

**6.3 Anhang 3: Überprüfung des Nagra-Zeitplans im Entsorgungsprogramm
2016 durch die Schweizerische Energie-Stiftung SES**

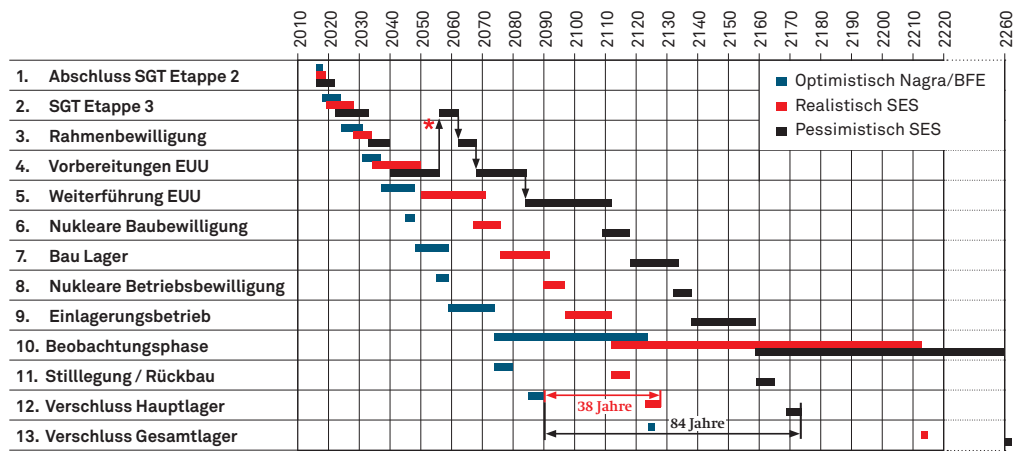
**ÜBERPRÜFUNG NAGRA-ZEITPAN /
 ÜBERPRÜFUNG DES NAGRA-ZEITPANS ZUM BAU EINES GEOLOGISCHEN
 TIEFENLAGERS FÜR HOCHAKTIVE ABFÄLLE
 Hintergrundpapier | Aktualisierte Version 2.0 | Nils Epprecht**



Schweizerische
 Energie-Stiftung
 Fondation Suisse
 de l'Énergie

Sihlquai 67
 8005 Zürich
 Tel. 044 275 21 21

info@energiestiftung.ch
 PC-Konto 80-3230-3



* Annahme: Stopp wegen Nichteignung mit Beginn an neuem Standort.

Quellen: siehe Hintergrundpapier «Schönrechnerei bei Atommüllkosten», 2017. Grafik: fischer.d

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG UND HINTERGRUND | 4 |
| 1.1 | <i>Illusorische Zeitpläne</i> | 4 |
| 1.2 | <i>Nicht berücksichtigte Kostenrisiken</i> | 4 |
| 2 | DIE ZEITPLAN-SZENARIEN | 6 |
| 2.1 | <i>Optimistisch Nagra/BFE</i> | 6 |
| 2.2 | <i>Realistisch SES</i> | 6 |
| 2.3 | <i>Pessimistisch SES</i> | 6 |
| 3 | DIE SZENARIEN IM DETAIL | 8 |
| 3.1 | <i>SES-Szenario «realistisch»</i> | 8 |
| 3.2 | <i>SES-Szenario «Pessimistisch»</i> | 13 |
| 4 | GESAMTFAZIT | 18 |
| | ANHANG 1: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 19 |
| | ANHANG 2: ZEITPLAN-SZENARIEN FÜR DEN BAU DES GEOLOGISCHEN TIEFENLAGERS IM VERGLEICH | 20 |

1 EINLEITUNG UND HINTERGRUND

1.1 Illusorische Zeitpläne

Mit dem Rückbau der AKW und der Langzeitlagerung der radioaktiven Abfälle kommen immense Kosten auf die Betreiber zu. Sie äufnen deshalb schon heute Stilllegungs- und Entsorgungsfonds mit denen dereinst die Ausgaben bezahlt werden sollen. Als Berechnungsgrundlage für die Fondseinlagen dient jedoch jeweils nur ein Schönwetterzenario, das Kostenrisiken nicht miteinberechnet. Die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) bestätigt in einem Prüfbericht, dass die Kostenberechnungen auf optimistischen Annahmen beruhen und Risiken nicht berücksichtigt werden. Die EFK empfiehlt die Kosten aufgrund verschiedener Szenarien zu berechnen. Sie schreibt dazu: «Diese Vorgehensweise bei den Kostenstudien, bei welcher viele mögliche Einflussfaktoren im Voraus ausgeschlossen werden, um die Beiträge zu berechnen, entspricht nicht einer nachhaltigen Lösung» und weiter «Aufgrund der Beitragsberechnung auf den idealen Kosten wurde in den letzten Jahren der Strom tendenziell zu günstig verkauft»¹.

Ein grosses Kostenrisiko, das in den Berechnungen fehlt, ist die Zeitverzögerung bei der Realisierung eines Lagers für die radioaktiven Abfälle. In der Vergangenheit musste das Bundesamt für Energie (BFE) zugeben, dass sich der Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) hinsichtlich der Einreichung der Rahmenbewilligungen für ein Atommülllager um 10-20 Jahre verlängern wird. Doch auch nach dieser Anpassung warnen Experten, dass die Timeline für den Bau und Betrieb eines Langzeitlagers auf optimistischem Wunschdenken fusst. Dies ist prekär, denn der realitätsfremd gestraffte Zeitplan den die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) verfolgt, hält die geschätzten Kosten künstlich tief.

Die SES stellt hier dem Wunschzeitplan von Nagra und BFE ein realistisches und ein pessimistisches Szenario für die Lagerung von hochradioaktivem Abfall² gegenüber.

1.2 Nicht berücksichtigte Kostenrisiken

In den beiden von der SES berechneten Szenarien sind weitere Kostenrisiken neben der Zeitplanverzögerung nicht berücksichtigt. Die Praxis (zum Beispiel im Tunnelbau) zeigt, dass durch den Anstieg der technologischen Anforderungen fast immer höhere Kosten entstehen³. Weitere Risiken sind zum Beispiel Veränderungen der Umweltschutzgesetzgebung und Marktkapazitäten. Im Zusammenhang mit der Lagerung radioaktiver Abfälle besonders ins Gewicht fällt die Tatsache, dass damit Neuland betreten wird und die Prognosen mit vielen Ungewissheiten verbunden sind. In der Regel nehmen die Kosten mit genauerer Planung nochmals drastisch zu. Dies zeigt das Beispiel der NEAT,

¹ Eidgenössische Finanzkontrolle 2014; Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, Prüfung der Governance. 1. September 2014 S. 38 und S. 4

² Die Neuberechnung wurde nur für ein HAA-Lager (hochaktive Abfälle) durchgeführt, Verzögerungen und Kostenrisiken sind jedoch etwa in gleichem Mass für das SMA-Lager (schwach- und mittelaktive Abfälle) oder im Falle eines Kombilagers zu erwarten.

³ Eidgenössische Finanzkontrolle 2014; Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, Prüfung der Governance. 1. September 2014 S. 38

bei der die Kosten bei der Eröffnung 2016 im Vergleich zu den ersten Kostenschätzungen 1992 inklusive Teuerung beinahe 150% betragen.⁴

Weitere Finanzrisiken, welche die Sicherstellung der Äufnung der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds betreffen, wie etwa die Zielrendite oder die Teuerung sind nicht Gegenstand der vorliegenden Szenarienberechnung.

⁴ Siehe zum Beispiel <http://interaktiv.tagesanzeiger.ch/2016/gotthard-kosten/>

2 DIE ZEITPLAN-SZENARIEN

Im Folgenden werden das optimistische Szenario von Nagra und BFE, sowie die zwei Szenarien der SES kurz beschrieben. Wir beschränken uns dabei auf die Entsorgung von hochaktiven Abfällen (HAA). Detaillierte Erläuterungen zu den Annahmen für die SES-Szenarien sind in den Kapitel 3.1 und 3.2 zu finden.

2.1 Optimistisch Nagra/BFE

Dies ist das offizielle Szenario⁵, bei dem keinerlei Komplikationen auftreten. Es gibt weder verfahrensmässige noch technische Verzögerungen. Die einzelnen Phasen werden so weit wie möglich parallel geführt und auch seitens der Kontrollbehörden sind keine Verzögerungen oder Nachreichungen zu verzeichnen. Auch Verzögerungen aufgrund juristischen Einsprachen sind im offiziellen Zeitplan nicht überall vorgesehen, so schreibt die Nagra zum Beispiel: *«Damit die Rahmenbewilligungen 2031 rechtskräftig vorliegen, müssen sich Feldarbeiten in SGT Etappe 3 ohne grössere rechtlich-bedingte Verzögerungen und relevante Überraschungen abwickeln lassen. [...] Die Begutachtung der Gesuchsunterlagen durch die Behörden erfolgt ebenso wie der Bundesratsentscheid und dessen Bestätigung planmässig.»*⁶ Von Ergebnisoffenheit ist nirgends die Rede, denn die technische Realisierbarkeit steht ausser Frage. Es geht «nur» noch um das Abarbeiten der formalrechtlichen Verfahrensaufgaben. Zwar wird zugegeben, dass Abweichungen vom Zeitplan möglich sind, in den für die Kostenstudien relevanten Zeitplänen werden diese jedoch nicht berücksichtigt.

2.2 Realistisch SES

Dieses Szenario wurde aufgrund konkreter Erfahrungswerte (bisherige Nagra-Arbeiten, ähnliche Projekte und Expertenmeinungen) erstellt. Es berücksichtigt formal-rechtliche Fristen, Einsprache- und Rekursverfahren sowie plausible, jedoch nicht unüberwindbare geologisch-technische Probleme. Einbezogen sind auch angemessene Zeiträume für eine seriöse Überprüfung der technisch-wissenschaftlichen Zwischenschritte (Synthesen) und Gesuche der Nagra für bewilligungspflichtige Untersuchungen durch die fachtechnischen Aufsichtsbehörden. Dabei wird immer davon ausgegangen, dass das heutige Tiefenlagerkonzept weiterverfolgt wird. In Kapitel 3.1 werden zu jedem Prozessschritt die Annahmen zur Abschätzung des Szenarios erläutert. Mit diesem Plan, der auf realistischen Annahmen gründet, verschiebt sich der Verschluss des Hauptlagers, im Vergleich zum optimistischen Nagra/BFE-Szenario, um 38 Jahre in die Zukunft.

2.3 Pessimistisch SES

Die Umsetzung eines Projekts von der Tragweite eines geologischen Langzeitlagers ist in mancher Hinsicht ein Schritt ins Ungewisse. Es handelt sich nicht nur um ein untertägiges Bauwerk (das per se schon höchst anspruchsvoll ist) sondern ein Bergwerkssystem, das in Kombination mit technischen Barrieren

⁵ gemäss Planung EP 2016 (NTB 16-01)

⁶ NTB 16-01, S. 81

strengsten Anforderungen an die Langzeitsicherheit, d.h. dem dauerhaften Schutz der Biosphäre vor Nuklidverseuchung, genügen muss. Abfälle, technische Barrieren und geologisches Umfeld interagieren dabei auf vielfältig-komplexe, oft nicht adäquat vorhersehbare Weise. Die Schutzfunktion des Gesamtsystems kann durch verschiedene Gegebenheiten in Frage gestellt werden. Für jeden Realisierungsschritt muss deshalb die Eignung des Standorts in seiner geologischen Konfiguration neu beurteilt werden – und bei jedem dieser Schritte kann der Befund «*nicht geeignet*» lauten. Das pessimistische Szenario der SES zeigt eine mögliche Bruchstelle, die auf der Annahme beruht, dass beim Bau vom Felslabor unüberwindbare Probleme auftauchen. Es handelt sich dabei keinesfalls um den Worst Case, sondern um eine pessimistische Möglichkeit. In Kapitel 3.2 werden die möglichen Bruchstellen des Prozesses genauer erläutert.

Bei diesem Szenario darf nicht vergessen gehen, dass das Konzept Tiefenlagerung grundsätzlich angezweifelt werden kann. Noch liegen diverse ungelöste technische und konzeptuelle Fragen vor (Gasentwicklung, Beschriftung, Eiszeiten, Einlagerungsprozess, Rückholung etc.) und könnten ein atomares «Endlager» schliesslich verunmöglichen. Die immensen Kosten, die bei einer anderen Entsorgungsweise (z.B. permanente Überwachung eines Oberflächenlagers) auf die Gesellschaft zukommen würden, sind nicht abschätzbar.

3 DIE SZENARIEN IM DETAIL

3.1 SES-Szenario «realistisch»

3.1.1 Vorbemerkungen

Schon ein summarischer Vergleich der «Ablaufplanungen» gemäss Kostenstudie 2011 (KS 11) mit der Kostenstudie 2016 (KS 16) der Nagra zeigt einige wesentliche Unterschiede, die in der entsprechenden Nagra-Dokumentation weder kommentiert noch begründet werden.

- Phasen und Aktivitäten sind teilweise anders benannt und zeitlich gegeneinander verschoben; dies erschwert den direkten Vergleich.
- Das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) wird in KS 16 als gesonderte Phase ausgewiesen und nicht mehr (wie in KS 11) als Anhängsel von Etappe 3 des Sachplanverfahrens für die geologischen Tiefenlager (SGT) behandelt. Die Nagra hat damit eingestanden, dass das RBG-Verfahren eine «Übung für sich» bedeutet, die wesentlich anspruchsvoller ist und mithin länger dauern wird als ursprünglich vorgesehen. Auch die teilweise langwierigen Bewilligungsverfahren für Schächte und Stollen nach der Erteilung der Rahmenbewilligung werden von der Nagra mittlerweile ernsthafter in der Terminplanung berücksichtigt. Nach wie vor entbehrt aber die von der Nagra veranschlagte Dauer der erforderlichen Gesuchs-, Bewilligungs- und Rekursverfahren eines vernünftigen Bezugs zur Realität.
- Der in KS 11 noch prominent dokumentierte Begriff «Felslabor» ist spurlos aus dem Vokabular der KS 16 verschwunden. Stattdessen werden Erdwissenschaftliche Untersuchungen Untertag (EUU) ins Feld geführt.

Im Folgenden werden einzelne Projektphasen gemäss vorliegenden Angaben vergleichend kommentiert.

3.1.2 Standortwahl SGT Etappe 2 (optimistisch: 2018; realistisch: gemäss BFE 2019)

Wie von der SES 2015 prognostiziert, wurde allein schon die Dauer der fachtechnischen Prüfung der Ergebnisse und Folgerungen aus SGT Etappe 2 durch den Bund (ENSI – EGT– KNS), Kantone und deren Experten (KES) von der Nagra unterschätzt. Darauf folgt die Anhörungsphase, einschliesslich Bereinigung (in Etappe 1 dauerte die Begutachtung und Anhörung nach Eingabe der Nagra drei Jahre). Schliesslich muss der BR-Entscheid zu SGT Etappe 2 vorbereitet werden.

3.1.3 SGT Etappe 3 einschl. RBG-Dokumentation (optimistisch: ab 2019, Dauer 5 Jahre = 2024; realistisch: ab 2019, Dauer 9 Jahre = 2028)

Bezeichnenderweise wird der in der KS 11 sowie in allen öffentlichen Dokumenten von der Nagra noch auffallend prominent portierte Meilenstein «Provisorische Standortwahl» in den aktualisierten Ablaufplänen nicht mehr explizit ausgewiesen. Im Text von NTB 16-01 wird er zwar noch erwähnt und mit der Jahreszahl 2022 versehen. Dies ist gegenüber KS 11 jedoch schon ein Verzug von fast 3 Jahren.

Es liegt im Ermessen der Nagra, wie viele Ergebnisse aus den laufenden Feldarbeiten noch in diese provisorische Standortwahl einfließen werden oder müssen; daher ist es seitens der SES schwer zu beurteilen, wie realistisch dieser Meilenstein zeitlich gesetzt ist. Die Nagra will dann entscheiden, für welche Standorte sie ein RBG ausarbeiten will. Diese Wahl ist zwar provisorisch, weil erst mit der Genehmigung der Rahmenbewilligung der definitive Entscheid fällt. Aber es kann damit gerechnet werden, dass der Nagra-Entscheid als Vor-Festlegung der Standortfrage in der Öffentlichkeit kaum unkommentiert zur Kenntnis genommen werden wird. Insofern ist die Nagra gut beraten, ihren Entscheid wohlbegründet zu dokumentieren.

Nach wie vor werden in der Terminplanung der Nagra sämtliche «Feldarbeiten», d.h. alle geologischen Erkundungsarbeiten mit mehreren Tief- und Quartärbohrungen der SGT-Etappe 3 in nur 4 bis 5 Jahren bewilligt, pannenfrei durchgeführt, samt Auswertung, wissenschaftlicher Interpretation und Gesamtsynthese (unter Einbezug der 3D-Seismik, einschliesslich wissenschaftlichem «peer review»). Dieser Zeitplan kann so kaum eingehalten werden. Die Erfahrungen aus bisherigen Erkundungskampagnen (z.B. Nordschweiz, Wellenberg) lassen ohne Weiteres einen mindestens doppelt so hohen Zeitbedarf erwarten. Die «Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT-Etappe 3» (NAB 15-83, Dezember 2014) decken zudem lediglich die von der Nagra ohnehin (und seit langem) favorisierten zwei Standortgebiete «ZH-Weinland» und «Bözberg» ab. Nun musste aber die Nagra «Nördlich Lägern» wieder in die Evaluation aufnehmen; mit den entsprechenden Konsequenzen bezüglich Arbeit, Zeitbedarf und Kosten.

Die 3D-seismischen Aufnahmen Jura Ost und Zürich Nordost (JO, ZNO) sowie die ungeplant-auferlegte Aufnahme von Nördlich Lägern (NL) sind zwar mittlerweile abgeschlossen. Doch Datenverarbeitung, Processing, Zeitkarten der Markerhorizonte, geologische Interpretation usw. finden weitgehend unter Ausschluss der Öffentlichkeit statt; so wurde zu den Ergebnissen der durchgeführten 3D-seismischen Untersuchungen – ausser dass die Datenqualität gut sei - nach wie vor nichts kommuniziert.

Es ist daher nicht möglich, den Abschluss dieser Arbeiten zeitlich abzuschätzen – zumal jede Interpretation solange als provisorisch zu gelten hat, als sie nicht mit einer Bohrlochseismik standortbezogen geeicht wurde. Nun sind aber die Bohrgesuche für eben diese und weitere Bohrungen erst eingereicht worden (Frühling 2017). Die nun folgenden Bewilligungs- und Einspracheverfahren werden von der Nagra notorisch unterschätzt (Erfahrungswerte KNS-Bericht M. Buser, Bohrung Benken z.B. 4 Jahre⁷). Im Gebiet JO sind bis Ende März in der zu Ende gegangenen Auflage gemäss Berichten nicht weniger als 419 Einsprachen eingegangen⁸ und auch im Gebiet ZNO sind es immerhin noch gegen 100 Einsprachen⁹. Aufgrund der bisher «üblichen» Verzögerungen

⁷http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_382857606.pdf.

⁸<https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/fricktal/grosser-widerstand-419-einsprachen-gegen-atomendlager-bohrstelle-am-boezberg-131170191>

⁹<http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/region/die-nagra-soll-anderswo-bohren/story/22598668>

im Bewilligungsverfahren, infolge von bohrtechnischen Überraschungen und der ausgesprochen anspruchsvollen Auswertung der Daten sowie ihrer projektrelevanten Interpretation ist eine Verdoppelung des von der Nagra geschätzten Zeitbedarfs durchaus vorsichtig-realistisch.

Die Nagra sieht vor, innerhalb SGT Etappe 3 auch noch die Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung zu erarbeiten und einzureichen.

3.1.4 Rahmenbewilligung (optimistisch: ab 2025, Dauer 6 Jahre = 2031; realistisch: ab 2029, Dauer 6 Jahre = 2034)

Wie erwähnt, schätzt die SES den Zeitbedarf, insbesondere für die Berücksichtigung gesicherter Ergebnisse aus den Feldarbeiten, bis zur Einreichung des RBG wesentlich höher ein als die Nagra.

Das Verfahren von der Einreichung des RGB bis zu seiner abschliessenden Rechtsgültigkeit ist äusserst komplex und führt über lange Wege durch mehrere Instanzen: Fachtechnische Überprüfung (Bund, Kantone etc.) – Stellungnahmen – Anhörung – Ämterkonsultation – Mitberichtsverfahren – Entscheid Bundesrat – Vorlage/Genehmigung Parlament – gegebenenfalls Referendum. Die Nagra rechnet für diesen Bewilligungsmarathon 6 Jahre; die SES schätzt diese Länge des Verfahrens als realistisch ein.

Die Nagra sieht vor, parallel zum laufenden RBG-Verfahren auch noch die Gesuchsunterlagen für die Bewilligung der EUU zu erarbeiten und einzureichen.

3.1.5 EUU: Vorbereitung und Beginn (optimistisch: ab 2032, Dauer 6 Jahre = 2037; realistisch: ab 2035, Dauer 15 Jahre = 2050)

Am Anfang der untertägigen Untersuchungen stehen spezifisch angesetzte Sondierungen (v.a. Bohrungen), welche als Erkundung für den nachmaligen Vortrieb der Zugangsbauwerke (Schacht und/oder Rampe) unumgänglich sind. Für diese Arbeiten sind Gesuche an das UVEK einzureichen. Nach (einspracheberechtigter) Bewilligung der Gesuche werden die erforderlichen Bohrungen abgeteuft und ausgewertet. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse erfolgt danach der Vortrieb der Zugangsbauwerke. Erst nach Auswertung der baubegleitenden standortrelevanten Charakterisierung des Untergrunds starten schliesslich die Erkundungen auf Lagerebene (bisher als «Felslabor» bezeichnet). Die SES beurteilt den von der Nagra für diese kaum überraschungsfrei realisierbaren untertägigen Bauwerke erforderlichen Zeitraum von 6 Jahren, einschliesslich einer seriösen baubegleitenden Charakterisierung und projektrelevanten Auswertung/Synthese, sowie entsprechender Bewertung durch Behörden und Experten als viel zu knapp. Einsprachen im Bewilligungsverfahren sind zu wenig berücksichtigt. Schacht und Stollen sind heikle Bauprojekte und technische Schwierigkeiten (z.B. Wassereinbrüche) mit entsprechenden Verzögerungen sind die Regel. Die Zugänge zum Felslabor der Andra am Standort Bure (F) wurden beispielsweise in einer geologisch vergleichbaren Konfiguration wie in der Nordschweiz gebaut (zwei vertikale Schächte von knapp 500 m Tiefe) und erforderten eine Bauzeit von 14 Jahren¹⁰.

¹⁰ Le journal de l'Andra, 2011/2012, No. 9

<http://www.andra.fr/download/site-principal/document/editions/371-9.pdf>

3.1.6 Weiterführung EUU (optimistisch: ab 2038, Dauer 11 Jahre = 2048; realistisch: ab 2051, Dauer 20 Jahre = 2071)

Bau und Installation einer Forschungs-Infrastruktur, vergleichbar mit einem Felslabor wie im Mont Terri oder wie am französischen Standort Bure, in 500-700 m Tiefe ist bergbau- und sicherheitstechnisch sowie betrieblich anspruchsvoll. Gemäss der laufenden Planung der Andra soll das Felslabor am Standort Bure bis 2030 betrieben werden. Langzeitexperimente erfordern sehr viel Zeit, da es sich um nicht weniger als den letztinstanzlichen Eignungstest eines Standorts für den Einschluss von radioaktivem Abfall für hunderttausende von Jahren handelt. Absolut zwingend ist zudem eine Gesamtbeurteilung (= Validierung) der Standorteignung, der bautechnischen Machbarkeit und der Langzeitsicherheit, basierend auf den vor Ort erhobenen Daten, sowie eine entsprechend gründliche fachtechnisch-behördliche Überprüfung (ENSI etc.). Von zentraler Bedeutung für den Fortgang des Lagerbaus sind die verschiedenen technischen Demonstrationen im 1:1 Massstab; Einlagerungstechnik (Remote Roboter Handling) der Behälter, deren Rückholung sowie die Stollen- und Schachtversiegelung. Ausserdem wird eine Vorbereitung der Unterlagen für das nukleare Baubewilligungsverfahren benötigt. Deshalb und in Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsdauer des Felslabors in Bure schätzt die SES dafür eine Dauer von mindestens 20 Jahren.

3.1.7 Nukleare Baubewilligung (optimistisch: ab 2045, Dauer 3 Jahre = 2048, 3 Jahre überlappend mit EUU; realistisch: ab 2067, Dauer 9 Jahre = 2076, wovon 3 Jahre überlappend mit EUU)

Die Nagra geht davon aus, dass bereits nach nur 10 Jahren untertägiger Erkundung die nukleare Baubewilligung erarbeitet, innert 3 Jahren behördlich geprüft und das Gesuch ohne jeden Widerstand schlank bewilligt werden kann. Das ist jenseits jeder vernunftbasierten Realität. Denn bevor jemals die Bewilligung erteilt wird, müssen die projektrelevanten Folgerungen aus der Exploration unter Tage abgeschlossen und validiert werden. Ausserdem erfordert die behördliche Überprüfung eines Projektes dieser technischen und gesellschaftlichen Tragweite mehr Zeit als 5 Jahre. Laut Nagra kann man davon ausgehen, dass die rechtlichen Mittel nicht ausgeschöpft werden, obwohl der Entscheid des UVEK angefochten werden kann. Bei einem solch umstrittenen Projekt ist aber mit erheblichen Verzögerungen aufgrund von Einsprachen zu rechnen. Falls ein Rekurs bis ans Bundesgericht weitergezogen wird, kann dies das gesamte Projekt um 5 bis 7 Jahre zurückwerfen. Deshalb rechnet die SES hierfür mit insgesamt 9 Jahren.

3.1.8 Bau Lager (optimistisch: ab 2049, Dauer 10 Jahre = 2059; realistisch: ab 2077, Dauer 15 Jahre = 2092)

Unter der wohlwollenden Annahme, dass die dannzumal bereits bestehenden Zugänge (Schächte) zur untertägigen Erkundung für den Bau des Lagers verwendet werden können, wird zusätzlich mindestens ein weiterer Zugang (Schacht oder Rampe) zu erstellen sein. Dies ist zur Gewährung der betrieblichen Sicherheit im Minimum erforderlich. Für das finnische HAA-Endlager «Onkalo» wurden drei Schächte (Zu- und Abluft, Personal) sowie ein fast 5 km

lange geneigter Tunnel (für Materialtransporte) bis auf Endlager-Sohle abgeteuft (455 m unter Terrain)¹¹. Auch der Bau verschiedener Kavernen zur Aufnahme der Betriebszentralen, Werkstätten und Umladestationen für die angelieferten Müllbehälter muss einberechnet werden. Gleichzeitig könnte der Bau für den Zugang zum Pilotlager, einschliesslich der Stollen für dessen Langzeitmonitoring, in Angriff genommen und die ersten Lagerstollen vorgetrieben werden. Aufgrund dieser Herausforderungen für den Untertagebau müssen die geplanten 10 Jahre Realisierungszeit der Nagra als Wunschdenken bezeichnet werden. Zum Vergleich: Der Schacht Gorleben (in einem norddeutschen Salzstock) erforderte allein 8 Jahre, die Erkundungsstollen auf Teufe nochmals 6 zusätzliche Jahre¹². Dieses Beispiel setzt aus Sicht der SES den zeitlichen Mindestmassstab.

3.1.9 Nukleare Betriebsbewilligung (optimistisch: ab 2056, Dauer 3 Jahre = 2059, überlappend mit Bau Lager; realistisch: 2090, Dauer 7 Jahre = 2097, Überlappung 2 Jahre)

Die vollständige Überlappung von Lagerfertigstellung und Erhalt der Betriebsbewilligung ist unrealistisch. Die Erfahrungen aus dem Lagerbau müssen in die Beurteilung der weiteren Realisierungsschritte einfließen und deshalb auch für die Betriebsbewilligung ausgewiesen werden (Langzeitstabilität und nukleare Sicherheit). Auch hier könnte der Entscheid des UVEK Einsprache- und Rekursverfahren (über Bundesverwaltungsgericht bis zum Bundesgericht) auslösen. Die SES geht jedoch davon aus, dass die Annahmen von Nagra und BFE realistisch sind und nicht alle Rechtsmittel ein weiteres Mal ausgeschöpft werden. Der potenzielle Widerstand wird geringer eingeschätzt als bei der Baubewilligung, da alle Anlagen zu diesem Zeitpunkt bereits bestehen, bzw. die «Akzeptanz» in der entsprechenden Standortregion hergestellt ist.

3.1.10 Einlagerungsbetrieb (optimistisch: ab 2060, Dauer 14 Jahre = 2074; realistisch: ab 2098, Dauer 14 Jahre = 2112)

Die geschätzte Dauer für die Einlagerung erachtet die SES als realistisch, allerdings ohne jede Reserve für «Unvorhergesehenes».

3.1.11 Beobachtungsphase (optimistisch: ab 2075, Dauer 49 Jahre = 2124; realistisch: ab 2113, Dauer 100 Jahre = 2213)

Eine Beobachtungsphase ist im Kernenergiegesetz (KEG) vorgesehen. Das KEG definiert nicht die Länge, sondern schreibt lediglich in Art. 39, Abs. 2 vor, dass der Bundesrat den Verschluss anordnet. Im Konzept der Expertengruppe Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle (EKRA), die das aktuelle Konzept der

¹¹ Onkalo Excavation Situation:
http://www.posiva.fi/en/final_disposal/onkalo/onkalo_excavation_situation (Stand: 30.4.2015)

¹² Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008): Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Deutschland: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/endlagerung-hochradioaktiver-abfaelle-endlagerprojekt-gorleben,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

Tiefenlagerung erarbeitet hat, ist die Dauer der Beobachtungsphase bewusst nicht vorgeschrieben, um den Experten die Möglichkeit zu lassen, die Beobachtungsphase so lange zu gestalten, wie sie es für notwendig erachten. 50 Jahre sind jedoch im Vergleich zu den Zeiträumen, in denen radioaktive Abfälle von Mensch und Umwelt ferngehalten werden müssen (1 Million Jahre), zu kurz. Die Finanzierung schon jetzt auf 50 Jahren zu begrenzen, ist fahrlässig und schafft einen unnötigen Sachzwang. Damit die finanziellen Mittel auf jeden Fall ausreichend sind, muss mit 100 Jahren gerechnet werden.

3.1.12 Stilllegung/Rückbau OFA (optimistisch: ab 2075, Dauer 5 Jahre = 2080; realistisch: 2113, Dauer 5 Jahre = 2118)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.13 Verschluss Hauptlager (optimistisch: 2085, Dauer 5 Jahre = 2090; realistisch: ab 2123, Dauer 5 Jahre = 2128)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.14 Verschluss Gesamtlager (optimistisch: ab 2125, Dauer 1 Jahr = 2126; realistisch: ab 2214, Dauer 1 Jahr = 2215)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.15 Fazit

Die auf *realistischen* und erfahrungsbezogenen Annahmen beruhende Schätzung der SES für den Zeitbedarf bis zum Verschluss des Hauptlagers HAA liegt somit um 38 Jahre über der Schätzung der Nagra.

3.2 SES-Szenario «Pessimistisch»

In Kapitel 3.1 sind die absehbaren Arbeitsschritte innerhalb der einzelnen Phasen auf dem Weg zur Lagerrealisierung in einem realistischen Szenario detailliert aufgelistet und erläutert. In Ergänzung dazu werden im vorliegenden Kapitel 3.2 primär die denkbaren Stolpersteine betrachtet, die im Eintretensfall zu einem *pessimistischen* Szenario führen. Dieses beschreibt mögliche gravierende Zwischenfälle, die in jeder Etappe zu Verzögerungen und schlimmstenfalls zum Abbruch des Projekts führen könnten. Das Szenario in der beiliegenden Zeitplangrafik beruht auf der Annahme, dass aufgrund sicherheitskritischer Ergebnisse der EUU bereits in dieser Phase die Nichteignung des Standorts befunden werden muss. Für den Fall, dass ein Standort aufgegeben werden müsste, reagiert die Nagra mit Zweckoptimismus: «Das Lager wird an einem Reservestandort realisiert.» Dass ein solches Scheitern einem entsorgungsmässigen Totalschiffbruch gleichkäme, wird gedanklich gar nicht erst in Erwägung gezogen.

Im nachfolgend skizzierten pessimistischen Szenario werden auch Unsicherheiten aufgezeigt, ohne bei jedem Verfahrenspunkt vom schlimmsten Fall auszugehen.

3.2.1 Standortwahl SGT Etappe 2 (optimistisch: 2018, pessimistisch: 2022)

Bezeichnenderweise stellt sich gegenwärtig die Entwicklung ein, welche die SES ihrem pessimistischen Szenario zu Grunde gelegt hatte: der «2x2»-Vorschlag der Nagra ist behördlicherseits zur «3x2»-Auflage mutiert. Konkret: die Nagra wurde - gegen ihren Willen - dazu verpflichtet, zusätzlich zu ihren «Kronfavoriten» (ZNO, JO) das Standortgebiet «Nördlich Lägern» wieder in die Evaluation aufzunehmen. Hier hat sie mittlerweile eine 3D-seismische Erkundung durchgeführt, und die Gesuche für diverse Tiefbohrungen werden bzw. wurden in den vergangenen Wochen eingereicht. Um die kausal damit einhergehende Verzögerung von mehreren Jahren zu tarnen, wurden diese Untersuchungen kurzerhand zu Elementen der SGT-Etappe 3 erklärt. Die Nagra hofft damit, doch noch einen Abschluss der Etappe 2 bis 2018 zu erreichen (gemäss BFE nicht vor 2019). Es fragt sich allerdings, was mit diesem taktischen Manöver bezweckt wird. Denn wie soll der Bundesrat über eine Wahl entscheiden, während die Entscheidungsgrundlagen (Ergebnisse der geologischen Erkundung) erst erarbeitet werden?

3.2.2 SGT Etappe 3 einschl. RBG-Dokumentation (optimistisch: ab 2019, Dauer 5 Jahre = 2024; pessimistisch: ab 2023, Dauer 10 Jahre = 2033)

Im Bewilligungsverfahren können Einsprachen gegen Bohrprojekte zu Verzögerungen von mehreren Jahren führen. Sind dann die Bewilligungen einmal rechtsgültig, ist erfahrungsgemäss während den Bohrarbeiten mit weiteren Verzögerungen infolge technischer Probleme (bohrtechnische Pannen, geologisch-geotechnische «Überraschungen» usw.) zu rechnen, die sogar zum Abbruch einer Bohrung führen können. Nimmt man die «Konzepte der Standortuntersuchungen für STG Etappe 3» (NAB 14-83) der Nagra als Massstab zur Abschätzung des Zeitbedarfs, dann sind 10 Jahre nur moderat pessimistisch: Denn die vorgesehenen Bohrungen, geologischen Aufnahmen, geophysikalisch-hydrogeologischen Tests (in den Bohrlöchern) sind für sich allein schon eine herausfordernde Aufgabe. Die Nagra verfügt aber nur beschränkt über das erforderliche Personal, sodass viele Arbeiten an Dritte abgegeben werden müssen, was wiederum einen beträchtlichen Aufwand bezüglich Qualitätssicherung bedeutet. Zudem müssen aus den Ergebnissen geologisch-hydrogeologisch-sicherheitsrelevante Folgerungen und projektbezogene Synthesen zuhanden der Aufsichtsbehörden erarbeitet werden. Kompilation, Auswertung und Synthese der neu gewonnenen Erkenntnisse (3D-Seismik und Bohrungen) können »unerwartet« kritische geologische Strukturen im Untergrund sichtbar werden lassen, die ggf. die Eignung von Standortgebieten zumindest in Frage stellen können.

Parallel zu diesen standortbezogenen Arbeiten soll gemäss Zeitplan der Nagra und trotz ohnehin beschränktem Personalbestand gleichzeitig die gesamte Dokumentation zum RBG einreichungsreif bereitgestellt werden.

3.2.3 Rahmenbewilligung (optimistisch: ab 2025, Dauer 6 Jahre = 2031; pessimistisch: ab 2034, Dauer 6 Jahre = 2040)

Das Rahmenbewilligungsgesuch muss, nach einem komplexen Überprüfungs- und Vernehmlassungsmarathon durch zahllose Gremien, im Schlussverfahren noch über drei Hürden, wo es grundsätzlich an jeder einzelnen scheitern

kann: Ablehnung im Bundesrat, im Parlament sowie schliesslich in einem (fakultativen) Referendum. Eine letztinstanzliche Ablehnung wäre für die nukleare Entsorgung gemäss Nagra-Konzept fatal.

Parallel zum RBG-Verfahren sollen gemäss Planung der Nagra ausserdem die Gesuchsunterlagen für die EUU erarbeitet werden.

3.2.4 EUU: Vorbereitung und Beginn (optimistisch: ab 2032, Dauer 5 Jahre = 2037; pessimistisch: ab 2041, Dauer 15 Jahre = 2056)

Erst in dieser Phase beginnt der wirklich zeit- und kostenintensive «Weg in die Tiefe». Dazu bedarf es vorgängig noch umfangreicher Detailabklärungen als Grundlage der geotechnischen Prognosen für Zugangsschacht und/oder -tunnel. Es folgt ein langwieriges Bewilligungsverfahren gemäss KEG für den Bau von Schacht, Stollen und untertägige Erkundung (Felslabor). Einsprachen durch alle Instanzen können den Bau verzögern. Während dem Schacht- und/oder Tunnel- sowie Stollenvortrieb ist mit geologisch-geotechnischen Problemen (z.B. Wassereinbruch) zu rechnen. Jahrelange Verzögerungen infolge verfahrenstechnischer und/oder technischer Hindernisse sind absehbar. Und – last but not least – gehört auch die geologische Aufnahme und Charakterisierung der Zugänge nach Untertag auf ihrer gesamten Länge bereits zum unabdingbaren Bestandteil der sicherheitstechnisch relevanten Standortbeurteilung.

3.2.5 Weiterführung EUU (optimistisch: ab 2038, Dauer 10 Jahre = 2048; pessimistisch: ab 2057, Dauer 55 Jahre = 2112)

Dieses Szenario geht von der Annahme aus, dass sich in dieser sicherheitsentscheidenden Phase geologisch-hydrologisch fatale Komplikationen manifestieren, die schliesslich den Standort als ungeeignet entlarven. In diesem Fall müsste die Arbeit bei einem «Reservestandort» wieder von vorne beginnen. Die Frage stellt sich allerdings, ob nicht spätestens nach diesem Befund das Endlagerungskonzept der Nagra grundsätzlich hinterfragt werden müsste.

Wenn nicht, folgen erneut zusätzliche geologische Erkundungen am «Reservestandort» (Etappe 3 «reloaded», Dauer 6 Jahre, d.h. bis 2063), danach die Einreichung eines neuen RBG, anschliessend das Bewilligungsverfahren (Dauer 6 Jahre, d.h. bis 2069).

Dies wäre jedoch erst der Anfang: Es folgen die aufwändigen Vorbereitungen für EUU (Sondierbohrungen) für die Zugangsbauwerke (Schacht/Rampe, siehe Pkt. 3.2.4). Setzt man dafür soviel Zeit ein, wie für das realistische Szenario (d.h. 15 Jahre) dann dauert diese Phase bis 2083. Dann erst könnte dort weitergefahren werden, wo man am ersten Standort gescheitert war, also mit der Weiterführung der EUU.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen Untertag sollen den Lagerstandort charakterisieren und darauf basierend seine sicherheitstechnische Eignung vor Ort abschliessend bestätigen; es ist aber nicht von vornherein auszuschliessen, dass diese Eignung aufgrund der erhobenen Daten in Frage gestellt wird. Denn im Rahmen dieser Untersuchungen sind zwingend eine Reihe von entscheidenden Demonstrations-Experimenten im Massstab 1:1 durchzuführen: a) Einlagerung, b) Rückholung, c) Versiegelungsbauwerk. Wie das «full-scale-

emplacement»-Experiment im Felslabor Mont Terri gegenwärtig zeigt, sind solche Experimente sehr aufwändig, zeitintensiv und keineswegs a priori erfolgsversprechend. Mit mehrjährigen Verzögerungen bis zu einem überzeugenden, von den Behörden geprüften Ergebnis ist in jedem Fall zu rechnen. Angesichts dieser höchsten technischen Herausforderungen und unter Berücksichtigung der Erfahrungen im Felslabor Mont Terri sowie am Standort Bure (F) rechnet die SES mit einer Untersuchungsdauer von rund 3 Jahrzehnten, d.h. bis 2112.

3.2.6 Nukleare Baubewilligung (optimistisch: ab 2045, Dauer 3 Jahre = 2048; pessimistisch: ab 2109, Dauer 9 Jahre = 2118, wovon 3 Jahre überlappend)

Die projektrelevanten Folgerungen aus den zuvor (in Pkt. 5) genannten Experimenten sind fundamentale Grundlagen des Bewilligungsgesuchs für den Lagerbau. Je überzeugender diese Demonstrationen ausfallen, umso besser hält das Gesuch der technischen Überprüfung stand. Die erteilte Baubewilligung (UVEK) kann vor Bundesverwaltungsgericht und vor dem Bundesgericht angefochten werden, was wiederum ein langwieriges Rekursverfahren nach sich ziehen kann.

3.2.7 Bau Lager (optimistisch: ab 2049, Dauer 10 Jahre = 2059; pessimistisch: ab 2118, Dauer 15 Jahre = 2133)

Trotz begründeter Modellstudien zur Machbarkeit verlaufen stollenbautechnische Arbeiten unter Tag in der Regel nicht überraschungsfrei. Viele bergbautechnische Probleme können zwar gemeistert werden, doch sie verzögern den Schacht- und Stollenvortrieb unter Umständen erheblich. Mechanische Auflockerung des Wirtgesteins infolge Ausbrucharbeiten und Massnahmen zur Stabilisierung der Hohlräume (Stahleinbau, Felsanker, Beton) können jedoch negative Auswirkungen auf die Integrität des Wirtgesteins, mithin auf seine Einschlusswirksamkeit haben. In jedem Fall wird daher eine periodische Überprüfung der Langzeit-Sicherheitsanalysen erforderlich sein.

3.2.8 Nukleare Betriebsbewilligung (optimistisch: ab 2056, Dauer 6 Jahre (3 Jahre Überlappung plus 3 Jahre) = 2059; pessimistisch: ab 2133, Dauer 6 Jahre (2 Jahre Überlappung plus 4 Jahre) = 2137)

Die projektrelevanten Folgerungen aus zuvor (Pkt. 7) genannter Überprüfung der Langzeitsicherheit sind grundlegende Elemente des Bewilligungsgesuchs für den Einlagerungsbetrieb. Je robuster die Analyse der Langzeitsicherheit («safety case») ausfällt, umso besser hält das Gesuch der technischen Überprüfung stand. Die erteilte Betriebsbewilligung (UVEK) kann vor Bundesverwaltungsgericht und vor dem Bundesgericht angefochten werden, was wiederum ein langwieriges Rekursverfahren nach sich ziehen kann.

3.2.9 Einlagerungsbetrieb (optimistisch: ab 2060, Dauer 14 Jahre = 2074; pessimistisch: ab 2138, Dauer 20 Jahre = 2158)

Bereits bei der Einlagerung der HAA-Behälter im Pilotlager wird sich erweisen, wie weit sich die komplexe, strahlenschutzbedingt zwingend fernbediente Roboter-Maschinerie in der rauen bergbautechnischen Wirklichkeit bewährt –

oder eben nicht. Weitere Verzögerungen sind durch die (unter Tage meist unvermeidlichen) geotechnischen Schwierigkeiten beim sukzessiven Vortrieb der Lagerstollen (Gebirgsausbrüche) zu erwarten.

3.2.10 Beobachtungsphase (optimistisch: ab 2075, Dauer 49 Jahre = 2124; pessimistisch: ab 2159, Dauer 100 Jahre = 2259)

Bemerkungen gemäss SES-Szenario «realistisch».

3.2.11 Stilllegung/Rückbau (optimistisch: ab 2075, Dauer 5 Jahre = 2080, pessimistisch: ab 2159, Dauer 5 Jahre = 2164)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.12 Verschluss Hauptlager (optimistisch: 2085, Dauer 5 Jahre = 2090, pessimistisch: ab 2169, Dauer 5 Jahre = 2174)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.13 Verschluss Gesamtlager (optimistisch: ab 2125, Dauer 1 Jahr; pessimistisch: ab 2260, Dauer 1 Jahr = 2261)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.14 Fazit

Die unter Einbezug plausibler technischer Zwischenfälle und verfahrenstechnischer Verzögerungen beruhende Schätzung der SES für den Zeitbedarf in einem pessimistischen Szenario bis zum Verschluss des Hauptlagers HAA liegt somit **84 Jahre** über der optimistischen Schätzung der Nagra.

4 GESAMTFAZIT

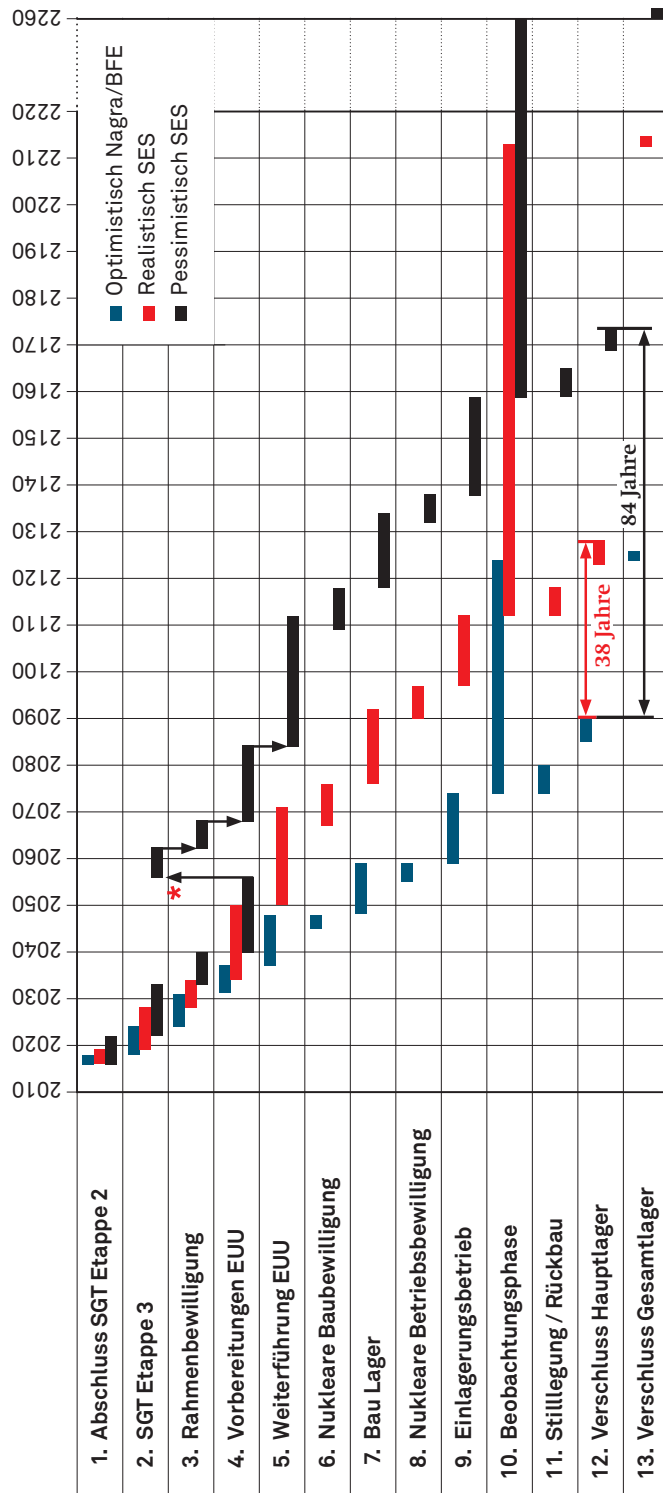
Die vielen Ungewissheiten und Sicherheitsrisiken, die bei der Lagerung von radioaktivem Abfall auf die Gesellschaft zukommen verdeutlichen, dass der kostenkritische Zeitplan nicht auf einem optimistischen, sondern mindestens auf einem realistischen Szenario, d.h. im Vergleich zum optimistischen Nagra-Zeitplan eine Verzögerung von 38 Jahren, beruhen muss. Dabei ist nicht zu vergessen, dass im ungünstigen Falle weitere Verzögerungen (pessimistisches Szenario) sowie Bauunterbrüche oder gar Projektabbrüche möglich sind. Zu guter Letzt darf nicht vergessen gehen, dass es grundsätzlich fragwürdig und äussert unsicher ist, ob das Konzept Tiefenlagerung jemals umgesetzt werden kann.

ANHANG 1: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--------|--|
| BFE | Bundesamt für Energie |
| EGT | Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung |
| EKRA | Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle |
| ENSI | Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat |
| HAA | Hochaktive Abfälle |
| JO | Standortgebiet Jura Ost |
| KEG | Kernenergiegesetz |
| KNS | Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit |
| Nagra | Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle |
| NEAT | Neue Eisenbahn-Alpentransversale |
| NAB | Nagra Arbeitsbericht |
| NTB | Nagra technischer Bericht |
| RBG | Rahmenbewilligungsgesuch |
| SGT | Sachplan Geologische Tiefenlager |
| SMA | Schwach- und mittelaktive Abfälle |
| UVEK | Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation |
| ZNO | Standortgebiet Zürich Nordost |
| Zwilag | Zwischenlager Würenlingen |

ÜBERPRÜFUNG NAGRA-ZEITPLAN BAU GEOLOGISCHER TIEFENLAGER

Am Beispiel für hochaktive Abfälle



* Annahme: Stopp wegen Nichteignung mit Beginn an neuem Standort.

Quellen: siehe Hintergrundpapier «Überprüfung Nagra-Zeitplan», 2017. Grafik: fischerd