

Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa)  
Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES)

**Sachplan geologische Tiefenlager (SGT)**  
**Etappe 1**  
**Fachbericht der AG SiKa/KES**

---

Zürich, Juli 2010

### **Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa)**

Dr. Kurt Nyffenegger (Vorsitz)	Kanton Zürich
Dr. Thomas Flüeler (Sekretariat)	Kanton Zürich
Dr. Hans Burger	Kanton Aargau
Fidel Hendry	Kanton Nidwalden
Erich Müller	Kanton Thurgau
Céline Pittet	Kanton Solothurn
Dr. Alain Schmutz	Kanton Obwalden
Felix Stierli	Kanton Basel-Land
Dr. Iwan Stössel	Kanton Schaffhausen

### **Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES)**

Dr. Paul Felber  
Dr. Hans Rudolf Keusen  
PD Dr. Jon Mosar  
PD Dr. Frank Preusser

**Bezug:** AWEL, Abteilung Energie, Stampfenbachstr. 12, 8090 Zürich  
[www.radioaktiveabfaelle.zh.ch](http://www.radioaktiveabfaelle.zh.ch) (>Ausschuss der Kantone)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	Seite
<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1. Ausgangslage</b>	<b>5</b>
<b>2. Vorgaben von Tiefenlagerkonzept und Etappe 1 des Sachplans</b>	<b>5</b>
<b>3. Vorschläge der Nagra für geeignete geologische Standortgebiete</b>	<b>7</b>
<b>4. Behördliche Überprüfung der Vorschläge der Nagra und weitere Stellungnahmen</b>	<b>8</b>
<b>5. Beurteilung durch die AG SiKa/KES</b>	<b>10</b>
5.1 Allgemeines, Anliegen der AG SiKa/KES	10
5.2 Einschätzung durch die AG SiKa/KES	10
5.2.1 Auswahl potenzieller Wirtgesteine	11
5.2.2 Tiefenlage des Lagers	12
5.2.3 Gasproblematik	12
5.2.4 Auswahl geeigneter geologischer Standortgebiete	13
5.2.5 Ungleicher Wissensstand, Ungewissheiten, Bewertung	13
<b>6. Folgerungen und weiteres Vorgehen</b>	<b>16</b>
<b>Referenzen</b>	<b>18</b>
A. Vorgaben	18
B. Beurteilte Dokumente	18
C. Weitere Referenzen	19

## **Zusammenfassung**

Gemäss Pflichtenheft des Konzeptteils Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) (BFE 2008) beurteilt die Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES) die von den Entsorgungspflichtigen vorgelegten Antragsdokumente wie auch weitere Grundlagen zuhanden des Ausschusses der Kantone (AdK). Die Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa) setzt sich aus Fachpersonen der betroffenen Kantone zusammen und betreut die KES.

Zum Ergebnis der Etappe 1 des SGT liegen umfangreiche Berichte der Nagra und die Gutachten und Stellungnahmen des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI), der Landesgeologie (swisstopo), der Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) und der Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) vor. Die AG SiKa/KES hat diese Unterlagen auf ihre Plausibilität geprüft und dazu etliche Fachgespräche geführt. Die AG SiKa/KES kommt zum Schluss, dass die getroffene Auswahl der potenziell geeigneten Wirtgesteine und geologischen Standortgebiete transparent und nachvollziehbar ist, damit die Vorgaben von Etappe 1 also erfüllt sind. Aufgrund der heute zur Verfügung stehenden geologischen Grundlagen bestehen keine Gründe, weitere Wirtgesteine oder Standortgebiete einzubeziehen.

Der Kenntnisstand über die neben dem gut dokumentierten Opalinuston ausgewählten Wirtgesteine ist allerdings zum Teil nicht ausreichend. Auch bei den Standortgebieten bestehen Wissenslücken bezüglich einzelner sicherheitsrelevanter Kriterien des Sachplans. Aus diesem Grund sind die von Nagra, ENSI und KNE bereits vorgenommenen, als Rangierung auffassbaren Bewertungen der geologischen Standortgebiete für die AG SiKa/KES verfrüht. Der Sachplan verlangt hier für Etappe 1 mit Schritt 5 eine Bewertung, welche aufgrund der vorliegenden Dokumente wegen der bestehenden Ungewissheiten (Unsicherheiten in Bezug auf Wissensstand und Datenqualität) zum jetzigen Zeitpunkt nicht erfüllt werden kann. In Etappe 2 sind provisorische Sicherheitsanalysen für die Standortgebiete zu erstellen, damit je mindestens zwei Standorte für beide Lagertypen ausgewählt werden können (BFE 2008). Diese Analysen sind auf standortspezifischen Grundlagen zu erarbeiten. Dazu müssen die erdwissenschaftlichen Kenntnisse mit zusätzlichen Untersuchungen verbessert werden. Es besteht ansonsten die Gefahr, dass die in Etappe 2 getroffene Auswahl nicht robust genug ist oder sich später sogar als falsch erweist. Dies muss aus wissenschaftlich-technischen wie auch aus politischen Gründen vermieden werden.

## **1. Ausgangslage**

Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) präsentierte im Jahr 2008 die Ergebnisse ihrer Untersuchungen zur Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) (Nagra 2008a-d). Hierzu nahmen das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) (ENSI 2010a), die Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) (KNE 2010) und die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) (KNS 2010) Stellung. Die Aufgabe der Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa) und der Kantonalen Expertengruppe Sicherheit (KES) bestand darin, das Ergebnis der Untersuchungen der Nagra und die Stellungnahmen hierzu aus ihrer Sicht zu prüfen und zuhanden der Regierungen der betroffenen Standortkantone zu kommentieren (BFE 2008, Pflichtenheft Ziff. 13).

Die Problemstellung in Etappe 1 des Sachplans nimmt mit der Priorität «Sicherheit zuerst» die Geologie als Ausgangspunkt; es geht primär um die Auswahl möglicher Wirtgesteine und geeigneter potenzieller geologischer Standortgebiete, also der ersten Stufe des Einengungsprozesses.

Die AG SiKa/KES besteht vorwiegend aus erfahrenen Erdwissenschaftlern sowohl mit lokal-geologischen als auch mit fachspezifischen Kenntnissen. Sie ist damit in der Lage, die vorgelegten Ergebnisse wissenschaftlich auf ihre Plausibilität zu prüfen. Die AG SiKa/KES sieht sich als Beauftragte der betroffenen Kantone aber gleichzeitig veranlasst, neben rein naturwissenschaftlich-technischen auch Prozessaspekte wie Vergleichbarkeit, Stufengerechtigkeit und Glaubwürdigkeit zu berücksichtigen, dies im Hinblick auf ein transparentes, nachvollziehbares Verfahren. Aussagen zur Prognostizierbarkeit und zur Bedeutung von Inhomogenitäten und Anisotropien stellen die Geologie vor besondere wissenschaftliche Herausforderungen. Diesen kann mit einem offenen, auch die Unsicherheiten<sup>1</sup> aufzeigenden Arbeitsansatz begegnet werden. Gerade bei einem umstrittenen Thema wie der Lagerung von radioaktiven Abfällen müssen diese Prozessaspekte mitberücksichtigt werden. Die Stellungnahme der AG SiKa/KES beinhaltet damit sowohl eine geologische Fachbetrachtung als auch Überlegungen zur Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Verfahrens.

Die AG SiKa/KES hat neben dem Studium der umfangreichen Unterlagen Fachgespräche mit der Nagra, dem ENSI, der swisstopo und der KNS geführt. Zudem sind die Erkenntnisse, welche aus dem Technischen Forum Sicherheit<sup>2</sup> gewonnen wurden, in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

## **2. Vorgaben von Tiefenlagerkonzept und Etappe 1 des Sachplans**

Gemäss schweizerischem Konzept für die geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle muss der Schutz von Mensch und Umwelt vor deren ionisierender Strahlung dauerhaft sein (ENSI 2009). Die Langzeitsicherheit ist durch gestaffelte, passiv wirkende technische und natürliche Barrieren zu gewährleisten (Art. 3 KEG, Art. 11 KEV). Dabei kommt der Geosphäre (Erdkruste) als natürlicher Barriere die Hauptschutzfunktion zu. Deren Rückhaltepotenzial ist primär durch geringe Durchlässigkeit, grosse Mächtigkeit und Stabilität gekennzeichnet. Eine geeignete Standortwahl (bzw. geeignete Wahl der Geologie) ist somit eine wesentliche Vor-

---

<sup>1</sup> Im Folgenden sind damit die Ungewissheiten bezüglich Wissensstand und Datenqualität gemeint.

<sup>2</sup> [www.technischesforum.ch](http://www.technischesforum.ch) (alle Internetlinks abgerufen am 27.07.2010).

aussetzung dafür, dass für ein geologisches Tiefenlager die erforderliche Sicherheit erreicht wird und der entsprechende etappengerechte Langzeitsicherheitsnachweis erbracht werden kann. Konkret muss der Einschluss der Abfälle in einem dichten Wirtgestein erfolgen, wobei darauf zu achten ist, dass dieses möglichst wenig verletzt wird.

Ein systematisches Standortauswahlverfahren setzt eine breite Anlage der Standortsuche sowie eine schrittweise Einengung in Frage kommender Wirtgesteine und Standortgebiete aufgrund sicherheitsorientierter Kriterien voraus. Es fusst auf bisherigen Untersuchungen und dem aktuellen Stand der geologischen Kenntnisse, die – wo nötig – schrittweise zu vertiefen sind (BFE 2008, S. 33). Zur Beurteilung der Wissensbasis gehört auch die Einschätzung der Ungewissheiten bzw. der Belastbarkeit der Datengrundlage.

Gemäss Konzept «*gewährleistet das Sachplanverfahren, dass Standorte für geologische Tiefenlager in einem fairen, transparenten und partizipativen Verfahren evaluiert und bezeichnet werden*» (ebd., S. 5). Die sicherheitstechnischen Kriterien für die Standortevaluation von möglichen geologischen Tiefenlagern sind im Konzept ebenfalls niedergelegt (ebd., S. 52ff.). Diese wurden von der damaligen Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK, heute ENSI) entwickelt (HSK 2007). Die Etappe 1 gemäss SGT sieht die Evaluation von potenziellen Standortgebieten vor. Diese Auswahl basiert auf einem Verfahren in fünf Schritten (BFE 2008, S. 57ff.):

*Lagerkonzeption:*

- a) Aufteilung des Abfallinventars auf Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) sowie für langlebige mittelradioaktive und hochradioaktive Abfälle (HAA).
- b) Erarbeitung der Barrieren- und Sicherheitskonzepte und deren Übertragung auf – entsprechende – standortbezogene geologische Verhältnisse.

*Einengungsprozess auf geeignete geologische Standortgebiete:*

- c) Suche nach geeigneten geologischen Grossräumen, welche den sicherheitstechnischen Anforderungen genügen.
- d) Identifikation geeigneter Wirtgesteine bzw. einschlusswirksamer Gebirgsbereiche.
- e) Identifikation geeigneter geologischer Konfigurationen von geeigneten Wirtgesteinen und Gebirgsbereichen.

Bezüglich der geologischen Standortevaluation hat die HSK 13 Kriterien benannt (Tabelle 1 umstehend), welche im Dokument HSK 33/001 detailliert erläutert werden (HSK 2007).

Tabelle 1: Kriterien zur Standortevaluation hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit gemäss HSK 33/001 (HSK 2007), übernommen im Konzeptteil zum Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008, S. 40).

Kriteriengruppe	Kriterien
1. Eigenschaften des Wirtgesteins bzw. des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches	1.1 Räumliche Ausdehnung 1.2 Hydraulische Barrierenwirkung 1.3 Geochemische Bedingungen 1.4 Freisetzungspfade
2. Langzeitstabilität	2.1 Beständigkeit der Standort- und Gesteinseigenschaften 2.2 Einfluss Erosion 2.3 Lagerbedingte Einflüsse 2.4 Nutzungskonflikte
3. Zuverlässigkeit der geologischen Aussagen	3.1 Charakterisierbarkeit der Gesteine 3.2 Explorierbarkeit der räumlichen Verhältnisse 3.3 Prognostizierbarkeit der Langzeitveränderungen
4. Bautechnische Eignung	4.1 Felsmechanische Eigenschaften und Bedingungen 4.2 Untertägige Erschliessung und Wasserhaltung

Die Einschätzung soll auf dem aktuell verfügbaren Kenntnisstand basieren und zu einer Bewertung der Eignung von Standortgebieten führen.

### **3. Vorschläge der Nagra für geeignete geologische Standortgebiete**

In den Berichten NTB 08-03 bis NTB 08-06 (Nagra 2008a-d) schlägt die Nagra potenziell geeignete geologische Standortgebiete für SMA- und HAA-Lager gemäss den Evaluationsvorgaben des Bundes vor. Die Evaluation wird schrittweise vollzogen und die Kriterien werden systematisch abgearbeitet. Noch bestehende Ungewissheiten werden nachvollziehbar dargestellt und beschrieben.

Die Nagra nimmt die im Sachplan verlangte Bewertung anhand der vorgegebenen Kriterien vor, vorerst für die evaluierten Grossräume und danach für die ausgeschiedenen geologischen Standortgebiete. Die Einstufung der Kriterien erfolgt mithilfe einer Benotungsskala von 0 – 4 ohne Gewichtung. Das Ergebnis mündet in eine Bewertung von sechs für SMA und drei für HAA potenziell geeignete Gebieten, wobei im Fall der SMA-Gebiete noch eine Differenzierung bezüglich der hier potenziell geeigneten Wirtgesteine erfolgt. Aufgrund dieses Ergebnisses nennt die Nagra einige «prioritäre» Standorte (Nagra 2008b).

#### **4. Behördliche Überprüfung der Vorschläge der Nagra und weitere Stellungnahmen**

Bis Mai 2010 lagen die behördlichen Stellungnahmen von ENSI (inklusive swisstopo), KNE und KNS vor (ENSI 2010, KNE 2010, KNS 2010). Auch die deutsche Expertengruppe Schweizer Tiefenlager (ESchT) erarbeitete einen Bericht dazu (ESchT 2010). Gesamthaft gesehen attestieren die Bundesbehörden und Kommissionen der Nagra eine fachlich fundierte, umfassende und nachvollziehbare Darstellung der geologischen Grundlagen.

Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Stellungnahmen aufgeführt:

**ENSI** (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat), Januar 2010

Das ENSI legt mit seinem Bericht 33/070 vom Januar 2010 eine Überprüfung des Vorschlags der Nagra vor (ENSI 2010). Es nimmt diese Überprüfung systematisch und schrittweise nach den festgelegten Kriterien vor. In einigen Spezialfragen zog es die Unterstützung externer Experten bei (KNE (KNE 2010), swisstopo (swisstopo 2010), Ingenieurgeologie der ETHZ (Amann & Löw 2009), private Büros (Emch + Berger AG 2010; Dr. von Moos AG 2009)).

In seinem Bericht stimmt das ENSI der Nagra grundsätzlich in allen Punkten der fünf Schritte zu:

- Abfallzuteilung
- Sicherheitskonzept
- Wahl geologisch-tektonischer Grossräume
- potenziell geeignete Wirtgesteine
- geologische Standortgebiete.

Es fällt aber auf, dass das ENSI bei der Bewertung der 13 Kriterien gemäss Tabelle 1 mehrfach zu einer weniger günstigen Einschätzung als die Nagra kommt. Insbesondere stuft es die «lagerbedingten Einflüsse» («Auflockerungszone im Nahbereich der Untertagebauten») durchwegs, die Nutzungskonflikte teilweise als weniger günstig ein. Auch die «räumliche Ausdehnung» beurteilt das ENSI bei den Gebieten N-Lägeren und Wellenberg weniger günstig als die Nagra. Bei den Eigenschaften der SMA-Wirtgesteine kommt das ENSI ebenfalls teilweise zu einer ungünstigeren Einschätzung. Aufgrund eines bei der ETH in Auftrag gegebenen Expertengutachtens (Amann & Löw 2009) kommt das ENSI für das HAA-Lager zum Schluss, der Nachweis der bautechnischen Machbarkeit der HAA-Lagerstollen (kreisrunde Querschnitte, Durchmesser 2.5 m bei eingeschränkter Sicherung einzig mit Anker und Netzen) sei für intakten Opalinuston nur bis in eine Tiefenlage von 650 m erbracht. In der unterschiedlichen Bewertung sehr wichtiger Kriterien zeigen sich – neben der Tatsache einer durchwegs optimistischeren Beurteilung durch die Nagra – die noch vorhandenen Ungewissheiten.

**KNE** (Kommission Nukleare Entsorgung), 23. Februar 2010

Die KNE äussert sich detailliert zur Tiefenlage eines Lagers, zur Auswahl der geologisch-tektonischen Grossräume sowie zu den potenziellen Wirtgesteinen und nimmt wie das ENSI eine Bewertung der vorgeschlagenen Standortgebiete vor (KNE 2010). Allerdings bezieht die KNE nur acht von dreizehn Kriterien in ihre vergleichende Bewertung ein.

Die KNE wendet wie die Nagra eine akribische Bewertung der Kriterien mit Benotungen auf eine Dezimalstelle an. Im abschliessenden Kommentar sagt die KNE: «*In Anbetracht der zahlreichen zu beurteilenden Aspekte und der komplexen Zusammenhänge ist es beeindruckend*



ckend, dass nur sehr wenige signifikante Abweichungen gefunden wurden. Dies bestätigt die Robustheit der von der Nagra erarbeiteten geologisch-hydrogeologischen Datengrundlage und Analyse.» Im Bericht der KNE fällt aber auf, dass mehrere Kriterien deutlich pessimistischer bewertet werden als durch die Nagra (hydraulische Barrierewirkung, Freisetzungspfade, räumliche Ausdehnung und Platzangebot).

**swisstopo** (Landesgeologie), 1. Februar 2010 (im Auftrag des ENSI)

swisstopo konzentriert sich gemäss ihrer Fachkompetenz auf geologische Fragen (swisstopo 2010). Sie stellt fest, dass die Nagra die zurzeit verfügbaren geologischen Grundlagen berücksichtigt hat. Sie schliesst sich der Auswahl der potenziellen Wirtgesteine durch die Nagra an, insbesondere kann sie den Ausschluss der Flysche, der Bündnerschiefer und der Molasse als Wirtgesteine nachvollziehen. swisstopo weist aber daraufhin, dass die Datengrundlagen für die Auswahl der Wirtgesteine sehr heterogen sind und dass die Einschätzungen des Braunen Doggers und der Effinger Schichten zu positiv ausfallen. Dies veranlasst swisstopo, Empfehlungen für ergänzende Untersuchungen zu machen. Zudem stellt swisstopo fest, dass bezüglich der Gasproblematik erhebliche Ungewissheiten bestehen.

**KNS** (Kommission für nukleare Sicherheit), 12. April 2010

Im Vergleich zu ENSI und KNE fällt die Stellungnahme der KNS deutlich kritischer aus (KNS 2010). Insbesondere erwartet die KNS, dass bei angepassten Lagerkonzepten grössere Tiefenlagen möglich würden. Der getroffenen Auswahl von Wirtgesteinen kann sie zustimmen, auch wenn sie das Ausscheiden nicht bei allen Gesteinen als zwingend erachtet. Bezüglich der Erosion meint die KNS, dass die Erosionsraten möglicherweise unterschätzt wurden. Im Weiteren schreibt die KNS: «Die Sicherheitsanalysen zu den verschiedenen Standorten müssen hinsichtlich Konservativität und Robustheit vergleichbar sein. Die Frage, ob dies mit dem unterschiedlichen Wissenstand zu den Standortgebieten möglich ist, ist noch nicht beantwortet. Die KNS geht davon aus, dass für vergleichbare provisorische Sicherheitsanalysen zusätzliche erdwissenschaftliche Untersuchungen (z.B. 3D-Seismik, Tiefbohrungen, Datierungen) erforderlich sind» (ebd., S. 38). Die KNS beurteilt die Einführung von «verschärften Anforderungen», die gemäss Sachplanverfahren Etappe 1 nicht vorgesehen sind, als kritisch. Sie empfiehlt, sich im weiteren Verfahren auf homogene, dichte und gut prognostizierbare Wirtgesteine mit einem hohen Anteil an quellfähigen Tonmineralien zu konzentrieren. Auch sie sieht dringenden Abklärungsbedarf zur Abfallkonditionierung wegen der Gasproblematik.

**ESchT** («Expertengruppe-Schweizer-Tiefenlager», D), März 2010

Die ESchT kann das Ergebnis der Nagra nachvollziehen und sieht keine bedeutenden Einwände (ESchT 2010). Sie äussert sich allerdings ausführlich und kritisch zur Tiefenlage eines Lagers. Sie ist der Ansicht, dass bei den vorgesehenen Lagerkonzepten die Lager auf eine Tiefe von max. 600 m beschränkt werden müssten. Für grössere Tiefen bis 900 m müsste das Lagerkonzept ihrer Ansicht nach modifiziert werden.

Die ESchT weist auf die Datenunsicherheiten (ebd., S. 31) und die inhomogene Datenlage (ebd., S. 30) hin. Im Weiteren äussert sich die ESchT kritisch zur Methodik der Bewertung, die sich aus der Anwendung der einzelnen Kriterien ergibt. Sie weist darauf hin, dass das Einfließen von subjektiven Einschätzungen beim Fehlen von harten Fakten wohl unvermeidlich ist (ebd., S. 35). Zusammenfassend kommt die ESchT aber zum Schluss, dass das durchgeführte Standortauswahlverfahren sowohl aus wissenschaftlicher wie praktischer Sicht den Erwartungen von Etappe 1 gerecht wird. «Die von der ESchT angemerkten Verbesserungen

*rungsvorschläge und Kommentare sollten in den nächsten Etappen des Auswahlverfahrens berücksichtigt werden» (ebd., S. 37).*

## **5. Beurteilung durch die AG SiKa/KES**

### **5.1 Allgemeines, Anliegen der AG SiKa/KES**

Als mögliche Betroffene eines geologischen Tiefenlagers stellen die Standortkantone in Ergänzung zu den Bundesbehörden besondere Anforderungen an die Evaluation. Das Auswahlverfahren muss einer harten politischen Auseinandersetzung standhalten können. Dies ist nur möglich, wenn folgende Grundsätze eingehalten werden:

- a) Alle möglichen Wirtgesteine und geologischen Konfigurationen berücksichtigen. Bei ungenügender Datenlage müssen die erforderlichen Untersuchungen nachgeholt werden.
- b) Ausschlüsse von Wirtgesteinen nur auf der Basis eines robusten Kenntnisstandes vornehmen. Sie müssen wissenschaftlich begründet und transparent dargestellt werden.
- c) Verfrühte, auf unsicheren und inhomogenen Datengrundlagen basierende Bewertungen und Rangierungen von Standortgebieten vermeiden.
- d) Alle potenziellen Standortgebiete beibehalten, bis die verbleibenden relevanten Ungewissheiten durch gezielte Untersuchungen geklärt sind, d. h. keine Ausschlüsse oder Priorisierungen, bevor Einschätzungen und Vermutungen wissenschaftlich erhärtet sind und ein vergleichbarer Kenntnisstand erreicht ist.

Diese Grundsätze müssen umso mehr betont werden, als einerseits in Etappe 2 je mindestens zwei Standorte (für SMA und HAA) ausgewählt werden sollen, andererseits im Ergebnis der Etappe 1 von der Nagra bereits Priorisierungen vorgenommen wurden.

Bei einer zu frühen und nicht genügend abgestützten Einengung auf Standorte müssen zusätzliche politische Schwierigkeiten erwartet werden. Die Etappen 1 und 2 sind hierfür entscheidend.

Hauptanliegen der AG SiKa/KES ist es, bei der dereinst stattfindenden politischen Diskussion auf einer Bewertung mit robusten Daten basieren zu können.

### **5.2 Einschätzung durch die AG SiKa/KES**

Die AG SiKa/KES basiert bei ihrer Stellungnahme zu den Vorschlägen der Standortgebiete auf den Berichten der Nagra und Gutachten des ENSI sowie den Expertisen von KNE, KNS, swisstopo und ESchT. Die Dokumentation der Nagra stellt eine umfassende und gut strukturierte Grundlage der geologischen Gegebenheiten dar. Dies erleichterte die Arbeit der AG SiKa/KES massgeblich.

Es fanden ergänzende Gespräche mit Vertretern von ENSI, swisstopo und KNS statt. Die Nagra hat zudem die vom ENSI während der Überprüfung der Dokumente gestellten Fragen beantwortet (Nagra 2010).

Die Stellungnahme der AG SiKa/KES geht auf folgende Punkte ein:

- a) Auswahl potenzieller Wirtgesteine
- b) Tiefenlage eines Lagers (Bautechnik)
- c) Gasproblematik
- d) Auswahl geeigneter Konfigurationen und geologischer Standortgebiete
- e) Ungleicher Wissensstand, Ungewissheiten, Bewertung

### **5.2.1 Auswahl potenzieller Wirtgesteine**

Die Nagra erachtet den Opalinuston als einziges geeignetes Wirtgestein für ein HAA-Lager. Für ein SMA-Lager kommen zusätzlich auch Brauner Dogger, Effinger Schichten und Helvetische Mergel in Frage. Die AG SiKa/KES kann die Überlegungen nachvollziehen, welche zum Ausschluss von Flyschen, Bündnerschiefern, der tonreichen Molasseformationen und des Kristallins führten. Alle diese Gesteine erfüllen die im Projekt gesetzten Anforderungen bezüglich der hydraulischen Durchlässigkeit nicht. swisstopo empfiehlt in ihrem Bericht, den Ausschluss von Flyschen, Bündnerschiefern, weiteren Mergelformationen des Helvetikums, der Aalénienschiefer und Staldengrabenformation in öffentlich zugänglichen Berichten zu begründen. Die AG SiKa/KES unterstützt diese Forderung. Intern behandelte die Nagra diese Fragen bereits (Nagra 2010).

Der homogen ausgebildete, feinkörnige und tonreiche Opalinuston hat hervorragende Eigenschaften als Wirtgestein neben gewissen Nachteilen bezüglich Gasdurchlässigkeit und bautechnischer Eignung. Die geringe hydraulische Durchlässigkeit und die gute Explorierbarkeit machen den Opalinuston zum bevorzugten Wirtgestein. Der Opalinuston – im Sinne einer geologischen Einheit – tritt in zwei verschiedenen Faziestypen auf, in einer tonreichen und einer sandigen Fazies. Während sich der tonige Faziestyp durch ungünstigere bautechnische Eigenschaften (geringe Druck- und Zugfestigkeiten) auszeichnet, ist der sandige Faziestyp zur Anlage von Tiefenlagern aus geotechnischer Sicht besser geeignet. Die AG SiKa/KES erwartet, dass dieser Umstand bei den weiteren Abklärungen konsequent berücksichtigt und nachvollziehbar dargelegt wird.

Die übrigen drei Gesteine (Brauner Dogger, Effinger Schichten und Helvetische Mergel), welche zusätzlich für ein SMA-Lager in Frage kommen, müssen zurückhaltender beurteilt werden. Einerseits ist der Kenntnisstand bezüglich der Gesteins- und Gebirgseigenschaften dieser geologischen Einheiten z. T. gering und stützt sich auf wenige Bohrungen. Fragezeichen müssen hier bezüglich der kleinräumigen Inhomogenitäten, allfälliger Verkarstungen (Effinger Schichten) und wasserführender Klüfte gemacht werden. Die schwierige Explorier- und Charakterisierbarkeit von Braunem Dogger, Effinger Schichten und Helvetischen Mergeln wird von der Nagra direkt angesprochen und kommentiert. Diese Schwierigkeiten führten bereits am Wellenberg dazu, dass eine genügende Charakterisierung dort nur durch Sondierstollen möglich sei. Analog könnte dies für den Braunen Dogger und die Effinger Schichten bedeuten, dass die Eignung eines Gebirgsraumes für ein SMA-Lager auch hier nur mit Sondierstollen erkundet werden könnte, da die kleinräumigen Inhomogenitäten mittels geophysikalischer Verfahren kaum sichtbar gemacht werden können. Die Rahmengesteine des Braunen Doggers und der Effinger Schichten sind zudem deutlich ungünstiger als beim Opalinuston.

Die Eignung dieser Wirtgesteine für ein SMA-Lager ist aus Sicht der AG SiKa/KES nicht gesichert. Nach Auffassung der AG SiKa/KES müssen deshalb weitere Untersuchungen, insbesondere für den Braunen Dogger und die Effinger Schichten, durchgeführt werden. Es ist

nicht auszuschliessen, dass nach weiteren Abklärungen Wirtgesteine fallen gelassen werden müssen.

### **5.2.2 Tiefenlage des Lagers**

Die maximal mögliche Tiefenlage eines Lagers ist ein massgeblicher Faktor bei der weiteren Planung. Die Nagra geht von einer Maximaltiefe von 900 m aus. Reduktionen der Tiefenlage würden in der Nordschweiz zu massiven Einschränkungen der potenziellen Standortgebiete führen, grössere Tiefen zu einer moderaten Ausdehnung. Zurzeit bestehen noch gewichtige Ungewissheiten. Einerseits wurde der felsmechanische Nachweis für eine Realisierung eines Lagers für Tiefen von 900 m für die vorliegenden Lagerkonzepte noch nicht erbracht. Das ENSI geht in seinem Gutachten aktuell von einer Maximaltiefe von 650 m aus. Die ESchT hegt sogar Zweifel, ob dies mit der derzeitigen Lagerkonzeption überhaupt machbar sei. Andererseits fordert die KNS die Prüfung grösserer Tiefen unter Anpassung der bestehenden Lagerkonzepte.

Für die AG SiKa/KES ist diese Diskussion von grosser Bedeutung, da sie das Einengungsverfahren massgeblich beeinflusst. Sie schliesst sich der Ansicht der KNS an, dass andere Lagerkonzepte zu prüfen sind, damit eine Tiefe von 900 m realisiert oder allenfalls sogar überschritten werden könnte. Dies würde die räumlichen Reserven vergrössern und mehr Sicherheiten bezüglich des Erosionsproblems schaffen. Ein Tiefenlager ist so anzulegen, dass es während der notwendigen Isolationsdauer von einer künftigen glazialen Tiefenerosion nicht erfasst wird.

Die AG SiKa/KES hat die Möglichkeiten eines Lagers in der Westschweiz studiert. Sie kommt zum Schluss, dass aufgrund der bestehenden geologisch-geophysikalischen Grundlagen (Lage der geologischen Einheit, Tektonik) dort auch bei einer Ausdehnung der Tiefenlage bis 1'200 m ein Lager nicht möglich ist.

### **5.2.3 Gasproblematik**

Die Gasproblematik wurde schon bei der Beurteilung des Entsorgungsnachweises (z. B. HSK 2005, KSA 2005) erkannt. Die zur ersten Etappe des SGT eingereichten Berichte haben bezüglich der Beherrschung von abfallinduzierten und lagerinduzierten Gasen erneut wichtige Fragen aufgeworfen, und zwar für beide Lagertypen (swisstopo 2010, Absatz 3.1.1). Damit verbunden sind auch noch offene Fragen der chemischen Interaktion zwischen Abfall, Zement und Wirtgestein unter erhöhtem Gasdruck, Temperatur und ionisierender Strahlung. Die generell hohe bis sehr hohe Dichtigkeit der vorgeschlagenen Wirtgesteine führt dazu, dass die gemäss Nagra sehr hohen Gasmengen (Nagra 2008e) hohe Gasdrücke bewirken. Gemäss Nagra soll jedoch keine Gefahr bestehen, dass wasserwegsame Klüfte im Wirtgestein aufgerissen werden. Dabei ist von der Nagra zu berücksichtigen, dass gasinduzierte Risse im Wirtgestein nicht erst bei Erreichen der Druckspannungsgrenze, sondern bereits bei Erreichen der wesentlich geringeren Zugspannungsgrenze des Gesteins auftreten können. Ein etwas durchlässigeres Wirtgestein (z. B. Flysch) hätte bezüglich der Beherrschung von Gasen im Tiefenlager Vorteile (wobei deren Nachteile insgesamt überwiegen, siehe auch unten).

Nach heutigem Stand der Erkenntnisse geht in einer geologischen Barriere eine höhere Gasdurchlässigkeit immer mit einer signifikant höheren Wasserdurchlässigkeit einher. Die AG SiKa und ihre Experten sind daher unter Abwägung der Vor- und Nachteile der Meinung, dass eine hohe Wasserdichtigkeit des Wirtgesteins prioritär ist und dass die Gasfrage mit anderen

Massnahmen als einer Reduktion der Dichtigkeit beherrscht werden muss. Anlässlich eines Meinungsaustausches mit der Nagra wurde von deren Experten aufgezeigt, dass insbesondere durch die folgenden Massnahmen ein zu hoher Gasdruck im Lagerbereich vermieden werden soll: generelle Reduktion der spezifischen Gasproduktion durch bessere Konditionierung und Verpackung der Abfälle (Behälterwahl) sowie durch Verminderung von gasproduzierenden Stolleneinbauten/Sicherungseinbauten; Schaffung von lagerinternen Gasspeicherkapazitäten in SMA-Lagern durch Verwendung eines sehr porösen Füllzements; Optimierung der Siegel dahingehend, dass sie zwar ab einem kritischen Überdruck gasdurchlässig, aber noch nicht wasserdurchlässig werden. Die entsprechend notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollen deshalb ohne Verzögerungen durchgeführt werden.

#### **5.2.4 Auswahl geeigneter geologischer Standortgebiete**

Für das weitere Verfahren ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Auswahl potenziell geeigneter Standortgebiete gut abgestützt ist und dass vor allem keine potenziellen Lagergebiete übersehen wurden.

Das ENSI hat die von der Nagra in einem Einengungsprozess erarbeiteten geologischen Standortgebiete eingehend überprüft und als zweckmässig befunden. Die AG SiKa/KES erachtet das Ergebnis des Auswahlprozesses der Etappe 1 aufgrund des heutigen Kenntnisstandes als nachvollziehbar.

#### **5.2.5 Ungleicher Wissensstand, Ungewissheiten, Bewertung**

In den bestehenden Ungewissheiten, dem unterschiedlichen Wissensstand, der Bewertung der Wirtgesteine und der geologischen Standortgebiete (Schritt 5 von Etappe 1) ortet die AG SiKa/KES die massgeblichen noch offenen Fragen im Ergebnis der Etappe 1.

Die Unterschiede im Wissensstand sind z. T. markant. Diese betreffen einerseits die ausgewählten Wirtgesteine selbst wie auch die Standortgebiete: auf der einen Seite der eingehend untersuchte und gut dokumentierte Opalinuston, auf der anderen Seite die Gesteine des Braunen Doggers und der Effinger Schichten mit ihren ungewissen Gebirgseigenschaften (kleinräumige Inhomogenitäten und Anisotropien). Der auseinanderklaffende Wissensstand setzt sich bis zu den Standortgebieten fort, wo relativ gut untersuchte Gebiete schlechter dokumentierten gegenüberstehen. Die Fragezeichen betreffen hier einerseits den geologischen Schichtaufbau, andererseits die vorhandenen lokalen und regionalen Störungsmuster. Zum Teil stützen sich die geologischen Modelle auf extrapolierte Daten weit entfernter Bohrungen und auf wenige Seismiklinien.

swisstopo wie auch KNS weisen auf das Problem des stark unterschiedlichen Wissensstandes hin, was die Nagra ebenfalls einräumt: «Unbestritten ist, dass der Wissensstand über die vorgeschlagenen Gebiete beziehungsweise Wirtgesteine unterschiedlich ist»<sup>3</sup>.

Der ungleiche Wissensstand verdeutlicht die noch bestehenden Ungewissheiten in der Beurteilung. Diese betreffen auch sicherheitsrelevante Faktoren. Die bereits oben erwähnten, von ENSI und KNE gegenüber der Nagra teilweise schlechter bewerteten sicherheitsrelevanten Kriterien wie z. B. «lagerbedingte Einflüsse», «Freisetzungspfade» und «Explorierbarkeit» (Erkundung) zeigen die bestehenden Ungewissheiten auf. Die AG SiKa/KES hat keine eigenen Untersuchungen durchgeführt; sie stützt sich in der folgenden Auflistung ausschliesslich

---

<sup>3</sup> Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftleitung, Nagra. In: Schaffhauser Nachrichten, 15.05.2010.

auf die Beschreibungen der Nagra (Nagra 2008a) und des ENSI (ENSI 2010a). Bezüglich der HAA-Standortgebiete sind folgende relevanten Ungewissheiten erkennbar:

- räumliche Ausdehnung des Wirtgesteins bei Lägeren-West, z. T. auch bei Lägeren-Ost und Bözberg
- Neotektonik (längerfristiger Fernschub) für die Gebiete Lägeren-Ost und Lägeren-West, Bözberg
- Morphogenetische Entwicklung im Süden der Gebiete Zürcher Weinland, z. T. auch in Lägeren-Ost und Bözberg
- Explorierbarkeit der räumlichen Verhältnisse bei Lägeren-Ost und Lägeren-West
- mögliche Freisetzungspfade wegen tektonischer Störungen in den Gebieten Lägeren-Ost, Lägeren-West und Bözberg (Lage der Gebiete in der Vorfaltenzone)

Für die SMA-Standortgebiete bestehen wesentliche Ungewissheiten hinsichtlich:

- räumlicher Ausdehnung des Wirtgesteins in den Gebieten Lägeren-Ost und Lägeren-West, Bözberg und Jura-Südfuss
- genügender Mächtigkeit des Wirtgesteins Opalinuston im Gebiet Südranden
- hydraulischer Barrierewirkung, der Freisetzungspfade für die z. T. heterogenen Wirtgesteine des Braunen Doggers, der Effinger Schichten und der Helvetischen Mergel des Wellenbergs
- Charakterisierbarkeit und Explorierbarkeit der Wirtgesteine Brauner Dogger und Effinger Schichten sowie Helvetische Mergel in den entsprechenden Standortgebieten sowie des Wirtgesteins Opalinuston im Gebiet Südranden
- Tektonik und Neotektonik im Gebiet Jura Südfuss und im Gebiet Wellenberg
- Erosion in den Gebieten Wellenberg und Lägeren-Ost

Zur Erläuterung dieser Ungewissheiten zitieren wir exemplarisch nachfolgend aus den Kern-dokumenten der Nagra (Nagra 2008a und 2008b):

Nördlich Lägeren: *«Der Kenntnisstand der räumlichen Verhältnisse beruht auf 11 Seismiklinien und einer Tiefbohrung (Weiach), kann aber in Anbetracht der Ungewissheiten betreffend den Verlauf einzelner Strukturen im Untergrund nur als befriedigend bezeichnet werden ... Die Kenntnisse der strukturellen Verhältnisse sind mit grösseren Ungewissheiten behaftet, weil die Seismiklinien einen relativ grossen Abstand aufweisen .... Das potenzielle Platzangebot wird auf ungefähr das 3½-fache des umhüllenden Abfallinventars geschätzt. Das Platzangebot ist aber mit Ungewissheiten behaftet.»* (Nagra 2008a, S. 348)

Bözberg: *«Die ausgewiesenen Platzreserven sind allerdings sensitiv auf die Bereichsbegrenzung bezüglich der minimalen Tiefenlage unter Terrain»* (ebd., S. 318). *«Die Übergänge zu den Zonen mit erhöhter tektonischer Zergliederung sind nicht klar definiert. Falls das Standortgebiet in der Etappe 3 in die engere Wahl für die Realisierung des HAA-Lagers fallen würde, wären für die Platzierung der Lagerkammern die genaue Ausdehnung und der Grad der Zergliederung noch detaillierter zu klären.»* (Nagra 2008a, S. 350)

Zürcher Weinland: *«Südlich des Bereichs Zürcher Weinland befindet sich das glazial übertiefte Thurtal mit einer abzweigenden Felsrinne südlich und südöstlich von Marthalen; eine zukünftige glaziale Übertiefung dieser Felsrinne würde den hier mehr als 700 m tief liegenden Opalinuston aber mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht erfassen.»* (Nagra 2008a, S. 305)

Südranden: *«Zwar erfüllt der Opalinuston die Mindestanforderung bezüglich Mächtigkeit in Teilen des Bereichs nur unter Berücksichtigung der Rahmengesteine, jedoch beträgt die Gesamtmächtigkeit des*

*einschlusswirksamen Gebirgsbereichs ... ca. 100 – 240 m; davon entfallen ca. 0 – 100 m auf die oberen Rahmengesteine ... und ca. 30 m auf die unteren Rahmengesteine.» (Nagra 2008a, S. 237)*

*Jura-Südfuss: «Der Kenntnisstand der räumlichen Verhältnisse beruht auf 5 Seismiklinien, kann aber in Anbetracht der beträchtlichen Ungewissheiten betreffend den Verlauf einzelner Strukturen im Untergrund höchstens als befriedigend bezeichnet werden .... Zonen mit Anzeichen einer erhöhten tektonischen Zergliederung, welche weitere Störungen (mit regionalem Charakter) enthalten, deren Verlauf mit den heute vorhandenen Daten nicht eruiert werden kann. Zudem bestehen Ungewissheiten, inwiefern sich die Störungen der Born-Engelberg-Antiklinale gegen Osten fortsetzen» (ebd., S. 342). «Aufgrund der lokalen Situation (Nähe zum Faltenjura) kann im Bereich Jura-Südfuss-Ost eine Verkarstung der Effinger Schichten zwar nicht ganz ausgeschlossen werden, ist aber wegen den topographischen Verhältnissen innerhalb des Bereichs unwahrscheinlich.» (Nagra 2008a, S. 278)*

*Wellenberg: «Der einschlusswirksame Gebirgsbereich umfasst die Palfris-Formation und Vitznau-Mergel der Drusberg-Decke (Kreide) sowie tertiäre Tonmergel der Axen-Decke, welche im Bereich des Kontakts zwischen den beiden Decken miteinander verschuppt und verfault sind. Das Wirtgestein im Standortgebiet weist eine gute Barrierenwirkung auf, welche durch zahlreiche hydraulische Tests und durch unabhängige Evidenzen (hydrochemische Verhältnisse) belegt ist. Es bestehen allerdings Ungewissheiten betreffend bis jetzt nicht identifizierte auslegungsbestimmende Fremdgesteinseinschlüsse (Kalkschuppen) und steile spröde Störungszonen im Wirtgesteinsbereich.» (Nagra 2008b, S. 374)*

Die Nagra folgt streng den Vorgaben des Sachplans, wonach die Einengung beim Standortauswahlverfahren auf dem aktuellen Stand der geologischen Kenntnisse basieren muss. Der Umgang mit Unsicherheiten wird in der Vorgabe des Sachplans jedoch nicht explizit angesprochen. Der Sachplan stellt mit der Forderung nach einer Bewertung bereits in Etappe 1 eine Aufgabe, die aufgrund der uns vorliegenden Dokumente zurzeit noch nicht erfüllt werden kann.

Der ungleiche Wissensstand wie auch die bestehenden Ungewissheiten machen die im Sachplan geforderte Bewertung der Standortgebiete im jetzigen Zeitpunkt denn auch problematisch. Die AG SiKa/KES kritisiert die durch Nagra und KNE vorgenommene Bewertung und Benotung der Standortgebiete. Die Begründung der Einstufungen wird in den Berichten der Nagra zwar transparent und nachvollziehbar dargestellt. Hier werden aber auch die noch bestehenden Ungewissheiten ersichtlich. Dies bedeutet, dass die Bewertung in Etappe 1 auf unsicheren Modellen beruht, d. h. auf wenig abgestützten Einschätzungen und Mutmassungen. Zudem ist die arithmetische Überführung der Noten der Unterkriterien in die Benotung der Kriterien und die schliesslich daraus abgeleitete Gesamtbewertung eines Standortgebietes problematisch. Diese Methodik wird zudem der unterschiedlichen Bedeutung (Gewichtung) der einzelnen Kriterien nicht gerecht.

Die Nagra hat mit den vorgelegten Berichten die Vorgabe der Etappe 1 erfüllt, indem sie die potenziellen Standortgebiete präsentiert. Sie geht aber zu weit, wenn sie bereits prioritäre Gebiete benennt, welche besonders gut geeignet sein sollen. Bereits die Einteilung der Gebiete in «sehr günstig», «günstig» und «bedingt günstig» ist nicht zweckmässig, nicht zuletzt auch wegen der von Standortgebiet zu Standortgebiet unterschiedlichen Datenlage. Hinzu kommt die politische Brisanz dieser Aussagen.

Aus Sicht der AG SiKa/KES sind nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse der Etappe 1 alle vorgeschlagenen Standortgebiete als potenzielle Kandidaten für einen Lagerstandort weiter zu bearbeiten. Es braucht nun eine Vertiefung der geologische Grundlagen, bevor die provisorischen Sicherheitsanalysen durchgeführt werden (gemäss den Vorgaben des Sachplans, BFE 2008, S. 45).

## **6. Folgerungen und weiteres Vorgehen**

Die Nagra ist streng dem Sachplan gefolgt und hat für Etappe 1 eine Bewertung von Standortgebieten vorgelegt, welche wegen der bestehenden Ungewissheiten bezüglich Wissensstand und Datenqualität zu hinterfragen ist. Die AG SiKa/KES kann das Ergebnis akzeptieren, jedoch nur im Sinn einer Auslegeordnung von verfügbaren, potenziell geeigneten Gebieten. Die Einhaltung der für die AG SiKa/KES wichtigen Grundsätze gemäss Abschnitt 5.1 ist aber für die weitere Einengung in Etappe 2 Voraussetzung. Für die provisorischen Sicherheitsanalysen der Etappe 2 bestehen deutlich höhere Anforderungen als für die generischen Sicherheitsbetrachtungen der Etappe 1. Daher muss gewährleistet sein, dass die offenen Fragen und Ungewissheiten in Etappe 2 bearbeitet werden, bevor aufgrund der vorgesehenen provisorischen Sicherheitsanalysen die geplante Selektion der Standortgebiete vorgenommen wird. Massgebliche Faktoren dieser Analysen sind geologische und geophysikalische Gebirgseigenschaften, welche noch von vielen Ungewissheiten geprägt sind. Ohne Beseitigung dieser Ungewissheiten müsste das Ergebnis mit entsprechenden Vorbehalten kommentiert werden und würde damit einer politischen Diskussion nicht standhalten. Gemäss ENSI 2010b (S. 11) vollzieht sich der Sicherheitsvergleich in Etappe 2 in drei Schritten: A) Freisetzungsberechnungen, B) Diskussion von Robustheit/Variationsbereich/Parameterunsicherheit in diesen Berechnungen, C) qualitative Bewertung der Kriterien in Tabelle 1 (oben auf S. 7). Hierbei ist davon auszugehen, dass die Dosisintervalle voraussichtlich bei allen Standorten unterhalb des Schutzziels von 0.1 mSv/Jahr (ENSI 2009) liegen werden. Dies hat zur Folge, dass der Vergleichsschritt C) ausschlaggebend sein wird für die integrale Bewertung der Standorte.

Die AG SiKa/KES unterstützt deshalb die Forderung der KNS nach ergänzenden Untersuchungen. Ziel dieser Untersuchungen ist eine einheitlichere Datenbasis für alle Standortgebiete, das Ausräumen der massgeblichen Ungewissheiten und das Erkennen möglicher Kilkriterien (z. B. ungenügendes Raumangebot, Wasserwegsamkeiten). Erst nach diesem Untersuchungsschritt kann eine Selektion von Standortgebieten gemäss Etappe 2 vorgenommen werden, zumal ein späterer Rückgriff auf in Etappe 1 nicht berücksichtigte Konfigurationen und Standortgebiete ausgeschlossen ist.

Die AG SiKa/KES ist sich bewusst, dass mit dieser Forderung mehr Zeit für Etappe 2 benötigt wird als ursprünglich vorgesehen. In Anbetracht der politischen Tragweite der Entscheide in Etappe 2 ist dieses Vorgehen aber gerechtfertigt und notwendig. Der Sachplan spricht explizit von der Möglichkeit vertiefter Untersuchungen in Etappe 2 (BFE 2008, S. 45).



Konkret erachtet die AG SiKa/KES folgende Untersuchungen als notwendig:

- a) Generelle und lagerspezifische Untersuchungen:
  - Abklärungen betreffend Gasproblematik und der geochemischen Prozesse
  - Felsmechanische Untersuchungen zur Tiefenlage und Überprüfung der Lagerkonzeption
  - Verbesserung der Kenntnisse über die Wirtgesteine und die Quartärgeologie (nicht-standortgebundene Bohrungen)
- b) Standortspezifische Untersuchungen im Hinblick auf die Einengung in Etappe 2 (v. a. Raumangebot, störungsbedingte Wasserwegsamkeit):
  - Ergänzende Felduntersuchungen in den Standortgebieten (z. B. 3D-Seismik zur Abklärung von verfügbarem Raumangebot und grossräumigen Wasserwegsamkeiten)<sup>4</sup>
  - Geodynamische Modelle (Tektonik, Neotektonik)
  - Modelle zur morphogenetischen Entwicklung in den Standortgebieten, insbesondere zur Gefährdung durch glaziale Tiefenerosion

Ziel des Verfahrens in Etappe 2 ist es, an deren Ende alle sicherheitstechnisch geeigneten Standortgebiete zu identifizieren, um zu einer belastbaren Begründung der Auswahl von mindestens zwei Standorten je Lagertyp zu gelangen. Dies ist aber ohne vorherige Ausräumung der markanten Ungewissheiten nicht gewährleistet. Es besteht sonst die Gefahr, dass ein ungeeignetes Gebiet mitgenommen wird, dessen Mängel sich erst später aufzeigen. Ein solches Szenario wäre politisch heikel und würde der Glaubwürdigkeit des Sachplanverfahrens schaden; dies muss aus Sicht der AG SiKa/KES vermieden werden.

Die Nagra erarbeitet – gemäss Sachplan (BFE 2008, ebd., ENSI 2010b) – zurzeit ein Programm für ergänzende Untersuchungen zur gezielten Vertiefung der standortspezifischen Datensätze. Die Veröffentlichung des Untersuchungsprogramms ist für September 2010 geplant. Die Nagra hat in Aussicht gestellt, die AG SiKa/KES in das weitere Vorgehen miteinzubeziehen.

Der AdK empfiehlt in seiner Stellungnahme zur Etappe 1, zur Wahrung der Interessen der Kantone in den kommenden Etappen 2 und 3 des Sachplanverfahrens die Mandate der AG SiKa und der KES zu verlängern. Die AG SiKa/KES begrüsst eine weitere Teilnahme am Verfahren, so dass der begonnene Dialog in konstruktiver Art, zielführend und im Sinn der geforderten Etappengerechtigkeit weitergeführt werden kann.

---

<sup>4</sup> Im Standortgebiet Wellenberg sind die Bedingungen für seismische Untersuchungen von der Oberfläche aus durch die geologisch-tektonische Situation und die Topographie in erheblichem Masse erschwert. Weil flächendeckende reflexionsseismische Abklärungen nicht zielführend sind, müssen die notwendigen Informationen aus Bohrungen und Sondierstollen gewonnen werden (Nagra 2008a, S. 186). Auch in diesem Standortgebiet bestehen noch wesentliche Ungewissheiten (siehe Kapitel 5.2.5), welche für die provisorische Sicherheitsanalyse in Etappe 2 weiterer Abklärung bedürfen.

## Referenzen

### A. Vorgaben

BFE, Bundesamt für Energie (2008). Sachplan geologische Tiefenlager. Konzeptteil. Bern: BFE.

ENSI, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2009). Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen. ENSI-G03. Villigen-ENSI: ENSI.

ENSI (2010b). Anforderungen an die provisorischen Sicherheitsanalysen und den sicherheitstechnischen Vergleich. Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2. ENSI 33/075. Brugg: ENSI.

HSK, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (2007). Sachplan geologische Tiefenlager: Herleitung, Beschreibung und Anwendung der sicherheitstechnischen Kriterien für die Standortevaluation. HSK 33/001. Würenlingen: HSK.

KEG, Kernenergiegesetz vom 21. März 2003, SR 732.1.

KEV, Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004, SR 732.11.

### B. Beurteilte Dokumente

Amann, F., Löw, S. (2009). Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager: Beurteilung und Anwendung der bautechnischen Auswahlkriterien. Expertenbericht ENSI 33/65. Zürich: ETH Zürich, Ingenieurgeologie.

Emch+Berger (2010). Beurteilung der Anforderungen an die bautechnische Machbarkeit und deren Umsetzung im Standortauswahlverfahren SGT Etappe 1. Expertenbericht ENSI 33/68. Bern: Emch+Berger AG.

ENSI (2010a). Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag geologischer Standortgebiete. Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1. ENSI 33/070. [www.ensi.ch](http://www.ensi.ch). Brugg: ENSI.

Dr. von Moos (2009): Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) Etappe 1: Beurteilung der glazialen Tiefenerosion im Rahmen der Festlegung der geologischen Standortgebiete. Expertenbericht ENSI 33/063. Zürich: Dr. von Moos AG Beratende Geologen und Ingenieure.

Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (2008a). Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Darlegung der Anforderungen, des Vorgehens und der Ergebnisse. Nagra Technischer Bericht (NTB) 08-03. [www.nagra.ch](http://www.nagra.ch). Wettingen: Nagra.

Nagra (2008b). Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Geologische Grundlagen. NTB 08-04. Wettingen: Nagra.

Nagra (2008c). Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager: Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderungen an die Geologie. Bericht zur Sicherheit und technischen Machbarkeit. NTB 08-05. Wettingen: Nagra.

Nagra (2008d). Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 08. NTB 08-06. Wettingen: Nagra.

Nagra (2008e). Effects of post-disposal gas generation in a repository for low- and intermediate-level waste sited in the Opalinus Clay of Northern Switzerland. NTB 08-07. Wetztingen: Nagra.

Nagra (2010). Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1: Fragen des ENSI und seiner Experten und zugehörige Antworten der Nagra. Vorläufiger Vorabdruck. Nagra Arbeitsbericht (NAB) 09-29. Wetztingen: Nagra.

KNE, Kommission Nukleare Entsorgung (2010). Sachplan Geologische Tiefenlager, Etappe 1. Stellungnahme der KNE zur Sicherheit und bautechnischen Machbarkeit der vorgeschlagenen Standortgebiete. [www.kne-schweiz.ch](http://www.kne-schweiz.ch).

KNS, Kommission für nukleare Sicherheit (2010). Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 1. Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI zum Vorschlag geologischer Standortgebiete. KNS 23/219. [www.kns.admin.ch](http://www.kns.admin.ch). Brugg: KNS.

swisstopo, Bundesamt für Landestopografie (2010). Beurteilung der Sammelprofile und der hergeleiteten Wirtgesteine sowie der Grundlagen für die Herleitung von Standortgebieten im Sachplan geologische Tiefenlager. Expertenbericht im Rahmen der Beurteilung des Vorschlags geologische Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager, Etappe 1, Sachplan geologische Tiefenlager. Landesgeologie 10-02. [www.swisstopo.ch](http://www.swisstopo.ch). Bern: swisstopo.

### **C. Weitere Referenzen**

ESchT, Expertengruppe-Schweizer-Tiefenlager (2010). Stellungnahme der ESchT zur ersten Etappe des Schweizer Standortauswahlverfahrens für geologische Tiefenlager. Teil II: Sicherheitstechnische und geowissenschaftliche Aspekte. Köln: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH.

HSK (2005). Gutachten zum Entsorgungsnachweis der Nagra für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. Technische Beurteilung. HSK 35/99. Würenlingen: HSK.

KSA, Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (2005). Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Projekt Opalinuston). KSA 23/170. Villigen-PSI: KSA.