

Arbeitsbericht NAB 19-19

Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 3
**Platzierung der Haupterschliessungs-
bereiche (HEB) in den Standort-
gebieten Jura Ost, Nördlich Lägern
und Zürich Nordost**

Mai 2019

Nationale Genossenschaft
für die Lagerung
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73
Postfach 280
5430 Wettingen
Telefon 056-437 11 11
www.nagra.ch

Arbeitsbericht NAB 19-19

Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 3
**Platzierung der Hapterschliessungs-
bereiche (HEB) in den Standort-
gebieten Jura Ost, Nördlich Lägern
und Zürich Nordost**

Mai 2019

STICHWÖRTER

Prioritärer Untersuchungsperimeter, potenzielle
Lagerzone, Hapterschliessungsbereich, Etappe 3,
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	I
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Anforderungen, Vorgehen und wichtige Grundlagen zur Platzierung des Haupteerschliessungsbereichs (HEB)	3
2.1 Nutzungsanforderungen an den HEB und dessen Anlagenelemente.....	3
2.2 Anforderungen an die Platzierung des HEB.....	5
2.3 Vorgehen bei der Platzierung des HEB	9
2.4 Weitere Randbedingungen für die Platzierung des HEB.....	11
3 Platzierung des Haupteerschliessungsbereichs (HEB) in den Standortgebieten.....	13
3.1 Standortgebiet Jura Ost.....	13
3.2 Standortgebiet Nördlich Lägern	17
3.3 Standortgebiet Zürich Nordost	21
4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	25
5 Literaturverzeichnis	29

Figurenverzeichnis

Fig. 1-1: Schematische Darstellung des geologischen Tiefenlagers (generisch).....	2
Fig. 2-1: Schematische Darstellung des geologischen Tiefenlagers (Beispiel Kombilager)...	4
Fig. 2-2: Schematische Darstellung des schrittweisen Vorgehens bei der Platzierung des HEB.....	10
Fig. 3-1: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Jura Ost	14
Fig. 3-2: Platzierung des HEB im Standortgebiet Jura Ost.	15
Fig. 3-3: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Nördlich Lägern.....	18
Fig. 3-4: Platzierung des HEB im Standortgebiet Nördlich Lägern.....	19
Fig. 3-5: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Zürich Nordost.....	22
Fig. 3-6: Platzierung des HEB im Standortgebiet Zürich Nordost.....	23
Fig. 4-1: Zusammenfassende Darstellung der HEB-Planungsperimeter in den Standortgebieten Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost.	27

Abkürzungsverzeichnis

Verwendete Abkürzungen	Erklärung
ATA	Alphatoxische Abfälle: Abfälle, deren Gehalt an Alphastrahlern den Wert von 20'000 Becquerel/g konditionierter Abfall übersteigt
BE	Abgebrannte Brennelemente
BFE	Bundesamt für Energie
EG	Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
ELB	Endlagerbehälter
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
EUU	Erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag
HAA	Hochaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle)
HAA-Lager	Lager für hochaktive Abfälle
HEB	Haupterschliessungsbereich
JO	Standortgebiet Jura Ost
JO-3+	Bezeichnetes Standortareal für die Oberflächenanlage im Standortgebiet Jura Ost
KEG	Kernenergiegesetz (KEG 2003)
KEV	Kernenergieverordnung (KEV 2004)
Kombi	Kombilager für hochaktive Abfälle sowie schwach- und mittelaktive Abfälle
NL	Standortgebiet Nördlich Lägern
NL-2	Bezeichnetes Standortareal für die Oberflächenanlage im Standortgebiet Nördlich Lägern
NL-6	Bezeichnetes Standortareal für die Oberflächenanlage im Standortgebiet Nördlich Lägern
NZA	Nebenzugangsanlage
OFA	Oberflächenanlage
OFI	Oberflächeninfrastruktur
PUP	Prioritärer Untersuchungsperimeter
r	Radius
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SMA-Lager	Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle
ZNO	Standortgebiet Zürich Nordost
ZNO-6b	Bezeichnetes Standortareal für die Oberflächenanlage im Standortgebiet Zürich Nordost
3D	dreidimensional

1 Einleitung

Ausgangslage

Die radioaktiven Abfälle der Schweiz sind gemäss Kernenergiegesetz (KEG 2003) 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. Weiter hat der Bundesrat die jeweiligen Räume zur Platzierung und Optimierung der Standortareale für eine Oberflächenanlage (OFA) als Zwischenergebnis im SGT festgelegt (für SMA-Lager, HAA-Lager und Kombilager; BFE 2018): JO-3+ (Jura Ost), NL-2 und NL-6 (Nördlich Lägern) sowie ZNO-6b (Zürich Nordost).

Die Zielsetzung der Etappe 3 hinsichtlich der Standortwahl besteht darin, die geologischen Kenntnisse zu ergänzen bzw. auf einen Stand zu bringen, der einen Vergleich der verbleibenden Standortgebiete aus sicherheitstechnischer Sicht aufgrund verifizierter standortbezogener Daten ermöglicht. Hinsichtlich der Oberflächeninfrastruktur (OFI) geht es in der dritten Etappe darum, zusätzliche Elemente der OFI in Zusammenarbeit mit den drei verbleibenden Standortregionen festzulegen und als Gesamtsystem soweit zu konkretisieren, dass für das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) die Grundzüge des Projekts festgelegt und unter anderem ein Umweltverträglichkeitsbericht und ein Bericht zur Abstimmung mit der Raumplanung erarbeitet werden können. 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 Funktionen festgelegt. Im Hinblick auf die Platzierung der NZA plant das BFE als federführende Behörde die Aufgaben für die Partizipation der Standortregionen. Als Planungsgrundlage für diesen Partizipationsprozess wird ein Perimeter für die NZA an der Oberfläche benötigt, der über dem Hauptschliessungsbereich (HEB) liegt (Fig. 1-1).

Dem HEB kommt eine Scharnierfunktion zwischen den Zugangsbauwerken nach untertag und den Lagerfeldzugängen zum Haupt-, Test- und Pilotlager auf Lagerebene zu. Der HEB wird definiert als Planungsperimeter für untertägige Bauwerke und Verbindungen, an welche die Zugangsbauwerke nach untertag und die Lagerfeldzugänge (Betriebs-, Bau-, Lüftungstunnel) anschliessen. Dazu wird ein kreisförmiger Perimeter mit einem Radius von 500 m ausgeschieden (Fig. 1-1). Dabei wird wie folgt vorgegangen: Auf Basis der Horizont- und Strukturkartierung von 3D-Seismikdaten (Nagra 2019a – c) wird innerhalb der drei Standortgebiete jeweils ein prioritärer Untersuchungsperimeter (PUP) abgegrenzt. Innerhalb des PUP werden potenzielle Lagerzonen je für das SMA- und HAA-Lager festgelegt; diese sind grosszügig bemessen und bieten ausreichend Platz für die Anordnung der Lagerkammern (s. Kap. 2.3). Danach wird der HEB platziert aufgrund von Grundsätzen bzw. Leitgedanken, die sich aus übergeordneten gesetzlichen und behördlichen Vorgaben ableiten lassen. Ausgehend vom HEB wird der Planungsperimeter für die NZA als konzentrischer Perimeter an der Erdoberfläche mit einem Radius von 1'000 m definiert (Fig. 1-1). Innerhalb dieses Perimeters werden mögliche Areale zur Platzierung der NZA vorgeschlagen (vgl. Nagra 2019d). Diese sind Gegenstand der Vorschläge zur Konkretisierung der OFI im Rahmen der Regionalen Partizipation.

Der vorliegende Bericht hat zum Ziel, die Festlegung des HEB-Planungsperimeters als Grundlage für den OFI-Prozess standortspezifisch zu dokumentieren. Dazu werden das schrittweise Vorgehen und die standortspezifische Umsetzung für alle drei Standortregionen erläutert.

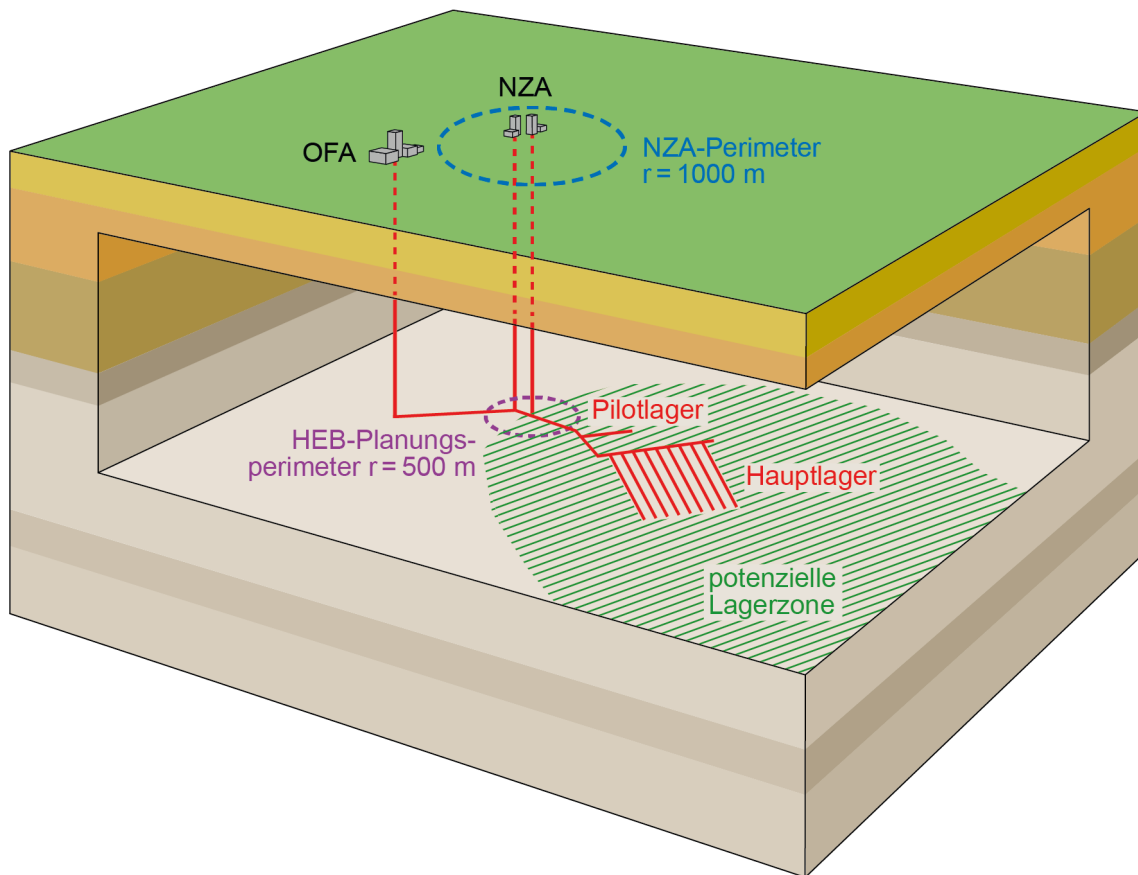


Fig. 1-1: Schematische Darstellung des geologischen Tiefenlagers (generisch).

Das Schema zeigt ein geologisches Tiefenlager mit der Oberflächeninfrastruktur (OFA, NZA) und den untertägigen Bauwerken (Haupt- und Pilotlager, die innerhalb der potenziellen Lagerzone angeordnet werden sowie den HEB, der eine Scharnierfunktion zwischen den Zugangsbauwerken nach untertag und den Zugängen zum Haupt- und Pilotlager auf der Lagerebene einnimmt). Zudem ist auch das Testlager, welches in der Figur nicht dargestellt ist, innerhalb der potenziellen Lagerzone anzuordnen. Im dargestellten Beispiel wird das Tiefenlager durch drei Schächte von der Oberfläche aus erschlossen. Dabei werden die NZA innerhalb eines Perimeters mit einem Radius von 1'000 m platziert, der oberhalb des HEB-Planungsperimeters (Radius 500 m) konzentrisch angeordnet wird. Bei diesen Werten handelt es sich um vorgeschlagene Richtwerte, welche im Rahmen der Vorbereitungsitzungen zwischen der Nagra, dem BFE und den kantonalen Fachstellen gemeinsam definiert wurden.

Berichtsstruktur

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut: In Kap. 2 werden die Anforderungen an den HEB beschrieben und das darauf basierende, schrittweise Vorgehen bei dessen Platzierung erläutert. In Kap. 3 wird aufgezeigt, wie der HEB in den Standortgebieten platziert wird und die dazu vorgenommenen Schritte für jedes Standortgebiet werden erläutert. Schliesslich werden in Kap. 4 die Ergebnisse zusammengefasst und die Schlussfolgerungen präsentiert.

2 Anforderungen, Vorgehen und wichtige Grundlagen zur Platzierung des Haupterschliessungsbereichs (HEB)

In diesem Kapitel werden die dem methodischen Vorgehen zur Platzierung des HEB zugrundeliegenden Anforderungen und Grundlagen ausgeführt.

2.1 Nutzungsanforderungen an den HEB und dessen Anlagenelemente

Der HEB muss alle erforderlichen Zugänge für die Durchführung der im Anschluss an die Rahmenbewilligung (RB) benötigten erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU), den Bau und den Betrieb (inkl. allfällige Rückholung) sowie den Verschluss des geologischen Tiefenlagers gewährleisten. Er nimmt deshalb eine Scharnierfunktion zwischen (den geneigten oder vertikalen) Zugangsbauwerken nach untertag und (den horizontalen oder leicht geneigten) Lagerfeldzugängen zum Haupt-, Test- und Pilotlager auf Lagerebene ein (Fig. 2-1).

Die wichtigsten Nutzungsanforderungen an den HEB und dessen Anlagenelemente sind:

- Gewährleistung des Zugangs auf Lagerebene für die Durchführung der EUU sowie für den Bau, den Betrieb (inkl. Überwachung und allfällige Rückholung) und für den Verschluss des geologischen Tiefenlagers.
- Gewährleistung eines grossen Teils der Baulogistik in den Phasen EUU, Bau Lager und Einlagerungsbetrieb für die Erweiterung des Lagers (nur HAA).
- Falls die Gebirgsbereiche im HEB repräsentativ sind für die Gebirgsbereiche, in denen die Lagerfelder platziert werden, so können Bauwerke für EUU innerhalb des HEB platziert werden; bei Bedarf können Bauwerke für EUU auch näher an den Lagerfeldern platziert werden. Damit wird sichergestellt, dass aussagekräftige Informationen über die geologischen Verhältnisse in den relevanten Gebirgsbereichen gewonnen werden können.
- Gewährleistung eines grossen Teils der Logistik für den Betrieb während der Phase Durchführung EUU, Einlagerungsbetrieb (inkl. allfällige Rückholung) und für die Überwachung und den Verschluss des Hauptlagers während der Beobachtungsphase.

Für den HEB wird als Planungsannahme von einem kreisförmigen Perimeter mit Radius 500 m ausgegangen, was einem stufengerechten Detaillierungsgrad entspricht. Der effektive Platzbedarf für die Anordnung der Bauwerke/Anlagenelemente des HEB wird bei der späteren Lagerrealisierung kleiner ausfallen, weshalb der Perimeter eine Reserve zur Erhaltung der Flexibilität enthält. Die Anordnung der Bauwerke/Anlagenelemente wird im Rahmen der Lagerprojektierung und unter Berücksichtigung der standortspezifischen geologischen Eigenschaften und Bedingungen weiter optimiert.

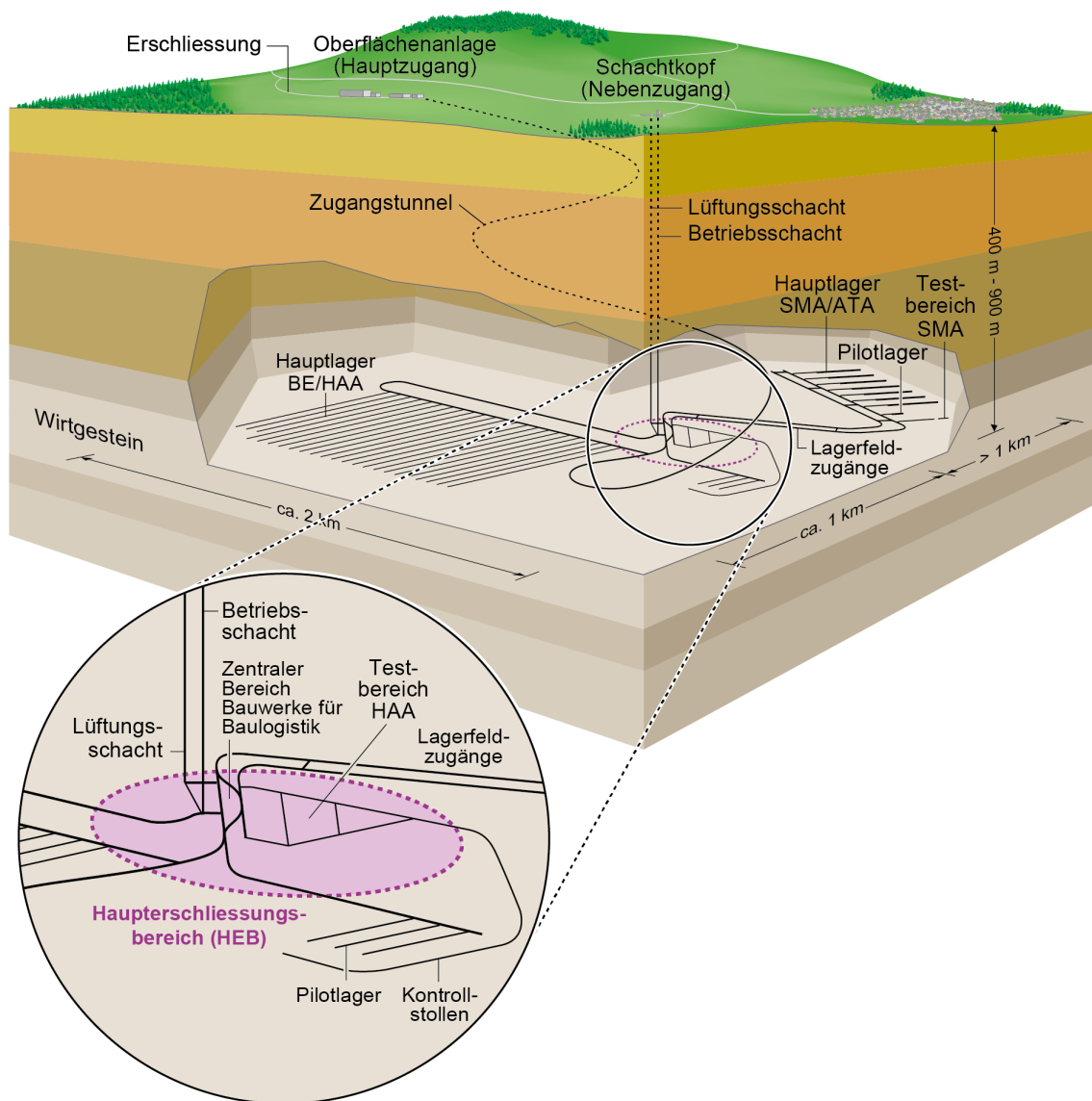


Fig. 2-1: Schematische Darstellung des geologischen Tiefenlagers (Beispiel Kombilager).

Der vergrösserte Bildausschnitt zeigt mögliche Anlagenelemente des HEB, illustriert am Beispiel des Kombilagers. Der Flächenbedarf, die Realisierungsdauer und die Aktivitäten vor Ort sind im Falle eines Kombilagers am grössten und daher abdeckend. Bei dieser modellhaften Darstellung werden die EUU-Bauwerke für HAA innerhalb des HEB platziert, während die EUU-Bauwerke für SMA in der Nähe des SMA-Lagerfelds liegen. Damit wird im dargestellten Beispiel gewährleistet, dass die Testergebnisse auch repräsentativ für das SMA-Lagerfeld sind.

2.2 Anforderungen an die Platzierung des HEB

Die bei der Platzierung des HEB berücksichtigten *Aspekte* basieren wesentlich auf den *behördlichen Vorgaben* und daraus abgeleiteten *Grundsätzen* und Leitgedanken, welche nachfolgend aufgeführt werden.

Behördliche Vorgaben zur Auslegung der Tiefenlager

Die Ausgestaltung und Platzierung des geologischen Tiefenlagers hat sicherheitsgerichtet zu erfolgen; dies gilt auch für den HEB.

In Etappe 3 ist laut ENSI ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich (EG) pro Standortgebiet und Lagertyp abzugrenzen. Der EG wird definiert als *"räumlicher Körper im geologischen Untergrund, der bei zu erwartender Entwicklung des geologischen Tiefenlagers für den Betrachtungszeitraum, im Zusammenwirken mit technischen Barrieren, den Einschluss und die Rückhaltung der im Abfall enthaltenen radioaktiven Stoffe sicherstellt. Zum EG gehören das Wirtgestein sowie obere und untere barrierenwirksame Rahmengesteine"* (vgl. Glossar in ENSI 2018). Der EG soll untertägige Teile des Lagers (Lagerkammern, Teile der Zugangsbauwerke etc.) umschliessen und ist lateral und vertikal in geeigneter Tiefenlage abzugrenzen.

Die qualitative Bewertung des EG beim Vergleich der Standortgebiete in Etappe 3 basiert auf den 13 SGT-Kriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit, gegliedert in vier Kriteriengruppen (s. BFE 2011). Die bautechnische Eignung der Anlagenelemente des geologischen Tiefenlagers ist anhand der Kriteriengruppe 4 mit den Kriterien 4.1 und 4.2 zu beurteilen.

Bezüglich der Lagerprojektierung in Etappe 3 hält das ENSI fest: *"Der Detaillierungsgrad der Lagerprojektierung ist in Etappe 3 derart zu vertiefen, dass anhand der zu erstellenden Lagerprojekte die bautechnischen Kriterien 4.1 und 4.2 des Sachplans bewertet werden können. Die vorgesehenen Untertagebauwerke (u. a. Zugangsbauwerke, Haupteinschlussbereiche, Multifunktionsstellen und andere relevante Übergänge zwischen Zugangsbauwerken und Lagerebene, Abzweige zu Lagerstollen/-kavernen, Versiegelungselemente, Lagerstollen, Lagerkavernen) sind im erforderlichen Detaillierungsgrad zu projektieren"* (vgl. ENSI 2018).

Die Standortwahl erfolgt durch Bewertung und Vergleich der standortspezifischen Lagerprojekte in deren geologischem Umfeld (EG). Bei der standortspezifischen Lagerprojektierung muss deshalb darauf geachtet werden, dass die Platzierung des HEB in den jeweiligen Standortgebieten nicht zu einer negativeren Bewertung eines der 13 SGT-Kriterien führt. Definitive Festlegungen zu den Lagerprojekten erfolgen erst mit der Baubewilligung. Dazu müssen die mit dem RBG zu definierenden Eignungskriterien gemäss Art. 63 KEV (KEV 2004) vor der Baubewilligung und (in einem ENSI-Freigabeverfahren) während des Lagerbaus bestätigt werden.

Im Folgenden werden die bei der Platzierung des HEB zu berücksichtigenden Grundsätze und Aspekte festgehalten.

Grundsätze für die Platzierung des HEB

Die folgenden Grundsätze halten Leitgedanken fest, die sich aus den genannten übergeordneten gesetzlichen und behördlichen Vorgaben ableiten lassen und die bei der Platzierung des HEB befolgt werden. Die Platzierung des HEB erfolgt demnach:

- *sicherheitsgerichtet*, dies bedeutet beispielsweise, dass der HEB so platziert wird, dass eine Beeinträchtigung des EG vermieden wird und dass daraus keinem Standortgebiet Nachteile für die Bau-, Betriebs- und Langzeitsicherheit erwachsen.
- *stufengerecht*, d.h. im Kontext der Erfordernisse in Etappe 3: Die Platzierung des HEB dient als Planungsgrundlage für den OFI-Prozess, welcher gemäss SGT zu Beginn der Etappe 3, also *vor* der Auswahl der Standorte für das RBG durchgeführt werden muss. Aus diesem Grund wird ein Planungssperimeter mit vergleichsweise grossem Radius von 500 m gewählt.
- *unter Bewahrung der erforderlichen Flexibilität*, d.h. ohne verfrühte Festlegungen, welche den Handlungsspielraum in späteren Phasen der Lagerrealisierung unzulässig einschränken. Dies bedeutet, dass die Flexibilität bzgl. sicherheitstechnisch vorteilhafterer Konfigurationen erhalten bleiben soll (Optimierungsgebot). Auch sollen neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Technologien bei der Ausgestaltung und Platzierung des HEB in zukünftigen Bewilligungsphasen (nach RBG) berücksichtigt werden können. Beispielsweise müssen neue Erkenntnisse aus den EUU in das Gesuch um die nukleare Baubewilligung einfließen.
- *so, dass eine einfache technische Umsetzung der geologischen Tiefenlager gewährleistet ist*; es wird eine Gesamtsituation angestrebt, die eine technisch einfache Ausführung, mit beispielsweise kurzen Zugängen zum Tiefenlager, erlaubt, welche mit bewährten Technologien zu erreichen ist (zuverlässige Implementierung aller Bauwerke und Anlagenelemente; zuverlässiger Lagerbetrieb, zuverlässiger Lagerverschluss). Damit wird auch ein haushälterischer Umgang mit dem vorhandenen Raum im Untergrund gewährleistet.

Zu berücksichtigende Aspekte bei der Platzierung des HEB

Basierend auf den oben aufgeführten Vorgaben und Grundsätzen werden nachfolgend die bei der Platzierung des HEB berücksichtigten Aspekte festgehalten und begründet. Bei einigen dieser Aspekte handelt es sich um zwingende Anforderungen, andere betreffen Optimierungsmöglichkeiten. Insgesamt wird eine Situation angestrebt, bei welcher alle Grundsätze und Aspekte möglichst gut im Einklang stehen.

In der folgenden Zusammenstellung wird unterschieden, ob sich die zu berücksichtigenden Aspekte überwiegend aus übergeordneten Anforderungen der Langzeitsicherheit oder der Bau- und Betriebssicherheit ableiten lassen.

Zu berücksichtigende Aspekte aus Sicht Langzeitsicherheit

<i>Aspekt 1: Schutz der für die Anordnung der Lagerfelder geeigneten Gesteinsbereiche.</i>
Begründung: Mit der Platzierung des HEB im Randbereich der potenziellen Lagerzone soll eine Beanspruchung bzw. Beeinträchtigung der für die Anordnung der Lagerfelder geeigneten Gesteinsbereiche vermieden werden. Damit wird sichergestellt, dass die Platzreserven für die Lagerfelder durch den HEB nicht unzulässig beschnitten werden. Zur Verbesserung der Langzeitsicherheit wird der HEB beim Verschluss des Tiefenlagers durch Versiegelungsbauwerke von den Lagerfeldern im EG getrennt.
<i>Aspekt 2: Platzierung HEB ungefähr auf Lagerebene (innerhalb des Wirtgesteins) und im Randbereich der potenziellen Lagerzone.</i>
Begründung: Der HEB soll ungefähr in der Mitte des Wirtgesteins und nach Möglichkeit in kurzer Distanz von den möglichen Lagerfeldern, d.h. im Randbereich der potenziellen Lagerzone, platziert werden. Damit liegt der HEB voraussichtlich in Gesteinsbereichen, die repräsentativ sind für diejenigen Gesteinsbereiche, in denen die Lagerfelder angeordnet werden. Damit bleibt die Flexibilität erhalten, die Testbereiche innerhalb oder in der Nähe des HEB anzuordnen, und es wird unter Berücksichtigung von Aspekt 4 sichergestellt, dass sich bei den EUU (und in später fortgeführten Experimenten) Erkenntnisse zu den Eigenschaften des Barriersystems gewinnen lassen, die auf die Lagerfelder übertragbar sind. Ferner erlaubt die ungefähr mittige Lage des HEB im Wirtgestein, die Lagerfelder mit horizontalen oder leicht geneigt angelegten Lagerfeldzugängen zu erschliessen (vgl. auch Aspekt 5).

Zu berücksichtigende Aspekte aus Sicht Bau- und Betriebssicherheit sowie aus Sicht eines haushälterischen Umgangs mit Ressourcen

<i>Aspekt 3: Die Lage des HEB erlaubt eine Erschliessung aller möglichen Lagerfelder.</i>
Begründung: Zur Bewahrung der erforderlichen Flexibilität bei der definitiven Platzierung der Lagerfelder im nuklearen Baubewilligungsverfahren muss eine sinnvolle Erschliessung der möglichen Lagerfelder innerhalb des PUP gewährleistet bleiben.
<i>Aspekt 4: Der HEB liegt ausserhalb von Bereichen mit ausgedehnten Störungzonen bzw. mit hoher Störungsdichte auf der Lagerebene.</i>
Begründung: Damit werden die geotechnischen Bedingungen für Bau, Betrieb und Verschluss des Tiefenlagers begünstigt. Das bedeutet aber nicht, dass innerhalb des HEB keine Störungen tolerierbar sind. Die Fläche des HEB-Planungsperimeters ist ausreichend gross, um allenfalls vorhandenen, kleineren Störungen mit den Anschlüssen an die Zugangsbauwerke und Lagerfeldzugänge bei Bedarf ausweichen zu können. Ausserdem wird mit den Aspekten 2 und 4 gewährleistet, dass die Gesteinsbereiche im HEB repräsentativ sind für die diejenigen Gesteinsbereiche, in denen die Lagerfelder angeordnet werden. Damit bleibt die Möglichkeit erhalten, die Testbereiche allenfalls innerhalb oder in der Nähe des HEB anzuordnen (Bewahrung der Flexibilität).

Aspekt 5: Der HEB soll nach Möglichkeit:

- a) *horizontale bis leicht geneigte Lagerfeldzugänge zum Haupt-, Test- und Pilotlager des HAA-Lagers erlauben.*
- b) *im Bereich des Hochpunkts der potenziellen Lagerzone (für HAA) liegen, d.h. am Hochpunkt der allenfalls leicht fallenden BE/HAA-Lagerstollen.*

Begründung: Lagerfeldzugänge mit beschränkter Neigung begünstigen die Abläufe und damit die Sicherheit während dem Bau und Betrieb des geologischen Tiefenlagers (Flucht- und Rettungswege auch bei allfälligem Wassereinbruch, einfachere Transportprozesse zu den Lagerfeldern). Ferner sieht das gegenwärtig verfolgte HAA-Lagerkonzept horizontale bis leicht fallende BE/HAA-Lagerstollen vor, was die Transport- und Einlagerungsprozesse für BE/HAA-ELB sowie die Verfüllprozesse vereinfacht. Beim SMA-Lager ist Aspekt 5 zwar auch wünschenswert, wird aber aufgrund der grundsätzlich unterschiedlichen Handhabungs- und Einlagerungsprozesse nicht in jedem Fall berücksichtigt.

Aspekt 6: Der HEB soll eine technisch sinnvolle Erschliessung mittels Schachtanlagen ermöglichen.

Begründung: Aus Gründen der Betriebssicherheit, des haushälterischen Umgangs mit Ressourcen und der Wirtschaftlichkeit wird eine Situation angestrebt, bei welcher der HEB unterhalb der NZA liegt (vertikal in direkter Linie / in kürzester Distanz). Damit werden eine kürzere Bauzeit mit weniger Ausbruchmaterial, bessere Betriebsbedingungen und kürzere Zugänge (Transporte, Logistik, Flucht/Rettung) gewährleistet. Auch können so die Auswirkungen an der Erdoberfläche reduziert werden (Emissionen, Verkehr, Staub, Bedarf an Deponiefläche etc.).

Aspekt 7: Der HEB soll eine zweckmässige und haushälterische Nutzung des Untergrunds durch eine direkte Linienführung für Zugangsbauwerke ermöglichen.

Begründung: Dieser Aspekt betrifft primär den Zugangskorridor des Zugangstunnels zwischen OFA und HEB. Da der Zugangskorridor Teil des Schutzbereichs gemäss Art. 70 KEV ist, lässt sich so die Ausdehnung des Schutzbereichs auf das notwendige Mass begrenzen. Gemäss Art. 49 KEG ist das kantonale Recht zu berücksichtigen, soweit es das Projekt nicht unverhältnismässig einschränkt. Die Nutzung des Untergrunds soll möglichst wenig eingeschränkt werden.

2.3 Vorgehen bei der Platzierung des HEB

Nachfolgend wird das schrittweise Vorgehen bei der Platzierung der HEB erläutert und anhand von Fig. 2-2 schematisch illustriert.

In einem ersten Schritt wurde als Grundlage für die Platzierung der HEB eine Horizont- und Strukturkartierung der 3D-Seismikdaten erstellt (Nagra 2019a – c; Fig. 2-2). Diese Kartierung liefert bereits zum jetzigen Zeitpunkt einen guten Überblick über grössere Störungen (regionale Störungszonen und potenziell anordnungsbestimmende Störungen im Sinne von Nagra 2014a, Kapitel 2.2.2).

Im zweiten Schritt wird in jedem der Standortgebiete jeweils ein PUP abgegrenzt, in welchem aus heutiger Sicht die Platzierung der Lagerfelder am vielversprechendsten erscheint (Fig. 2-2). Als Grundlage für die Abgrenzung der PUP wird die aktuelle Strukturkarte des seismischen Markerhorizonts Top Lias, welcher der Basis des Wirtgesteins Opalinuston entspricht, herangezogen (Nagra 2019a – c). Das generell umfangreichere Inventar an seismischen Störungen von tiefer liegenden Markerhorizonten wird bei der Abgrenzung des PUP nur untergeordnet berücksichtigt, da diese tieferliegenden Störungen für die Erschliessungsbauwerke und für die Bauten auf Lagerzebene nur von sekundärer Bedeutung sind. Zusätzlich zu den erwähnten Strukturen wird auch die Neigung der Schichten an der Basis des Opalinustons berücksichtigt. Die Abgrenzung der PUP wird bewusst grosszügig gehalten. Weiter wird darauf geachtet, zunächst einen zusammenhängenden PUP pro Standortgebiet zu definieren, wo lokale tektonische Strukturen nicht zwingend als begrenzende Elemente verwendet werden.

Innerhalb der PUP werden in einem dritten Schritt im Sinne einer Planungsannahme potenzielle Lagerzonen für das HAA- und das SMA-Lager festgelegt. Wie in Fig. 2-2 illustriert, nehmen die potenziellen Lagerzonen nur einen Teil der PUP in Anspruch. Nichtsdestotrotz sind sie wie letztere im Hinblick auf den benötigten Platzbedarf für die darin zu positionierenden Lagerfelder grosszügig gehalten und orientieren sich grundsätzlich an den sicherheitstechnischen Vorgaben des ENSI zur Standortwahl (ENSI 2018) und teilweise auch an den in Etappe 2 abgegrenzten Lagerperimetern (Nagra 2014a). Der Platzbedarf gemäss Referenzkonzept beträgt für ein HAA-Lagerfeld ca. 1 km², für ein SMA-Lagerfeld ca. 0.5 km² (Fig. 2-1). Die abgegrenzten potenziellen Lagerzonen entsprechen stets einem Mehrfachen dieser Mindestflächen.

Im letzten Schritt erfolgt die Platzierung der HEB (Fig. 2-2). Dazu werden die in Kap. 2.2 dargelegten Grundsätze und Aspekte berücksichtigt.

Die standortspezifische Umsetzung dieser Schritte ist Gegenstand von Kap. 3.

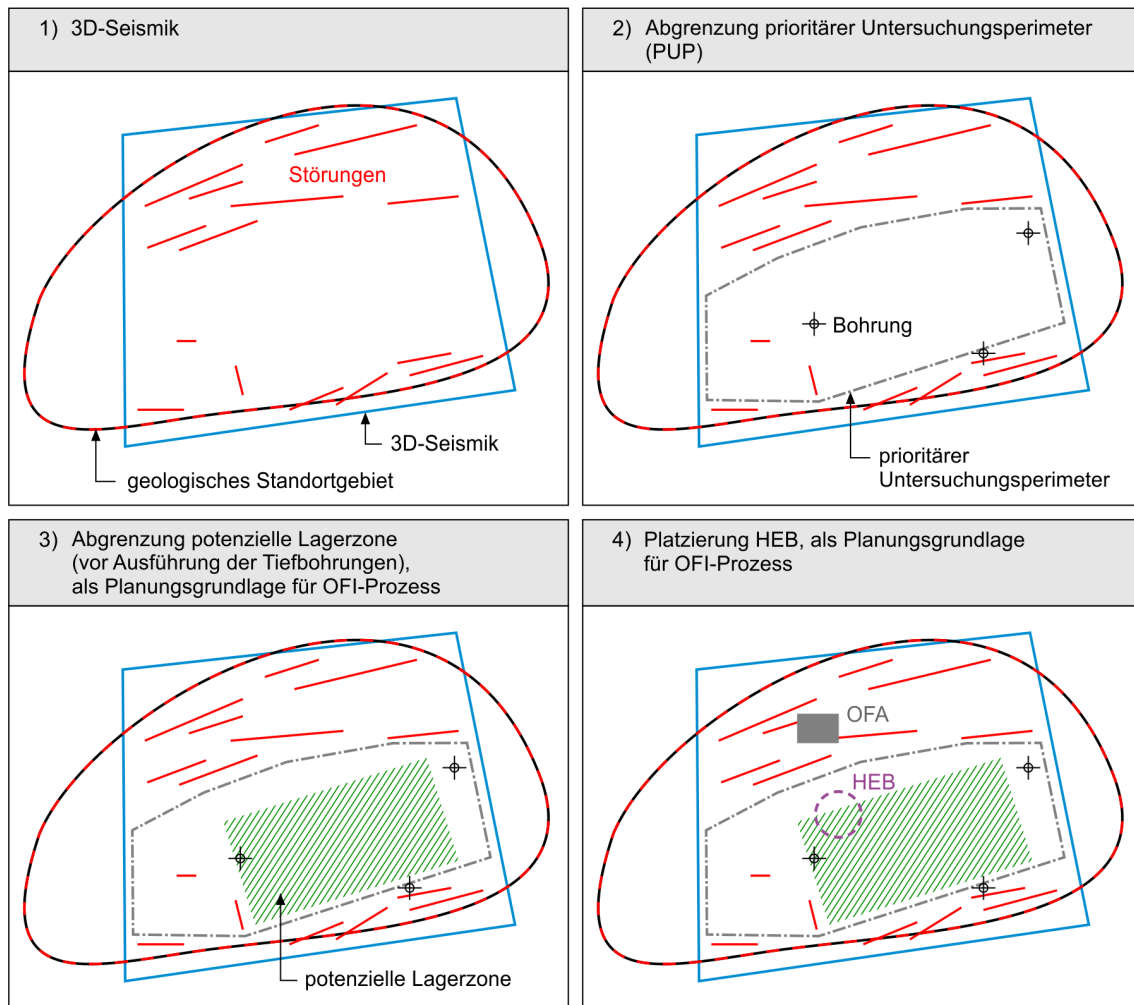


Fig. 2-2: Schematische Darstellung des schrittweisen Vorgehens bei der Platzierung des HEB.

1) Horizont- und Strukturkartierung der 3D-Seismik (Datengrundlage), 2) Abgrenzung des prioritären Untersuchungsperimeters (PUP), 3) Abgrenzung der potenziellen Lagerzone (Gesteinsbereiche, die sich aus heutiger Sicht am ehesten für die Platzierung der Lagerfelder eignen), 4) Platzierung des HEB (unter Berücksichtigung der behördlichen Vorgaben sowie von Grundsätzen und Aspekten gemäss Kap. 2.2).

2.4 Weitere Randbedingungen für die Platzierung des HEB

Weitere Randbedingungen für die Platzierung des HEB in Kap. 3 sind:

- Im Beschluss des Bundesrats vom 21. November 2018 wurde der Ergebnisbericht zu SGT Etappe 2 (BFE 2018) gutgeheissen. Damit wurden die geologischen Standortgebiete Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost zusammen mit den entsprechenden Standortarealen für die Oberflächenanlage JO-3+ (Jura Ost, Gemeinde Villigen), NL-2 und NL-6 (Nördlich Lägern, Gemeinden Weiach und Stadel) sowie ZNO-6b (Zürich Nordost, Gemeindegebiet Marthalen/Rheinau) als Zwischenergebnisse im SGT festgelegt.
- Die im Zeitraum Anfang 2017 bis Ende 2018 erarbeitete Horizont- und Strukturkartierung der Nagra 3D-Seismikdaten in den Standortgebieten Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost (Nagra 2019a – c) wird noch als provisorisch erachtet, da insbesondere die Kartierung auf einer Auswertung in Zeit basiert, welche später anhand der Ergebnisse aus den Tiefbohrungen in Tiefe überführt wird. Die Auswertung ist aber bereits ausreichend robust für eine erste strukturell-tektonische Charakterisierung der verschiedenen Standortgebiete hinsichtlich grösserer Störungen, wie dies für die HEB-Platzierung notwendig ist.

3 Platzierung des Haupterschliessungsbereichs (HEB) in den Standortgebieten

Um die Platzierung des HEB in den Standortgebieten nachzuvollziehen, werden nachfolgend die in Kap. 2.3 eingeführten vier Schritte für jedes Standortgebiet erläutert.

3.1 Standortgebiet Jura Ost

1) Erstinterpretation der 3D-Seismik und 2) Festlegung PUP

Die Abgrenzung des PUP für das Standortgebiet Jura Ost (JO) ist in Fig. 3-1 dargestellt. Die zugrundeliegende 3D-Seismikinterpretation ist in Nagra (2019a) dokumentiert. Die Abgrenzung des PUP wird anhand einer Struktur- und Neigungskarte der Basis des Opalinustons illustriert. Bei der Neigungskarte (Fig. 3-1) wird das seismische Attribut "Polar Dip" verwendet, welches das Einfallen der Schichten bzw. die Abweichung von der Horizontalen darstellt. Bei der Seismikauswertung in Zeit wird die Neigung als Verhältnis zwischen der vertikalen Länge und der horizontalen Entfernung in $\mu\text{s}/\text{m}$ auf einer Skala von 0 bis 120 angegeben. Dabei entspricht '0' der Horizontalen und '120' der maximalen Neigung, welche mit der durchgeführten Seismik abgebildet werden können. Die PUP-Ostgrenze fällt mit der in Etappe 1 geologisch begründeten Ostgrenze des Standortgebiets zusammen (minimale Überlagerung zum Schutz vor Erosion, vgl. Nagra 2008). Die Westgrenze bildet die im Rahmen der 3D-Seismikinterpretation neu identifizierte Effingen-Störung (Nagra 2019a). Die Nordgrenze des PUP wird von der Siggenthal-Antiklinale und den westlich an diese anschliessenden kleineren Strukturen gebildet. Sie fällt damit mit der Nordgrenze des HAA-Standortgebiets (in Etappe 1 zum Schutz vor Erosion so festgelegt) zusammen. Die PUP-Südgrenze wird im Westen durch die in Etappe 1 geologisch begründete Standortgebietsgrenze gebildet. Im Südosten folgt sie einer, bereits in Etappe 2 definierten, zu 'meidenden tektonischen Zone' (Nagra 2014b). Die damals anhand der 2D-Seismik identifizierte, der Zone zugrundeliegende strukturelle Mulde wurde durch die Horizont- und Strukturkartierung der 3D-Seismik bestätigt (als "Strukturzone von Brugg" ausgewiesen; Nagra 2019a).

3) Abgrenzung potenzieller Lagerzonen

Die in Fig. 3-2 gezeigten potenziellen Lagerzonen für das SMA- und das HAA-Lager liegen in einem Bereich, der gemäss 3D-Seismik keine Störungen mit grossem Vertikalversatz auf Lagerzebene aufweist.

Der Opalinuston ist in diesem Bereich des Standortgebiets Jura Ost eher tief liegend, wodurch ein ausreichender Schutz der geologischen Tiefenlager vor Erosion gewährleistet ist (Nagra 2014a).

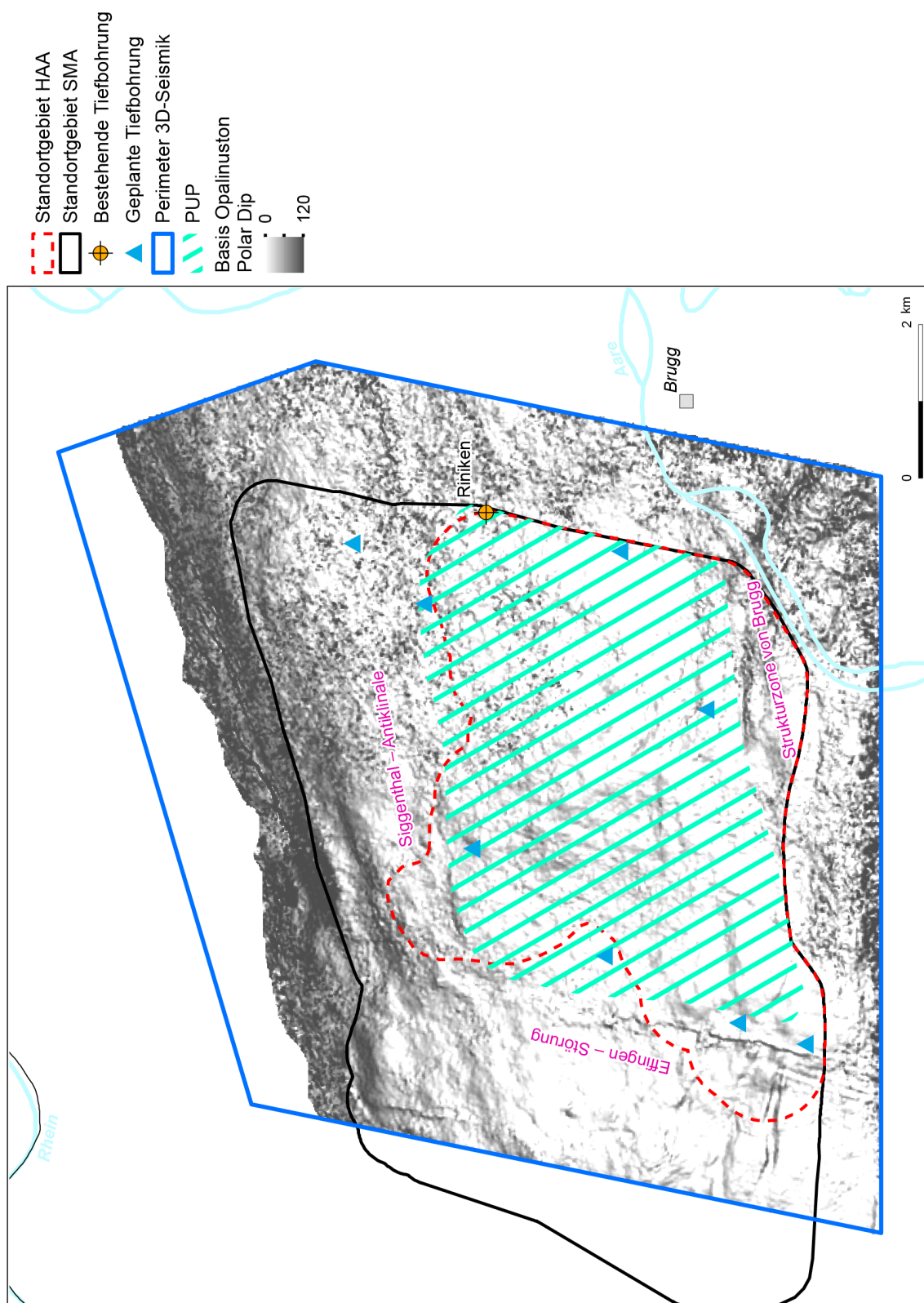


Fig. 3-1: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Jura Ost.

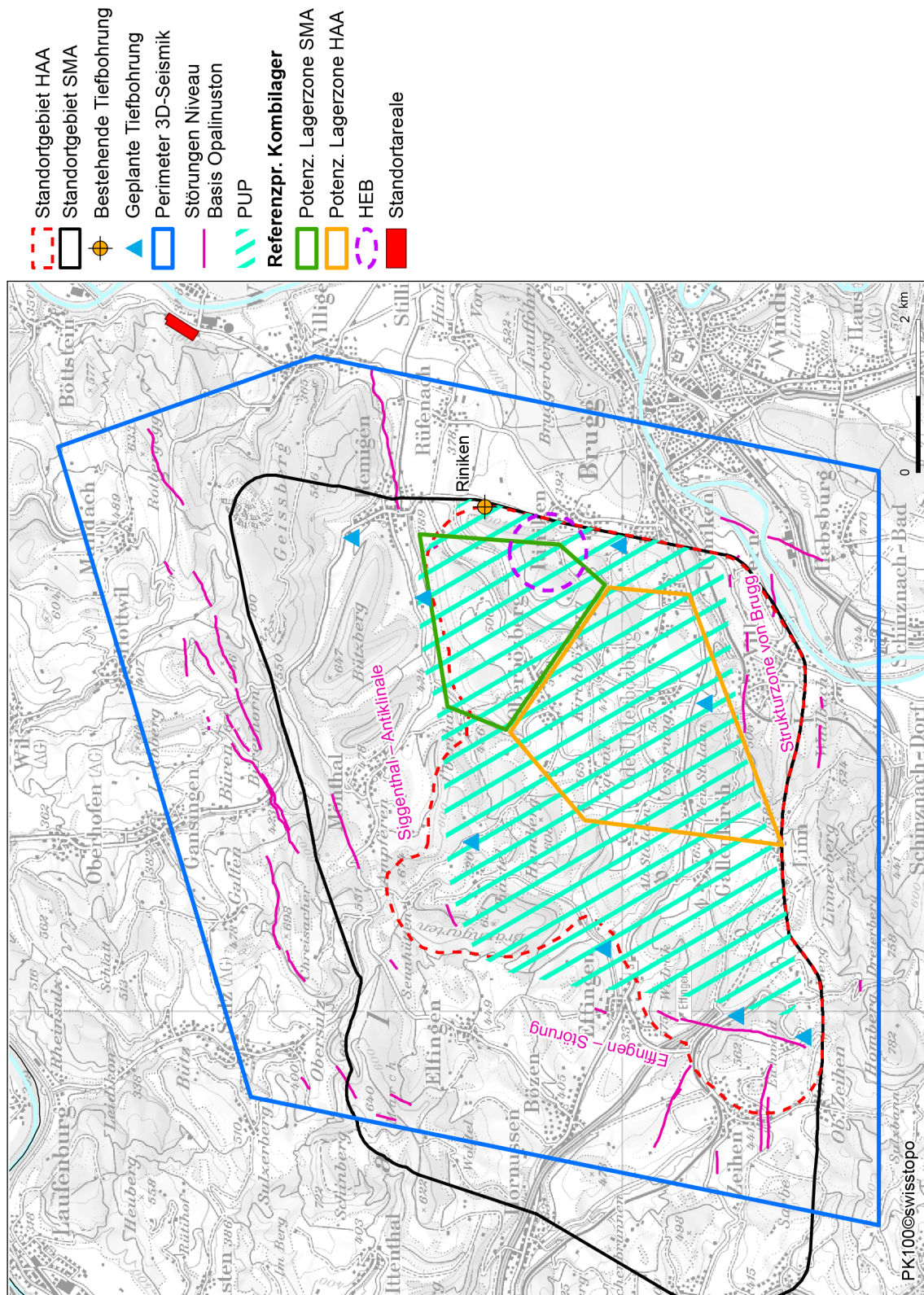


Fig. 3-2: Platzierung des HEB im Standortgebiet Jura Ost.

4) Platzierung HEB

Nachfolgend werden die Platzierung des HEB im Standortgebiet Jura Ost begründet und die berücksichtigten Aspekte (s. Kap. 2.2) erläutert. Der HEB:

- liegt im östlichen Randbereich des PUP und der potenziellen Lagerzonen für das SMA- und HAA-Lager und ungefähr auf Lagerebene (mittig innerhalb des Wirtgesteins) (*Aspekte 1, 2 und 3*); die potenziellen Lagerzonen könnten grundsätzlich noch etwas nach Westen, nicht aber nach Osten verschoben werden, weil sich dort die Standortgebietsgrenze befindet.
- meidet den Randbereich der Siggenthal-Antiklinale (*Aspekt 4*); die Platzierung des HEB erfolgt ausserdem im Hinblick auf eine möglichst kurze/rechtwinklige Traversierung dieser regionalen Störungszone bzw. der im Westen anschliessenden Strukturen durch den Zugangstunnel.
- liegt nordöstlich der potenziellen Lagerzone für das HAA-Lager und ermöglicht damit horizontale bis leicht geneigte Zugänge zu den HAA-Lagerfeldern, mit der Möglichkeit, horizontale bis leicht fallende BE/HAA-Lagerstollen zu erstellen (*Aspekt 5*).
- ermöglicht eine technisch sinnvolle Erschliessung mittels Schachtanlagen (Lüftungsschacht; s. Nagra 2019d)) sowohl im Taleinschnitt "Itele" als auch bei Riniken ("Matten") (*Aspekt 6*).
- liegt in zweckmässiger Distanz zum OFA-Standortareal JO-3+ und begünstigt dadurch eine haushälterische Nutzung des Untergrunds (*Aspekt 7*).

3.2 Standortgebiet Nördlich Lägern

1) Erstinterpretation der 3D-Seismik und 2) Festlegung PUP

Die Abgrenzung des PUP für das Standortgebiet Nördlich Lägern (NL) ist in Fig. 3-3 dargestellt. Die zugrundeliegende 3D-Seismikinterpretation ist in Nagra (2019b) dokumentiert. Die Abgrenzung des PUP wird anhand einer Struktur- und Neigungskarte des Basis Opalinuston Markerhorizonts illustriert. Die PUP-Ostgrenze fällt mit der in Etappe 1 geologisch begründeten Standortgebietsgrenze zusammen. Letztere wurde in Etappe 1 im Hinblick auf die Mindestanforderung an die maximale Überlagerung so definiert (Nagra 2008). Die Westgrenze des PUP wird bis an den Rand des 3D-Seismikperimeters gezogen, welcher jenen Teil des Standortgebiets grosszügig abgrenzt, welcher gemäss sicherheitstechnischer Evaluation in Etappe 2 für die Platzierung einer Lagerzone in Betracht gezogen wird. Der rein aus strukturell-tektonischen Aspekten abgegrenzte PUP schliesst damit auch Standortgebietsbereiche mit ein, in welchen der Opalinuston bereits in grosser Tiefenlage ausserhalb der in Etappe 2 definierten Lagerperimetern liegt.

Die Nordgrenze des PUP folgt einer im Rahmen der Strukturinterpretation der 3D-Seismik NL neu identifizierten, stark segmentierten Störungszone (in Nagra 2019b als Weiach – Glattfelden – Eglisau – Lineament bezeichnet). Ihr westliches und östlichstes Segment fallen mit der Südgrenze der im Rahmen von Etappe 2 postulierten zu 'meidenden tektonischen Zone' zusammen (Nagra 2014b). Ihr zentrales Segment verläuft etwas weiter südlich davon und grenzt den PUP entsprechend schon dort nach Norden hin ab. Massgebend für die Abgrenzung des PUP in diesem Bereich sind hier nicht nur diskret kartierte Störungsäste auf dem Niveau des seismischen Markerhorizonts Top Lias, sondern auch dessen störungsbedingte Verbiegung (erkennbar in seismischen Attributkarten; vgl. Fig. 3-3 und Nagra 2019b). Die Südgrenze des PUP entspricht im Westen aktuell der in Etappe 1 geologisch begründeten Standortgebietsgrenze und verläuft damit unmittelbar nördlich einer regionalen Störungszone, welche dem Baden – Irchel – Herdern-Lineament (BIH) und der überlagernden Stadel – Irchel-Antiklinale entspricht (vgl. Nagra 2014b)¹. Der Ost- und Südostrand der PUP-Südgrenze orientiert sich am Verlauf eines Störungsasts dieser Zone, der gemäss Strukturkartierung der 3D-Seismik ca. 1 km weit nach Norden in das Standortgebiet hineinreicht (Nagra 2019b).

3) Abgrenzung potenzieller Lagerzonen

Die in Fig. 3-4 gezeigten potenziellen Lagerzonen für das SMA- und das HAA-Lager liegen im zentralen Bereich des PUP, welcher gemäss 3D-Seismik nur eine Störung mit grösserem Vertikalversatz auf Lagerebene aufweist (in Nagra 2019b als Strassberg-Störung bezeichnet). Die Belastbarkeit dieser Interpretation ist noch nicht abschliessend geklärt. Sollte sie mit den Ergebnissen der weiteren erdwissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt werden, kann ihr im Sinne eines anordnungsbestimmenden Elements ausgewichen werden. Im Westen werden die potenziellen Lagerzonen durch den Stadlerberg, im Osten durch die Grenze des Standortgebiets begrenzt.

¹ Ein in SGT Etappe 1 und Etappe 2 am Rand solcher regionalen Störungszone zur Anwendung gekommener Sicherheitsabstand wurde bei der vorliegenden PUP-Abgrenzung noch nicht berücksichtigt.

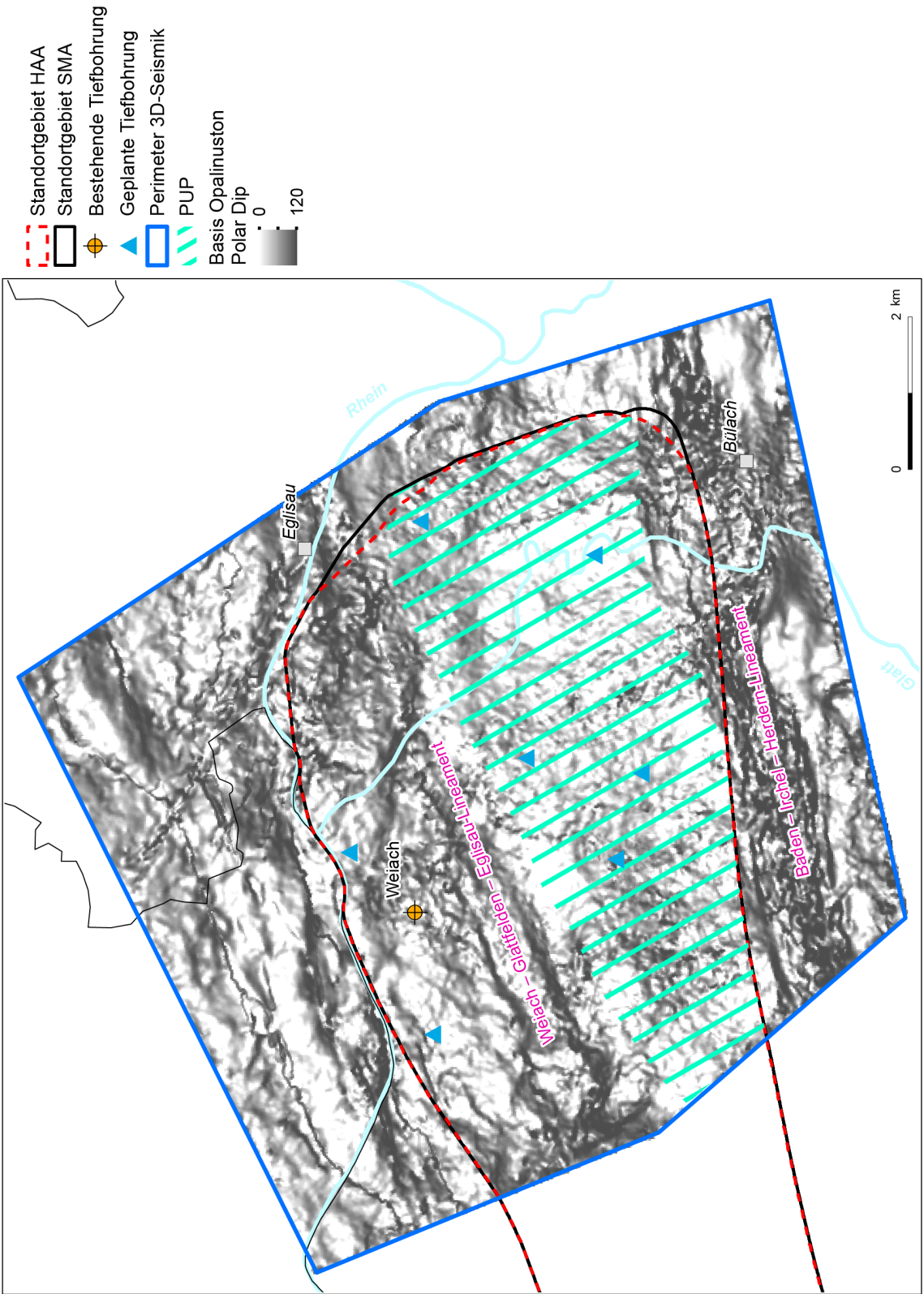


Fig. 3-3: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Nördlich Lägeren.

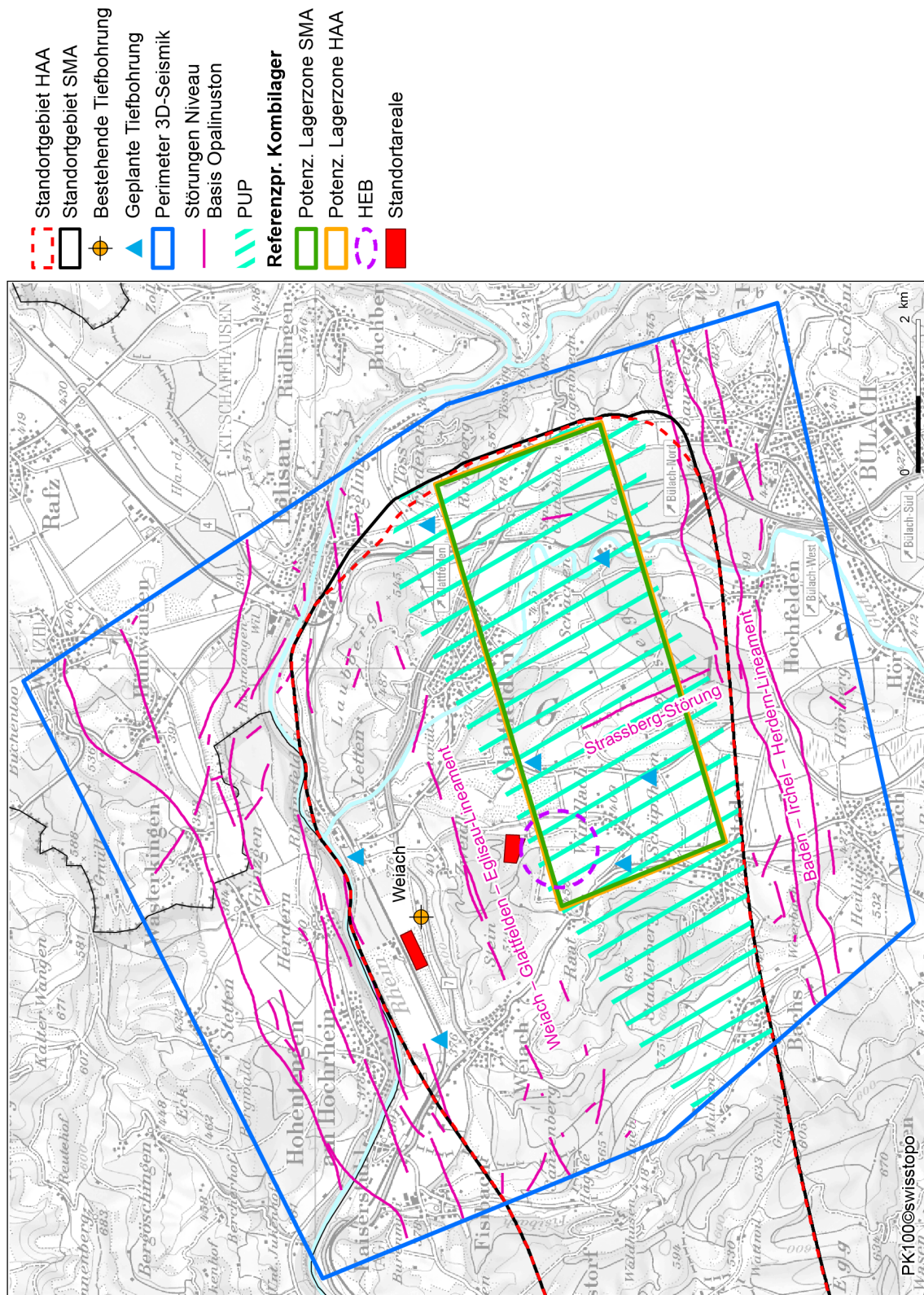


Fig. 3-4: Platzierung des HEB im Standortgebiet Nördlich Lägern.
 Die potenziellen Lagerzonen SMA und HAA liegen übereinander.

4) Platzierung HEB

Nachfolgend wird die Platzierung des HEB im Standortgebiet Nördlich Lägern begründet und die berücksichtigten Aspekte (s. Kap. 2.2) erläutert. Der HEB:

- liegt im nördlichen Randbereich des PUP und der potenziellen Lagerzonen für das SMA- und das HAA-Lager und ungefähr auf Lagerebene (mittig innerhalb des Wirtgesteins) (*Aspekte 1, 2 und 3*); die potenziellen Lagerzonen könnten grundsätzlich noch etwas nach Westen verschoben werden, aber weder nach Osten (Standortgebietsgrenze), noch nach Norden in den Einflussbereich des Weiach – Glattfelden – Eglisau-Lineaments und auch nicht nach Süden in den Einflussbereich des Baden – Irchel – Herdern-Lineaments.
- ermöglicht eine Erschliessung aller möglichen Lagerfelder innerhalb des PUP (*Aspekt 3*).
- liegt weitgehend südlich des Einflussbereichs des Weiach – Glattfelden – Eglisau-Lineaments (*Aspekt 4*).
- liegt an einem Hochpunkt der potenziellen Lagerzone für das HAA-Lager (horizontale bis leicht geneigte Zugänge zu Lagerfeldern, mit der Möglichkeit, horizontale bis leicht fallende BE/HAA-Lagerstollen zu erstellen; *Aspekt 5*).
- ermöglicht eine Erschliessung mit Schächten, beispielsweise vom OFA-Standortareal NL-6 aus (s. Nagra 2019d) (*Aspekt 6*).
- liegt in kurzer Distanz zu beiden OFA-Standortarealen und begünstigt dadurch eine haushälterische Nutzung des Untergrunds (*Aspekt 7*).

3.3 Standortgebiet Zürich Nordost

1) Erstinterpretation der 3D-Seismik und 2) Festlegung PUP

Die Abgrenzung des PUP für das Standortgebiet Zürich Nordost (ZNO) ist in Fig. 3-5 dargestellt. Die Abgrenzung des PUP wird anhand einer Struktur- und Neigungskarte des Markerhorizonts Basis Opalinuston illustriert. Die zugrundeliegende 3D-Seismikinterpretation ist in Nagra (2019c) dokumentiert. Analog zu den Gebieten JO und NL wird auch für das Standortgebiet ZNO ein zusammenhängender PUP definiert. Bei der Abgrenzung wird die Wildensbuch-Flexur bewusst nicht berücksichtigt, sondern als anordnungsbestimmendes Element betrachtet. Sie trennt den für ein HAA-Lager relevanten, zentralen Bereich des Standortgebiets vom nördlichen Bereich, welcher nur für ein SMA-Lager in Betracht gezogen wird (vgl. Nagra 2014b). Die Nordost-, Nord- und auch Westgrenze des PUP fallen mit der in Etappe 1 geologisch begründeten Standortgebietsgrenze zusammen². Die PUP-Ostgrenze wird durch die Grenze des Untersuchungsgebiets der 3D-Seismik vordefiniert, welche bereits für den Entsorgungsnachweis mit Blick auf die Umsetzung eines HAA-Lagers ausgelegt wurde.

Im Westen reicht der PUP bis an den nördlichen Teil der Strukturzone von Niderholz (benannt nach dem Waldgebiet zwischen Marthalen und Ellikon am Rhein). Diese strukturell komplexe Zone ist bereits aus früheren Seismikinterpretationen bekannt (Birkhäuser et al. 2001). Die Mehrheit der mit der Strukturzone assoziierten Störungen ist auf Horizonte unterhalb des Markerhorizonts Top Lias beschränkt. Die Südgrenze des PUP folgt der bereits in Etappe 2 auf Basis von 3D-Seismikdaten abgegrenzten und als zu 'meidende tektonische Zone' ausgewiesenen Rafz – Marthalen-Flexur. Im Bereich dieser Zone treten aufgrund der Interpretation seismischer Amplituden keine deutlichen Störungen auf (Nagra 2019c). Analog zum Vorgehen beim Standortgebiet NL beruht die PUP-Abgrenzung entlang dieser Zone hier in erster Linie auf der Horizontverbiegung.

3) Abgrenzung potenzieller Lagerzonen

Die in Fig. 3-6 gezeigten potenziellen Lagerzonen für das SMA- und das HAA-Lager liegen im südlichen Teil des PUP und damit überwiegend im zentralen Bereich des Standortgebiets. Wie in Nagra (2014b) aufgezeigt, wäre die Platzierung des SMA-Lagers auch im nördlichen Teil des Standortgebiets/PUP denkbar. Bei der aktuellen Planungsannahme für die Lagerzone wurde von diesem Szenario abgesehen, weil die Horizont- und Strukturkartierung der 3D-Seismik in diesem Bereich auf eine Störungszone unmittelbar im Liegenden des Opalinuston hinweist (Uhwiesen-Störung in Nagra 2019c).

Der Opalinuston der potenziellen Lagerzone für das SMA-Lager liegt in diesem Bereich des Standortgebiets Zürich Nordost tiefer als im nördlichen Teil. Für das HAA-Lager besteht innerhalb der potenziellen Lagerzone bei Bedarf Flexibilität für den Schutz des Tiefenlagers vor Erosion durch die Möglichkeit einer Platzierung in geringerer Tiefenlage im Westen oder grösserer Tiefenlage im Osten (Nagra 2014a).

² Im Gegensatz zu den Standortgebieten JO und NL lagen im Fall von ZNO zum Zeitpunkt der Standortgebietsgrenzziehung bereits 3D-Seismikdaten vor. Im Nordosten verläuft die Standortgebietsgrenze daher bereits in einem Abstand zur eigentlich weiter nordöstlich verlaufenden Neuhausen-Störung.

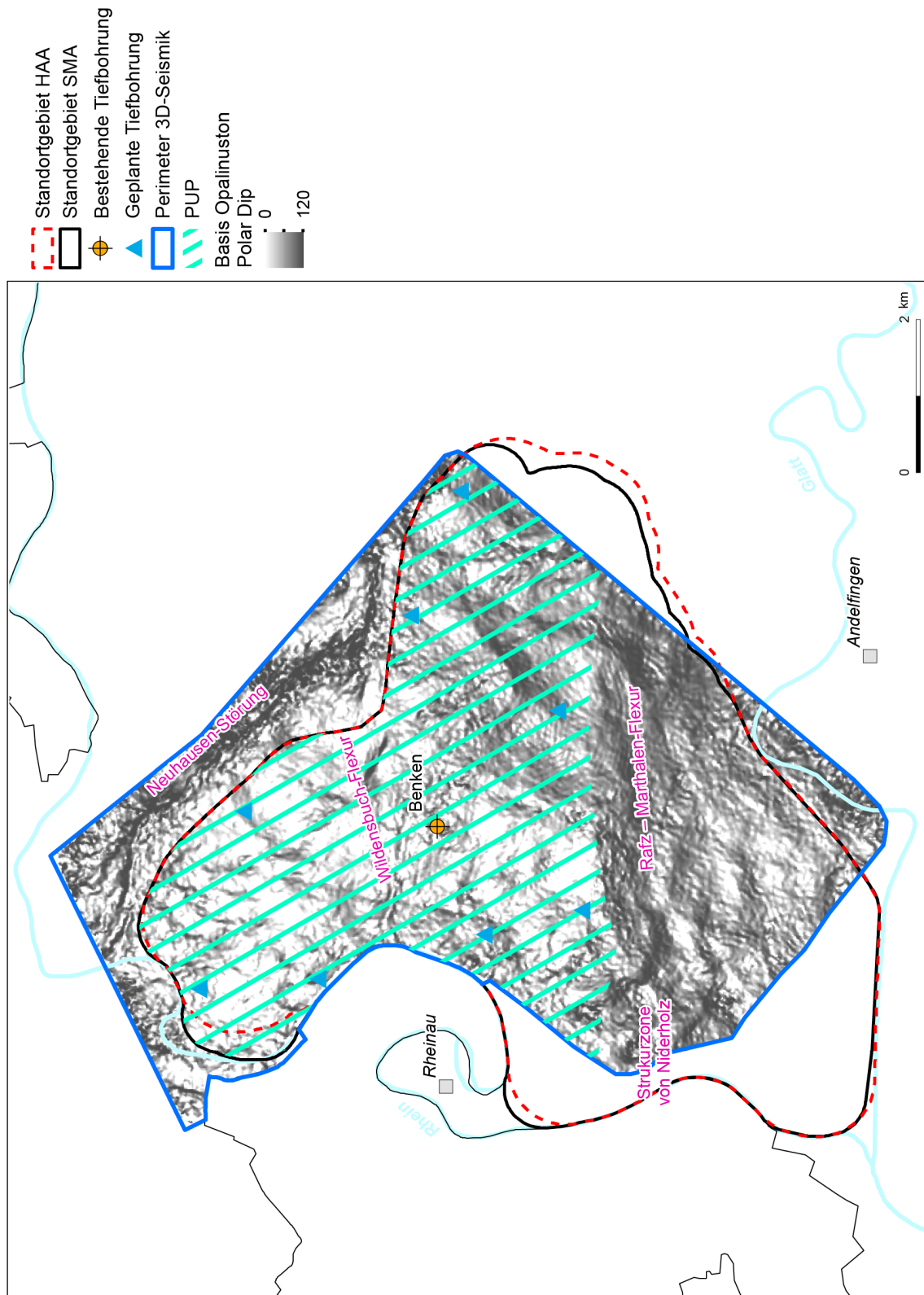


Fig. 3-5: Abgrenzung des PUP anhand der Seismikauswertung im Standortgebiet Zürich Nordost.

4) Platzierung HEB

Nachfolgend wird die Platzierung des HEB im Standortgebiet Zürich Nordost begründet und die berücksichtigten Aspekte (s. Kap. 2.2) erläutert. Der HEB:

- liegt im westlichen Randbereich des PUP und der aktuellen potenziellen Lagerzonen für das HAA-Lager und (unter Bezug auf die aktuelle Planungsannahme) auch für das SMA-Lager sowie ungefähr auf Lagerebene (mittig innerhalb des Wirtgesteins) (*Aspekte 1, 2 und 3*).
- ermöglicht eine Erschliessung aller möglichen Lagerfelder innerhalb des PUP, auch derjenigen für ein etwaiges SMA-Lager im nördlichen Teil des Standortgebiets (*Aspekt 3*).
- liegt angrenzend an die Strukturzone von Niderholz, deren Ausdehnung mehrheitlich auf Formationen unterhalb des Opalinustons beschränkt ist (*Aspekt 4*).
- liegt an einem Hochpunkt randlich der potenziellen Lagerzone für das HAA-Lager und ermöglicht dadurch horizontale bis leicht geneigte Zugänge zu den HAA-Lagerfeldern, mit der Möglichkeit, horizontale bis leicht fallende BE/HAA-Lagerstollen zu erstellen (*Aspekt 5*).
- ermöglicht eine Erschliessung mit Schächten, beispielsweise vom OFA-Standortareal aus (s. Nagra 2019d) (*Aspekt 6*).
- liegt in kurzer Distanz zum OFA-Standortareal und begünstigt dadurch eine haushälterische Nutzung des Untergrunds (*Aspekt 7*).

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Als Vorbereitung für den Prozess der Partizipation zur Festlegung der NZA-Areale schlägt die Nagra zu Beginn der Etappe 3 geeignete Räume zur Anordnung der NZA vor. Als wichtige Randbedingung für diesen Prozess wird im vorliegenden Bericht dargelegt, wie die HEB-Planungsperimeter standortspezifisch festgelegt werden.

Die Platzierung des HEB-Planungsperimeters folgt Grundsätzen bzw. Leitgedanken, die sich aus übergeordneten gesetzlichen und behördlichen Vorgaben ableiten lassen. Demnach erfolgt die Platzierung der HEB-Planungsperimeter *sicherheitsgerichtet* (d.h. so dass keinem Standortgebiet Nachteile für die Bau-, Betriebs- und Langzeitsicherheit daraus erwachsen), *stufengerecht* (d.h. gemäss SGT zu Beginn der Etappe 3), *unter Bewahrung der erforderlichen Flexibilität* (d.h. ohne verfrühte Festlegungen, welche den Handlungsspielraum in späteren Phasen der Lagerrealisierung unzulässig einschränken) und *so, dass eine einfache technische Umsetzung der geologischen Tiefenlager gewährleistet ist*.

Basierend auf diesen Grundsätzen werden die bei der Platzierung der HEB-Planungsperimeter berücksichtigten Aspekte wie folgt definiert (vgl. Kap. 2.2):

- Aspekt 1: Schutz der für die Anordnung der Lagerfelder geeigneten Gesteinsbereiche.*
- Aspekt 2: Platzierung HEB ungefähr auf Lagerebene (innerhalb des Wirtgesteins) und im Randbereich der potenziellen Lagerzonen.*
- Aspekt 3: Die Lage des HEB erlaubt eine Erschliessung aller möglichen Lagerfelder.*
- Aspekt 4: Der HEB liegt ausserhalb von Bereichen mit ausgedehnten Störungszonen bzw. mit hoher Störungsdichte auf der Lagerebene.*
- Aspekt 5: Der HEB soll nach Möglichkeit:*
 - a) horizontale bis leicht geneigte Lagerfeldzugänge zum Haupt-, Test- und Pilotlager des HAA-Lagers erlauben.*
 - b) im Bereich des Hochpunkts der potenziellen Lagerzone (für HAA) liegen, d.h. am Hochpunkt der allenfalls leicht fallenden BE/HAA-Lagerstollen.*
- Aspekt 6: Der HEB soll eine technisch sinnvolle Erschliessung mittels Schachtanlagen ermöglichen.*
- Aspekt 7: Der HEB soll eine zweckmässige und haushälterische Nutzung des Untergrunds durch eine direkte Linienführung für Zugangsbauwerke ermöglichen.*

Eine wichtige Grundlage für die Platzierung des HEB sind die Informationen aus der 3D-Seismikauswertung. Mit der aktuell vorliegenden Horizont- und Strukturkartierung der 3D-Seismik werden prioritäre Untersuchungsperimeter (PUP) abgegrenzt. Im Sinne einer Planungsannahme werden innerhalb des PUP potenzielle Lagerzonen je für das SMA- und das HAA-Lager festgelegt. Sie sind grosszügig bemessen, d.h. sie bieten ausreichend Flexibilität für die Anordnung der Lagerkammern.

Die Festlegung des PUP und der darin liegenden potenziellen Lagerzonen bilden die Rahmenbedingungen für die HEB-Platzierung unter Berücksichtigung der oben genannten Grundsätze und Aspekte. Das Ergebnis dieser standortspezifischen Schritte ist in Fig. 4-1 zusammenfassend dargestellt.

Bei der Platzierung der HEB-Planungsperimeter sind keine Festlegungen getroffen worden, welche die zukünftigen Standortentscheide präjudizieren könnten. Darüber hinaus bleibt ausreichend Flexibilität für die weitere Projektierung der geologischen Tiefenlager in zukünftigen Bewilligungsschritten.

Zusammen mit den Vorschlägen der Nagra zu geeigneten NZA-Arealen, die in einem separaten Bericht festgehalten und begründet werden (Nagra 2019d), liegen damit alle Grundlagen für den Start der Zusammenarbeit im Rahmen der Regionalen Partizipation zur Konkretisierung der OFI vor.

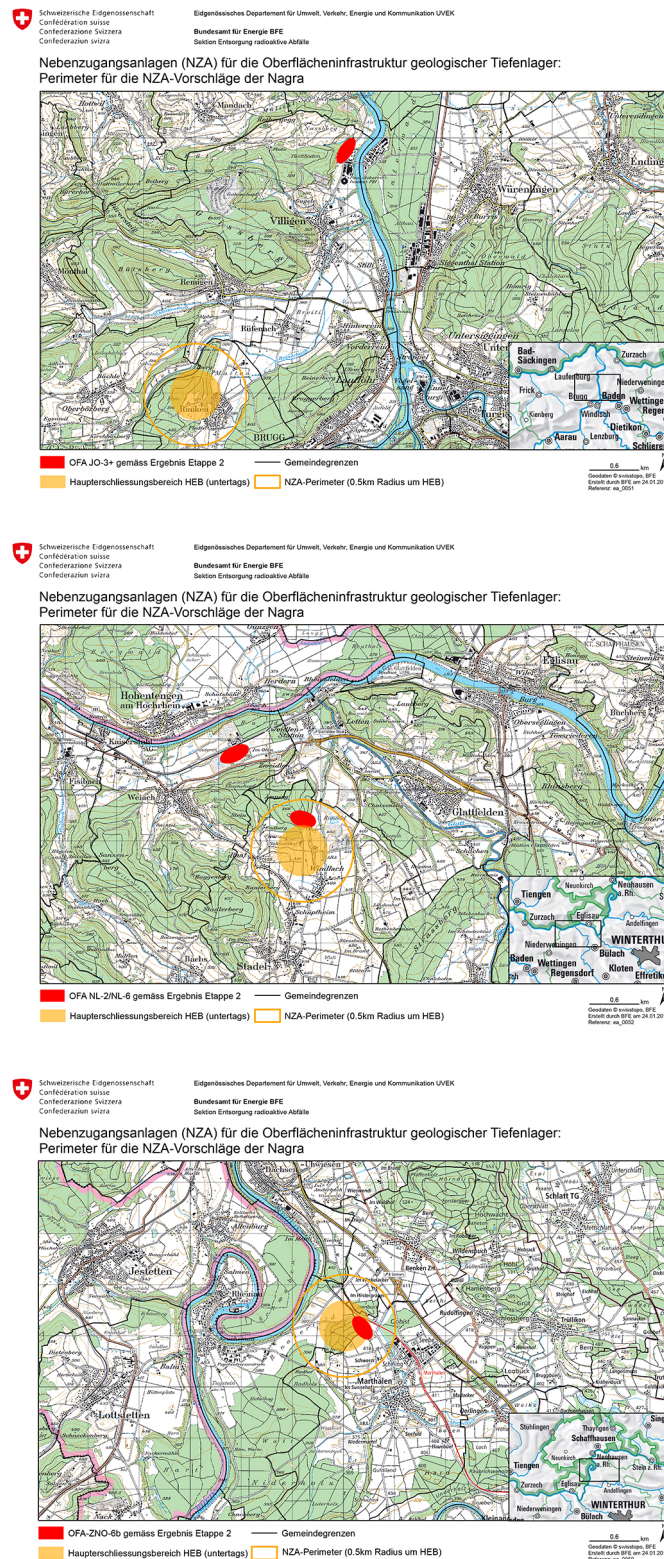


Fig. 4-1: Zusammenfassende Darstellung der HEB-Planungsperimeter in den Standortgebieten Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost.

Darstellung des BFE, welche im Rahmen eines Blog-Beitrags des BFE auf energieiplus.com publiziert wurde.

5 Literaturverzeichnis

- BFE (2011): Sachplan geologische Tiefenlager – Konzeptteil 2011. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2018): Sachplan geologische Tiefenlager – Ergebnisbericht zu Etappe 2: Festlegungen und Objektblätter (21. November 2018). Bundesamt für Energie, Bern.
- Birkhäuser, Ph., Roth, Ph., Meier, B.P. & Naef, H. (2001): 3D-Seismik: Räumliche Erkundung der mesozoischen Sedimentschichten im Zürcher Weinland. Nagra Tech. Ber. NTB 00-03.
- ENSI (2018): Präzisierungen der sicherheitstechnischen Vorgaben für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager. ENSI 33/649 (November 2018). Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.
- KEG (2003): Kernenergiegesetz (KEG, SR 732.1) vom 21. März 2003 (Stand 1. Januar 2018).
- KEV (2004): Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) vom 10. Dezember 2004 (Stand 1. Februar 2019).
- Nagra (2008): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Geologische Grundlagen. Nagra Tech. Ber. NTB 08-04.
- Nagra (2014a): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage. Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2 – Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete (Textband und Beilagenband). Nagra Tech. Ber. NTB 14-01.
- Nagra (2014b): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage. Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2 – Geologische Grundlagen. Dossier II: Sedimentologische und tektonische Verhältnisse. Nagra Tech. Ber. NTB 14-02.
- Nagra (2019a): Preliminary horizon and structure mapping of the Nagra 3D seismics JO 15 (Jura Ost) in time domain. Nagra Arbeitsbericht NAB 18-34.
- Nagra (2019b): Preliminary horizon and structure mapping of the Nagra 3D seismics NL-16 (Nördlich Lägern) in time domain. Nagra Arbeitsbericht NAB 18-35.
- Nagra (2019c): Preliminary horizon and structure mapping of the Nagra 3D seismics ZNO-97/16 (Zürich Nordost) in time domain. Nagra Arbeitsbericht NAB 18-36.
- Nagra (2019d): Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 3: Vorschläge zur Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur der geologischen Tiefenlager – Teil 1: Einführung und Grundlagen und Teil 2: Standortspezifische Vorschläge. Nagra Arbeitsbericht NAB 19-08.