



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Abschätzung der Zeitbedarfe für die Durchführung der übertägigen und untertägigen Erkundungen im Rahmen von §§ 16, 18 StandAG (Phase II und Phase III) Anlage 2 zum Bericht „Zeitliche Betrachtung des Standort- auswahlverfahrens“

Stand 28.10.2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einführung	7
1.1 Gegenstand und Zielsetzung	7
1.2 Zeitbedarfe für das Standortauswahlverfahren	7
1.3 Das Standortauswahlverfahren gemäß StandAG	9
1.3.1 Phase II – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung	10
1.3.2 Phase III – Untertägige Erkundung, abschließender Standortvergleich, -vorschlag und -entscheidung	10
2 Rahmenterminplanung Schritt 2, Phase I – Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung	12
3 Zeitschätzung Phase II – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung	13
3.1 Annahmen – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung	13
3.2 Zeitschätzung – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung	17
3.2.1 Zeitbedarf pro Standortregion	17
3.2.2 Zeitbedarf gem. Planungsprämissen	21
3.2.3 Mögliche Varianzen im Zeitbedarf / Beschleunigungsspotenzial	24
3.2.4 Terminführender Pfad	26
3.3 Zeitliche Risiken und Chancen der Übertägigen Erkundung	27
4 Zeitschätzung Phase III – Untertägige Erkundung	31
4.1 Varianten der untertägigen Erkundung	31
4.1.1 Untertägige Erkundungsvariante 1 – mittels Bohrungen	31
4.1.2 Untertägige Erkundungsvariante 2 – mittels Bergwerken	34
4.2 Zeitliche Risiken und Chancen der Untertägigen Erkundung	37
5 Alternativer Vorschlag für die Erkundungen in Phase II und III	40
6 Kurze Betrachtung der Standortauswahl in anderen Ländern	44
6.1 Standortsuche für ein Endlager in den USA	44
6.2 Standortsuche für ein Endlager in Schweden	44
6.3 Standortsuche für ein Endlager in Finnland	45
6.4 Standortsuche für ein Endlager in Frankreich	45
6.5 Standortsuche für ein Endlager in Belgien	46
7 Empfehlung zum weiteren Vorgehen	47

Literaturverzeichnis	48
-----------------------------	-----------

Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	49
---	-----------

ENTWURF

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematischer Ablauf des Standortauswahlverfahrens	10
Abbildung 2:	Zeitschätzung übertägige Erkundung für die Erkundungsvarianten 1 und 2 gemäß § 16 StandAG mittels Oberflächengeophysik und Bohrungen	22
Abbildung 3:	Zeitschätzung übertägige Erkundung von zehn Standortregionen gemäß § 16 StandAG mittels Oberflächengeophysik und Bohrungen	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Darstellung der geschätzten Zeitbedarfe pro Standortregion für die Umsetzung möglicher Erkundungsaktivitäten für die zwei möglichen übertägigen Erkundungsvarianten	18
Tabelle 2:	Mögliche Varianzen im Zeitbedarf für die übertägigen Erkundungen auf Grund veränderter Planungsprämissen	24
Tabelle 3:	Bereits identifizierte zeitliche Risiken mit Blick auf die übertägigen Erkundungen in Phase II des Standortauswahlverfahrens	27
Tabelle 4:	Chancen zur Optimierung der Dauer der übertägigen Erkundung in Phase II	30
Tabelle 5:	Stufen einer untertägigen Erkundung durch Abteufen von abgelenkten Bohrungen	33
Tabelle 6 :	Stufen einer untertägigen Erkundung durch Auffahren eines Bergwerkes	36
Tabelle 7:	Bereits identifizierte Risiken mit Blick auf die untertägigen Erkundungen in Phase III des Standortauswahlverfahrens	37
Tabelle 8:	Chancen zur Optimierung der Dauer der untertägigen Erkundung in Phase III des Standortauswahlverfahrens	39
Tabelle 9:	Auszug von Erkundungstätigkeiten und den Zeiträumen aus dem Schweizer Standortsuchverfahren	42

Abkürzungsverzeichnis

AK	Ausschlusskriterien
AtG	Atomgesetz
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BBergG	Bundesberggesetz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BLM+T	Bohrlochmessungen und Teste
BMUV	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege
DOE	Department of Energy
EC	Europäische Kommission
EndISiUntV	Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
EPA	Environmental Protection Agency
ESK	Entsorgungskommission
ewG	Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
Fraunhofer IEG	Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie
GeoLaB	Forschungsvorhaben „Geothermielabor im Bergwerk“
GeoMEter	Forschungsvorhaben „Entwicklung geophysikalischer Messverfahren und Methodenkombinationen zur Erstellung hochauflösender übertägiger Erkundungsprogramme“
geoWK	Geowissenschaftliche Abwägungskriterien
IAEA	Internationale Atomenergiebehörde
MA	Mindestanforderungen
planWK	Planungswissenschaftliche Abwägungskriterien
rvSU	repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
STA	Standortauswahl (Organisationseinheit der BGE)
StandAG	Standortauswahlgesetz
TB	Tiefenbohrung(en)
UKÖ	Unternehmenskommunikation (Organisationseinheit der BGE)

UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
uvSU	umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
VSP	Vertikalseismische Profilierung
WIPP	Waste Isolation Pilot Plant
wvSU	weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

ENTWURF

1 Einführung

Am 21. September 2016 wurde die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) auf Basis des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung im Juli 2016 gegründet.

Die Durchführung des Standortauswahlverfahrens richtet sich nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG). Die ursprüngliche Fassung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle (StandAG 2013) vom 23. Juli 2013 (Bundesgesetzblatt (BGBl.) I S. 2553) trat nach Evaluierung durch den Bundestag am 16. Mai 2017 außer Kraft. Zeitgleich trat die Neufassung, das Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, Art. 1 des Gesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), überwiegend zum 16. Mai 2017 in Kraft. Letzte Änderungen des Standortauswahlgesetzes erfolgten durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760).

Die Übertragung der Wahrnehmung der Aufgaben des Bundes nach § 9a Abs. 3 S. 1 des Atomgesetzes (AtG) auf die BGE erfolgte gemäß § 9a Abs. 3 S. 2 AtG am 25. April 2017. Damit ist die BGE Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren nach § 3 Abs. 1 StandAG. Am 5. September 2017 erfolgte der offizielle Start des Standortauswahlverfahrens in Berlin. Nach § 14 StandAG ermittelt die Vorhabenträgerin auf Basis der mit dem Zwischenbericht veröffentlichten Teilgebiete nach § 13 Abs. 1 StandAG günstige Standortregionen für die übertägige Erkundung.

1.1 Gegenstand und Zielsetzung

Mit dem vorliegenden Bericht werden die Zeitbedarfe für die Durchführung des Standortauswahlverfahrens für Phase II und Phase III aus Sicht der Vorhabenträgerin abgeschätzt. Die Zeitbedarfe für den aktuell laufenden Schritt 2 der Phase I sind detailliert in der Unterlage „Rahmenterminplanung für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2, Phase I)“ (Anlage 1 zum Hauptdokument) dargelegt. Konkret beinhaltet der vorliegende Bericht:

- 1) Abschätzung der Zeitbedarfe für die übertägigen Erkundungen und Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung (§ 16 StandAG); siehe Kapitel 3
- 2) Abschätzung der Zeitbedarfe für die untertägige Erkundung und Ermittlung eines Standortvorschlags für die Errichtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle (§ 18 StandAG); siehe Kapitel 4

In beiden Fällen erfolgt jeweils eine:

- Darstellung der zugrundeliegenden Planungsprämissen in Form von Annahmen
- Erläuterung der Aufwände und dargestellten Bearbeitungszeiträume
- Aufzeigen möglicher Varianten mit Blick auf die über- und untertägigen Erkundungen

1.2 Zeitbedarfe für das Standortauswahlverfahren

Mit dem Inkrafttreten des novellierten StandAG im Frühjahr 2017 wird ein Standortauswahlverfahren geregelt, welches gemäß § 1 Abs. 2 StandAG den Anspruch hat partizipativ, wissenschaftsbasiert,

transparent, selbsthinterfragend, lernend und reversibel zu sein. Im Abschlussbericht der Kommission zur Lagerung hochradioaktiver Abfälle – Endlagerkommission wurde der Aspekt der Zeitbedarfe für die einzelnen Projektetappen im Entsorgungspfad der hochradioaktiven Abfälle ebenfalls als schwer abschätzbar dargestellt (BT-Drs. 18/9100). Für die zeitlichen Abschätzungen der in der Zukunft liegenden über- und untertägigen Erkundungen durch die BGE sind verschiedene Wechselwirkungen zu berücksichtigen:

- Anzahl potentiell übertägig zu erkundender Standortregionen
- Anzahl potentiell untertägig zu erkundender Standorte
- Notwendige Umfänge der über- und untertägigen Erkundungen
- Möglichkeiten von Parallelisierungen mit Blick auf die Arbeiten im Rahmen des § 15 und 17 StandAG
- Marktverfügbarkeit mit Blick auf die parallele Erkundung von Standortregionen bzw. Standorten, hier auch unter Berücksichtigung der Option des aktiven Aufbaus entsprechender Kapazitäten durch die BGE
- Zeitliche Aufwände für die Erlangung notwendiger Genehmigungen und Betretungsrechte

Eine Bewertung der für die Erkundung im Rahmen von §§ 16 und 18 StandAG erforderlichen Zeiträume ist bis dato noch nicht erfolgt. Im Abschlussbericht der Endlagerkommission (BT-Drs. 18/9100) wurde die in § 1 Abs. 5 S. 1 StandAG angestrebte Standortfestlegung im Jahr 2031 als unrealistisches Szenario dargestellt. Ein weiteres betrachtetes Szenario ging von Zeiten von 35 bis 61 Jahren für das gesamte Standortauswahlverfahren aus (BT-Drs. 18/9100). Die Übernahme des Ziels einer Standortfestlegung im Jahr 2031 diene aus Sicht der Endlagerkommission (BT-Drs. 18/9100) der Verhinderung der Ermüdung des Verfahrens und Verdeutlichung der Projektbedeutung und Wichtigkeit im Entsorgungspfad hochradioaktive Abfälle.

Die Endlagerkommission hat mit Blick auf die Zeitbedarfe im Standortauswahlverfahren die Priorisierung klar auf die „...Gewährleistung der Sicherheit, die Sorgfalt der Abwägungen und eine umfangreiche Beteiligung...“ gelegt (BT-Drs. 18/9100). Weiter heißt es, dass „Beschleunigungsmöglichkeiten im Verfahren auf Kosten von Sicherheit oder auf Kosten von Beteiligung...“ seitens der Endlagerkommission abgelehnt werden, da der Aufbau von Vertrauen Zeit benötigt und damit im direkten Konflikt mit Beschleunigungsansätzen steht und eine Verlängerung des Standortauswahlverfahrens erst nach dem Aufbau gesellschaftlichen Vertrauens begrenzt werden kann (BT-Drs. 18/9100).

„In Ansehung dieser Abwägungsnotwendigkeiten bezieht die Kommission folgendermaßen Stellung:

- *der Zeitbedarf ist hinsichtlich der Gewichtung nachrangig zu den Zielen Sicherheit und Partizipation.*
- *in der Abwägung ist auch die Situation der Zwischenlager zu berücksichtigen.*
- *der Vorhabensträger soll im Rahmen des Standortauswahlverfahrens frühzeitig einen Rahmenplan mit Eckterminen und Meilensteinen entwickeln.*

- *alle Verfahrensbeteiligten sind gefordert das Verfahren der Standortauswahl sowie der Einrichtung eines Endlagers zu optimieren und so zügig wie möglich durchzuführen und die Projektabwicklung möglichst zeiteffizient zu gestalten*
- *Verfahrensschritte sollten möglichst parallel verfolgt werden, insofern dies möglich ist*
- *Forschung soll gefördert werden, um Optionen zu entwickeln, wie zeitintensive Prozesse wie etwa die untertägige Erkundung verkürzt werden können“ (BT-Drs. 18/9100)*

Die BGE hält diese Stellungnahme auch aus heutiger Sicht noch für zielführend. Mit Blick auf den letzten Aufzählungspunkt schlägt die BGE in diesem Dokument mögliche Varianten zur Optimierung der über- und untertägigen Erkundungen im Standortauswahlverfahren vor. Bei der Erarbeitung der Erkundungsprogramme im Zuge der Standortregionenermittlung ist eine grundsätzliche strategische Ausrichtung der Erkundungen im Standortauswahlverfahren essentiell. Die Erkundungsarbeiten sollen im Sinne eines lernenden Verfahrens ausgerichtet sein, um so zeitliche Optimierungen zu ermöglichen.

In der Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) vom 01.09.2021 und der damit veröffentlichten Leitlinie zum Sicherheitsmanagement in Endlagerorganisationen (ESK 2021) wird der Anspruch an ein Sicherheitsmanagement formuliert, welches das primäre Ziel verfolgt, das hohe Sicherheitsniveau zu erhalten und im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung zu steigern. Dabei sollen keine Aspekte wie finanzielle oder zeitliche Anforderungen bei der Planung, Erkundung, Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers das Sicherheitsniveau herabsetzen (ESK 2021). Gleichzeitig sieht das Verfahren eine zügige Durchführung der Arbeiten vor, auch um die verbindliche Ermittlung des Endlagerstandorts zu einem plausiblen Zeitpunkt sicherzustellen. Eine Bewertung in wie weit zeitliche Anforderungen im Konflikt mit Erkundungsarbeiten und dem dabei erzielten Sicherheitsniveau stehen, ist schwierig. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Erkundung in jedem Fall eine Bewertung der Sicherheit eines Standorts ermöglicht. Schwieriger ist die Ermittlung von Aspekten um im Vergleich von Standorten den jeweilig günstigeren zu ermitteln.

Die BGE als Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren stellt hier eine Zeitschätzung vor, die die Arbeiten der BGE im Rahmen der übertägigen Erkundung (§ 16 StandAG) und untertägigen Erkundung (§ 18 StandAG) abbildet. In der Zeitschätzung werden bereits mögliche Varianten mit Blick auf die über- und untertägigen Erkundungstätigkeiten aufgezeigt und entsprechende zeitliche Risiken beschrieben. Die BGE wird die Zeitschätzungen ihrer Zeitbedarfe im Rahmen von §§ 16, 18 StandAG entsprechend der Vorlage neuer Erkenntnisse weiterentwickeln.

1.3 Das Standortauswahlverfahren gemäß StandAG

Das Standortauswahlverfahren ist ein gestuftes Verfahren (vgl. Abbildung 1), das sich in drei Phasen gliedert. Die Ergebnisse jeder Phase und die daraus resultierenden Festlegungen durch den Gesetzgeber bestimmen den konkreten Arbeitsumfang der darauffolgenden Phase. Im Folgenden werden die Phase II und III mit Blick auf die über- und untertägigen Erkundungen näher erläutert. Eine Beschreibung der gemäß §§ 13, 14 StandAG durch die BGE umzusetzenden Arbeiten in

Phase I des Standortauswahlverfahrens ist in der Unterlage „Rahmenterminplanung für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2, Phase I)“ (Hauptdokument) zu finden.

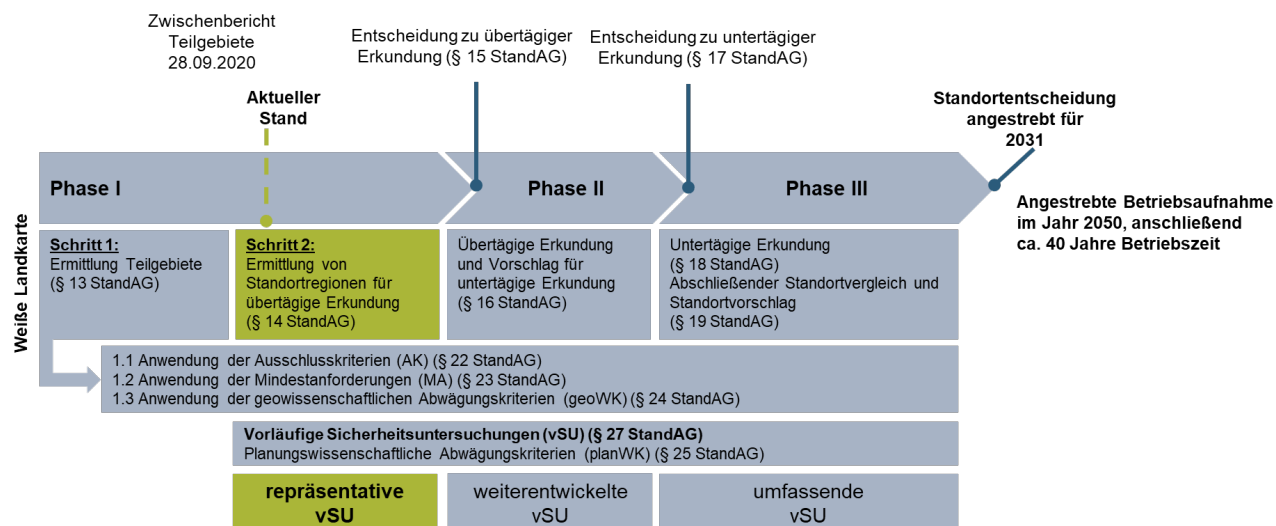


Abbildung 1: Schematischer Ablauf des Standortauswahlverfahrens

1.3.1 Phase II – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung

In Phase II des Standortauswahlverfahrens erfolgt die übertägige Erkundung der gesetzlich festgelegten Standortregionen gemäß § 16 StandAG durch die festgelegten standortbezogenen Erkundungsprogramme. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse werden weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (vSU) durchgeführt. Für jede Standortregion werden sozioökonomische Potenzialanalysen erstellt. Des Weiteren erfolgt erneut die vergleichende Analyse und Abwägung nach Maßgabe der gesetzlich festgelegten AK, MA, geoWK sowie der planWK. Weiter erarbeitet die BGE standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien für die untertägige Erkundung und die umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (uvSU). Den begründeten Vorschlag für die untertägig zu erkundenden Standortregionen übermittelt die BGE dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Der Bundesgesetzgeber trifft hierzu die verbindliche Entscheidung und legt den Arbeitsumfang für die Phase III fest.

1.3.2 Phase III – Untertägige Erkundung, abschließender Standortvergleich, -vorschlag und -entscheidung

Mit der Umsetzung der Phase III erfolgt die untertägige Erkundung der zuvor festgelegten Standorte mit einem anschließenden Vergleich. Die BGE führt auf Basis der zuvor durch das BASE festgelegten Erkundungsprogramme für die untertägige Erkundung diese innerhalb der durch den Bundesgesetzgeber festgelegten Standorte durch. Auf Basis dieser Erkundungsergebnisse führt die BGE uvSU durch. Ebenso erstellt die BGE die Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß § 16 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), bevor eine erneute Anwendung der Kriterien und Anforderungen gemäß §§ 22 bis 24 StandAG erfolgt. Die Anwendung der in der Anlage 12 (zu § 25) StandAG benannten planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgt nach Maßgabe von § 25 StandAG.

Auf Basis dieser Ergebnisse schlägt die BGE dem BASE den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für die Errichtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle vor. Das BASE prüft den Vorschlag der BGE einschließlich des zugrundeliegenden Standortvergleiches von mindestens zwei Standorten. Auf Grundlage dieses Prüfergebnisses und unter Abwägung sämtlicher privater und öffentlicher Belange sowie der Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens bewertet das BASE, welches der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist und übermittelt diesen an das BMUV (§ 19 StandAG). Anschließend legt die Bundesregierung dem Bundesgesetzgeber den Standortvorschlag als Gesetzentwurf vor. Mit der Festlegung des Standortes durch den Bundesgesetzgeber ist das finale Ziel des Standortauswahlverfahrens erreicht. Mit dem StandAG (§ 1) wird für die Festlegung eines Standortes das Jahr 2031 angestrebt.

ENTWURF

2 Rahmenterminplanung Schritt 2, Phase I – Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung

Zur Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung sind gemäß § 14 StandAG erstmals im Standortauswahlverfahren vorläufige Sicherheitsuntersuchungen in Form sogenannter repräsentativer vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen (rvSU) durchzuführen. Auf Basis der Ergebnisse der rvSU sind durch die erneute Anwendung der geoWK günstige Standortregionen zu ermitteln. Die Anwendung der planWK erfolgt nach Maßgabe von § 25 StandAG. Im Ergebnis übermittelt die BGE dem BASE einen Vorschlag für die in Phase II des Standortauswahlverfahrens übertägig zu erkundenden Standortregionen inklusive standortbezogener Erkundungsprogramme.

Die Rahmenterminplanung zur Ermittlung von Standortregionen zur übertägigen Erkundung inkl. der standortbezogenen Erkundungsprogramme und deren Erläuterung ist in der Unterlage „Rahmenterminplanung für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2, Phase I)“ (Anlage 1 zum Hauptdokument) zu finden.

Die darin vorgestellte Rahmenterminplanung für den Schritt 2 der Phase I, unter Berücksichtigung der zugrunde gelegten Planungsprämissen, lassen eine Übermittlung des Standortregionenvorschlags an das BASE im 2. Halbjahr 2027 erwarten. Die Durchführung der rvSU ist gemäß der Rahmenterminplanung voraussichtlich Ende 2026 abgeschlossen, die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien voraussichtlich im 1. Halbjahr 2027. Im Falle einer Anwendung der planWK werden diese zusammen mit der Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme voraussichtlich im 2. Halbjahr 2027 abgeschlossen sein. Als möglichen Zeitraum für den Vorschlag der übertägig zu erkundenden Standortregionen an das BASE wurde das 2. Halbjahr 2027 angegeben, eine konkrete Terminierung wird voraussichtlich erst zehn Monate vorher möglich sein.

3 Zeitschätzung Phase II – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung

Die übertägige Erkundung der gesetzlich festgelegten Standortregionen gemäß § 16 StandAG erfolgt jeweils durch die vom BASE festgelegten standortbezogenen Erkundungsprogramme. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse werden weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (wvSU) durchgeführt. Für jede übertägig zu erkundende Standortregion werden sozioökonomische Potenzialanalysen durchgeführt. Des Weiteren erfolgt durch die Anwendung der gesetzlich festgelegten Kriterien und Mindestanforderungen nach §§ 22 bis 24 StandAG die Ermittlung von günstigen Standorten für die untertägige Erkundung. Die Anwendung der planWK erfolgt nach Maßgabe von § 25 StandAG.

Die BGE erarbeitet zudem nach Maßgabe der Kriterien und Mindestanforderungen (§§ 22 bis 24 StandAG) und der uvSU (§ 18 Abs. 1 StandAG) standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien für die untertägige Erkundung.

Mit dem Vorschlag für die untertägig zu erkundenden Standorte inkl. der standortbezogenen Erkundungsprogramme und Prüfkriterien stellt die BGE auch die möglichen Umweltauswirkungen sowie sonstige mögliche Auswirkungen eines Endlagervorhabens dar und übermittelt diesen an das BASE.

3.1 Annahmen – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung

Gegenwärtig (Redaktionsschluss des Dokuments) liegen verfahrensbedingt keine Erkenntnisse vor, wie viele Standortregionen übertägig zu erkunden sind, wie groß diese Regionen sein werden, ob weiterhin alle drei Wirtsgesteinsarten betrachtet werden und welche jeweilige regionale über- und untertägige Situation vorherrscht. Für die Abschätzung des Zeitbedarfes der BGE für die übertägige Erkundung der festgelegten Standortregionen und der Ermittlung eines Vorschlags für die untertägige Erkundung müssen daher Annahmen getroffen werden, die sich im weiteren Verlauf der derzeitigen Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2 der Phase I) als falsch erweisen können. Die folgenden Annahmen wurden für die vorliegende erste zeitliche Abschätzung der BGE-seitigen Arbeiten als Planungsprämissen zu Grunde gelegt. Die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung ist ein ergebnisoffener Prozess.

1. Annahmen zu den Standortregionen und Erkundungsmaßnahmen:

- Die BGE geht bei den derzeitigen Planungen von zehn zu erkundenden Standortregionen aus. Diese Anzahl beinhaltet potentiell auch Gebiete mit nicht hinreichenden Informationen und verteilt sich wie folgt auf die unterschiedlichen Wirtsgesteine:
 - Drei Standortregionen im Wirtsgestein Tongestein
 - Zwei Standortregionen im kristallinen Wirtsgestein
 - Zwei Standortregionen im Wirtsgestein Steinsalz in stratiformer Lagerung
 - Drei Standortregionen im Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung

- Die als Planungsprämisse anzuwendenden Erkundungsmaßnahmen pro Standortregion sind¹:
 - 1 x 3D-Seismik, Fläche 100 bis 300 km²
- Bei wenig bekannter geologischer Situation (insbesondere Lagerungsstrukturen) ist vorweg eine 2D-seismische Erkundung zur Dimensionierung des 3D-Seismik Survey Designs notwendig. Dies wird außer für zwei Standortregionen im Tongestein geplant. Für zwei Tongestein-Standortregionen im Norddeutschen Becken wird ein Reprocessing aller in der Standortregion verfügbarer seismischer Daten geplant.
 - 3 x Tiefbohrungen (TB) bis maximal 2.000 m Tiefe²
 - Bohrlochmessungen und Teste (BLM+T), inkl. Laboruntersuchungen an Kernen
- Die Teste umfassen direkte Teste in den Bohrungen, aber auch Teste und Untersuchungen an den Bohrkernen. Die Teste und Untersuchungen werden an den Bohrkernen in nachgeschalteten Laboruntersuchungen durchgeführt.
 - Aero-Geophysik (drei Verfahren), Fläche 200 bis 400 km²
 - Optional: Landgestützte Potentialverfahren (2 Verfahren), Fläche 1 bis 4 km²
- Auf Grund begrenzter seismischer Messkapazitäten auf dem Markt ist davon auszugehen, dass eine parallele 3D-seismische Erkundung auf zwei Standortregionen limitiert ist. Es ist daher geplant (im Sinne der Aufwandsabschätzung und vorbehaltlich der Ergebnisse der laufenden Arbeiten), mit den 3D-seismischen Erkundungen in zwei Tongestein-Standortregionen zu starten, da dort auf Grund ausreichend vorhandener Seismiken, einer hinreichend bekannten Geologie und einer im Wesentlichen stratiformen Lagerung keine vorgeschaltete 2D-Seismik geplant wird. Parallel wird an zwei weiteren Standortregionen die 2D-Seismik durchgeführt, um dann für diese Regionen das 3D-Seismik Survey Design planen zu können. Durch diese Staffelung wird erreicht, dass in jeder „Mess-Saison“ (Winterhalbjahr von Oktober bis März, siehe „Genehmigungsrechtliche Vorgaben“ unten) seismische Messungen stattfinden und kein Leerlauf entsteht. Dies wird bis zur zehnten Standortregion fortgesetzt.

¹ Erforderliche Erkundungsmaßnahmen hängen stark von bereits existierenden Erkundungsdaten und den konkreten Fragestellungen bei der Erkundung ab. Die angegebenen Zahlen sind daher als reine Abschätzungen im Sinne einer Planungsprämisse zu verstehen.

² Auch wenn aufgrund der Suchteufe das Endlager maximal in 1.500 m liegt kann eine größere Teufe für einzelne Erkundungsbohrungen erforderlich sein um bspw. die unterhalb des Wirtsgesteins liegenden Formationen zu charakterisieren.

- Hinsichtlich der Bohrkapazitäten wird davon ausgegangen, dass die gleichzeitige Bindung von sechs Bohrgeräten möglich ist. Dies wird aus Kapazitätsgründen derzeit als nicht gegeben, jedoch als strategisch erreichbar eingeschätzt. Voraussetzung ist eine langfristige Planung und zeitige Bindung von Bohrfirmen bzw. Zurverfügungstellung ausreichender Bohrkapazitäten.

Die angenommene Bohrtiefe von 2.000 Meter ist ein Maximalwert und rührt aus der Annahme, dass auch die Erkundung des Liegenden des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches (ewG) notwendig sein kann. Der Zeitberechnung liegt eine gemittelte Bohrdauer zugrunde, es wurde nicht nach Wirtsgestein unterschieden.

- Für die an Kernen durchzuführenden Untersuchungen sind die Laborkapazitäten ebenfalls sehr begrenzt. Des Weiteren sind die Untersuchungen an gering permeablen Gesteinen zeitaufwendig. Es wird vorbehaltlich einer Prüfung der Laborkapazitäten in der gegenwärtigen Planungsphase davon ausgegangen, dass die Laboruntersuchungen zeitlich innerhalb der Bohrungen, Bohrlochteste und deren Auswertungen stattfinden.

2. Genehmigungsrechtliche Vorgaben

- Die Genehmigungsverfahren für die Erkundungstätigkeiten u. a. nach Bundesberggesetz (BBergG) sowie das Erlangen von Betretungs- bzw. Nutzungsrechten können hohe Zeitbedarfe erfordern. Bereits mit der Übermittlung des Standortregionenvorschlags werden daher die Antragsunterlagen für die entsprechenden Genehmigungen und Erlaubnisse vorbereitet. Generalisierte Genehmigungsunterlagen werden bereits im Vorfeld mit Schritt 2 der Phase I erstellt.
- Die Einreichung der Antragsunterlagen geschieht mit der Veröffentlichung der Erkundungsprogramme im Bundesanzeiger.
- Es wird davon ausgegangen, dass für die 2D- und 3D-seismischen Messungen auf Grund der zeitlichen Staffelung und der variierenden räumlichen Ausdehnung getrennt Genehmigungen nach BBergG eingeholt werden müssen. Mögliches Optimierungspotenzial ergibt sich ggf. aus dem derzeit laufenden BGE-internen Projekt „Genehmigungsstrategie für die übertägige Erkundung“. Der Zeitraum für die Genehmigung einer vorgeschalteten 2D-Seismik wird mit vier bis sechs Monaten angenommen, der für die 3D-Seismik mit 12 Monaten.
- Einige der durchzuführenden Arbeiten sind an Jahreszeiten gebunden, da gemäß § 39 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) ein beeinträchtigender Eingriff zum Schutz wildlebender Tiere und Pflanzen untersagt ist. So sollte z. B. die seismische Datenakquisition außerhalb urbaner Bereiche nur im Winterhalbjahr von Oktober bis März bzw. bei Brachlage landwirtschaftlich genutzter Flächen und außerhalb der Schonungszeiten der meisten Tiere durchgeführt werden, während Aero-Geophysik und Bohrarbeiten i. d. R. ganzjährig durchgeführt werden können.
- Vor Beginn der Feldarbeiten ist davon auszugehen, dass eine spezifische artenschutzrechtliche Prüfung durchzuführen ist. Diese erfasst die in der Region lebende und schützenswerte Fauna und Flora über einen Jahreszyklus und dauert daher 12 Monate.

- Die Erkundungsbedarfe werden hinsichtlich ihrer Relevanz priorisiert. Soweit dies eine Staffelung der Erkundungsprogramme ermöglicht, werden diese gestaffelt durchgeführt, so dass bei einer grundsätzlichen Erkenntnis der Nichteignung (entsprechend §§ 22 und 23 StandAG) einer Standortregion das Erkundungsprogramm abgebrochen werden kann.
- Genehmigungen und erforderliche Erlaubnisse für Betretungsrechte liegen für die erste Erkundungskampagne bzw. die ersten beiden Standortregionen spätestens 12 Monate nach Festlegung der Standortregionen und der übertägigen Erkundungsprogramme vor. Für die folgenden Erkundungskampagnen werden die Genehmigungsunterlagen ebenfalls mit Bekanntgabe der standortbezogenen Erkundungsprogramme im Bundesanzeiger eingereicht, so dass davon ausgegangen wird, dass die Genehmigungen zum geplanten Zeitpunkt des Starts der Erkundungen für die jeweilige Standortregion vorliegen.
- Es wird angenommen, dass Genehmigungen ohne Verfahrensverzögerungen durch z. B. Widersprüche oder Klagen erfolgen.
- Regionsspezifische Besonderheiten, die zeitliche Auswirkungen auf die Erkundungstätigkeiten haben, können nicht berücksichtigt werden (z. B. geschützte Tier- oder Pflanzenarten, besonders niedrige Immissionsgrenzwerte)

3. Weitere Planungsprämissen

- Die inhaltlichen Ziele und Vorgaben bleiben im gesamten Verfahren gleich.
- Erkundungstätigkeiten verlaufen gemäß den geschätzten Zeiträumen ohne gravierende Havarien und Behinderungen.
- Erkundungsziele werden durch die durchgeführten übertägigen Erkundungsmaßnahmen grundsätzlich erreicht.
- Die Entwicklung der Methode für die Durchführung der wvSU auf Basis der Erkundungsergebnisse liegt frühestens acht Monate nach Beginn der Erkundungstätigkeiten vor,
 - ist StandAG konform und
 - grundsätzlich in der Fachöffentlichkeit akzeptiert.
- Die Durchführung der wvSU erfolgt parallel zu den übertägigen Erkundungstätigkeiten. Der Zeitbedarf steht in direkter Abhängigkeit zu der Vorlage der Ergebnisse aus den übertägigen Erkundungen. Die Erkundungsphasen der einzelnen Kampagnen variieren leicht und dauern durchschnittlich vermutlich etwa 30 Monate.
- Die Anwendung der AK und MA erfolgt parallel zur Durchführung der wvSU.
- Die Anwendung der geoWK und Ermittlung günstiger Standorte für die untertägige Erkundung erfolgt auf Basis der Ergebnisse der wvSU in einem Zeitraum von sechs Monaten nach Abschluss der wvSU.
- Die ggf. weiterentwickelte Methode zur Anwendung der geoWK im Rahmen der Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung ist
 - StandAG konform und

- wird grundsätzlich in der Fachöffentlichkeit akzeptiert.
- Die Anwendung der planWK nach Maßgabe von § 25 StandAG erfolgt auf Basis der Ergebnisse der geoWK in einem Zeitraum von drei Monaten.
- Die ggf. weiterentwickelte Methode zur Anwendung der planWK im Rahmen der Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung ist
 - StandAG konform und
 - wird grundsätzlich in der Fachöffentlichkeit akzeptiert.
- Die Vorgehensweise zur Durchführung der sozioökonomischen Potentialanalysen ist seitens des BASE und in der Fachöffentlichkeit grundsätzlich akzeptiert.
- Die Anforderungen des BASE für die Prüfung des Vorschlags für die untertägige Erkundung sind grundsätzlich abgestimmt.
- Seitens der BGE wird von keiner Zuarbeit zu den durch das BASE durchzuführenden strategischen Umweltprüfungen ausgegangen.
- Der Aufwand für die BGE-seitige Information im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung beschränkt sich auf die gesetzlich vorgesehenen Formate und Zeiträume.

3.2 Zeitschätzung – Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung

Für die Ermittlung eines Vorschlags von Standorten für die untertägige Erkundung, werden gemäß § 16 StandAG wvSU in den Standortregionen auf Basis der übertägigen Erkundungsergebnisse durchgeführt und mittels der Kriterien und Mindestanforderungen (§§ 22 bis 24 StandAG) günstige Standorte für die untertägige Erkundung ermittelt.

Die Methodenentwicklung für die Durchführung der wvSU erfolgt frühzeitig und wird nach derzeitiger Annahme frühestens 11 Monate nach Beginn der übertägigen Erkundungen abgeschlossen sein, woraufhin die Durchführung der wvSU direkt nach Vorlage der Ergebnisse aus den Erkundungsarbeiten in den entsprechenden Standortregionen starten kann. Der Zeitbedarf für die Durchführung der wvSU in zehn Standortregionen hängt maßgeblich von der Vorlage der Erkundungsergebnisse ab und kann deshalb nicht in Gänze abgeschätzt werden. Je nach Zusammensetzung der Standortregionen der Erkundungskampagnen, wird ein durchschnittlicher Zeitbedarf von 30 Monaten angenommen.

3.2.1 Zeitbedarf pro Standortregion

Für die Abschätzung des Zeitbedarfes der übertägigen Erkundungen müssen für die jeweiligen Erkundungsaktivitäten, neben der Durchführung an sich, auch die vorgelagerten Genehmigungsverfahren, das nachgelagerte Processing sowie die Analyse und Interpretation der Daten betrachtet werden. Daraus und aus den o. g. Ausführungen zu einer vorgeschalteten 2D-Seismik bei acht von zehn Standortregionen ergeben sich im Grundsatz zwei mögliche übertägige Erkundungsvarianten des Ablaufs der übertägigen Erkundungskampagnen:

- Übertägige Erkundungsvariante 1: Erkundung ohne vorgeschaltete 2D-Seismik vor der 3D-Seismik

- Übertägige Erkundungsvariante 2: Erkundung mit vorgeschalteter 2D-Seismik vor der 3D-Seismik

Für die beiden übertägigen Erkundungsvarianten ergeben sich die in Tabelle 1 genannten Arbeitsschritte und auf Grundlage der o. g. Prämissen und genehmigungsrechtlichen Vorgaben die ebenda genannten Zeitschätzungen.

Die hier gemachten Angaben beruhen auf den persönlichen Erfahrungen der BGE-Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus der Rohstoff- und der Erdöl- und Erdgasexploration sowie aus der Mitwirkung bei der Erkundung für der Schweizer Endlagerstandortsuche. Des Weiteren wird auf die vorliegenden Vorabinformationen der laufenden Marktrecherche und auf die Expertise externer Berater zurückgegriffen.

Tabelle 1: *Darstellung der geschätzten Zeitbedarfe pro Standortregion für die Umsetzung möglicher Erkundungsaktivitäten für die zwei möglichen übertägigen Erkundungsvarianten*

Arbeitsschritt	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 1	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 2
Gesamtzeitbedarf pro Standortregion	86 Monate	99 Monate
Vorbereitende Untersuchungen in den Standortregionen • Durchführung von spezifischen artenschutzrechtlichen Prüfungen • Vorortbegehungen für Planungen der Messkampagnen • Erstellung von hydrogeologischen Gutachten	15 Monate	15 Monate
Erlangung von ersten Genehmigungen und Erstellung von vorläufigen geologischen Modellen in den Standortregionen – Übertägige Erkundungs <u>variante 1</u> : • 2D Seismik Reprocessing mit Zeit- und Tiefenprocessing und Interpretation • 3D Aero-Geophysik mit Surveydesign, Messung, Auswertung und Interpretation	6 Monate	

Arbeitsschritt	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 1	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 2
Erlangung von ersten Genehmigungen und Erstellung von vorläufigen geologischen Modellen in den Standortregionen – Übertägige Erkundungsvariante 2: 2D-Seismik mit Genehmigung, Surveydesign, Mobilisierung, Sprengbohrungen, Einmessungen, Receiverauslegung, Messdurchführung, Demobilisierung, Schadensaufnahme und Schadensausgleich, Messdatenzusammenstellung und Übergabe, Zeit- und Tiefenprocessing und Interpretation 3D-Aero-Geophysik mit Genehmigung, Surveydesign, Messung, Auswertung und Interpretation		29 Monate
3D-Seismik: Aquisition inkl. Genehmigungen und Durchführung in den Standortregionen - Bergrechtliche Genehmigungen und Permitting 3D-Surveydesign - Seismische Messung mit Mobilisierung, Sprengbohrungen, Einmessungen, Receiverauslegung, Messdurchführung, Demobilisierung, Messdatenzusammenstellung und Übergabe - Schadensregulierung mit Schadensaufnahme und Schadensausgleich	30 Monate	30 Monate
3D-Seismik: Auswertung - Zeitprocessing - Interpretation - Ermittlung von Bohransatzpunkt(en)	12 Monate	12 Monate

Arbeitsschritt	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 1	Geschätzter Zeitbedarf pro Standortregion übertägige Erkundung Variante 2
Vorbereitung und Durchführung von Bohrungen inkl. Genehmigungen in den Standortregionen - Bergrechtliche Genehmigung und Permitting - Bohrung A, Bohrung B, Bohrung C jeweils mit Bohrplatzeinrichtung, Drilling, Bohrlochgeophysik, Bohrkernansprache, lithologische und stratigraphische Auswertung, VSP-Messung, Gebirgsmechanische und hydraulische Tests, Einrichtung des Langzeitmonitorings, Rückbau und Renaturierung	31 Monate	31 Monate
Laboruntersuchungen im Rahmen der Bohrungen - Gesteinsmechanische Untersuchungen - Hydraulische Untersuchungen - Mineralogische Untersuchungen - Geochemische Untersuchungen	11 Monate	11 Monate
3D Seismik: Tiefenprocessing - Anisotropes Tiefenprocessing - Seismische Interpretation - Bildung eines geologischen Modells je Standortregion	11 Monate	11 Monate
Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung - Anwendung der wvSU - Anwendung der AK, MA und geoWK - Anwendung der planWK - Zusammenstellung von Einzel- und Gesamtberichten - Überführung aller Dokumente in ein Langzeitarchiv	14 Monate	14 Monate

3.2.2 Zeitbedarf gem. Planungsprämissen

Wie in Kapitel 3.1 erwähnt, ist einerseits eine parallele 3D-seismische Erkundung auf zwei Standortregionen möglich. Andererseits soll außer bei zwei Standortregionen im Tongestein eine 2D-seismische Messung der 3D-Seismik vorgeschaltet werden, um auf dieser Grundlage das Survey Design für die 3D-Seismik zu planen. Es ist daher geplant, mit den 3D-seismischen Erkundungen in zwei Tongestein-Standortregionen zu starten. Parallel wird an zwei weiteren Standortregionen die 2D-Seismik durchgeführt, um dann für diese Regionen das 3D-Seismik Survey Design planen zu können. Durch diese Staffelung wird erreicht, dass in jeder „Mess-Saison“ (Winterhalbjahr von Oktober bis März, siehe „Genehmigungsrechtliche Vorgaben“ Kapitel 3.1) seismische Messungen stattfinden und kein Leerlauf entsteht. Dies wird bis zur zehnten Standortregion fortgesetzt.

Des Weiteren muss bei der zeitlichen Planung berücksichtigt werden, dass die durchzuführenden Erkundungsaktivitäten einander bedingen, d. h., dass die Wahl der Bohransatzpunkte wesentlich von den Ergebnissen der oberflächengeophysikalischen Erkundung abhängig sein kann, wodurch sich der Gesamtzeitbedarf für die Durchführung der Erkundungsaktivitäten nicht aus einer Parallelität ergibt, sondern teils seriell in der Umsetzung erfolgen sollte. Dies hängt jeweils stark von dem existierenden Erkundungsstand ab.

Für die beiden möglichen übertägigen Erkundungsvarianten (mit und ohne vorgeschaltete 2D-Seismik) ergeben sich folgende Zeitbedarfe:

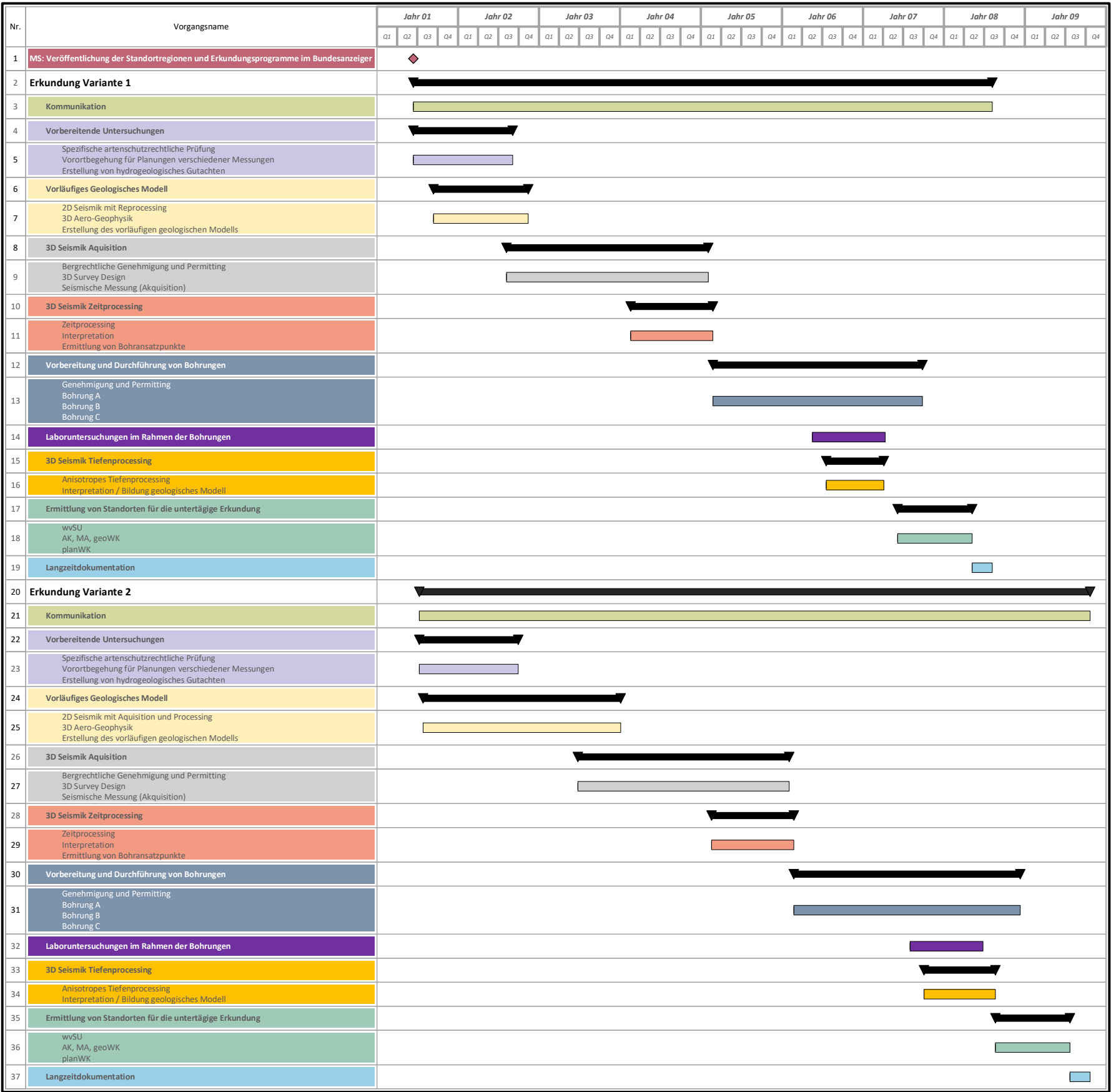


Abbildung 2: Zeitschätzung übertägige Erkundung für die Erkundungsvarianten 1 und 2 gemäß § 16 StandAG mittels Oberflächengeophysik und Bohrungen

ENTWURF



3.2.3 Mögliche Varianzen im Zeitbedarf / Beschleunigungsspotenzial

Bei dem o. g. Zeitbedarf gemäß den Planungsprämissen wird davon ausgegangen, dass die genannten oberflächengeophysikalischen Methoden ohne Staffelung wie genannt ausgeführt werden und das drei Bohrungen pro Standortregion abgeteuft werden.

Priorisierung der Erkundungsbedarfe

Mögliche Varianzen ergeben sich aus der Priorisierung von Erkundungsbedarfen, die sich wiederum aus der Bewertung der Relevanz der geoWK im Rahmen der rvSU ergeben. Diese können ggf. dazu führen, dass es Erkundungsbedarfe gibt, die mit relativ geringem Erkundungsaufwand gedeckt werden können und, je nach Ergebnis, zu einer Neueinstufung (Zuordnung zu Gebiet der Kategorie B oder C) führen. In diesem Fall würde man mit einem reduzierten ersten Erkundungsschritt in einem stufenweise angelegten Verfahren Zeit sparen. Im Fall der Bestätigung der Eignung würden die weiteren Stufen des Erkundungsprogramms durchgeführt werden. Dies könnte dann eine Verlängerung der übertägigen Erkundung gegenüber einer von Beginn an vollumfänglichen Erkundungskampagne zur Folge haben. Eine solche Staffelung kann daher nur zum Tragen kommen, wenn die Wahrscheinlichkeit eines vorzeitigen Abbruchs sehr hoch ist. In diesem Falle ist der Vorteil der gestaffelten Vorgehensweise, dass es eine zeitoptimierte und ressourcenschonende Erkundungskampagne darstellt.

Gute Datenlage

Des Weiteren kann die vorhandene Datenlage so gut sein, dass der Erkundungsaufwand verringert werden kann. Wenn z. B. bereits eine 3D-Seismik und Bohrungen vorhanden sind, kann evtl. ganz auf die Oberflächengeophysik verzichtet werden und nur ein Re-Processing und neue Bohrungen anhand der gegenüber den bisherigen Erkundungen veränderten Suchkriterien notwendig sein.

Die zeitlichen Auswirkungen einer Staffelung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Mögliche Varianzen im Zeitbedarf für die übertägigen Erkundungen auf Grund veränderter Planungsprämissen

	Beschreibung	Verlängerung pro Standortregion	Verkürzung pro Standortregion
1	Staffelung auf Grund Priorisierung der Erkundungsbedarfe führt zu vorzeitigem Abbruch		12 – 30 Monate
2	Staffelung auf Grund Priorisierung der Erkundungsbedarfe führt nicht zu vorzeitigem Abbruch	6 – 12 Monate	
3	Verringerung des Erkundungsbedarfes auf Grund vorhandener Datenlage		6 – 30 Monate
4	Standortregion ist deutlich größer als in den Planungsprämissen vorgesehen	12 – 36 Monate	

Die genannten zeitlichen Varianzen werden aktuell im BGE-internen Projekt „Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme anhand von Beispielen“ konkretisiert. Dabei werden günstige und weniger günstige Szenarien erarbeitet um die möglichen Terminrisiken einschätzen zu können.

Bewertungsrelevanz

Wie in Kapitel 5 beschrieben besteht des Weiteren die Möglichkeit der Reduzierung der Erkundungsprogramme, wenn die Standortregionen zunächst nicht in ihrer absoluten Eignung zu bewerten sind, sondern relativ im Vergleich zu den anderen Regionen, um auf diese Weise immer nach den „besseren“ zu suchen. In diesem Fall steht die Ausgestaltung der übertägigen Erkundungen in direkter Wechselwirkung zu den untertägigen Erkundungen. Die notwendige Detailtiefe hinsichtlich absoluter Eignung würde dann in Phase III erfolgen. Auch in diesem Fall wäre die Reduzierung von 3D-Seismik auf 2D-Linien denkbar und könnte im Rahmen der Erarbeitung der übertägigen Erkundungsprogramme und der Bildung von Szenarien hinsichtlich des Optimierungspotentials geprüft werden.

Gestaffelte Erkundung

Die gestaffelte Erkundung beinhaltet eine situative und gestaffelte Ausgestaltung der Erkundungsprogramme. Der Anspruch einer einheitlichen übertägigen Erkundung in jeder Standortregion ist nicht zielführend und sollte an den entsprechenden Erkundungsbedarf mit Blick auf die wvSU ausgerichtet sein. Das bedeutet, dass die Erkundungen in einer Standortregion eingestellt werden, sollten sich eindeutige Erkenntnisse bereits während der Erkundung zeigen, dass eine Eignung nicht erreicht werden kann.

Diese Vorgehensweise erfordert eine Festlegung entsprechender Signifikanzgrenzen bzw. Abbruchkriterien im Vorhinein.

Genehmigungsrechtliches Beschleunigungspotenzial

1. Ein stark zeitverzögernder Faktor ist die Tatsache, dass sich nach § 39 BNatSchG die Messzeiten für die seismischen Erkundungen auf die Wintermonate von Oktober bis März beschränken. Derzeit wird eine Initiative vom Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (Fraunhofer-IEG) gemeinsam mit dem Bundesverband Geothermie zur Änderung des BNatSchG vorbereitet mit dem Ziel, ganzjährige seismische Messungen zu ermöglichen. Wenn die BGE sich an dieser Initiative beteiligt, würde das dem Vorhaben deutlich mehr Gewicht verleihen und die Aussicht auf Erfolg verbessern. Entsprechende Gespräche sind gestartet worden.
2. Nach derzeitigem Kenntnisstand und Stellungnahme des Rechtsbereiches der BGE können die Genehmigungsunterlagen nach BBergG für die übertägigen Erkundungen frühestens mit der Festsetzung der Standortregionen durch Bundesgesetz und Bekanntgabe der standortbezogenen Erkundungsprogramme im Bundesanzeiger eingereicht werden. Neben dem bereits in Kapitel 4.1 angenommen Start der Genehmigungsplanungen noch vor Festlegung der übertägig zu erkundenden Standortregionen könnte mit der Festlegung der Standortregionen eine grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit beschieden werden.

3. Weiteres zeitliches Einsparpotenzial ergäbe sich aus der Möglichkeit, die spezifische artenschutzrechtliche Prüfung in den vorgeschlagenen Standortregionen bereits mit Einreichung des Standortregionenvorschlags nach § 14 StandAG beginnen zu dürfen. Die Durchführung der saP bedarf lediglich eines geringen und kaum merklichen Aufwandes in der jeweiligen Region, bremst jedoch alle weiteren Arbeiten um ein ganzes Jahr, wenn damit erst nach Festsetzung der Standortregionen per Bundesgesetz nach § 15 StandAG begonnen werden kann. Wenn dies bereits in der Prüfungs- und Anhörungsperiode geschehen könnte, brächte dies eine Zeitersparnis von einem Jahr. Sollten sich in der Prüfungs- und Anhörungsperiode Änderungen bei der Wahl der Standortregionen ergeben, so sind die getätigten Arbeiten zur saP ggf. anzupassen oder zu verwerfen.

Early Contractor Involvement

Prof. Florian Amann von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, der als externer Berater eingebunden ist, empfiehlt:

„Im Hinblick auf die typischen geologischen und bautechnischen Unsicherheiten wäre es sinnvoll, die Vorteile eines frühen „Early Contractor Involvement“ zu prüfen. Viele Großprojekte in Europa werden heute schon mit diesem Modell abgewickelt. Die frühe Einbindung von Unternehmen auch in den Planungsprozess minimiert die Gefahr von Nachträgen und zeitraubenden Auseinandersetzungen und eröffnet früh alternative Lösungswege, die durch reguläre Verfahren erst spät in Form von Unternehmervarianten oder Unternehmerkonzepten einfließen. Zudem ermöglicht eine frühe Einbindung einen rechtzeitigen Ausbau von Kapazitäten.“

Im Kern geht es bei early contractor involvement darum, frühzeitig eine Projektgesellschaft mit potentiellen Auftragnehmern für die Durchführung der Erkundungsaktivitäten der BGE zu gründen, damit diese gemeinsam die Planungen erarbeiten und bei der späteren Durchführung gemeinsam von den Erfolgen (Zeitersparnissen) profitieren und gemeinsam die Misserfolge (Verzögerungen) tragen. Der Vorteil und die potenzielle Verkürzung von Realisierungszeiträumen ergibt sich aus einem zu regelnden Bonus-Malus System, welches für diese Vertragskonstellation entwickelt und geprüft wird.

Anzahl der Standortregionen

Die Reduzierung der Anzahl der Standortregionen beispielsweise auf sechs Stück, würde die Dauer der Phase II um vier Jahre auf sieben Jahre verkürzen. Umgekehrt würde die Erhöhung der Anzahl der Standortregionen um jeweils zwei Standortregionen die Phase II um jeweils zwei Jahre verlängern.

3.2.4 Terminführender Pfad

Für die Arbeiten im Zuge der übertägigen Erkundung und Ermittlung eines Vorschlags für die untertägige Erkundung ist die übertägige Erkundung der derzeit angenommen zehn Standortregionen terminführend (vgl. Abbildung 3). Die bisherigen Annahmen zur Ausgestaltung der übertägigen Erkundungsprogramme und die derzeitige zu Grunde gelegte Marktverfügbarkeit bestimmen die geschätzten Zeitbedarfe. Eine parallele Erkundung in etwa zwei Teilgebieten je Erkundungskampagne stellt dabei bereits ein optimiertes Vorgehen dar und lässt aufgrund der limitierten Marktverfügbarkeit

nur eine geringe zeitliche Überschneidung der Erkundungsarbeiten unterschiedlicher Kampagnen zu.

Neben der Marktverfügbarkeit für die Durchführung der übertägigen Erkundungen sind auch die benötigten Genehmigungen, Erlaubnisse und Betretungsrechte von terminführender Relevanz, insbesondere für die erste Erkundungskampagne. Aus diesem Grund wurde bereits ein internes Projekt zur Erarbeitung einer Genehmigungsstrategie mit Blick auf die Erkundungen im Standortauswahlverfahren gestartet (siehe Kapitel 4.2).

3.3 Zeitliche Risiken und Chancen der Übertägigen Erkundung

Für die Zeitschätzung der übertägigen Erkundung in Phase II des Standortauswahlverfahrens wurden bereits erste übergeordnete Risiken durch die BGE identifiziert, bewertet und mitsamt entwickelter Kompensationsmaßnahmen in das Risikomanagement der BGE aufgenommen.

Die nachfolgende Tabelle 3 stellt die wesentlichen identifizierten zeitlichen Risiken sowie durchzuführende bzw. bereits in der aktiven Durchführung befindliche Maßnahmen zur Verringerung der Risiken dar.

Tabelle 3: *Bereits identifizierte zeitliche Risiken mit Blick auf die übertägigen Erkundungen in Phase II des Standortauswahlverfahrens*

Risikobeschreibung	Maßnahme zur Verringerung des Risikos
Mögliche Verzögerungen bei der Erteilung von Genehmigungen nach BBergG	Eine verzögerte Erteilung von Genehmigungen ist auf jeden Fall zu verhindern. Konkrete Maßnahmen dazu beinhalten: - Vorbereitende und klärende Gespräche mit dem BASE und den Landesbergämtern sowie lokalen Bergämtern und weiteren Behörden die für weitere mögliche Genehmigungen verantwortlich sind. - Eine klare Definition der Genehmigungsbedarfe. Hierzu hat bereits eine BGE-interne Initiative zur Definition der Genehmigungsbedarfe unter Einbindung der Abteilung Vorhabensmanagement des Bereiches Standortauswahl, des Projekts Konrad, und des Projekts Asse begonnen, in der alle Erlaubnisse und genehmigungstechnischen Aspekte geklärt und definiert werden. - Eine Erarbeitung einer „Genehmigungs-Toolbox“, die für alle möglichen Vorhaben relevante Dokumente wie z. B. Vorhabensbeschreibungen für Betriebspläne etc. bereitstellt.
Zeitliche Verzögerungen aufgrund von Konfliktschlichtungen mit Bürger*innen, die von den Erkundungsmaßnahmen der BGE betroffen sind	Da solche Behinderungen u. U. in einem gewissen Masse erwartet werden müssen, sollte der Einfluss solcher Maßnahmen durch eine geeignete Kommunikationsstrategie zusammen mit dem Bereich UKÖ limitiert und abgedeckt werden. Eine solche Kommunikationsstrategie ist essentiell für einen offenen Dialog mit Behörden und der Öffentlichkeit.

Risikobeschreibung	Maßnahme zur Verringerung des Risikos
Engpässe in Explorations- und Drilling-Kapazitäten: Die Standorterkundung nach StandAG stellt eine Bedarfsspitze über einen aus unternehmerischer Sicht relativ geringen Zeitraum dar. Daher kann es zu Engpässen in der Verfügbarkeit von Kapazitäten kommen.	Der Markt für Explorations- und Bohrkapazitäten befindet sich seit Jahren in einem Schrumpfungsprozess. Dies liegt an der maturen Ausbildung des hiesigen Öl- und Gaskmarktes, der sich in der Endphase der Aufsuchungs- und Förderoperationen befindet. Die Diskussion um den Klimawandel und das teilweise negative Image der Erdöl-/ Erdgas-Industrie verstärkt diesen Prozess. So hat bspw. ExxonMobil seine Bohrabteilung geschlossen, WintershallDea ist dabei, nicht-wirtschaftliche deutsche Assets zu verkaufen und die Servicefirmen (Schlumberger, Halliburton, Baker, Weatherford u. a.) haben bereits große Teile des Personals und des Maschinenparks nach Rumänien verlagert. In der Seismik-Industrie hält dieser Prozess auch seit geraumer Zeit an. Schlumberger und CGG – zwei große Firmen der Branche – haben ihre Data Acquisition Division jeweils komplett abgestoßen. Die Abteilung Erkundung des Bereichs Standortauswahl hat zur Bewertung dieser Situation eine umfassende Marktrecherche angestoßen, um die Situation für alle benötigten Verfahren und Services für die Bereiche Geophysik und Bohrtechnik zu klären. Eine Berücksichtigung der aktuellen Entwicklungen im Bereich der Energieversorgung steht dabei noch aus.
Bei einzelnen Arbeiten (wie z. B. hydraulische Testarbeiten im Bohrloch) bestehen bereits heute starke Limitierungen.	Für die hydraulischen Testarbeiten im offenen Bohrloch sind weltweit nur wenige Firmen bekannt, die diese Arbeiten durchführen können und den technischen und Qualitätsanforderungen der Endlagerthematik gerecht werden. Eine geeignete Maßnahme könnte sein, für diese wichtigen Arbeiten eigene hausinterne Kapazitäten aufzubauen, die einen solchen Engpass verhindert. Mit einem solchen Personal-, Technik- und Wissensaufbau sollte spätestens in 2023 begonnen werden.
Die Größe der Standortregionen wird sich auf den benötigten Zeitbedarf der Seismik auswirken.	Kleinere Flächenänderungen werden nur geringe Auswirkungen auf die Dauer der Messkampagnen haben. Bei größeren Änderungen kann ein Einfluss beim Permitting sichtbar sein (weniger Grundbesitzer und weniger Betretungserlaubnisse). Außerdem können Messscrews (Personal und Technik) verkleinert werden, wodurch Kapazitäten für weitere Standortregionen gegeben sein könnten.

Risikobeschreibung	Maßnahme zur Verringerung des Risikos
Aus Erfahrungswerten der Industrie und eigener BGE-interner Erfahrung aus dem Projekt Asse kann es beim Prozessieren 3D-seismischer Daten zu erheblichen Verzögerungen (0,5 bis 1 Jahr pro Standortregion) kommen	Dieses Risiko ist als sehr real anzusehen und es gibt so gut wie keine Maßnahmen zu einer substantiellen Reduzierung des Risikos: • Eine hausinterne Durchführung solcher Prozessierungsarbeiten ist unrealistisch, da das notwendige Personal fehlt und nicht so schnell aufgebaut werden kann. Auch aus Transparenzgründen sollte darauf verzichtet werden. • Eine doppelte Vergabe der Arbeiten an zwei Firmen ist aus Kostengründen nicht vertretbar. Außerdem wird es nicht genügend Firmen geben, die dies parallel für jeweils drei Standortregionen pro Kampagne durchführen können. • BGE bestellte Consultants, die die Arbeiten in den Processing-Häusern begleiten, stellen eine gangbaren Alternative dar, wobei geklärt werden muss, ob dafür auch genügend externes Personal zur Verfügung steht (Marktrecherche). • Zusätzlich arbeitet die Abteilung Erkundung bereits an Qualitätskontrollmechanismen, die die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Risikos verringern sollen.
Fehlende oder auslaufende Genehmigungen (§ 16 StandAG)	Durch organisatorischen Maßnahmen innerhalb der BGE ist sicherzustellen, dass der Genehmigungsbedarf rechtzeitig und vollständig identifiziert wird. Der Zeitrahmen für zeitlich befristete Genehmigungen sollte so groß wie möglich bemessen werden.
Einholen von Nutzungs- und Betretungsrechten von Grundeigentümern (Permitting) für übertägige Erkundung dauert zu lange	Nach Bekanntgabe der Vorschläge für die Standortregionen werden die Betroffenen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit über das weitere Vorgehen informiert.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3 erwähnt, stellt die Erhöhung der Anzahl der Standortregionen ein Risiko dar, welches die Dauer der übertägigen Erkundung um mindestens zwei Jahre für jeweils zwei Standortregionen erhöht.

Ein derart komplexer Prozess wie die beschriebene Erkundung mittels bodengestützter Seismik, überfliegender elektromagnetischer Verfahren und Tiefbohrungen bietet natürlich viele Ansatzpunkte und Chancen, um die angenommen Zeiten zu optimieren und reduzieren. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über mögliche Chancen zur Reduzierung der Zeiten:

Tabelle 4: Chancen zur Optimierung der Dauer der übertägigen Erkundung in Phase II

Chancenbeschreibung	Maßnahme zur Nutzung der Chance
Erhöhte Zeiteinsparungen durch paralleles Arbeiten an mehreren Standorten	Das zeitgleich angenommene Arbeiten an zwei Standortregionen stellt eine signifikante, aber realistische – weil durch Markt- und Industriekapazitäten hervorgerufene – Einschränkung dar. Ein paralleles Arbeiten an mehr als den angenommenen zwei Standorten würde zwangsläufig zu erheblichen Zeitersparungen führen.
Reduzierung der Anzahl der einzelnen Standortregionen	Jede Reduzierung der Gesamtzahl der zu erkundenden Standortregionen bringt eine deutliche Reduzierung des benötigten Zeitbedarfes mit sich.
Einfluss von modernsten neuartigen Technologien auf die Zeitigkeiten	Der Einfluss modernster technologischer Methoden und Geräte auf die Dauer der einzelnen Arbeitsschritte ist unbestritten. Die Weiterentwicklung, Automatisierung sowie Digitalisierung von seismischen Methoden, Processing- und Interpretationsmethoden, übertägigen Bohranlagen sowie Bohr- und Kernmethoden kann daher einen deutlichen Einfluss auf die benötigten Zeiten haben. Forschungsprojekte wie GeoMetEr und GeoLaB lassen hier einen positiven Beitrag zur technischen Weiterentwicklung erwarten.
Änderung von signifikanten Planungsprämissen	Die Planungsprämissen in Kapitel 4.1 basieren auf z. Zt. gültigen und logischen Annahmen (z. B. Wirtsgesteine, zu messende Flächen, Anzahl der Bohrungen pro Standortregion). Hier könnten die Bedarfe auch steigen, was eine Verlängerung der benötigten Zeiten bedeuten würde. Da aber von konservativen Werten ausgegangen wurde, ist eine Reduzierung der Annahmen möglich, was eine Verkürzung der benötigten Zeiten bedeuten würde.
Einsatz mehrerer Bohranlagen bei der bohrtechnischen Erkundung	Bei der bohrtechnischen Erkundung wird von maximal sechs Bohranlagen als Zielgröße ausgegangen. Hier könnte über den Einsatz weiterer Bohranlagen nachgedacht werden, um den Prozess weiter zu beschleunigen. Bei einer langfristigen Planung und frühzeitigen Entscheidung über die Beschaffung und/oder Bindung weiterer Kapazitäten erscheint das als möglich.
Optimierung durch „Early Contractor Involvement“	Durch eine frühzeitige Involvierung von Key-Kontraktoren könnte eine weitere Optimierung der angenommenen Zeiten durch Maximierung von Ressourcen (Geräte und Personal) erzielt werden. Dies muss im Hinblick auf den angenommenen Zeitrahmen in der näheren Zukunft (vier bis fünf Jahre von heute) als gut möglich angesehen werden. Des Weiteren kann „Early Contractor Involvement“ zu erheblichen Reduzierungen vertragsrechtlicher Komplikationen bei der Umsetzung von Erkundungsvorhaben führen, welche wiederum einen starken zeitlichen Einspareffekt haben können.

ENTWURF

4 Zeitschätzung Phase III – Untertägige Erkundung

Die untertägige Erkundung gemäß § 18 StandAG erfolgt auf Basis der gesetzlich festgelegten Standorte und standortbezogenen Erkundungsprogramme. Ziel der untertägigen Erkundung ist der Nachweis der Eignung des Standortes als Endlager. Bei der untertägigen Erkundung werden alle Parameter untersucht, die

- gemäß vvSU und mit Blick auf die uvSU erhoben werden müssen und
- mit der übertägigen Erkundung nicht oder nicht hinreichend erkundet werden konnten.

Auf Grundlage der Ergebnisse der untertägigen Erkundung führt die BGE jeweils uvSU durch und erstellt die jeweiligen Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß § 6 UVPg.

Auf dieser Grundlage erfolgt die Ermittlung günstiger Standorte durch erneute Anwendung der gesetzlich festgelegten AK, MA, und geoWK. Die Anwendung der planWK erfolgt nach Maßgabe von § 25 StandAG. Die BGE übermittelt ihren Standortvorschlag inkl. Begründung und vergleichender Bewertung der zu betrachtenden Standorte dem BASE.

4.1 Varianten der untertägigen Erkundung

Die untertägige Erkundung erfolgt an mindestens zwei Standorten. Diese Zahl ergibt sich aus § 18 Abs. 3 StandAG, wonach die BGE im Ergebnis der untertägigen Erkundung eine vergleichende Bewertung der betrachteten Standorte durchzuführen hat. Die vorliegenden Zeitschätzungen der BGE gehen von zwei zu untersuchenden Standorten aus, die zeitlich annähernd parallel erkundet werden. Dies trifft auf beide unten genannten Varianten zu.

Mit Blick auf § 6 Abs. 4 Nr. 6 EndlSiUntV sind „*mögliche Maßnahmen zur Geringhaltung der Schädigung der wesentlichen Barrieren während der Erkundung, der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung des Endlagers*“ zu beachten, weshalb im Zuge der Erkundungen in Phase III des Standortauswahlverfahren von Erkundungsmethoden ausgegangen wird, welche

- die Standorte mit Blick auf die Durchführung der uvSU ausreichend erkunden
- einen optimierten Zeit- und Kostenrahmen ermöglichen und
- den Forderungen nach einer Geringhaltung der Schädigung des ewG ausreichend Rechnung tragen.

Für die untertägige Erkundung der festgelegten Standorte im Rahmen von § 18 StandAG kommen insgesamt zwei Varianten in Betracht, welche im Folgenden kurz erläutert werden. Im Hinblick auf den benötigten Zeitbedarf der einzelnen Stufen wird im nachfolgenden Kapitel eine grobe Abschätzung gegeben, die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokumentes mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

4.1.1 Untertägige Erkundungsvariante 1 – mittels Bohrungen

Die erste Variante für die untertägige Erkundung der festgelegten Standorte in Phase III geht von der Anwendung von Richtbohrtechnik aus. Die Richtbohrtechnik erlaubt eine gezielte Ablenkung von Bohrungen aus der Vertikalen, um, analog zu bergmännisch aufgefahrenen Strecken, das Gebirge in seiner lateralen Ausdehnung erschließen zu können.

Horizontalbohrungen im ewG könnten dabei möglichst entlang potentieller Strecken gebohrt werden, um so eine Schaffung von zusätzlichen Hohlräumen zu vermeiden. Die Bohrungen würden in weiten Bereichen gekernt und mit geophysikalischen und anderen Messmethoden vermessen werden, um die Erkundungsziele zu erfüllen.

Für die zeitliche Betrachtung werden folgende Annahmen getroffen:

- Zeitlich paralleles Abteufen von vier vertikalen Bohrungen inkl. Bohrlochmessungen
- Erstellung von jeweils zwei horizontalen Ablenkungen aus einer vertikalen Bohrung
- Kerngewinnung aus jedem Bohrloch
- Vertikale Teufe ca. 1.000 m, horizontale Länge jeweils 1.000 m
- Bohrlochmessungen und hydraulische Tests in horizontalen Bohrstrecken

Die zeitliche Betrachtung beginnt mit der Veröffentlichung der Standortentscheidung für die untertägige Erkundung. Auf Basis dieser Festlegung können sämtliche Tätigkeiten begonnen werden, für die der Standort bekannt sein muss. Für die weitere Betrachtung wird als Planungsprämisse von der zeitlich parallelen untertägigen Erkundung von zwei Standorten ausgegangen. In der Zeitabschätzung sind Randbedingungen, die zum heutigen Zeitpunkt nicht eingeschätzt werden können, nicht berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verfügbarkeit von ausführenden Firmen inklusive Geräten und Material, von Grundstücksrechten oder auch die Topographie, Genehmigungslage und politisch-wirtschaftliche Situation. Alle angegebenen zeitlichen Angaben basieren demzufolge auf einer günstig verlaufenden, unterbrechungsfreien Planungsphase und operativen Bauausführung.

Die Zeitbedarfe beginnen mit der Stufe 1, in der die Grundstücksrechte für vier Bohrplätze inklusive Zuwegungen je Standort eingeholt werden. Weiterhin erfolgt parallel dazu die Beantragung aller erforderlichen Genehmigungen. Dazu gehört beispielsweise die Erstellung von Betriebsplänen nach dem Bergrecht. Die Dauer dieser Vorgänge wird mit einem Jahr angenommen. Die Genehmigungen werden durch die jeweils vor Ort zuständigen Behörden erteilt, so dass Unterschiede im Genehmigungsverfahren zwischen den Bundesländern möglich sind.

Sobald die erforderliche Genehmigungslage geschaffen ist, kann mit der Stufe 2, dem parallelen Herrichten von vier Bohrplätzen und der erforderlichen Infrastruktur begonnen werden. Hierfür wird eine Dauer von einem halben Jahr angenommen.

In Stufe 3 erfolgt das Abteufen der Bohrungen und die Durchführung der Bohrlochmessungen und -tests. Es wird zunächst jeweils eine vertikale Bohrung abgeteuft und in ihr Bohrlochmessungen und -tests durchgeführt. Danach werden aus jeder vertikalen Bohrung jeweils insgesamt zwei horizontale Ablenkungen im zu erkundenden Gesteinskörper gebohrt. Dabei wechseln sich Phasen von Bohrtätigkeit und Messungen bzw. Tests ab. Die Dauer für diese, bei allen Bohrungen parallel stattfindenden Tätigkeiten wird auf zwei Jahre geschätzt.

In Stufe 4 erfolgt die finale Auswertung der gewonnenen Daten. Dabei wird angenommen, dass mit der Auswertung schon während Stufe 3 begonnen werden kann. Unter dieser Voraussetzung wird die Dauer von Stufe 4 auf ein halbes Jahr geschätzt.

Mit Abschluss des Erkundungsprogramms erfolgt in Stufe 5 eine anschließende ein- bis zweijährige Bewertungsphase, in der die uvSU, die Anwendung der Kriterien und Mindestanforderungen und eine abschließende vergleichende Bewertung vorgenommen werden, um den Meilenstein „Finale Standortentscheidung für Endlager“ zu erreichen.

Für die untertägige Erkundung mittels abgelenkter Bohrungen ergibt sich somit ein Zeitraum von fünf bis sechs Jahren. Die Zeitschätzung für diese Variante muss im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens durch technische Studien überarbeitet und genauer definiert werden.

Im beschriebenen Szenario werden circa 8 km horizontale Bohrstrecke für die untertägige Erkundung erstellt.

Tabelle 5: Stufen einer untertägigen Erkundung durch Abteufen von abgelenkten Bohrungen

Nr.	Stufe / Meilenstein	Annahme	Dauer
0	Meilenstein: Standortentscheidung für untertägige Erkundung		
1	Beantragung und Erteilung aller Genehmigungen (Erlaubnis, UVP, Rahmenbetriebsplan, Hauptbetriebsplan) und Beschaffung der Grundstücksrechte	Genehmigungsprozess erfolgt unterbrechungsfrei	1 Jahr
2	Herrichten der Bohrplätze und Zuwegung, Errichten der Infrastruktur (Energie, Wasser)	Keine behördlichen Einschränkungen	½ Jahr
3	Abteufen der Bohrungen, Bohrlochmessungen und Tests : 4 Bohrungen zeitlich parallel	1.000 m vertikale Bohrteufe, 8 x 1.000 m horizontale Bohrstrecke	2 Jahre
4	Auswertung der Messungen und Tests	Ergebnisse definieren weiteres Vorgehen	½ Jahr
5	uvSU, Anwendung der Kriterien und Mindestanforderungen und eine abschließende vergleichende Bewertung	Alle benötigten Parameter wurden ermittelt	1-2 Jahre
	Dauer der untertägigen Erkundung durch abgelenkte Bohrungen	Erkundung mittels Bohrkampagne	5-6 Jahre

Zwischen den Wirtsgesteinen wird nicht differenziert, da der wirtsgesteinsspezifische Unterschied im Bohrfortschritt in Relation zur Schätzgenauigkeit der Gesamtdauer zu vernachlässigen ist. Inwiefern diese Variante der untertägigen Erkundung für alle Wirtsgesteine gleichermaßen angewandt werden kann, muss ggf. Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Ebenso ausstehend ist eine Bewertung, inwieweit die Evaluierung des Deckgebirges und des ewG mit einer Kombination von Bohrtechnik sowie umfassenden Untersuchungen in und zwischen den Bohrlöchern möglich ist und mit den Ergebnissen eines abgeteufte Schachtes mit aufgefahrenen Strecken vergleichbar ist.

4.1.2 Untertägige Erkundungsvariante 2 – mittels Bergwerken

Eine weitere Variante der untertägigen Erkundung ist das Auffahren von Bergwerken, mit Hilfe derer umfangreiche Erkundungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Merkmal dieser Variante ist die Schaffung eines Zuganges von der Tagesoberfläche, um den zu untersuchenden Gebirgskörper vor Ort erkunden zu können. Neben kurzen Bohrwegen von unter Tage aus, besteht auch eine große Bandbreite an Untersuchungsmethoden. Ferner können die geschaffenen Tageszugänge und das Grubengebäude als Infrastruktur für das künftige Endlager verwendet werden.

Mit Blick auf den im StandAG vorgesehenen Vergleich ist bei dieser Variante der untertägigen Erkundung das Auffahren von mindestens zwei Bergwerken erforderlich. Dabei können die in Tabelle 6 dargestellten Stufen definiert werden. Neben den beschriebenen Tätigkeiten sind ebenso Annahmen gelistet, auf deren Basis in den drei Wirtsgesteinen der jeweilige Zeitbedarf abgeschätzt wurde. Diese Zeitbedarfe sind auf Grund der derzeitigen Unschärfe in ganzen Jahren formuliert. Die dargestellte Varianz charakterisiert die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Tabelle noch erhebliche Ungenauigkeit dieser Abschätzung. Detaillierte technische Studien werden in den nächsten Jahren notwendig sein, um hier zu fundierten und präziseren Aussagen und daraus folgenden Zeitabschätzungen zu kommen.

Die zeitliche Betrachtung beginnt mit der Veröffentlichung der Standortentscheidung für die untertägige Erkundung (Meilenstein). Auf Basis dieser Festlegung können sämtliche Tätigkeiten begonnen werden, für die der Standort bekannt sein muss. Für die weitere Betrachtung wird als Planungsprämisse (keine Vorfestlegung) von der zeitlich parallelen Einrichtung von zwei Erkundungsbergwerken ausgegangen. In der Zeitabschätzung sind Randbedingungen, die zum heutigen Zeitpunkt nicht eingeschätzt werden können nicht berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verfügbarkeit von ausführenden Firmen inklusive Geräten und Material, von Grundstücksrechten oder auch die Topographie, Genehmigungslage und politisch-wirtschaftliche Situation. Alle angegebenen zeitlichen Angaben basieren demzufolge auf einer optimal verlaufenden, unterbrechungsfreien Planungsphase und operativer Bauausführung.

Die Zeitbedarfe beginnen mit der Stufe 1, in der die Grundstücksrechte für das Bergwerk, sowie sämtliche dazugehörige Flächen, wie beispielsweise einer Abraumhalde, eingeholt werden. Zeitlich ausschlaggebend sind hier hauptsächlich die Besitzverhältnisse sowie darauf liegende Nutzungsrechte. Weiterhin erfolgt parallel dazu die Beantragung aller erforderlichen Genehmigungen. Dazu gehört beispielsweise die Erstellung von Betriebsplänen nach dem Bergrecht. Ebenso ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung zu erwarten. Für diese Arbeiten werden zwei bis drei Jahre angenommen. Die Genehmigungen werden durch die jeweils vor Ort zuständigen Behörden erteilt, so dass Unterschiede im Genehmigungsverfahren zwischen den Bundesländern möglich sind. In dieser Stufe sind die zeitlich primär beeinflussenden Faktoren unabhängig vom Wirtsgestein. Daher sind auch hier die Zeitangaben zwischen den Wirtsgesteinen identisch.

Sobald die erforderliche Genehmigungslage geschaffen ist, kann mit der Stufe 2, dem Herrichten des Geländes und der Erstellung der notwendigen obertägigen Einrichtungen für die Erkundung (Energie-, Wasserversorgung, Kauen etc.) begonnen werden. Dieser Bauabschnitt ist in sich nicht geschlossen. Bereits mit der Schaffung der Baufreiheit für den Schacht bzw. der Schachtvorbohrung und der Bereitstellung der dafür benötigten Infrastruktur kann in die Stufe 3 übergegangen werden.

Die finalen übertägigen Strukturen können dabei noch in der Planung oder im Bau befindlich sein, während die Abteufarbeiten beginnen.

In Stufe 3, dem Schachtbau, hängt das anzuwendende Abteufverfahren von der vorliegenden geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Situation sowie dem jeweiligen Wirtsgestein ab. Da an dieser Stelle noch keine Annahmen zum Abteufverfahren getroffen werden können, wurde der anzusetzende Zeitrahmen mit drei bis fünf Jahren für alle Wirtsgesteine entsprechend groß gewählt. Diese zeitliche Annahme gilt unter der Voraussetzung einer grundsätzlich günstigen Gesamtsituation des Gebirges sowie einer Schachtteufe von 1.000 m. Die Arbeitsschritte einer Vorerkundung mittels Bohrung, sowie der Einbau einer Schachtförderanlage und die Erstellung eines Füllortes sind hier mitberücksichtigt.

Mit der Schaffung eines Tageszugangs zum Gebirgskörper kann in Stufe 4 eine erste untertägige Erkundung im schachtnahen Umfeld erfolgen. Je nach Erkundungsprogramm wurden für alle Wirtsgesteine gleichermaßen bis zu zwei Jahre angenommen.

In Stufe 5 werden vom Schacht aus Strecken aufgefahren, inklusive dem notwendigen Ausbau und der Schaffung erforderlicher Infrastruktur (Laderäume, Bohrorte, Werkstätten, Energieversorgung etc.). Als Prämisse wird hier davon ausgegangen, dass der Ausbau der Strecken nicht endlagerfähig erfolgt. Der Zeitbedarf für diese Stufe ist vom Umfang des Erkundungsprogrammes und vom jeweiligen Wirtsgestein abhängig. Dies drückt sich im Zeitrahmen von zwei bis vier Jahren für die zunächst angenommenen 10 km Streckenauffahrung aus.

In Stufe 6 wird ausgehend von den in Stufe 5 aufgefahrenen Strecken der Gesteinskörper mit Hilfe von Untertagebohrungen erkundet. Es wird eine Gesamtbohrlänge von bis zu 20 km angenommen. Hiervon ausgehend wird die Dauer der untertägigen Erkundung wirtsgesteinsabhängig auf zwei bis vier Jahre geschätzt. Je nach Gestaltung des Grubengebäudes kann das untertägige Erkundungsprogramm bereits während der laufenden Arbeiten in Stufe 5 beginnen.

Mit Abschluss des Erkundungsprogramms erfolgt in Stufe 7 eine anschließende ein- bis zweijährige Bewertungsphase, in der die uvSU, die Anwendung der Kriterien und Mindestanforderungen und eine abschließende vergleichende Bewertung vorgenommen werden, um den Meilenstein „Finale Standortentscheidung für Endlager“ zu erreichen.

Für die untertägige Erkundung mittels eines Bergwerkes ergeben sich somit Zeiträume von 13 bis 21 Jahre für Salz, 15 bis 23 Jahre für Tongestein und Kristallin.

Der geschätzte gesamte Zeitaufwand liegt somit zwischen 13 und 23 Jahren. Dieser Zeitraum muss im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens durch technische Studien überarbeitet und genauer definiert werden. Berücksichtigt werden sollte dabei auch ein allgemeiner technischer Fortschritt wie er z. B. durch Beteiligungen an Forschungsprojekten (z. B. GeoMetEr, GeoLaB) und auch durch kooperieren/lernen von anderen Ländern (wie z. B. Frankreich, Belgien, USA und Skandinavien) realisiert werden kann.

Tabelle 6 : Stufen einer untertägigen Erkundung durch Auffahren eines Bergwerkes

Nr.	Stufe	Annahme	Dauer	
			Salz (flach & steil)	Tonstein & Kristallin
0	Meilenstein: Standortentscheidung für untertägige Erkundung			
1	Beantragung und Erteilung aller Genehmigungen (Erlaubnis, UVP, Rahmenbetriebsplan, Hauptbetriebsplan) und Beschaffung der Grundstücksrechte (Bergwerk, Halde, evtl. Salzrechte)	Genehmigungs-prozess und Beschaffung der Grundstücksrechte erfolgt reibungslos	2 – 3 Jahre	2 – 3 Jahre
2	Herrichten des Geländes und Erstellung der notwendigen obertägigen Einrichtungen für die Erkundung (Energie-, Wasserversorgung, Kauen etc.)	Keine behördlichen Einschränkungen	2 – 3 Jahre	2 – 3 Jahre
3	Abteufen eines Konventionellen, Bohr- oder Gefrierschachtes bis Zieltiefe inklusive Vorerkundung mittels Bohrung, Schachtausbau, Förderanlage und Füllort	1000 m Schachtteufe, einfache gebirgstech-nische Gesamtsituation	3 – 5 Jahre	3 – 5 Jahre
4	Erkundungstätigkeiten im schachtnahen Bereich zur Ermittlung von Spannungsfeld und Lagerungsverhältnissen für die weitere Streckenplanung mit anschließender Evaluierung- und Bewertungsphase	Ähnlicher Zeitbedarf für alle Wirtsgesteine	1 – 2 Jahre	1 – 2 Jahre
5	Auffahren notwendiger Strecken bis zum Rande des EwGs zum Zwecke detaillierter Erkundung inklusive notwendigem Ausbau und Infrastruktur (Laderäume, Bohrorte, Werkstätten, Energieversorgung etc.)	ca. 10.000 m Strecke, gebirgs-schonender Vortrieb, kein endlagerfähiger Ausbau	2 – 3 Jahre	3 – 4 Jahre
6	Bohr- und Erkundungsprogramm	ca. 20.000 Bohr-meter, parallel zum Streckenvortrieb	2 – 3 Jahre	3 – 4 Jahre
7	uvSU, Anwendung der Kriterien und Mindestanforderungen und eine abschließende vergleichende Bewertung	Alle benötigten Parameter wurden ermittelt	1 – 2 Jahre	1 – 2 Jahre
	Dauer der untertägigen Erkundung mittels Bergwerk		13 – 21 Jahre	15 – 23 Jahre

ENTWURF

4.2 Zeitliche Risiken und Chancen der Untertägigen Erkundung

Für die Zeitschätzung der untertägigen Erkundung in Phase III des Standortauswahlverfahrens wurden bereits erste übergeordnete zeitliche Risiken (siehe Tabelle 7) durch die BGE identifiziert, bewertet und mittels Entwicklung von Kompensationsmaßnahmen in das Projektrisikomanagement der BGE aufgenommen.

Tabelle 7: Bereits identifizierte Risiken mit Blick auf die untertägigen Erkundungen in Phase III des Standortauswahlverfahrens

Risikobeschreibung	Maßnahme zur Verringerung des Risikos
Mögliche Verzögerungen bei der Erteilung von Genehmigungen nach BBergG	Eine verzögerte Erteilung von Genehmigungen ist auf jeden Fall zu verhindern. Konkrete Maßnahmen dazu beinhalten: - Vorbereitende und klärende Gespräche mit dem BASE und den Landesbergämtern so wie lokalen Bergämtern und weiteren Behörden die für weitere mögliche Genehmigungen verantwortlich sind. - Eine klare Definition der Genehmigungsbedarfe. Hierzu hat bereits eine bereichsübergreifende Initiative zur Definition der Genehmigungsbedarfe mit unter Leitung der Abteilung Vorhabensmanagement der Standortauswahl und Beteiligung des Projekts Konrad, und des Projekts Asse begonnen, in der alle Erlaubnisse, die Betriebsplan und genehmigungstechnischen Aspekte geklärt und definiert werden. - Eine Erarbeitung einer „Genehmigungs-Toolbox“, die für alle möglichen Vorhaben relevante Dokumente wie z. B. Vorhabensbeschreibungen für Betriebspläne etc. bereitstellt.
Zeitliche Verzögerungen aufgrund von Konfliktschlichtungen mit Bürger*innen, die von den Erkundungsmaßnahmen der BGE betroffen sind	Da solche Behinderungen u. U. in einem gewissen Masse erwartet werden müssen, sollte der Einfluss solcher Maßnahmen durch eine geeignete Kommunikationsstrategie zusammen mit dem Bereich UKÖ limitiert und abgedeckt werden. Eine solche Kommunikationsstrategie ist essentiell für einen offenen Dialog mit Behörden und der Öffentlichkeit.

Risikobeschreibung	Maßnahme zur Verringerung des Risikos
Engpässe in bergbau-technischen und bohr-technischen Kapazitäten: Die Standorterkundung nach StandAG stellt eine Bedarfsspitze über einen aus unternehmerischer Sicht relativ geringen Zeitraum dar. Daher kann es zu Engpässen in der Verfügbarkeit von Kapazitäten kommen.	Der Markt für Bergbau- und Bohrkapazitäten befindet sich seit Jahren in einem Schrumpfungsprozess. Dies liegt an der maturen Ausbildung des hiesigen Öl- und Gasmarktes, der sich in der Endphase der Aufsuchungs- und Förderoperationen befindet und der Tatsache das Kohle als Energieträger weitestgehend ausgetauscht werden soll aus Gründen des Klima- und Umweltschutzes. Die Diskussion um den Klimawandel und das teilweise negative Image beider Industrien verstärkt diesen Prozess. So haben z. B. einige Öl- und Gasfirmen Ihre Bohrabteilungen geschlossen, und große Servicefirmen (Schlumberger, Halliburton, Baker, Weatherford, u. a.) haben bereits große Teile des Personals und des Maschinenparks nach Rumänien verlagert. Auch in der Kohle-Industrie ist dieser Prozess schon länger im Gang, was zu stark reduzierten Kapazitäten geführt hat. Die Abteilung Erkundung des Bereichs Standortauswahl hat zur Bewertung dieser Situation eine umfassende Marktrecherche angestoßen, um die Situation für alle benötigten Verfahren und Services für die Bereiche Geophysik und Bohrtechnik zu klären.
Fehlende oder auslaufende Genehmigungen (§ 18 StandAG)	Durch organisatorischen Maßnahmen innerhalb der BGE ist sicherzustellen, dass der Genehmigungsbedarf rechtzeitig und vollständig identifiziert wird. Der Zeitraum für zeitlich befristete Genehmigungen sollte so groß wie möglich bemessen werden.
Einholen von Nutzungs- und Betretungsrechten von Grundeigentümern (Permitting) für übertägige Erkundung dauert zu lange	Nach Bekanntgabe der Vorschläge für die Standorte werden die Betroffenen durch Öffentlichkeitsarbeit über das weitere Vorgehen informiert.

Wie in jedem technischen Prozess lassen sich auch Faktoren definieren, die als Chance den Zeitbedarf reduzieren können. Die folgende Tabelle 8 nennt für beide technische Alternativen jeweils exemplarische Faktoren, die eine Beschleunigung der Arbeiten bewirken können:

Tabelle 8: Chancen zur Optimierung der Dauer der untertägigen Erkundung in Phase III des Standortauswahlverfahren

Chancenbeschreibung	Maßnahme zur Nutzung der Chance
Optimierung einzelner Arbeitsschritte	Die einzelnen Arbeitsschritte sind in großen Zeitspannen (x bis y Jahre) geschätzt, bei denen je nach Wirtsgestein, Lage, Infrastruktur und vielen anderen Faktoren noch Einsparungen und Beschleunigungen geschehen können. Viele dieser Faktoren sind heute noch unbekannt, so dass hier nur eine sehr grobe Abschätzung vorgenommen werden konnte; weiteres Einsparpotential ist hier möglich.
Einfluss von modernsten neuartigen Technologien auf die Zeitigkeiten	Der Einfluss modernster technologischer Methoden und Geräte auf die Dauer der einzelnen Arbeitsschritte ist unbestritten. Die Weiterentwicklung, Automatisierung sowie Digitalisierung von bergbaulichen Voll- und Teilschnittmaschinen sowie untertägiger Bohrlafetten kann daher einen deutlichen Einfluss auf die benötigten Zeiten haben (siehe in Tabelle 4 angesprochene Forschungsprojekte GeoMetEr und GeoLaB).
Änderung von signifikanten Prämissen in Abbildung 4.	Die Zeiträume in Tabelle 6 basieren auf Annahmen und Prämissen (z. B. Schachtteufe 1.000 m, 10 km Streckenauffahrung, und 20 km Bohrstrecke zur Vorerkundung), die sich je nach Lage und Ausbildung des ewG verändern könnten. Hier könnten die Bedarfe natürlich steigen, was eine Verlängerung der benötigten Zeiten bedeuten würde. Da aber von konservativen Werten ausgegangen wurde, ist eine Reduzierung der Annahmen möglich und sogar wahrscheinlicher, was eine Verkürzung der benötigten Zeiten bedeuten würde,
Einsatz mehrerer Bohranlagen bei der bohrtechnischen Erkundung	In Alternative 2 wird von ein oder zwei Bohrkampagnen ausgegangen. Die Zeiten sind für jeweils zwei parallel gebohrte Bohrungen ausgelegt. Hier könnte über den Einsatz mehrerer Bohranlagen nachgedacht werden, um den Prozess zu beschleunigen und eventuell die zweite Bohrkampagne zu eliminieren.
Abteufen von horizontalen Bohrstrecken in Phase II	Abhängig vom Erkundungsbedarf könnten horizontale Bohrstrecken auch schon in Phase II erbohrt werden und bereits Informationen analog zur untertägigen Erkundung liefern.
Optimierung durch "Early Contractor Involvement"	Durch eine frühzeitige Involvierung von Key-Kontraktoren könnte eine weitere Optimierung der angenommenen Zeiten durch Maximierung von Ressourcen (Geräte und Personal) erzielt werden. Dies muss im Hinblick auf den angenommenen Zeitrahmen in der fernerer Zukunft (10 bis 15 Jahre von heute) als sehr gut möglich angesehen werden.

5 Alternativer Vorschlag für die Erkundungen in Phase II und III

Im Bericht der Endlagerkommission (BT-Drs. 18/9100) wird eingeschätzt, dass der im StandAG gesetzte Zeitrahmen unrealistisch ist. Es wird ebenfalls begründet, warum dieser Zeitrahmen gewählt wurde und gleichzeitig dazu angeregt, Forschung zu fördern, „um Optionen zu entwickeln, wie zeitintensive Prozesse wie etwa die untertägige Erkundung verkürzt werden können“. Daher wird ein alternativer Ansatz für die Durchführung der im StandAG vorgesehenen übertägigen und untertägigen Erkundungen (§§ 16, 18 StandAG) vorgeschlagen, der zu einer deutlichen Reduzierung der Zeitbedarfe in beiden Erkundungsphasen führen kann, mit nur geringen Einbußen in der Qualität und Aussagekraft mit Blick auf den Standortvorschlag der BGE. Dieser Vorschlag sollte durch ein entsprechendes Forschungsprogramm untersetzt werden.

In Anlehnung an das Schweizer Suchverfahren könnte im Rahmen einer alternativen Vorgehensweise im Zuge der übertägigen Erkundung das Hauptaugenmerk aller Erkundungsmethoden auf eine Abwägung zwischen den festgelegten Standortregionen gelegt werden und weniger auf vollumfängliche und maximale Erkundung zur Gewinnung finaler Ergebnisse gerichtet sein. Ausgehend von der Datenlage würden optimierte Erkundungsprogramme entworfen werden, die auf den Vergleich der Standortregionen abzielen und die „besseren“ von den „weniger geeigneten“ trennen. Der Anspruch der übertägigen standortbezogenen Erkundungsprogramme liegt dann nicht darauf alle in dieser Phase erkundbaren Parameter mit Blick auf die vvSU zu erheben. So könnte beispielsweise auf hochauflösende 3D-Seismik-Kampagnen im Zuge der übertägigen Erkundung verzichtet werden und alternativ ein Raster von 2D-Linien vermessen werden.

Im Zuge der untertägigen Erkundungen gemäß § 18 StandAG könnte in den festgelegten Standorten eine Kombination aus hochauflösenden übertägigen Verfahren wie z. B. eine detaillierte 3D-Seismik mit anschließenden Richtbohrungen durchgeführt werden. Aus der Kombination der so ermittelten detaillierten Ergebnisse könnten die uvSU, die erneute Anwendung der Kriterien und Mindestanforderungen und die vergleichende Bewertung durchgeführt werden, auf deren Basis die BGE einen Standortvorschlag für das Endlager dem BASE übermittelt.

Dieser alternative Ansatz mit Blick auf die übertägigen und untertägigen Erkundungen ist eine Adaption des Schweizer Suchverfahrens und könnte sowohl die übertägigen Erkundungen im Rahmen von § 16 StandAG (ohne zeitaufwendige 3D-Seismik) um bis zu 30 Monate je Standortregion verkürzen, als auch die untertägigen Erkundungen im Rahmen von § 18 StandAG (nur mit hochauflösender Oberflächengeophysik und Horizontalbohrungen) in großem Maße zeitlich optimieren.

Auszüge aus dem noch laufenden Schweizer Suchverfahren mit Fokus auf die Erkundungsarbeiten zur Eingrenzung der Standortregionen sind in Tabelle 9 zusammengestellten. Neben der grundsätzlich deutlich kleineren Landesfläche ist dabei hervorzuheben, dass im Sachplan geologische Tiefenlager (SGT), welcher im Jahr 2008 erstmals veröffentlicht und 2011 revidiert wurde, die Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs und der Abschluss der Etappe 3 mit dem Entscheid durch den Bundesrat für einen Standort ursprünglich zwischen 2016 und 2018 vorgesehen war. Aktuell wird dafür von Ende 2029 ausgegangen.

Im Vergleich zum deutschen Standortauswahlverfahren und mit Blick auf eine eventuelle Übertragbarkeit der Zeiträume für die Erkundungen in Phase II und III des Standortauswahlverfahrens sind folgende Aspekte zu beachten:

- Im schweizer Suchverfahren
 - erfolgte zunächst die Erarbeitung eines Konzeptteils SGT,
 - erfolgte relativ zügig eine Einengung auf wenige Gebiete (Etappe 1 – Ergebnis: 6 Gebiete, Etappe 2 – Ergebnis: 3 Gebiete) in nur einem Wirtsgestein (Tongestein),
 - fanden einige Erkundungstätigkeiten etappenübergreifend und auch teilweise schon vorbereitend für die folgende Etappe statt
 - finden parallel Erkundungen in einem Untertagelabor (gleiches Wirtsgestein und ähnliche regional-geologische Eigenschaften) statt.
- Im deutschen Standortauswahlverfahren
 - wurde das Bundesgebiet im Ergebnis des Schritt 1 der Phase I auf 90 Teilgebiete (ca. 240 874 km²) in allen drei potentiellen Wirtsgesteinen als Zwischenstand eingegrenzt,
 - wird im Ergebnis des Schritt 2 der Phase I von einer Eingrenzung auf zehn Standortregionen für die übertägige Erkundung ausgegangen,
 - wird von einer übertägigen Erkundung in Standortregionen ausgegangen, welche weiterhin alle drei Wirtsgesteine umfasst,
 - erfolgt die Erkundung auf Basis der genehmigten Erkundungsprogramme und festgelegten Standortregionen erst mit der Entscheidung durch den Bundesgesetzgeber.

Tabelle 9: Auszug von Erkundungstätigkeiten und den Zeiträumen aus dem Schweizer Standortsuchverfahren³

Zeitraum	Ausgangslage	Erkundungstätigkeiten und Datenauswertungen	Ergebnis
Konzeptphase Sachplan geologische Tiefenlager (SGT)			
2004 – 2008	ganze Schweiz	Erarbeitung des Konzeptteils SGT unter breitem Bezug	ganze Schweiz
Etappe 1 (Vorschlag und behördliche Prüfung von sechs möglichen Standortgebieten, Aufbau der regionalen Partizipation)			
2008 – 2011	ganze Schweiz	- Begutachtung vorhandener seismischer Daten (Nagra hatte zwischen 1982 und 1996 in den heute relevanten 3 Standortregionen schon Seismik Linien aufgenommen) - Literaturstudien	6 Gebiete
Etappe 2 (Platzierung der Oberflächenanlagen, Mitwirkung der Regionalkonferenzen, Einengung auf mindestens zwei Standortgebiete pro Lagertyp)			
2011 – 2018	6 Gebiete	<u>2011/2012 Feldarbeit:</u> Aufnahme von 2D-Seismik als Ergänzung der Seismikinformationen aus Messungen zwischen 1982 und 1996, ca. 300 km 2D-Linien 2011 – 2014: Vorschlag der 3 Standortregionen für die Etappe 3 <u>2014 – 2018:</u> Überprüfung inkl. Zusatzdokumentation, Vernehmlassung; parallel bereits Erkundung und Bewilligungsverfahren für Sondierbohrungen <u>2012 – 2017:</u> 2D-Datenprozessing und Interpretation <u>2015/16 & 2016/17 (Winter):</u> Feldarbeit, Aufnahme von 3D-Seismik - Jura Ost: 93 km², - Nördlich Lägern: 91 km², - Zürich Nordost: 18 km² (die restlichen 48 km² wurden schon 1997 aufgenommen) <u>2018/2019:</u> Entscheid Bundesrat	3 Gebiete

³ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/kernenergie/radioaktive-abfaelle/sachplan-geologische-tiefenlager.html>

Zeitraum	Ausgangslage	Erkundungstätigkeiten und Datenauswertungen	Ergebnis
Etappe 3 (Tiefbohrungen, Erarbeitung Rahmenbewilligungsgesuche, Überprüfung Rahmenbewilligungsgesuche, Festsetzung der Standorte, Erteilung der Rahmenbewilligungen)			
2018 – 2029	3 Gebiete	• <u>2016 – 2021</u>: 3D-Datenprocessing und Interpretation • <u>2017 – 2020</u>: 2D-Seismik, Kleinräumige untiefe und punktuelle Untersuchungen zur Charakterisierung quartärer Sedimente, ca. 50 km 2D-Linien • <u>2018 – 2022</u>: Tiefenbohrung, 9 Bohrungen ○ Planung 3 – 6 Monate ○ Bohrplatzbau 4 – 6 Monate ○ Bohrbetriebsphase: 4 – 9 Monate ○ Erstellung Berichte: 6 Monate ○ benötigte Reserve: 0 – 8 Monate ○ evtl. Beobachtungsphase (teilweise Jahrzehnte)	Entscheid Standortauswahl

ENTWURF

6 Kurze Betrachtung der Standortauswahl in anderen Ländern

Neben den im vorigen Abschnitt beschriebenen Arbeiten in der Schweiz findet die Suche nach einem Standort für ein Endlager hochradioaktiver Abfälle auch in anderen Ländern statt. Der Prozess der Erkundung und anschließender Standortauswahl ist in den meisten Ländern wenig transparent und technische Daten stehen kaum zur Verfügung. Ein detailliertes Nachfragen bei den für die Standortauswahl zuständigen Organisationen ist Bestandteil des Forschungsprojektes GeoMetEr.

Es wurde aber dabei offensichtlich, dass die Art der Verfahren stark von den geologischen und spezifischen geopolitischen Rahmenbedingungen geprägt sind. Bislang sind Entscheidungen zum Standort und Bau eines Endlagers in Finnland und Schweden getroffen worden. Im Folgenden wird der Status der Endlagersuche für die Länder USA, Schweden, Finnland, Frankreich und Belgien skizziert.

6.1 Standortsuche für ein Endlager in den USA

Mit über 100 Kernkraftwerken verfügen die USA über das weltweit größte Atomstrom-Programm. Die Endlagerung von radioaktivem Abfall im Yucca Gebirge im Bundesstaat Nevada ist derzeit gestoppt und Alternativen sollen geprüft werden. Der atomare Müll wird derzeit an verschiedenen Standorten innerhalb der USA zwischengelagert.

Für die Endlagerung schwachradioaktiver Stoffe aus der militärischen und zivilen Nutzung der Kernenergie wurden verschiedene Salzformationen untersucht. Von 1957 bis 1961 wurde daraufhin ein landesweites Screening zur Ausweisung von potenziell für die Endlagerung radioaktiver Abfälle geeigneten Steinsalzlagerstätten durchgeführt (Gervers 1993). Nach weiteren eingrenzen Untersuchungen und der Prüfung verschiedener geologischer und nicht-geologischer Kriterien (Kehnemuyi & Matthews 1980) wurde schließlich die in der Chihuahua-Wüste gelegene Salzformation in New Mexico als Standort für die WIPP (Waste Isolation Pilot Plant) gewählt. Die Entscheidung für die Nutzung einer Synklinalstruktur für den WIPP Standort fiel basierend auf detaillierten seismischen Untersuchungen (Griswold 1977). Weitere Erkundungsarbeiten inklusive Bohrkampagnen folgten zur Charakterisierung der permischen Salado-Formation „Los Medanos“ (Mora 2000).

Im Jahr 1992 verabschiedete der Kongress den Waste Isolation Pilot Plant (WIPP) Land Withdrawal Act mit welchem dem Department of Energy (DOE) ein ca. 41 km² großes Gelände für die Errichtung des Endlagers zugeteilt wurde. Mit dem Gesetz wurde die Environmental Protection Agency (EPA) als Genehmigungsbehörde für die WIPP-Site benannt und nur die Einlagerung von radioaktiven Abfällen aus der militärischen Nutzung der Kernenergie genehmigt. (DOE 2000). 1998 wurde die WIPP nach Prüfung der Unterlagen erstmals zertifiziert (DOE 2000).

6.2 Standortsuche für ein Endlager in Schweden

Die geologischen Rahmenbedingungen in Schweden geben vor, dass nur Kristallin als Wirtsgestein infrage kommt. Zwischen 1977 und 1985 wurden landesweite geologische Voruntersuchungen auf Basis vorhandener Daten durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass an vielen Orten grundsätzlich günstige geologische Bedingungen vorliegen. Zwischen 1993 und 2000 wurden in acht Gemeinden, die sich dazu bereiterklärt hatten, Machbarkeitsstudien durchgeführt. Volksabstimmungen in zwei Gemeinden führten dort zum Abbruch der Arbeiten. Aus den Machbarkeitsstudien gingen drei Regionen

als weniger günstig hervor und drei potenzielle Standorte wurden zur eigentlichen Erkundung ausgewählt. Nach Bereiterklärung von zwei Gemeinden zur weiteren Teilnahme am Auswahlverfahren wurden dort ab dem Jahr 2002 umfassende Erkundungen der Geologie und der Biosphäre, standortspezifische Sicherheitsanalysen und Umweltverträglichkeitsuntersuchungen durchgeführt. Systematische Auswertungen und Vergleiche von zwei Standortalternativen führten im Jahr 2009 zur Entscheidung für den Standort Forsmark.

6.3 Standortsuche für ein Endlager in Finnland

Wie in Schweden steht auch in Finnland nur kristallines Gestein als Wirtsgestein zur Verfügung. In 1983 begann eine landesweite Studie großmaßstäblicher Scherzonen, die das kristalline Grundgebirge in tektonische Blöcke unterteilen. Dabei wurden auf Basis von Satellitenbildern und allgemeiner geologischer und geophysikalischer Karten 327 Blöcke mit einer Fläche von jeweils 100 bis 200 km² identifiziert. Bei diesen werden zu erwartende regionale Deformationen durch die begrenzenden Scherzonen voraussichtlich aufgenommen, so dass das Gestein innerhalb des Blockes intakt bleibt. Nach Ausschluss von Blöcken, bei denen ein Flächennutzungskonflikt vorlag wurden in den verbleibenden 61 Blöcken durch Analyse von Satellitenbildern und ergänzenden Untersuchungen 134 potenzielle Gebiete mit Flächen zwischen 5 und 10 km² identifiziert. Aus diesen wurden im Jahr 1987 fünf Gebiete mit unterschiedlichen geologischen Entwicklungen für weitere Erkundungen ausgewählt. Die Erkundungen umfassten u. a. die Kartierung anhand von Oberflächenaufschlüssen, Beprobung und Analyse des anstehenden Gesteins, hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen, Magnetik, Messung der Hintergrundstrahlung, Widerstandsmessungen und mindestens zehn Tiefbohrungen (500 bis 1000 m) je potenziellem Standort. Aufgrund der Erkundungsergebnisse wurde die Anzahl der potenziellen Standorte auf drei reduziert. Nach Vorlage eines vergleichbaren Wissensstandes für alle Standorte erfolgte in 2001 die Entscheidung für den Standort Olkiluoto. Mit Baubeginn des standortspezifischen Untergrundlabors Onkalo in 2004 wurden kontinuierlich Erkundungsarbeiten durchgeführt. Dazu gehörten untertage die detaillierte Kartierung der Schacht- und Tunnelwände sowie Bohrungen und übertage weitere Kartierungen und petrologische Untersuchungen in Schürfen. Nach dem Sicherheitsnachweis folgte in 2015 die Baugenehmigung für das eigentliche Endlager Onkalo am Standort Olkiluoto.

6.4 Standortsuche für ein Endlager in Frankreich

In Frankreich stehen ähnlich wie in Deutschland Tongestein, Salz und Kristallin als mögliches Wirtsgestein zur Wahl. Das Auswahlverfahren für ein Endlager konzentrierte sich daher auf geowissenschaftliche Mindestanforderungen und den Nachweis der geforderten Eigenschaften des Wirtsgesteins, sowie einem Langzeitsicherheitsnachweis. Die Festlegung des Vorgehens wurde durch mehrere Gesetze und Verordnungen bestimmt. Die Auswahl der Region Haute-Marne als Standort für ein Untertagelabor im Tongestein basierte auf allgemeinen Anforderungen nach einem einfach gebauten geologischen Umfeld mit wenigen Störungszonen, seismologischer Stabilität, großer Mächtigkeit und Homogenität, geringer Permeabilität und großer Verbreitungsfläche des Wirtsgesteins.

Nach der Festlegung der Standortregion erfolgten umfangreiche Untersuchungen der regionalen geologischen Verhältnisse durch Erkundung von Übertage und in dem Untertagelabor. Aufgrund der

positiven Ergebnisse wurden von der französischen Behörde ANDRA mehrere regionale Standortalternativen vorgeschlagen. Eine endgültige Standortauswahl, die vom französischen Parlament genehmigt wurde, erfolgte dann im Jahr 2016. Ab 2030 soll die ersten Abfälle eingelagert werden. Eine Rückholbarkeit der hochradioaktiven Abfälle ist gesetzlich vorgesehen.

6.5 Standortsuche für ein Endlager in Belgien

Die Vorauswahl geeigneter Wirtsgesteine und Standortregionen erfolgte in Belgien aufgrund von Standortkriterien, die von der Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) und von der Europäischen Kommission (EC) für die Endlagerung von Wärme entwickelnden hoch radioaktiven Abfällen entwickelt wurde. Eine Vorauswahl wurde auch hier wie in anderen Ländern auf die Wirtsgesteine Ton, Salz und Kristallin begrenzt. Aufgrund von Voruntersuchungen wurden dann die belgischen Tonschiefer- und Salzformationen ausgeschlossen, da sie als ungeeignet hinsichtlich Ihrer hydrogeologischen Eigenschaften und fehlenden Mächtigkeiten beurteilt wurden. Nur der Boom-Clay erfüllte die Kriterien der EC. Hier liegen eine ausreichende geotektonische Stabilität, ausreichendes Volumen, eine geeignete Lithologie und Tiefe und geeignete hydrogeologische Randbedingungen vor. Die festgestellten Eigenschaften des Boom-Clay gelten als Anforderungen für eine zukünftige Standortauswahl.

Zum heutigen Zeitpunkt befinden sich sieben mögliche Standorte in der näheren Auswahl. Aus dem vorgelegten Entsorgungskonzept geht hervor, dass in einem zukünftigen Standortauswahlverfahren eine schrittweise Vorgehensweise geplant ist. Die Rückholbarkeit der hochradioaktiven Abfälle ist dabei vorgesehen.

7 Empfehlung zum weiteren Vorgehen

Für die Erarbeitung einer Zeitschätzung des gesamten Standortauswahlverfahren empfiehlt die BGE eine gemeinsame Weiterentwicklung der vorliegenden Unterlage mit dem BMUV und dem BASE. In diesem Zuge sollten die in Kapitel 3.1 und 3.3 dargestellten Annahmen und Beschleunigungsmöglichkeiten der übertägigen Erkundungen in Phase II des Standortauswahlverfahrens zusammen mit der in Kapitel 5 vorgestellten Alternative berücksichtigt werden.

Auch empfiehlt es sich die Planungsprämissen für die übertägige Erkundung (siehe Kapitel 4.1) gemeinsam zu bewerten und ggf. in die weiteren Planungen mit aufzunehmen.

ENTWURF

Literaturverzeichnis

- AtG: Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 14) geändert worden ist
- BBergG: Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1760) geändert worden ist
- BT-Drs. 18/9100: Abschlussbericht der Kommission: Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Verantwortung für die Zukunft - Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes, Deutscher Bundestag, Drucksache 18/9100 vom 19.07.2016
- DOE (2000): Pioneering Nuclear Waste Disposal, The Waste Isolation Pilot plant.. 2000. Report Number. DOE/CAO-00-3124. U.S. Department of Energy Carlsbad Area Office. Carlsbad. Verfügbar unter <https://wipp.energy.gov/library/pioneering/pioneering.htm>
- ESK (2021): Leitlinie zum Sicherheitsmanagement in Endlagerorganisationen. Empfehlung der Entsorgungskommission vom 01.09.2021. 2021. Entsorgungskommission. Bonn
- Gervers, J. H. (1993): Bericht der Arbeitsgruppe Standortauswahl. Appendix A. Experience of Different Countries in Site Selection. Case Studies. A3 U.S.A. In: Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.): Endlager-Hearing Braunschweig - Tagungsband. S. 311–322, Hannover: Niedersächsisches Umweltministerium
- Griswold, G. B. (1977): Site selection and evaluation studies of the Waste Isolation Pilot Plant (WIPP), Los Medanos, Eddy County, NM. 1977. Technical Report. SAND-77-0946. Sandia Labs., Albuquerque, N.Mex. (USA). Albuquerque, N.Mex. (USA). Verfügbar unter <https://www.osti.gov/biblio/5203486>
- Kehnemuyi, M. & Matthews, S. C. (1980): Site selection, site investigations and design activities in the USA for nuclear waste repositories in bedded and dome salt formations. In: International Atomic Energy Agency (IAEA) (Hrsg.): Underground disposal of radioactive wastes. S. 289–295, Wien: International Atomic Energy Agency (IAEA). Verfügbar unter https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=rn:12602669. ISBN ISBN 92-0-020180-2
- Mora, C. J. (2000): Sandia and the Waste Isolation Pilot Plant, 1974-1999. 2000. Sandia National Laboratories. SAND--2000-0869C. Sandia National Laboratories. Albuquerque, NM (United States). Verfügbar unter https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=rn:31048080
- StandAG 2013: Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553), außer Kraft getreten zum 16.05.2017 (BGBl. I S. 1105) und ersetzt durch das Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074)
- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 5171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de