichtigsten Planungs-, Bau- und Betriebsaktivitäten der einzelnen Phasen nach der Erteilung der Rahmenbewilligung bis hin zum Verschluss des geologischen Tiefenlagers beschrieben. Die Beschreibung erfolgt am Beispiel des Kombilagers, da dies sowohl in Bezug auf die Realisierungsphasen und -dauer als auch auf die Aktivitäten am grössten und daher für die Diskussion abdeckend ist.

1. *Vorbereitung und Beginn erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag (EUU)*: Nach Erteilung der Rahmenbewilligung und der Bewilligung für weitere erdwissenschaftliche Untersuchungen⁴ nach Kernenergiegesetz (KEG 2003) folgt der Bau der Sondierbauwerke bis auf Lagerebene, von wo aus die Erkundung der Lagerzone erfolgt. An der Oberfläche wird die notwendige Infrastruktur für den Bau des Zugangs und den Betrieb der Bauten für EUU sowie deren Erschliessungen gebaut. Während dem Bau sind temporäre Baustelleninstallationsflächen erforderlich.
2. *Weiterführung EUU*: Durchführung der erdwissenschaftlichen Untersuchungen zur Überprüfung der Lagerzone und Bestätigung sicherheitsrelevanter Eigenschaften sowie zur Optimierung der Auslegung der Bauwerke auf Lagerebene (z.B. Sondierstollen und -kavernen, Testnischen, Erkundungsbohrungen etc.). Sobald die erforderlichen Resultate vorliegen, kann das Gesuch für die *Nukleare Baubewilligung SMA* gemäss KEG (2003) für den Lagerteil SMA gestellt werden. Die Experimente mit Langzeitcharakter werden weitergeführt, so dass die Erkenntnisse ins Baubewilligungsgesuch gemäss KEG für den Testbereich HAA sowie den Lagerteil HAA einfließen können.
3. *Bau Lager SMA*: Bau des Lagerteils SMA. Dazu werden die bisher bestehende Infrastruktur erweitert (i.d.R. Bau OFA mit SMA-Verpackungsanlage), der Hauptzugang ausgebrochen sowie die SMA-Lagerkavernen aufgefahren. Anschliessend folgt das Gesuch für die *Nukleare Betriebsbewilligung SMA* für den Lagerteil SMA.
4. *Einlagerungsbetrieb SMA / Bau HAA*: Mit der Nuklearen Betriebsbewilligung für den SMA-Lagerteil beginnt der Einlagerungsbetrieb für SMA. Dabei wird zuerst das Pilotlager SMA mit einer repräsentativen Auswahl von Abfallgebinden beschickt und die Langzeitüberwachung im Pilotlager SMA aufgenommen. In der gleichen Phase wird das Gesuch für die *Nukleare Baubewilligung HAA* gemäss KEG (2003) für den Lagerteil HAA ausgearbeitet. Danach erfolgt der Bau des HAA-Lagerteils. Dazu ist die OFA um insbesondere die BE/HAA-Verpackungsanlage, sofern bei der OFA platziert, zu erweitern und die Lagerfeldzugänge zu den HAA-Lagerstollen sind über den bereits gebauten Betriebsschacht aufzufahren.
5. *Einlagerungsbetrieb HAA (und SMA)*: Nach der Erteilung der Nuklearen Betriebsbewilligung für den HAA-Lagerteil beginnt die Einlagerung von BE/HAA-ELB. Dabei wird zuerst das Pilotlager HAA mit einer repräsentativen Auswahl von Abfallgebinden beschickt und die Langzeitüberwachung im Pilotlager aufgenommen. In dieser Phase erfolgt der Abschluss der Einlagerung SMA und HAA.
6. *Beobachtungsphase*: Wenn alle SMA eingelagert sind, beginnt die Beobachtungsphase. In der Beobachtungsphase wird die Entwicklung des geologischen Tiefenlagers u.a. anhand von Messungen im Pilotlager (Kontrollstollen), in den Testbereichen sowie Überwachungsaktivitäten in der Umgebung des Tiefenlagers für längere Zeit beobachtet.

⁴ Nach Einreichen des Rahmenbewilligungsgesuchs und während der Prüfung desselben ist das Einreichen des Gesuchs für EUU geplant.

7. *Verschluss Hauptlager:* 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 verschlossen. Zudem werden die nicht mehr benötigten Bauwerke der OFA (z.B. Verpackungsanlagen) und der Hauptzugang zurückgebaut bzw. verschlossen.
8. *Fortsetzung der Beobachtungsphase:* Auch nach dem Verschluss der Haupt- und Pilotlager bleibt der Zugang zu den Testbereichen sowie den Kontrollstollen HAA und SMA der Pilotlager über die verbleibenden Zugänge (i.d.R. Betriebs- und Lüftungsschacht) offen. Die Überwachung wird weitergeführt.
9. *Verschluss Gesamtlager:* Nach Abschluss der Beobachtungsphase erfolgen nach Anordnung des Bundesrats der Verschluss der bis dahin noch verwendeten Testbereiche und der Kontrollstollen der Pilotlager und aller anderen offenen Untertagbauwerke inklusive der noch offenen Zugänge sowie der Rückbau der restlichen Teile der OFI.

Nach ordnungsgemäsem Verschluss des Gesamtlagers befindet sich das geologische Tiefenlager in der Nachverschlussphase. Auch in dieser Phase kann die Überwachung von der Oberfläche aus weitergeführt werden (Langzeitüberwachung).

Tab. 4-1 zeigt beispielhaft für ein Kombilager mit Schachteinlagerung eine Systemskizze für die schrittweise Realisierung des Tiefenlagers. Die Realisierung bedingt parallele Bauaktivitäten an verschiedenen Standorten der OFI. Diese Aktivitäten erfolgen an folgenden Örtlichkeiten⁵:

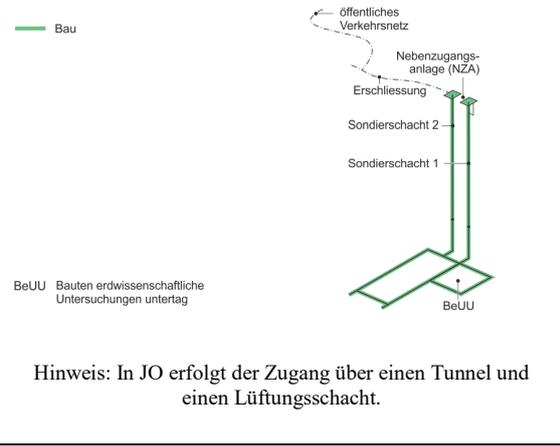
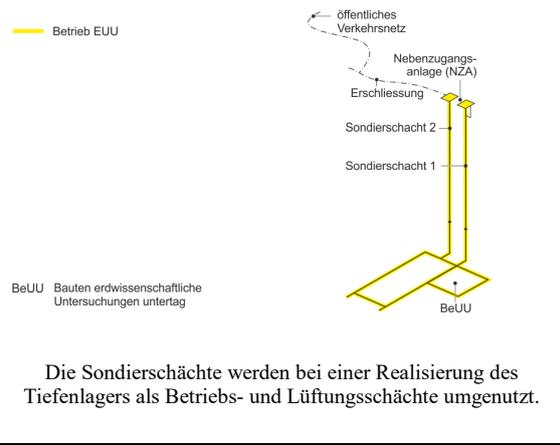
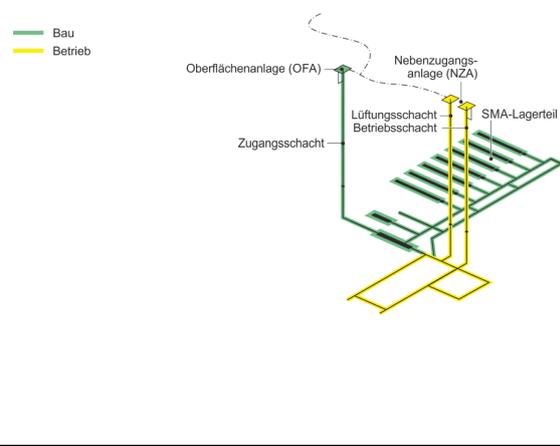
- *Hochbau bei der OFA:* Bau der OFA (Baugrube, Gebäude, Ausrüstung); dies bedingt v.a. Hochbau- und Montagearbeiten.
- *Untertagbau beim Portal zum Hauptzugang:* Bau des Hauptzugangs (Zugangsschacht oder -tunnel) ab dem Portal bei der OFA; bedingt zur Hauptsache Schacht- oder Tunnelbauarbeiten.
- *Arbeiten bei den Nebenzugängen:* Bau der Sondierbauwerke sowie Bau der Bauwerke auf Lagerebene (Bauten für EUU, Haupt- und Pilotlager); dies bedingt zur Hauptsache Schacht- oder Tunnelbauarbeiten.

Die obigen Bauaktivitäten bedingen, dass sowohl in der Nähe der OFA als auch in der Nähe der NZA ausreichende Baustelleninstallationsflächen sowie Bauzufahrten temporär genutzt werden können. Die Aktivitäten sind zudem mit den in Tab. 4-1 dargestellten Systemskizzen für die Realisierungsphasen eng verknüpft. Sie geben einen direkten Hinweis auf den Ort der Auswirkungen durch den Bau, Betrieb und Verschluss des Tiefenlagers.

⁵ Sollte der teilweise zeitgleich geplante Bau dieser Bauwerke auf drei Bauplätzen aus standortspezifischen Gründen nicht möglich sein, würde sich der Bau verlängern und die Inbetriebnahme des Tiefenlagers zur Einlagerung entsprechend verzögern.

Tab. 4-1: Beispielhafte Systemskizze der Realisierungsphasen eines Kombilagers mit Schachteinlagerung.

Vgl. Fig. 3-2 für die Erläuterung der Elemente.

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 1: Vorbereitung und Beginn EEU	
	 <p>Hinweis: In JO erfolgt der Zugang über einen Tunnel und einen Lüftungsschacht.</p>
Phase 2: Weiterführung EEU	
	 <p>Die Sondierschächte werden bei einer Realisierung des Tiefenlagers als Betriebs- und Lüftungsschächte umgenutzt.</p>
Phase 3: Bau Lagerteil SMA	
	

Tab. 4-1: (Fortsetzung)

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 4: Einlagerungsbetrieb SMA / Bau Lagerteil HAA	
<p>Topographic map showing the site layout for Phase 4. A red dashed line indicates the SMA storage area. A yellow dashed line shows the construction area for the HAA storage part. Blue dashed lines represent other site boundaries. A legend in the adjacent column defines the colors: red for SMA storage, yellow for HAA construction, green for other construction, and red arrows for seals.</p>	<p>3D schematic diagram of the underground facility for Phase 4. It shows the HAA storage part (green) and SMA storage part (yellow). Key shafts include the access shaft (Zugangsschacht), ventilation shaft (Lüftungsschacht), and operating shaft (Betriebschacht). The shafts are connected to the OFA (Overhead Facility Area) and NZA (Nuclear Zone Area). A legend defines the colors: red for already filled and sealed, yellow for SMA storage, green for HAA construction, and red arrows for seals.</p>
Phase 5: Einlagerungsbetrieb HAA (und SMA)	
<p>Topographic map for Phase 5, showing the HAA storage part (green) and SMA storage part (yellow) in operation. The SMA storage area is now filled with waste. The legend in the adjacent column defines the colors: red for already filled and sealed, yellow for SMA storage, green for HAA construction, and red arrows for seals.</p>	<p>3D schematic diagram for Phase 5, showing the HAA storage part (green) and SMA storage part (yellow) in operation. The SMA storage part is now filled with waste. The shafts and their connections to OFA and NZA are shown. The legend defines the colors: red for already filled and sealed, yellow for SMA storage, green for HAA construction, and red arrows for seals.</p>
Phase 6: Beobachtungsphase	
<p>Topographic map for Phase 6, showing the observation operation. The SMA storage part (yellow) is now filled with waste. The HAA storage part (green) is also filled with waste. The legend in the adjacent column defines the colors: red for already filled and sealed, yellow for observation operation, green for HAA construction, and red arrows for seals.</p>	<p>3D schematic diagram for Phase 6, showing the observation operation. The SMA storage part (yellow) and HAA storage part (green) are now filled with waste. The shafts and their connections to OFA and NZA are shown. The legend defines the colors: red for already filled and sealed, yellow for observation operation, green for HAA construction, and red arrows for seals.</p>

Tab. 4.1: (Fortsetzung)

Situation "übertag"	Situation "untertag"
Phase 7: Verschluss Hauptlager	
Phase 8: Fortsetzung Beobachtungsphase	
Phase 9: Verschluss Gesamtlager	

4.3 Aktivitäten und deren Intensitätsmass

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Aktivitäten in welchen Phasen auf welchen OFI-Arealen wie intensiv zu erwarten sind. Für die verschiedenen Areale der OFA und der NZA ist dazu in Säulendiagrammen (vgl. Fig. 4-2) ein Intensitätsmass dargestellt (vgl. Herleitung Intensitätsmass in Anhang B). Betrachtet werden dabei drei Aktivitäten: i) *Bau*, ii) *Betrieb (ohne radioaktive Abfälle: konventionell)* und iii) *Betrieb (mit radioaktiven Abfällen: nuklear)*, d.h. konkret:

- **Bauaktivitäten:** Die Bauaktivitäten umfassen insbesondere den Bau, den Rückbau sowie den Verschluss des Tiefenlagers. Das Intensitätsmass der Aktivität basiert auf der Anzahl baubedingter Transporte für An- oder Abtransport (per LkW/Strasse, Bahn oder Förderband für Aushub-, Ausbruch- und Verfüllmaterial sowie für Baumaterial für Hoch- und Tiefbau). Die Intensität widerspiegelt in grober Näherung auch weitere, eng mit den Bauaktivitäten verknüpfte Aspekte, insbesondere:
 - Bedarf an Flächen für Baustelleninstallation und -zufahrt auf oder im Nahbereich der Standortareale
 - Anzahl Arbeitsplätze, die baubedingt zusätzlich zum Betriebspersonal vor Ort sind
 - Baubedingter Energie- und Wasserbedarf
 - Investitionskosten für die Bautätigkeiten
- **Betriebsaktivitäten (konventionell):** Die als konventionell bezeichneten Betriebsaktivitäten umfassen den nicht-nuklearen Teil der Einlagerung der Abfälle. Das Intensitätsmass für den konventionellen Betrieb berücksichtigt die Anzahl Transporte von leeren TLB und vorgefertigten ELB, Verfüllmaterialien, Betriebsmittel etc. Es widerspiegelt in grober Näherung auch weitere, eng mit dem Betrieb des geologischen Tiefenlagers verknüpfte Aspekte, insbesondere:
 - Menge der für die Einlagerung benötigten Komponenten und Materialien
 - Phasen, welche mit signifikantem betrieblichem Aufwand verbunden sind und deshalb einen Indikator für den Bedarf von qualifiziertem Betriebspersonal vor Ort darstellen
- **Betriebsaktivitäten (nuklear):** Die nuklearen Betriebsaktivitäten umfassen hauptsächlich die Handhabung und Verpackung sowie die Einlagerung der Abfälle und beschränken sich ausschliesslich auf die Phasen 4 und 5. Das Intensitätsmass für den nuklearen Betrieb basiert auf der Anzahl Transporte von mit radioaktiven Abfällen beladenen TLB.

Auch wenn einzelne standortspezifische Unterschiede existieren (vgl. Bericht Teil 2), können generell die folgenden Erkenntnisse festgehalten werden: Es zeigt sich u.a., dass:

- die Bauphasen die grössten Intensitäten aufweisen
- beim Standortareal der OFA die nuklearen Aktivitäten mit minimaler Intensität stattfinden
- beim Standortareal der OFA Aktivitäten über eine kürzere Zeitdauer erfolgen als bei den NZA-Arealen
- bei den NZA-Arealen keine konventionellen und nuklearen Betriebsaktivitäten stattfinden
- in der Phase Weiterführung EUU auf der NZA-B minimale Bauaktivitäten aufgrund von untertägigen Versuchen stattfinden
- in den beiden Beobachtungsphasen keine Aktivitäten stattfinden

Innerhalb einer Phase sind die in Fig. 4-2 nebeneinander dargestellten Säulen als zeitgleiche Aktivitäten zu verstehen. Beispielhaft für das OFA-Areal während der Phase 4 bedeutet dies, dass alle drei Aktivitäten Bau, konventioneller und nuklearer Betrieb zeitlich parallel während der gesam-

ten Phasendauer erfolgen. Die unterschiedlichen Breiten der Säulen sind ein Indiz für die unterschiedliche Dauer der Phasen. Im Berichtsteil 2 sind für jeden Vorschlag die standortbezogenen Randbedingungen berücksichtigt und in Diagrammen aufbereitet.

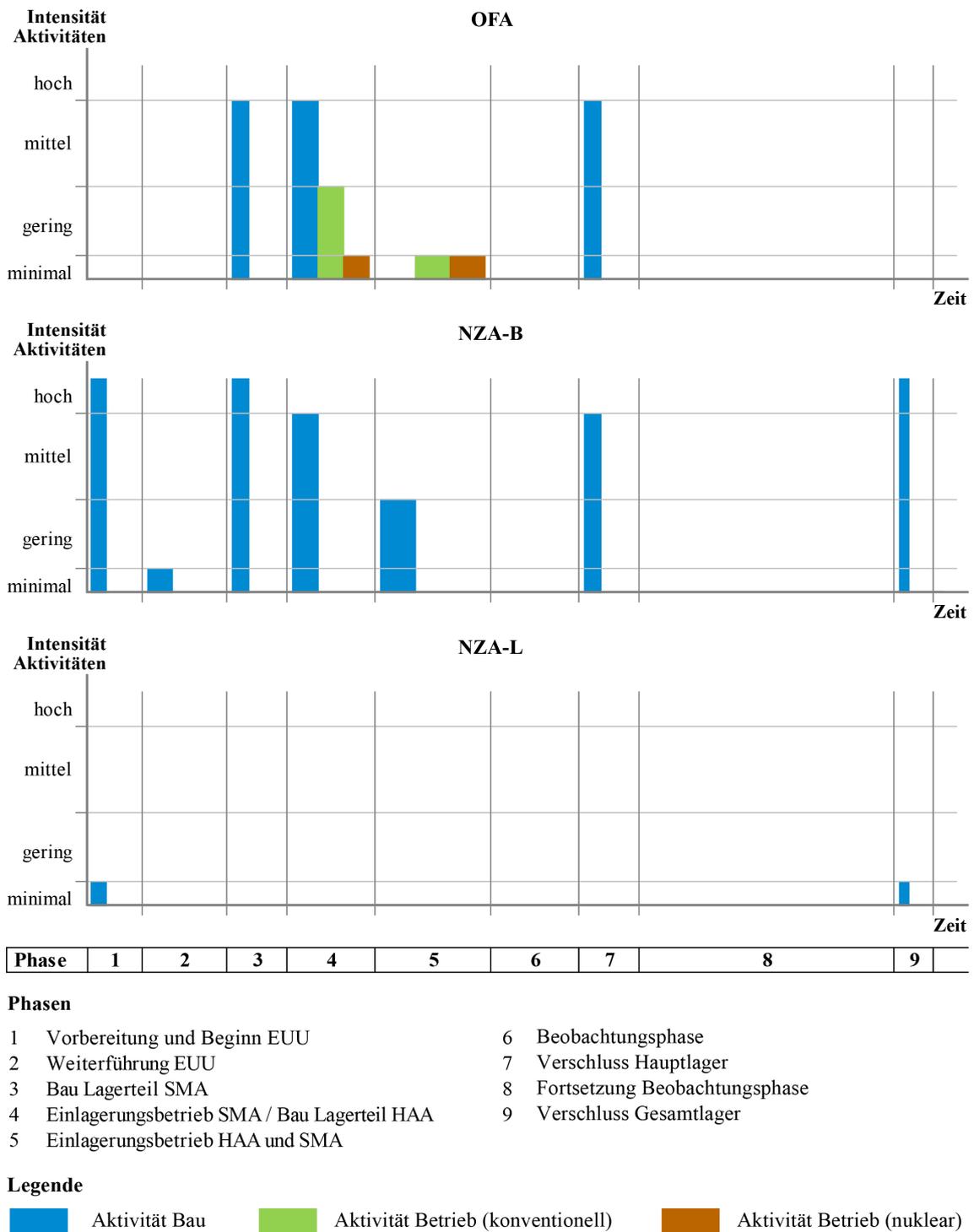


Fig. 4-2: Diagramme der Intensitätsmasse für "Bau", "Betrieb konventionell" und "Betrieb nuklear" während den 9 Phasen auf den Arealen der OFA und der NZA.

Die Angabe der Intensität bezieht sich auf das Projekt geologisches Tiefenlager selbst.

5 Vorgehen zur Erarbeitung der Vorschläge

5.1 Was ist ein "Vorschlag"?

Die Vorschläge der Nagra definieren sich grundsätzlich über die Räume der Standortareale der OFA gemäss Zwischenergebnis Etappe 2 (BFE 2018a). In diesen Räumen werden die Optimierung und Platzierung der OFA-Areale im Rahmen der Konkretisierung in Etappe 3 erfolgen. Aufgrund der Möglichkeit, in Etappe 3 mit den Standortregionen und -kantonen auch eine Platzierung der Verpackungsanlagen ausserhalb der Standortregion zu prüfen, werden Standortareale mit und ohne Verpackungsanlagen als separate Vorschläge ausgewiesen (vgl. Fig. 5-1, grau markiert).

Jeder Vorschlag umfasst neben dem Standortareal für die OFA mindestens ein oder zwei Areale für NZA (vgl. Fig. 5-1, blau markiert). Beispielsweise stellt die Nagra abhängig von der standort-spezifischen Situation für das Areal des Lüftungsbauwerks in der Regel zwei verschiedene Areale zur Diskussion für die Interessensabwägung, auch wenn schliesslich nur ein Areal benötigt wird. In diesem Fall wird dies als unterschiedliche Konfiguration des gleichen Vorschlags bezeichnet.

Schliesslich wird mit jedem Vorschlag auch eine mögliche Erschliessungsvariante ab bestehendem Verkehrsnetz dargestellt (vgl. Fig. 5-1, orange markiert). Zudem wird der voraussichtlich benötigte Flächenbedarf für temporäre Baustelleninstallationsflächen schematisch ausgewiesen, damit diese konzeptionell bereits in die Überlegungen mit einfließen können. Beide Aspekte werden mit der Rahmenbewilligung jedoch noch nicht festgelegt.

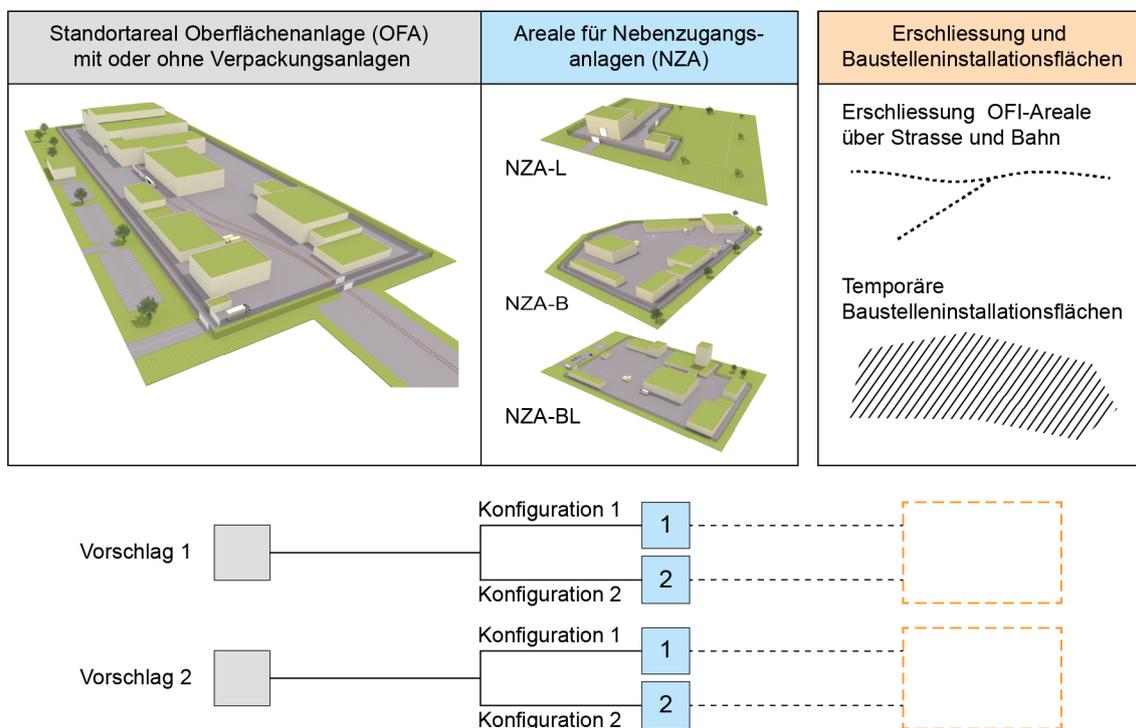


Fig. 5-1: Logik und Nomenklatur der Vorschläge bestehend aus den Elementen OFA, NZA-L, NZA-B (oder NZA-BL) sowie Erschliessung und Baustelleninstallation.

In diesem Bericht werden aus Übersichtsgründen nur Vorschläge für Kombilager dargestellt. Sowohl in Bezug auf den Flächenbedarf und die Realisierungsdauer als auch auf die Aktivitäten vor Ort sind die Auswirkungen für ein Standortgebiet im Falle eines Kombilagere am grössten und daher für die Diskussion abdeckend, eine Beschreibung der jeweiligen Unterschiede zum HAA- und SMA-Lager ist in Anhang C zu finden. Damit lässt sich die Anzahl der Vorschläge überschaubar darstellen.

Die beschriebenen Vorschläge dienen als Grundlage für die Zusammenarbeit in Etappe 3 und sind z.B. in Bezug auf die Platzierung und Ausgestaltung der Bauten noch nicht optimiert.

5.2 Ausgangslage und Rahmen für die Erarbeitung der Vorschläge

Für die Ausarbeitung der Vorschläge zur Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur (OFI) wurden betreffend Optimierung des Standortareals der OFA sowohl das Zwischenergebnis als auch der Koordinationsbedarf gemäss Objektblättern im Ergebnisbericht Etappe 2 (BFE 2018a) berücksichtigt. Die am Verfahren direkt beteiligten Akteure haben diverse weitere Interessensbekundungen geäussert, insbesondere z.B. die dokumentierten Anliegen und Fragen der Regionalkonferenz gemäss dem Bericht "Umgang mit Stellungnahmen der Regionalkonferenz zu Etappe 2" (BFE 2017b). Mit den vorliegenden Vorschlägen konnten diese Anliegen teilweise bereits aufgenommen werden. Im Rahmen der Regionalen Partizipation Etappe 3 sind noch offene Punkte stufengerecht in die Diskussion aufzunehmen oder die Klärung in späteren Phasen vorzunehmen.

Für die Erarbeitung der weiteren Elemente der OFI, insbesondere der Areale der NZA, waren neben der Beurteilung zur Sicherheit beim Bau und Betrieb sowie der technischen Machbarkeit folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Der Ergebnisbericht Etappe 2 verweist auf die Grundsätze aus dem Ergebnisbericht zu Etappe 1 (BFE 2011b). Namentlich wurden dabei ausschliesslich Standorte ausserhalb von z.B. Moorlandschaften und Biotope von nationaler Bedeutung, Objekte der Bundesinventare in Betracht gezogen. Weiter wurden die entsprechenden Vorschriften für besonders gefährdete Gewässerschutzbereiche beachtet. Zudem wurde der Schutz vor Naturgefahren sowie der Grundsatz einer Erschliessung ab bestehendem Verkehrsnetz ohne lange Neubaustrecken berücksichtigt. Und schliesslich wurde dem haushälterischen Umgang mit dem Boden und den Lebensgrundlagen wie Wasser, Luft, Wald, Landschaft und Siedlungsgebiet stufengerecht Rechnung getragen. In diesem Punkt besteht bei der weiteren Konkretisierung zusätzliches Optimierungspotenzial. Kantonale und regionale Richtpläne wurden berücksichtigt, soweit sie das Sachplanverfahren nicht verunmöglichen.
- Mit dem Ergebnisbericht zu Etappe 2 (BFE 2018a) wird weiter allgemein darauf hingewiesen, dass besonders die Anliegen des Gewässerschutzes und die Integration in die Landschaft zu beachten seien. Zudem solle durch eine kompakte Auslegung der Anlagen das Wachstum der Siedlungsfläche und insbesondere der Verbrauch von Fruchtfolgeflächen sowie die Beanspruchung von Waldflächen möglichst geringgehalten werden.
- Schliesslich ist gemäss Ergebnisbericht Etappe 2 (BFE 2018a) vorgesehen, dass die Entsorgungspflichtigen zusammen mit den Regionen und Kantonen eine Platzierung der Verpackungsanlagen ausserhalb der Standortregion des Tiefenlagers prüfen können. Die Vorschläge der Nagra schliessen dieses Anliegen mit ein.

Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten wurden seitens des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) sowie der betroffenen kantonalen Fachstellen Rückmeldungen zu möglichen Konflikten innerhalb der NZA-Perimeter eingeholt. Zudem wurden weitere für eine Standortfestlegung relevanten Aspekte gemäss Anhang A ergänzend berücksichtigt.

Feste Randbedingungen für die Diskussion und Festlegung der NZA stellen zudem der jeweilige Hauptschliessungsbereich (HEB; Radius 500 m) sowie der davon abgeleitete NZA-Perimeter dar (vgl. Fig. 5-2 und Kap. 5.3). Die Lage des HEB im Untergrund wird durch Aspekte der Geologie, der Sicherheit sowie Anforderungen an einen zweckmässigen Bau und Betrieb des Tiefenlagers bestimmt. Der NZA-Perimeter (Radius 1'000 m) wurde aufgrund funktioneller Überlegungen in Abhängigkeit des HEB an der Oberfläche abgegrenzt.

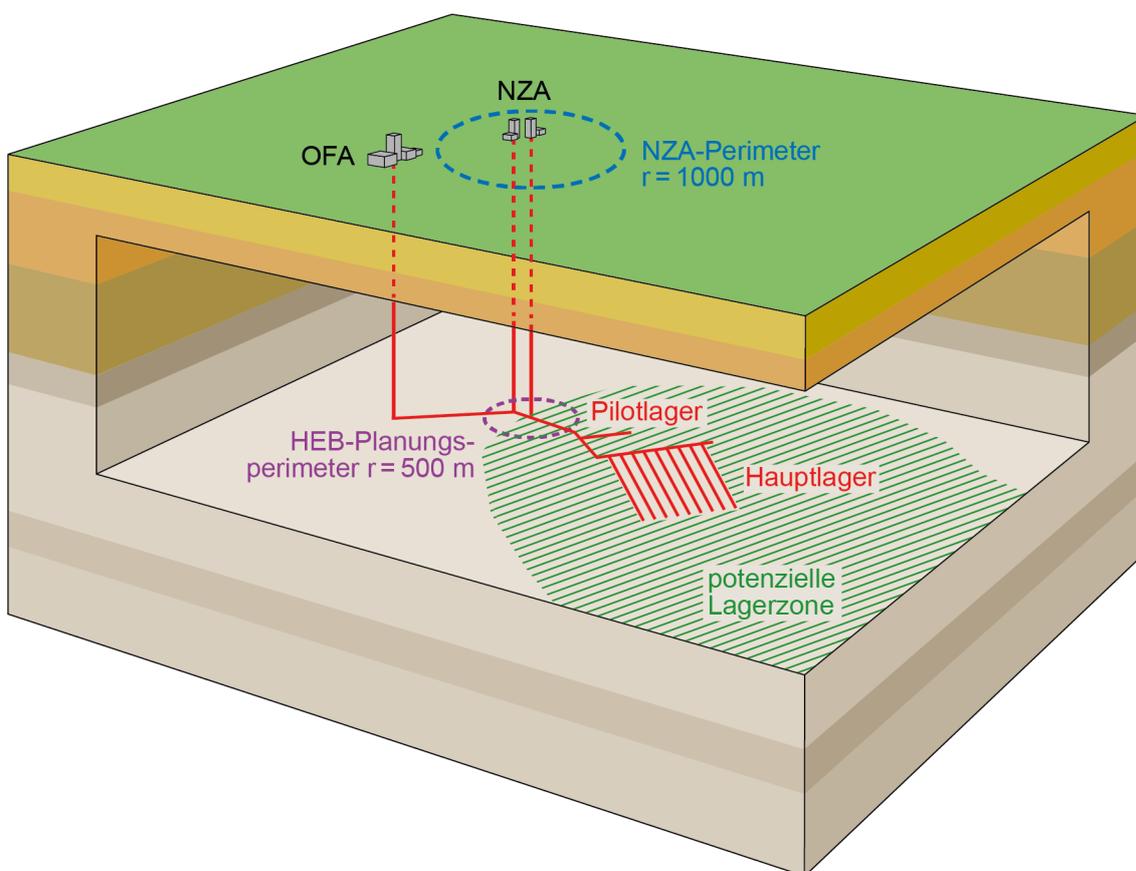


Fig. 5-2: Schematische Darstellung der wichtigsten Elemente des geologischen Tiefenlagers hinsichtlich der Vorschläge und der Zusammenarbeit in Etappe 3.

Aus Sicht der Nagra wurden mit den in Teil 2 des Berichts dargestellten Vorschlägen die genannten Anliegen aufgenommen, ohne dabei die Interessensabwägung mit der jeweiligen Standortregion und dem jeweiligen Standortkanton insgesamt vorwegzunehmen. Im Rahmen der Zusammenarbeit in Etappe 3 ist eine Interessensabwägung zwischen den verschiedenen Konflikten und Anliegen der beteiligten Akteure vorzunehmen.

5.3 Mögliche Areale für Nebenzugangsanlagen (NZA)

Die Platzierung bzw. die Konfigurationen der NZA-Areale wurden unter Berücksichtigung der oben genannten Ausgangslage und Randbedingungen erarbeitet. Nachfolgend wird das Vorgehen zur Erarbeitung und Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im Untergrund beschrieben.

5.3.1 Schritt 1: Festlegung Haupterschliessungsbereich (HEB) im Untergrund

Der Haupterschliessungsbereich (HEB) ist ein Planungspolygon auf Lagerebene mit einem Radius von 500 m. Die Endpunkte aller Zugangsbauwerke sowie die Zugänge zum Haupt- und Pilotlager sind am HEB angeschlossen. Es ist davon auszugehen, dass auch die meisten Funktionen und Bauwerke, die dem zentralen Bereich zugeordnet sind, im HEB untergebracht werden. Um die spätere Platzierung der Pilot- und Hauptlager sowie eine zweckmässige Anlagenanordnung für den Bau und Betrieb des geologischen Tiefenlagers gewährleisten zu können, ergeben sich verschiedene räumliche und funktionale Aspekte an den HEB, die zu berücksichtigen sind:

- Der HEB soll innerhalb des geologischen Standortgebiets, am Rand der potenziellen Lagerzone platziert werden (vgl. Fig. 5-3). Letztere wird auf Basis der Erkenntnisse aus den erdwissenschaftlichen Untersuchungen (insbesondere 3D-Seismik) unter Meidung von anordnungsbestimmenden Störungszonen abgegrenzt. Die potenzielle Lagerzone umfasst denjenigen Teil des Wirtgesteins, der sich für die Anordnung der Haupt- und Pilotlager eignet.
- Für die Anordnung des HEB werden Bereiche mit Hinweisen auf geologische oder technische Erschwernisse gemieden (z.B. Störungszonen oder Übergänge von Gesteinseigenschaften der geologischen Schichten).
- Der HEB wird so platziert, dass die möglichen Lagerfelder des Haupt- und Pilotlagers innerhalb der potenziellen Lagerzone erschlossen werden können. Es gilt den Handlungsspielraum zur Anordnung der Lagerfelder und zur optimalen Ausnutzung des Platzangebots in geeigneten Wirtgesteinsbereichen zu erhalten.
- Eine technisch sinnvolle Erschliessung des HEB mit dem Standortreal der OFA und den notwendigen NZA mittels Zugangsschächten oder Zugangstunnel ist eine zusätzliche Anforderung, welche bei der Festlegung des HEB berücksichtigt wird. Wo sinnvoll möglich, soll die Option einer Schachteinlagerung der radioaktiven Abfälle ab dem Standortreal der OFA erhalten bleiben.

Weitergehende Informationen zur Festlegung der potenziellen Lagerzone und des HEB finden sich in einem separaten Bericht der Nagra (NAB 19-19, Nagra 2019).

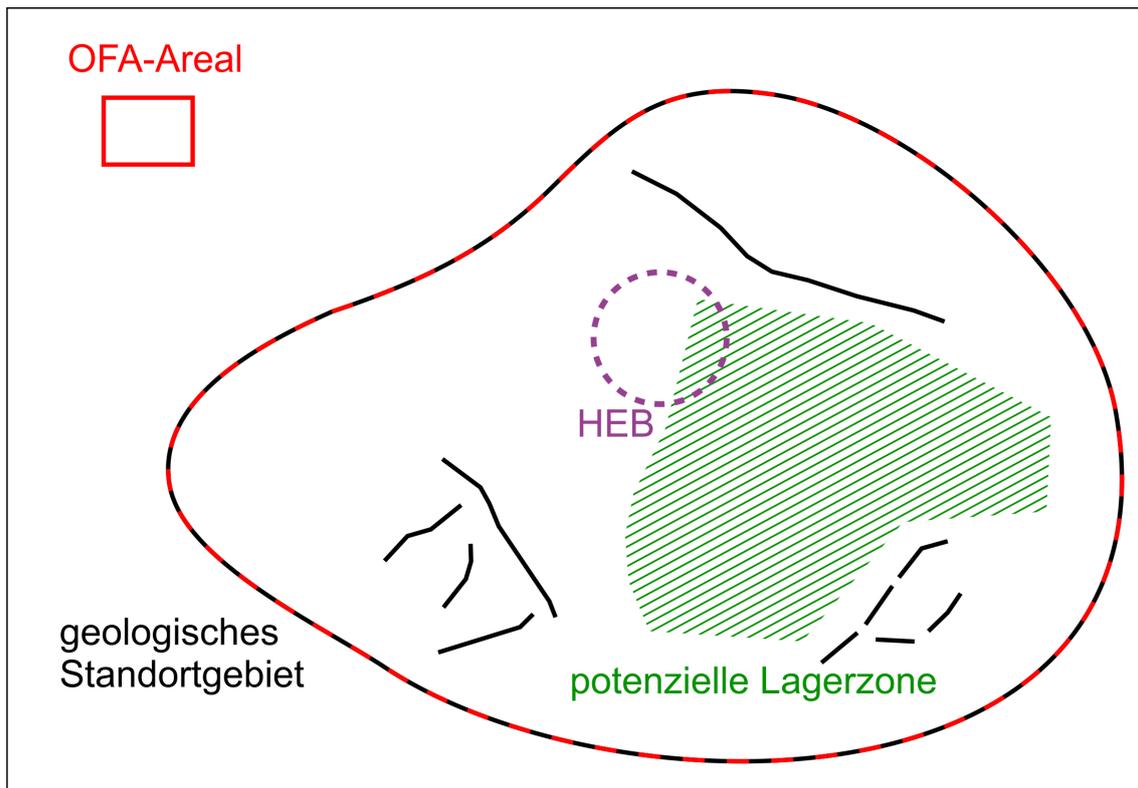


Fig. 5-3: Anordnung des HEB randlich der potenziellen Lagerzone und ausserhalb von Bereichen mit geologischen Erschwernissen.

Schwarze Linien: geologische Störungen.

5.3.2 Schritt 2: Festlegung der NZA-Perimeter an der Oberfläche

Als untertägige Schnittstelle zur Oberflächeninfrastruktur besteht zwischen dem HEB und den NZA eine enge räumliche Abhängigkeit. Die geplante Erschliessung des HEB über die Nebenzugänge mittels Schachtbauwerken erfordert, dass die NZA direkt über bzw. in der Nähe des HEB angeordnet werden. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, wurde ein NZA-Perimeter definiert, in welchem die Platzierung der NZA-Areale erfolgt. Der NZA-Perimeter an der Oberfläche wurde mit einem Radius von rund 1'000 m rund um den HEB-Mittelpunkt ausgeschieden (vgl. Fig. 5-4). Innerhalb des NZA-Perimeters sind eine Schachterschliessung für den Betrieb und die Lüftung mit vernünftig beschränkter Länge der horizontalen Verbindung zum HEB und gleichzeitig eine gewisse Flexibilität bei der Platzierung der NZA-Areale möglich. Mit der Festlegung der NZA-Perimeter zur Platzierung der NZA-Areale wird also eine sichere und zweckmässige Erschliessung des HEB gewährleistet und gleichzeitig eine raumplanerisch-umweltrechtlich optimierbare Lage der NZA-Areale ermöglicht. Die NZA-Perimeter der jeweiligen Standortregion werden in Teil 2 dieses Berichts beschrieben.

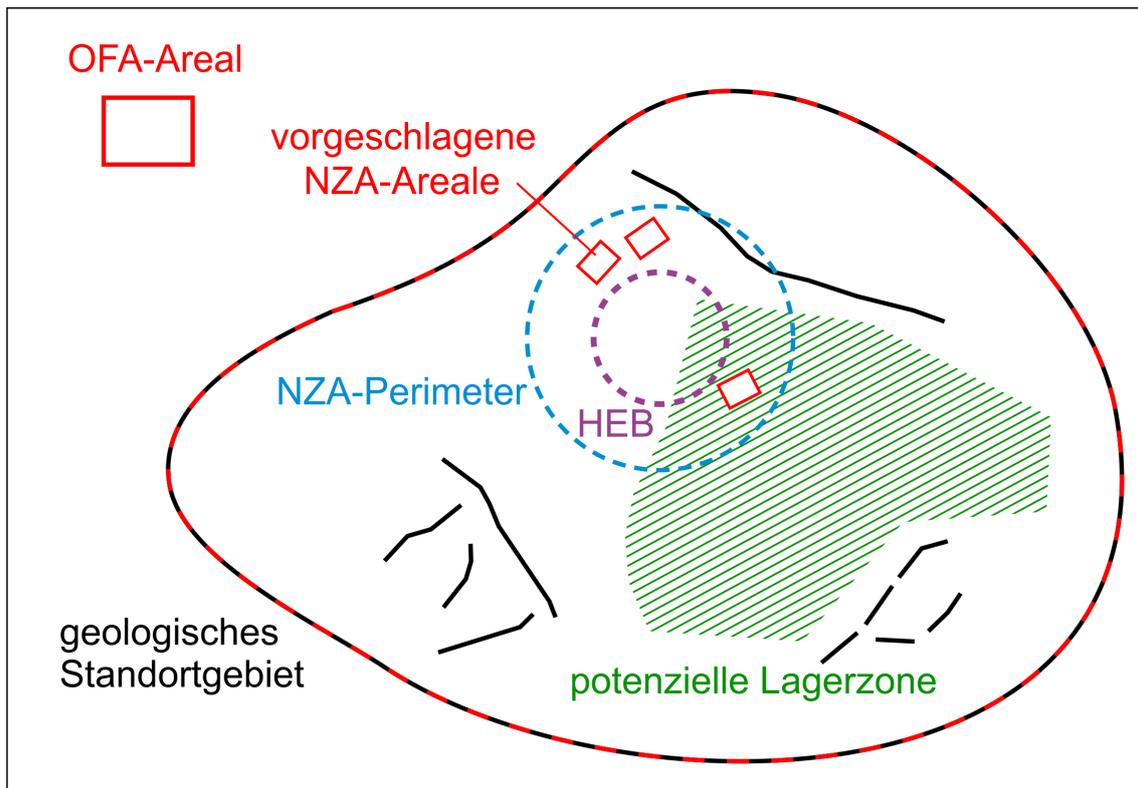


Fig. 5-4: NZA-Areale, die innerhalb des NZA-Perimeters festgelegt werden, der einen Radius von ca. 1'000 m rund um den Mittelpunkt des HEB aufweist.

5.3.3 Schritt 3: Erarbeitung möglicher Areale für die Nebenzugangsanlagen (NZA)

Der NZA-Perimeter stellt also den Ausgangspunkt für die Zusammenarbeit in Etappe 3 und die spätere Festlegung der NZA-Areale dar. Die Nagra hat im Rahmen einer Gesamtbetrachtung innerhalb des NZA-Perimeters Areale evaluiert, welche günstige technische Bedingungen für den Bau und Betrieb von NZA aufweisen. Zudem wurden die relevanten raumplanerisch-umweltrechtlichen Aspekte sowie die Situation bezüglich Naturgefahren und Baugrund berücksichtigt (vgl. für Ausgangslage Kap. 5.1 und für die verwendeten Kriterien Anhang A). Mitunter beinhaltet dies die Rückmeldungen seitens des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) sowie der betroffenen kantonalen Fachstellen zu möglichen Konflikten innerhalb der NZA-Perimeter. Neben der Prüfung der genannten Randbedingungen und Kriterien wurden die Areale im Rahmen der Ausarbeitung der Vorschläge zusätzlich vor Ort beurteilt. Die Gesamtbetrachtung zur Erarbeitung der NZA-Areale der jeweiligen Region werden in Teil 2 beschrieben.

5.4 Erschliessung und Baustelleninstallationsflächen

Die in Etappe 3 zu bezeichnenden Areale für die OFA und NZA können unterschiedlich erschlossen werden (Bahn, Strasse, Förderband). Die Nagra hat im Hinblick auf die Zusammenarbeit in Etappe 3 für alle Vorschläge und sämtliche Konfigurationen eine aus baulicher, betrieblicher und raumplanerischer Perspektive plausible standortspezifische Erschliessungsanordnung ausgearbeitet.

Baustelleninstallationsflächen sind temporär genutzte Flächen. Die Baustelleninstallationsflächen werden erst mit der späteren Baubewilligung festgelegt (Art. 49 KEG). Dennoch sind solche Flächen in Zusammenhang mit einer Gesamtbetrachtung der OFI relevant, da so das Mass der Auswirkungen abgeschätzt und allfällige Vorstellungen oder Anliegen der Standortregionen bereits in dieser frühen Projektphase erfasst werden können. In Teil 2 dieses Berichts wird der Flächenbedarf für Baustelleninstallationsflächen deshalb bereits schematisch, jedoch nicht als Fläche auf den Karten ausgewiesen.

6 Literaturverzeichnis

- BFE (2011a): Sachplan geologische Tiefenlager – Konzeptteil 2011. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2011b): Sachplan geologische Tiefenlager – Ergebnisbericht zu Etappe 1: Festlegungen und Objektblätter. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2017): Sachplan geologische Tiefenlager – Umgang mit den Stellungnahmen der Regionalkonferenzen zu Etappe 2. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2018a): Sachplan geologische Tiefenlager. Ergebnisbericht zu Etappe 2 – Festlegungen und Objektblätter. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2018b): Sachplan geologische Tiefenlager. Konzept Regionale Partizipation in Etappe 3. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2019): 1. Sitzung der FG OFI ZNO vom 14.01.2019. Foliensatz. Bundesamt für Energie, Bern.
- Jäckli (2019): Naturgefahrenerhebung Raum Ämperg Weiach / ZH. Gefahrenabklärung für Sturzereignisse. Unpubl. Bericht Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich.
- KEG (2003): Kernenergiegesetz (KEG, SR 732.1) vom 21. März 2003 (Stand 1. Januar 2018).
- Nagra (2011): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Vorschläge zur Platzierung der Standortareale für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung – Genereller Bericht und Beilagenband. Nagra Technischer Bericht NTB 11-01.
- Nagra (2012a): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Vorschläge zur Platzierung der Standortareale für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung. Vorgehen und Informationen zur Erarbeitung der Vorschläge – Eine Übersicht. Nagra Arbeitsbericht NAB 12-07.
- Nagra (2012b): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Jura Ost: Zusätzliche Variante zur Platzierung eines Standortareals für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung Dokumentation Standortareal JO-3+. Nagra Arbeitsbericht NAB 12-49 Rev. 1.
- Nagra (2013a): Standortunabhängige Betrachtungen zur Sicherheit und zum Schutz des Grundwassers: Grundlagen zur Beurteilung der grundsätzlichen Bewilligungsfähigkeit einer Oberflächenanlage für ein geologisches Tiefenlager. Nagra Technischer Bericht NTB 13-01.
- Nagra (2013b): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2 – Südranden: Zusätzliche Vorschläge zur Platzierung der Standortareale für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung. Dokumentation. Standortareal S-4 und SR-5. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-32.

- Nagra (2013c): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2 – Zürich Nordost: Zusätzliche Vorschläge zur Platzierung der Standortareale für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung. Dokumentation Standortareale ZNO-5, ZNO-6, ZNO-7 und ZNO-8. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-33.
- Nagra (2013d): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2 – Nördlich Lägern: Zusätzliche Vorschläge zur Platzierung der Standortareale für die Oberflächenanlage der geologischen Tiefenlager sowie zu deren Erschliessung. Dokumentation: NL-2a, NL-5, NL-6, NL-7, NL-8 und NL-9. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-34.
- Nagra (2013e): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal JO-3+ SMA im Planungssperimeter Jura Ost für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers SMA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-66.
- Nagra (2013f): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal JO-3+ HAA im Planungssperimeter Jura Ost für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers HAA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-67.
- Nagra (2013g): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal JO-3+ Kombi im Planungssperimeter Jura Ost für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers Kombi: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 13-68.
- Nagra (2014a): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-2-SMA im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers SMA Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-03.
- Nagra (2014b): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-2-HAA im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers HAA Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-04.
- Nagra (2014c): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-2-Kombi im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers Kombi Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-05.
- Nagra (2014d): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-6-SMA im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers SMA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-06.
- Nagra (2014e): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-6-HAA im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers HAA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-07.
- Nagra (2014f): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal NL-6-Kombi im Planungssperimeter Nördlich Lägern für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers Kombi: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-08.
- Nagra (2014g): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal ZNO-6b-SMA im Planungssperimeter Zürich Nordost für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers SMA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-27.
- Nagra (2014h): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal ZNO-6b-HAA im Planungssperimeter Zürich Nordost für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers HAA: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-28.

Nagra (2014i): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2: Standortareal ZNO-6b-Kombi im Planungssperimeter Zürich Nordost für die Oberflächenanlage des geologischen Tiefenlagers Kombi: Planungsstudie. Nagra Arbeitsbericht NAB 14-29.

Nagra (2016a): Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen. Nagra Technischer Bericht NTB 16-01.

Nagra (2016b): Generische Beschreibung von Schachtkopfanlagen (Nebenzugangsanlagen) geologischer Tiefenlager. Nagra Technischer Bericht NTB 16-08.

Nagra (2019): Platzierung der HAUPTerschliessungsbereiche (HEB) in den Standortgebieten Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost. Nagra Arbeitsbericht NAB 19-19.

Regierungsrat Kanton Zürich (2018): Auszug aus dem Protokoll zur Sitzung vom 21.03.2018. 264. Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 2 (Stellungnahme).

Vogt, T., Reinhardt, S. & Löpfe, R. (2017): Grundwasseruntersuchungen am möglichen Standortareal ZNO-6b für eine Oberflächenanlage. Nagra Arbeitsbericht NAB 17-28.

Anhang A: Bei der Evaluation von möglichen NZA-Arealen verwendete Kriterien

Die nachfolgende Kriterienliste basiert auf den Kriterien aus SGT Etappe 2 (zur Auswahl von OFA-Arealen) und den Hinweisen des Bunds (Amt für Raumentwicklung ARE und Ergebnisbericht Etappe 2, BFE 2018a) sowie der Standortkantone. Sie wurden für die Evaluation möglicher Areale in den NZA-Perimetern vereinzelt noch ergänzt.

A) Raumplanung und Umwelt

Landnutzung

- Zone
- Siedlungstrenngürtel / Freihaltezone

Immissionen, Transporte

- Siedlungsgebiete (Durchfahrt)
- Siedlungsgebiete (Bau- und Betriebslärm)

Störfall bei Drittanlagen

- Risikokataster

Gewässerschutz

- Oberflächengewässer und Gewässerraum
- Grundwasserschutz (Beispielsweise Grundwasserschutzzonen und -areale)

Wald

- Wald-/Rodungsfläche
- Waldreservate, seltene Waldstandorte

Landwirtschaft

- Fruchtfolgeflächen
- Reben

Arten- und Naturschutz

- Naturschutz (Beispielsweise Naturschutzgebiete und Auenschutzgebiete)
- Artenschutz
- Wildtierkorridore

Landschaftsschutz und Eingliederung

- Landschaftsschutz (Beispielsweise BLN und Pärke)
- Vorbelastung Landschaft
- Einhbarkeit

Archäologie- und Heimatschutz

- Archäologie
- Schutzwürdige Ortsbilder (ISOS)
- IVS (Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz)
- Denkmalschutzobjekte

B) Naturgefahren und Baugrund

Naturgefahren

Naturgefahren durch Hochwasser

Naturgefahren durch Massenbewegungen

Baugrund und oberflächennaher Zugang untertag

Neigung

Setzungsgefährdeter Baugrund (oberflächennah)

Grundwasservorkommen (v.a. mächtige Grundwasserströme)

Belastete Standorte

Kataster der belasteten Standorte

Prüfperimeter für Bodenverschiebungen

C) Geologie zwischen NZA und HEB

Baugrund entlang Schachtachse und im Wirtgestein

Anhang B: Herleitung des Intensitätsmasses

Anhang B enthält die Herleitung des Intensitätsmasses für die drei Aktivitäten i) *Bau*, ii) *Betrieb (konventionell)* und iii) *Betrieb (nuklear)* in den in Kap. 4 dargestellten Realisierungsphasen.

Als Mass der Intensität der Aktivitäten werden die damit verbundenen jährlichen LKW- / Bahntransporte von und zu den Standortarealen der OFA und den NZA-Arealen zugrunde gelegt. Abhängig von der geschätzten, durchschnittlichen Anzahl Transporte pro Jahr wird die daraus abgeleitete Intensität der jeweiligen Aktivität den Stufen "keine" bis "hoch" zugeordnet (Tab. B-1). Die Intensität ist bei dieser Betrachtung unabhängig davon, wo der Transportweg durchführt (z.B. durch Siedlungen, offenes Gelände etc.), denn sie berücksichtigt die resultierenden Aktivitäten auf oder im Nahbereich der OFI-Areale. Beispielsweise resultiert bei anfallendem Tunnelausbruchmaterial der HAA-Lagerstollen eine an der Oberfläche wahrnehmbare Aktivität auf resp. im Nahbereich des NZA-Areals des Betriebsschachts.

Betrachtungen von Immissionen, also Einwirkungen auf Personen, z.B. durch Lärm, Erschütterungen oder Staub, sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Sie hängen aber von der Intensität und den Massnahmen zur Reduktion der Immissionen ab.

Tab. B-1: Zuordnung von jährlichen LKW- / Bahnfahrten zum Intensitätsmass.

Eine Fahrt entspricht einer Hin- und Rückfahrt. Die Anzahl Fahrten entspricht einem geschätzten, jährlichen Durchschnittswert über die gesamte Phasendauer. Temporär ist mit höheren oder niedrigeren Fahrtfrequenzen zu rechnen.

Intensitätsmass über gesamte Phasendauer (Emission)		
	Bau und Betrieb	
	LKW-Fahrten / Jahr	Bahnfahrten / Jahr
"keine"	0	0
"minimal"	< 1'000	< 20
"gering"	1'000 – 4'999	20 – 99
"mittel"	5'000 – 9'999	100 – 199
"hoch"	≥ 10'000	≥ 200

Nicht berücksichtigt in den Fahrtfrequenzen sind bei allen Phasen Fahrten mit PW für Bau- / Betriebspersonal und Besucher sowie Fahrten mit Kleintransportern für Kleinmengen und Stückgüter.

Die in Tab. B-1 zugeordneten jährlichen Fahrten zum entsprechenden Intensitätsmass sind so gewählt, dass sie für alle Vorschläge im Berichtsteil 2 angewendet werden können und auch eine Differenzierung der Intensität für verschiedene Aktivitäten ermöglichen. Dies bedeutet, dass die gewählte Skala projektspezifisch für das Tiefenlager ist und sich nicht auf andere Projekte im Infrastrukturbereich (z.B. Tunnelbau) bezieht, bei denen üblicherweise eine kurze Bauzeit und somit ein Leistungsvortrieb im Vordergrund steht.

Die höchsten Intensitäten sind für die Aktivität "Bau" zu erwarten, bedingt durch den Abtransport von Tunnelausbruchmaterial. Bei Schweizer Tunnelbaustellen erfolgt der Abtransport vorzugsweise per Bahn, sofern in Baustellennähe eine bestehende Bahnlinie vorhanden ist. Je nach Projekttrandbedingung (Leistungsvortrieb, eine Röhre) liegt bei Tunnelprojekten die Anzahl der jährlichen Bahnfahrten für den Abtransport typischerweise bei rund 800 bis 1'200. Bei JO wird etwa die Hälfte, bei NL und ZNO ca. ein Viertel dieses Werts erwartet.

Als grobe Vergleichsgrösse für die Anzahl LKW-Fahrten können beispielsweise grosse Verteilzentren von Grossverteilern herangezogen werden. Diese bewegen sich typischerweise im Bereich von 40 – 60 Tausend LKW-Fahrten / Jahr.

Anhang C: Unterschiede zwischen Kombilager und Einzellager

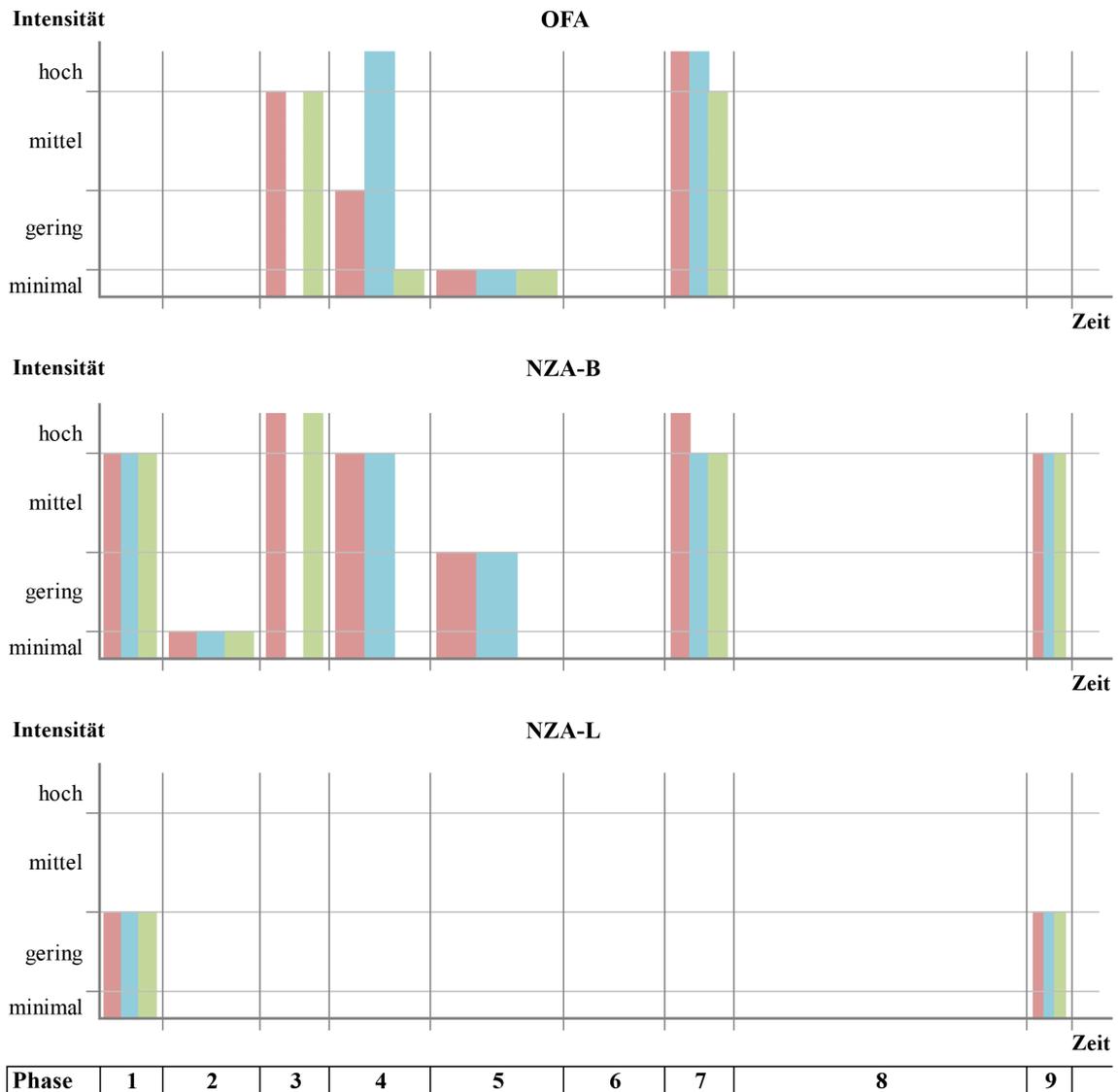
Im Falle von zwei Einzellagern (HAA- und SMA-Lager) in verschiedenen Standortgebieten sind die Auswirkungen insgesamt grösser, aber in den jeweiligen Standortgebieten für sich genommen weniger ausgeprägt als bei einem Kombilager. In Anlehnung an die in Kap. 4.3 eingeführten Intensitätsdiagramme werden nachfolgend qualitative Unterschiede illustriert. Im Unterschied zu Kap. 4.3 zeigen die nachstehenden charakteristischen Diagramme keine Unterscheidung in verschiedene Aktivitäten, sondern sie zeigen pro Lagertyp und pro Phase die Intensität der Gesamtaktivitäten.

Für alle drei Lagertypen gelten die gleichen gesetzlichen Vorgaben und die schrittweise Bewilligung. Beim Kombilager wird davon ausgegangen, dass die Nukleare Bau- und Betriebsbewilligung für den SMA-Lagerteil gestaffelt und früher als diejenige für den HAA-Lagerteil vorliegt (vgl. Kap. 4.2). Dies bedeutet, dass beim Kombilager eine Bauphase mehr als bei den Einzellagern anfällt, d.h. beim HAA-Lager entfällt die Phase 3 (Bau Lager SMA) und beim SMA-Lager entfällt die Phase 5 (Einlagerungsbetrieb HAA und SMA).

Die gesamte Realisierungsdauer fällt beim SMA-Lager rund 10 Jahre kürzer aus als beim Kombilager und HAA-Lager (s. Kap. 4.1).

Bei allen Lagertypen werden drei Zugangsbauwerke zugrunde gelegt, sodass auch auf drei OFI-Arealen Aktivitäten stattfinden. Wenn, wie in Kap. 4.3 erwähnt, das Mass der Aktivität auch in grober Näherung den Flächenbedarf widerspiegelt, dann werden beim HAA-Lager annähernd gleich grosse Arealflächen für die OFA benötigt wie für ein Kombilager, hingegen sind beim SMA-Lager primär für die OFA kleinere Flächen erforderlich.

Innerhalb einer Phase sind die in Fig. C-1 nebeneinander dargestellten Lagertypen nicht als zeitlich serielle Abfolge zu verstehen, sondern sie erfolgen zeitgleich über die gesamte Phasendauer. Die Dauer der einzelnen Phasen kann je nach Lagertyp unterschiedlich sein.



Phasen

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 Vorbereitung und Beginn EEU | 6 Beobachtungsphase |
| 2 Weiterführung EEU | 7 Verschluss Hauptlager |
| 3 Bau Lagerteil SMA | 8 Fortsetzung Beobachtungsphase |
| 4 Einlagerungsbetrieb SMA / Bau Lagerteil HAA | 9 Verschluss Gesamtlager |
| 5 Einlagerungsbetrieb HAA und SMA | |

Legende

- | | | |
|---|---|---|
| Aktivität Kombi | Aktivität HAA | Aktivität SMA |
|---|---|---|

Fig. C-1: Charakteristische Diagramme der Intensitätsmasse für die Aktivitäten bei den Lager-typen Kombi, HAA und SMA während den 9 Phasen auf den Arealen der OFA der NZA.