

Regionalkonferenz Nördlich Lägern Fachgruppe Sicherheit

Sicherheitsrelevante Betrachtungen zu Beginn der Phase 1 in Etappe 3

Autor: Regionalkonferenz Nördlich Lägern
Fachgruppe Sicherheit

Bernd Friebe
Konrad Schneider
Markus Zink

Version: 2

Datum: 10. September 2020

Datei: 20201003 Sicherheitsrelevante_Betrachtungen Fassung vom 03.10.2020 (BF, KS und MZ).docx

Versionen

Version	Datum	Kommentar
1	19.05.2020	Die Autorengruppe stellt ihren Bericht fertig und übergibt die Version 1 der FG Si zur weiteren Bearbeitung.
2	10.09.2020	Die FG Si aktualisiert den Bericht und verabschiedet die Version 2 zu Händen des Vorstandes RK NL, der Geschäftsstelle RK NL, der Koordinationsstelle der drei FG Si und der VV RK NL. Gestützt auf die Version 2 lädt die Geschäftsstelle RK NL das BFE, das ENSI, die Nagra und das TFS ein, die in ihren Zuständigkeitsbereich fallenden Fragen und Anträge im Kapitel 8 schriftlich zu beantworten.
3	xx.xx.xxxx	Nach Eingang aller Antworten werden diese von der FG Si in den Bericht als Anhänge eingearbeitet. Die FG Si wird dann die neue Berichtsversion 3 an den Vorstand der RK NL und an die VV RK NL zur Verabschiedung des Berichts weiterleiten.

Inhalt

1. Zusammenfassung	8
2. Einleitung	10
2.1 Wie die Fachgruppe Sicherheit ihren Auftrag interpretiert.....	10
2.2 Aufgabe und Ziel dieses Berichts.....	10
3. Grundsatzüberlegungen zum Thema Sicherheit.....	12
3.1 Rechtlich vorgegebene, bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheit?	14
3.2 Zweitmeinungen einholen und Fehler aufarbeiten	17
3.3 Rückholbarkeit	18
4. Sicherheitsrelevante Aspekte zur Standortwahl.....	20
4.1 Vorläufige Ergebnisse der 3D-Seismik und der Tiefenbohrungen	20
4.2 Ist eine OFI im Bereich des Grundwasserschutzbereichs A _u bewilligungsfähig?	21
4.3 Lagertyp mit oder ohne Verpackungsanlage vor Ort.....	21
5. Anordnung der Stollen und Langzeitsicherheit	23
6. Ionisierende Strahlung im Niedrigdosisbereich.....	25
7. Markierung.....	27
8. Zusammenstellung der Fragen und Anträge.....	28
8.1 Fragen an das BFE	28
8.2 Anträge an das BFE	28
8.3 Fragen an das ENSI.....	29
8.4 Antrag an das ENSI.....	29
8.5 Fragen an die Nagra.....	29
8.6 Anträge an die Nagra	30
8.7 Fragen an das Technische Forum Sicherheit	30

Referenzen

- [1] a) Sachplan geologische Tiefenlager «Auftrag Fachgruppe Sicherheit (FG Si) in Etappe 3» Rahmenbedingungen, Grundauftrag und Kernaufgaben vom 20.11. 2018, Bundesamt für Energie https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/energia-nucleare/scorie-radioattive/piano-settoriale-dei-depositi-in-strati-geologici-profondi/partecipazione-regionale/jcr_content/par/tabs/items/tab/tabpar/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGljYX/Rpb24vZG93bmVvYVQvOTU4Ny5wZGY=.pdf
- b) Ergänzungen zum vorläufigen Schlussbericht der Regionalkonferenz Nördlich Lägern vom 21.11.2015, verabschiedet an der Vollversammlung der Regionalkonferenz Nördlich Lägern am 7. September 2017 im Rahmen der Stellungnahme der Regionalkonferenz Nördlich Lägern zur Etappe II, Kapitel 3.2 und Anhang 1, Kapitel 2, FG Si NL https://regionalkonferenz-laegern.ch/wp-content/uploads/2018/11/RK_NL_Stellungnahme_Etappe_2_Komplett_20170908.pdf
- [2] "Sicherheitstechnische Beurteilung der OFI-Standorte", ein Bericht der FG Si vom 31. Januar 2020
- [3] "Risiko und Ungewissheit bei der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle", Anne Eckhardt und Klaus, Peter Rippe, Verlag v/d/f ethz, 2016
- [4] Wissenschaft und Gesellschaft: Kontroverse um Partizipation bei der Suche eines geologischen Tiefenlagers in der Schweiz, Masterarbeit GEO 511 Universität Zürich, 7.6.2019, Anna Schneider
- [5] Anhang 2, Kapitel Q, FG Si NL: Sicherheitstechnische Beurteilung der OFA - Standorte vom 31. Oktober 2013, verabschiedet durch die Vollversammlung der Regionalkonferenz Nördlich Lägern am 14. Dezember 2013 https://regionalkonferenz-laegern.ch/wp-content/uploads/2018/11/Anhang_komplett_1.pdf
siehe auch Referenz 1b
- [6] "Wie die Schweiz über Jahre radioaktives Material im Meer entsorgte" Helmut Stalder in der Neuen Zürcher Zeitung (NZZ) vom 11.11.2019 <https://www.nzz.ch/schweiz/schweizer-atommuell-klappe-auf-und-ins-meer-damit-ld.1486453>
- [7] Kernenergiegesetz (KEG), 732.1, vom 21. März 2003 (Stand am 1. Januar 2020) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20010233/index.html>
- [8] Kernenergieverordnung (KEV), 732.11, vom 10. Dezember 2004 (Stand am 1. Juli 2016) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20042217/201607010000/732.11.pdf>
- [9] Nagra, Technischer Bericht 02-02, Projekt Opalinuston, Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers, Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle, Dezember 2002, [https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/\\$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202001-2010/d_ntb02-02.pdf](https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202001-2010/d_ntb02-02.pdf)
- [10] Nagra, Technischer Bericht 08-01, Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, Oktober 2008

- [https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/\\$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202001-2010/d_ntb08-01.pdf](https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202001-2010/d_ntb08-01.pdf)
- [11] Nagra, Technischer Bericht 16-01, Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen, Dezember 2016
[https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/\\$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202014%20-%202015/d_ntb16-01.pdf](https://www.nagra.ch/data/documents/database/dokumente/$default/Default%20Folder/Publikationen/NTBs%202014%20-%202015/d_ntb16-01.pdf)
- [12] ENSI, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G03, Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis, April 2009
http://static.ensi.ch/1313766360/g03_d.pdf
- [13] a) Memorandum vom 18. November 2019 betreffend die Berücksichtigung von Gewässerschutzanliegen beim Erlass des Sachplans geologische Tiefenlager zuhanden der Fachkoordination Standortkantone (Gremium von Behördenvertretern der Kantone AG, ZH, TG und SH sowie des Landkreises Waldshut), Prof. Dr. jur. Heribert Rausch, 8703 Erlenbach
https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/energie_radioaktive_abfaelle/radioaktive_abfaelletiefenlager/ausschuss_der_kantone_sicherheit/jcr_content/contentPar/download-list_15/downloaditems/713_1581676866713.spooler.download.1581676228238.pdf/Rausch-Memo-Gewaesserschutz.pdf
- b) Zum verfahrensrechtlichen Vorgehen bei der Standortfestlegung und Bewilligung der Oberflächeninfrastruktur der geologischen Tiefenlager, insbesondere der Brennelementverpackungsanlage (BEVA) zuhanden des Ausschusses der Kantone (AdK) als politisches Leitgremium des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager, Rechtsgutachten vom 12. November 2019 von Dr. jur. Dr. h.c. Heinz Aemisegger, Rechtsanwalt, 8700 Küssnacht
https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/energie_radioaktive_abfaelle/radioaktive_abfaelletiefenlager/ausschuss_der_kantone_sicherheit/jcr_content/contentPar/download-list_15/downloaditems/714_1581676873249.spooler.download.1581683071226.pdf/Aemisegger-Marti-Gutachten-BEVA-Verfahren.pdf
- [14] AG SiKa, Stellungnahme zur ENSI-Richtlinie G03, Entwurf zur externen Anhörung, Januar 2020
https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/energie_radioaktive_abfaelle/radioaktive_abfaelletiefenlager/ausschuss_der_kantone_sicherheit/jcr_content/contentPar/download-list_14/downloaditems/ag_sika_kes_stellung.spooler.download.1579686413164.pdf/AGSiKa-KES_2020_Stn-G03-def-ex-kop.pdf
- [15] Schweizerische Bundesverfassung:
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19995395/202001010000/101.pdf>
- [16] Strahlenschutzgesetz:
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19910045/index.html>
- [17] Strahlenschutzverordnung:
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016/201902010000/814.501.pdf>
- [18] Nagra Technischer Bericht 14-01 Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete
https://www.nagra.ch/display.cfm/id/102088/disp_type/display/filename/d_ntb14-01%20Textband.pdf

- [19] 29. Protokoll der Fachgruppe Sicherheit Nördlich Lägern vom 26. März 2019
- [20] "Wie man die Erinnerung an Atommüll wachhält" ein Artikel über die BFE-Tagung vom 4. September 2019 zum Wissenserhalt bei geologischen Tiefenlagern
<https://regionalkonferenz-laegern.ch/news/510/>
- [21] NAB 20-14 Verpackungsanlage hochaktiver Abfälle: Vor- und Nachteile verschiedener Standortvarianten Juni 2020 Nagra https://www.nagra.ch/display.cfm/id/103008/disp_type/display/filename/d_nab20-014.pdf
- [22] Antwort des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) vom 16. Juni 2020 auf Fragenkatalog der Kantone und der Nagra zum Gewässerschutz bei Oberflächeninfrastrukturen (OFI) des geologischen Tiefenlagers vom 24. April 2020.
<https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/radioaktive-abf%C3%A4lle---tiefenlager/ausschuss-der-kantone/Antworten%20des%20Bundesamts%20f%C3%BCr%20Umwelt%20auf%20Fragenkatalog%20des%20AdK%20vom%2016.06.2020.pdf>
- [23] Versteinertes Korallenriff in Bülach gefunden
<https://www.nagra-blog.ch/2020/02/21/versteinertes-korallenriff-in-buelach-gefunden/>
- [24] TFS Frage 135: Alternative Lagerkonzepte
<https://www.ensi.ch/de/technisches-forum/alternative-lagerkonzepte/>
- [25] Nachforderung ENSI (Lagerkonzepte)
<https://www.ensi.ch/de/2015/11/09/das-ensi-konkretisiert-die-nachforderung-an-die-nagra-fuer-eine-bessere-beurteilungsgrundlage-der-standortgebiete/>
- [26] NAB 16-41 ENSI-Nachforderung zum Indikator "Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit" in SGT Etappe 2 Zusammenfassende Darstellung der Zusatzdokumentation Juli 2016
https://www.nagra.ch/display.cfm/id/102458/disp_type/display/filename/d_nab16-041.pdf

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AdK	Ausschuss der Kantone
AG SiKa	Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BE	Brennelement(e)
BEVA	Brennelementverpackungsanlage
BFE	Bundesamt für Energie
BSTB	Bundesstab Bevölkerungsschutz
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
FG	Fachgruppe
FG Infra	Fachgruppe Infrastrukturgemeinden
FG OFI	Fachgruppe Oberflächeninfrastruktur
FG Si	Fachgruppe Sicherheit
FG SÖW	Sozioökonomisch-ökologische Wirkungsstudie; bzw. heute FG Regionale Entwicklung
HAA Lager	geologisches Tiefenlager für hochradioaktive Abfälle
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (ab Januar 2009: ENSI)
IAEA	Internationale Atomenergie-Agentur
IAEO	Internationale Atomenergieorganisation
KEG	Kernenergiegesetz
KES	Kantonale Expertengruppe Sicherheit
KEV	Kernenergieverordnung
KNS	Kommission für nukleare Sicherheit
mSv	Millisievert
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NEA	Energy Nuclear Agency
NL	Nördlich Lägern
OFI	Oberflächeninfrastrukturen
RE	Regionale Entwicklung
RK	Regionalkonferenz(en)
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager
SMA	schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle
StSV	Strahlenschutzverordnung
TFS	Technisches Forum Sicherheit
VA	Verpackungsanlage
VV	Vollversammlung
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG

1. Zusammenfassung

Der erste Bericht der Fachgruppe Sicherheit (FG Si) zu Beginn der Etappe 3 datiert vom 31. Januar 2020 und äussert sich zur *"Sicherheitstechnischen Beurteilung der OFI-Standorte"*. Der hier vorliegende zweite Bericht ergänzt den ersten Bericht.

Dieser zweite Bericht ist eine Momentaufnahme und eine Standortbestimmung der FG Si im September 2020. Die FG Si erfüllt damit einen ihrer Aufträge des Bundesamtes für Energie (BFE): *"Die FG Si ist die vorbereitende Fachgruppe der Regionalkonferenz (RK) zu allen sicherheitstechnisch relevanten Themen und sorgt als solches auch für den Wissenstransfer zur RK."* [1]

Gemäss dem Auftrag [1] gehören unter anderem folgende Themen in Etappe 3 zu den Kernaufgaben der FG Si:

- Sie setzt sich laufend mit den sicherheitsrelevanten Aspekten in Bezug auf die Standortwahl auseinander.
- Sie setzt sich mit den sicherheitstechnisch relevanten Aspekten der OFI auseinander.
- Sie informiert sich über die erdwissenschaftlichen Untersuchungen (3D-Seismik, Quartäruntersuchungen, Tiefenbohrungen).
- Sie setzt sich mit den Vorgaben, Inhalten und Zielen der Sicherheitsanalyse und der Sicherheitsnachweise für die Betriebs- und Langzeitsicherheit auseinander.
- Sie beschäftigt sich bei Bedarf mit weiteren Themen, wie Risikowahrnehmung, Markierung, untertägige erdwissenschaftliche Untersuchungen (Felslabor), Umgang mit Ungewissheiten, Kenntnisstand betreffend ionisierende Strahlung im Niedrigdosisbereich.
- Sie setzt sich mit Fragen und Antworten des Technischen Forums Sicherheit (TFS) auseinander.

In diesem Bericht äussert sich die FG Si ausführlich zu einigen der oben genannten Themen. Sie leistet damit einen Diskussionsbeitrag, um in der RK Nördlich Lägern (RK NL) ein vertieftes Verständnis zur Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers zu entwickeln.

Bereits geleistete Arbeiten und Erkenntnisse von Behörden und von der Nagra werden anerkannt und aus Sicht der FG Si eingeordnet. Dieser zweite Bericht soll dazu beitragen, dass Schwachstellen erkannt und entsprechende Massnahmen dagegen getroffen werden können, damit die vorhandenen radioaktiven Abfälle sicher entsorgt werden können. Dazu ist ein korrektes, einwandfreies Verfahren, das Sicherheit als oberste Priorität anerkennt, von zentraler Bedeutung. Zudem ist es absolut entscheidend, Vertrauen aufzubauen und zu bewahren, unverstandenes Halbwissen, falsche Einschätzungen, Emotionen und Misstrauen gegenüber einem geologischen Tiefenlager in der Bevölkerung abzubauen und diesen Prozess selbstkritisch zu begleiten.

Die FG Si stellt fest, dass im Umgang mit radioaktiven Abfällen die Sicherheit die zentrale Zielsetzung ist. Die FG Si teilt die Meinung des BFE, dass die Maxime *"Sicherheit hat oberste Priorität"* gilt und diese hat vor allen anderen Aspekten, wie Raumnutzung, Wirtschaft und Gesellschaft, zu stehen. Die FG Si hält zudem fest, dass die verschiedenen Akteure bisher dieser Maxime nachleben, diese aber auf unterschiedliche Weise interpretieren. Insbesondere werden Risiken und Ungewissheiten unterschiedlich eingeschätzt.

Die FG Si erläutert in dieser Zusammenfassung und in Kapitel 2 ihre Rolle und sie informiert über das Selbstverständnis ihrer Arbeit.

Die FG Si setzt sich in Kapitel 3 mit grundsätzlichen Fragen zu Sicherheit, Risiken, Ungewissheiten und dem Wissenstransfer auseinander. Die FG Si versteht Sicherheit als einen kontinuierlichen Aushandlungsprozess, den es noch zu optimieren gilt. Wichtig ist der FG Si zudem, dass möglichst nur Entscheide umgesetzt werden, die bei Bedarf von nachfolgenden Generationen noch nachgebessert und optimiert werden könnten, um letztlich Schaden abzuwenden und zu verhindern.

In Kapitel 4 diskutiert die FG Si verschiedene sicherheitsrelevante Aspekte zur Standortwahl, insbesondere die vorläufigen Ergebnisse der 3D Seismik, die Frage des Gewässerschutzes und der Platzierung der Verpackungsanlage ausserhalb des OFI-Areals.

Die FG Si betrachtet in Kapitel 5 die Anordnung der Stollen und die Fragen der Langzeitsicherheit des geologischen Tiefenlagers.

Der Schutz von Mensch und Umwelt ist ein Hauptkriterium der Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers. Der Schutz wird unter anderem durch das Dosiskriterium bestimmt.

In Kapitel 6 beschäftigt sich die FG Si mit den Richtlinien zu den zulässigen Dosiswerten sowohl beim Normalbetrieb als auch bei Störfällen.

Damit man auch noch in ferner Zukunft weiss, wo sich im Untergrund ein geologisches Tiefenlager befindet, beschäftigt sich die FG Si in Kapitel 7 mit Fragen der Markierung.

Es werden Fragen formuliert und Anträge gestellt. Diese werden im Kapitel 8 nochmals repetiert und adressatengerecht aufbereitet. Über die im Laufe der Zeit eingehenden Antworten wird die FG Si die RK NL fortlaufend informieren. Die eingegangenen Antworten werden diesem Bericht als Anhänge beigefügt.

Die aufgeführten Referenzen zeigen auf, auf welche Fachliteratur und Inputs sich die Mitglieder der FG Si unter anderem stützen, um sich eine eigenständige Position zur Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers zu bilden. Darüber hinaus lädt die FG Si Expertinnen und Experten ein, um mit ihnen aktuelle Themen aufzuarbeiten und zu diskutieren. Zudem werden zum Wissenstransfer immer wieder Tagungen des Technischen Forum Sicherheit (TFS), des ENSI und des BFE besucht und Exkursionen ins ZWILAG, zum Mont Terri und zu Lagerstätten in ganz Europa unternommen, um sich vertieft mit den Themen Sicherheit und Restrisiken auseinanderzusetzen.

2. Einleitung

2.1 Wie die Fachgruppe Sicherheit ihren Auftrag interpretiert

Der vom Bundesrat im Jahr 2008 ursprünglich verabschiedete Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) hat für die regionale Beteiligung eine vorausbestimmte Themenwahl vorgesehen. Die Regionalkonferenzen (RK) haben im Rahmen der Partizipation die Möglichkeit zur Mitwirkung erhalten. Die RK haben aber keinerlei Entscheidungskompetenzen. Die RK können ihre Anliegen und Fragen an das Bundesamt für Energie (BFE), an die Nagra, an das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) oder an das Technische Forum Sicherheit (TFS) stellen. Anträge der RK sind für das BFE nicht bindend.

Der SGT hat ursprünglich vorgesehen, dass sich die RK allein mit der Platzierung und obertägigen Fragen der Gestaltung der Oberflächenanlagen (FG OFA) und mit den sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen auf die Standortregion (FG SÖW, heute FG RE) beschäftigen sowie Aspekte der finanziellen Abgeltung diskutieren sollen. Fragen zur untertägigen Ausgestaltung eines geologischen Tiefenlagers, zu technischen Prozessen und zur Sicherheit sollen allein durch Fachexperten geklärt und von den RK nur zur Kenntnis genommen werden. Gegen diese Aufgabenteilung haben sich die Gründungsmitglieder anlässlich der Gründungsversammlungen der Regionalkonferenz Nördlich Lägern (RK NL) vom 30. September 2011 und vom 1. Oktober 2011 erfolgreich gewehrt. Das BFE ist flexibel genug gewesen und hat die Anliegen aufgenommen, so dass sich die RK auch mit Fragen der Sicherheit beschäftigen können. Nebst den beiden geplanten Fachgruppen (FG OFA und FG SÖW) ist in der Folge auch eine FG Sicherheit (FG Si) ins Leben gerufen worden.

Mit Beginn von Etappe 3 bestehen die Regionalkonferenzen neu aus 4 ständigen Fachgruppen: der Fachgruppe Oberflächeninfrastruktur (FG OFI), der Fachgruppe Regionale Entwicklung (FG RE, früher FG SÖW), der Fachgruppe Infrastrukturgemeinden (FG Infra) und der Fachgruppe Sicherheit (FG Si).

Die FG Si ist die vorbereitende Fachgruppe der RK zu allen sicherheitstechnisch relevanten Themen und sorgt auch für den Wissenstransfer zur RK [1]. Die Kernaufgaben der FG Si in Etappe 3 sind in Kapitel 1 ("Zusammenfassung") beschrieben.

Die erste Sitzung der FG Si hat am 2. Februar 2012 stattgefunden. Die FG Si interpretiert den Auftrag seitens des BFE breiter als ursprünglich vorgesehen. Die FG Si begnügt sich nicht damit, nur nachzuvollziehen und zu verstehen, was die Nagra in ihren Berichten vorlegt. Die FG Si agiert selbst und will hinter die Kulissen schauen. Die FG Si lädt Expertinnen und Experten an ihre Sitzungen ein, diskutiert mit ihnen wissenschaftliche Resultate, hinterfragt Annahmen und Prozesse und lässt eigene alternative Vorschläge prüfen. Die FG Si entwickelt eigene Vorstellungen zum Thema Sicherheit und zu technischen Prozessen¹. Die FG Si reicht Fragen bei der Nagra und beim Technischen Forum Sicherheit (TFS) ein und stellt Anträge an die Vollversammlung (VV) der Regionalkonferenz Nördlich Lägern (RK NL).

2.2 Aufgabe und Ziel dieses Berichts

Die FG Si nimmt ihren Auftrag bis zur Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuches der Nagra am Ende der Etappe 3 dadurch wahr, dass sie der VV RK NL aktuell zwei Berichte vorlegt.

Der erste Bericht der FG Si datiert vom 31. Januar 2020 und äussert sich zur *"Sicherheitstechnischen Beurteilung der OFI-Standorte"*. [2]

¹ So hat beispielsweise ein Mitglied der FG Si eine neue technische Lösung vorgeschlagen, wie (radioaktives) Material via Schacht sicher in ein geologisches Tiefenlager transportiert werden kann.

Der hier vorliegende zweite Bericht hat den Titel "*Sicherheitsrelevante Betrachtungen zu Beginn der Phase 1 in Etappe 3*". In diesem Bericht werden Themen der generellen Sicherheit mit Blick auf ein geologisches Tiefenlager für hochradioaktive Abfälle (HAA Lager) behandelt, die unabhängig von der Wahl des Standortes der OFI sind. Es wird aber Bezug auf die Standortregion NL genommen. Es gilt weitere Fragen über den vorliegenden Bericht hinaus zu klären und laufende Untersuchungsergebnisse der Nagra und des ENSI einzuordnen.

3. Grundsatzüberlegungen zum Thema Sicherheit

Für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle gilt die Maxime *"Die Sicherheit hat oberste Priorität"*. Sicherheit ist somit oberstes Ziel. Das heisst, dass sich andere Aspekte, beispielsweise die Raumnutzung, die Wirtschaft und die gesellschaftlichen Interessen, der Sicherheit unterzuordnen haben. Dass Sicherheit oberste Priorität hat, vertreten bislang alle involvierten Akteure. Wie und auf welchem Weg dieses Ziel erreicht werden soll, darüber gibt es jedoch unterschiedliche Vorstellungen sowohl in der Wissenschaft als auch in der Gesellschaft.

So schreibt Prof. Dr. Georg Kohler beispielsweise für das Forum Vera: *"Sicherheit kann demokratisch nicht wirklich definiert werden. Sicherheit ist letzten Endes eine Faktenfrage beziehungsweise das Resultat von Wahrscheinlichkeitsprognosen. Dafür gibt es Experten und wissenschaftliche Untersuchungen."*

Im Gegensatz dazu hält die FG Si fest: Über das Thema "Sicherheit" dürfen nicht allein die Fachexperten oder die Verursacher und die Entsorger der radioaktiven Abfälle befinden. Es ist eine gesellschaftliche Aufgabe, darüber zu befinden, welche Sicherheitskriterien mindestens erfüllt werden müssen und wie diese Kriterien von welchen Institutionen überprüft werden sollen. Experten sollen umsetzbare Lösungen finden und sollen den Sicherheitsnachweis erbringen. Die RK müssen im Rahmen der Partizipation nicht die Rolle eines Schiedsrichters übernehmen, wenn Expertenmeinungen auseinanderliegen oder wenn widersprüchliche Gutachten vorliegen. Partizipation heisst vielmehr, dafür zu sorgen, dass die verbindlichen Vorgaben und Lösungsvorschläge solange weiterentwickelt werden, bis alle Sicherheitskriterien und alle vorgegebenen Zielsetzungen erfüllt sind. Verschiedene Parameter, wie Annahmen, Grenzwerte, Prozesse, Wirkungsbeziehungen, Messmethoden, Interpretationen von Daten und von Ergebnissen, müssen verständlich und transparent kommuniziert werden und einem wissenschaftlichen Diskurs standhalten können. Lösungsvorschläge und Alternativen dazu sind so lange weiterzuarbeiten, bis verbleibende Restrisiken und Ungewissheiten benannt sind und eingeschätzt werden können. Gefundene Lösungen dürfen für kommende Generationen keine unzumutbaren Hypotheken beinhalten.

In diesem Zusammenhang wird auf die beiden folgenden Literaturstellen verwiesen: *"Risiko und Ungewissheit bei der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle"*, Anne Eckardt und Klaus Peter Rippe [3] und die Masterarbeit von Anna Schneider [4].

Es ist von der Erkenntnis auszugehen, dass es niemals ein hundertprozentig sicheres geologisches Tiefenlager geben wird. Die Sicherheit wird ein kontinuierlicher und iterativer Aushandlungsprozess bleiben, der gemäss allen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu optimieren ist. Neue technische und kulturelle Entwicklungen sollen zur Optimierung der Sicherheit stets möglich bleiben und genutzt werden. Nachbesserungen sollen jederzeit möglich sein und umgesetzt werden können. Auf diesem Weg kann Vertrauen aufgebaut und bewahrt werden. Zudem gilt es, unverstandenes Halbwissen, falsche Einschätzungen, Emotionen und Misstrauen gegenüber einem geologischen Tiefenlager in der Bevölkerung abzubauen.

Die FG Si vertritt deshalb die Auffassung, dass der Partizipationsprozess nach der Erteilung der Rahmenbewilligung nicht vorzeitig abgebrochen werden darf, sondern im Gegenteil noch ausgebaut werden soll, weil damit auch die Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers und dessen Akzeptanz in der Bevölkerung weiter verbessert werden können.

Die Nagra wird in den nächsten Jahren zuerst ein Standortareal festlegen und dann das Rahmenbewilligungsgesuch² am Ende der Etappe 3 ausarbeiten und einreichen. Gemäss SGT³ soll einzig dieser erste Schritt partizipativ von den RK begleitet werden.

Die anschliessenden Verfahren für die Baubewilligung, die Betriebsbewilligung und die Bewilligung zur Verschlussung des Tiefenlagers entziehen sich gemäss SGT einer partizipativen Mitsprache der Bevölkerung. Diese Gesuche werden allein von den zuständigen Bewilligungsbehörden⁴ und Fachstellen des Bundes geprüft. Die Bewilligungsbehörden beim Bund werden alle Gesuche der Nagra gestützt auf die bestehenden Rechtsgrundlagen zu beurteilen haben. Dabei besteht die Gefahr, dass die Sicherheit nur noch unter rein rechtlichen Aspekten beurteilt wird, frei nach dem Motto *"Ist etwas von der rechtlichen Seite her gesehen bewilligungsfähig oder nicht?"*. Diesbezüglich wird auch auf die Ausführungen im Kapitel 3.1 ("Rechtlich vorgegebene, bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheit?") verwiesen.

Die Nagra muss erst zu späteren Zeitpunkten verbindlich aufzeigen, wie sie bestimmte Verfahrensprozesse gestalten will und welche konkreten Sicherheitsvorkehrungen zu treffen sind, um Sicherheitsauflagen zu erfüllen. Viele Sicherheitsfragen bleiben zum Zeitpunkt der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuches am Ende der Etappe 3 somit noch offen und müssen von der Nagra also erst mit der Einreichung späterer Bewilligungsgesuche verbindlich beantwortet werden.

Aus diesen Gründen ist es nicht nachvollziehbar, dass die Partizipation am Ende der Etappe 3 des SGT beendet werden soll.

Ohne partizipative Mitwirkung verbleiben dann – wie gesagt – einzig die Bewilligungsbehörden und unabhängige internationale Experten zuständig, die letztlich in Eigenregie die Unterlagen und Anträge der Nagra eingehend prüfen und gegebenenfalls alternative Vorschläge einbringen müssen. Es gilt den SGT in diesem Punkt zu korrigieren und zu optimieren und die Bevölkerung sowie die Kantone und Gemeinden weiterhin miteinzubeziehen⁵. Ohne partizipative Prozesse können die Bevölkerung, die Kantone und die Gemeinden nach der Erteilung der Rahmenbewilligung durch den Bundesrat nur noch den Rechtsmittelweg beschreiten und Petitionen oder gegebenenfalls Referenden lancieren. Angerufene Gerichte müssen dann die Entscheide der Bewilligungsbehörden beurteilen oder die Rechtfertigung von Auflagen klären. Aspekte der bestmöglichen oder grösstmöglichen Sicherheit treten dann in den Hintergrund, da für eine richterliche Beurteilung allein die geltenden Gesetze massgebend sind.

² Das Rahmenbewilligungsgesuch legt den Standort, die Grösse und die ungefähre Lage des Lagers fest. Detaillierte Prozessbeschreibungen und Technologien müssen erst in späteren Bewilligungsverfahren gezeigt werden.

³ Gemäss SGT ist es eine Aufgabe der RK, Stellung zu nehmen zu den Vorschlägen der Nagra zu den Themen: Oberflächen- und Nebenzugangsanlagen, zu den Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers auf Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt, zu den Vorschlägen von Massnahmen zur regionalen Entwicklung nicht zuletzt im Zusammenhang mit den zu erwartenden finanziellen Abgeltungen.

Der SGT sah ursprünglich nicht vor, dass sich die RK mit Themen zur Sicherheit und zu Aspekten Untertag von geologischen Tiefenlagern beschäftigen.

⁴ Das BFE als verfahrensleitende Behörde stellt dem Bundesrat Antrag, das ENSI ist zuständig für die Sicherheit von Nuklearanlagen, das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) für raumplanerische Aspekte und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) für Umweltaspekte.

⁵ Die Mitglieder der FG Si betonen, dass das Weiterbestehen der Partizipation auch nach dem Rahmenbewilligungsverfahren eine sehr wichtige Forderung ist. Die FG Si schlägt vor, dass am Anlass vom 4. November 2020, zu dem RR Martin Neukomm die Gemeindepräsidentinnen und Gemeindepräsidenten der Standortgemeinden eingeladen hat, diese Forderung eingebracht wird.

Deshalb werden je ein Antrag an das BFE und an die Nagra gestellt:

Antrag an das BFE:

Nach Abschluss der Etappe 3 soll neu zumindest für den Bereich Sicherheit der partizipative Prozess weitergeführt werden.

Antrag an die Nagra:

Die Nagra informiert die VV der RK über den aktuellen Stand erkannter Restrisiken und Unsicherheiten zur Realisierung eines geologischen Tiefenlagers am jeweiligen Standort im Verlauf der Etappe 3 und zeigt auf, wo sie aktuell zu welchen Themen noch einen erheblichen Forschungs- und Nachholungsbedarf hat, um sicherheitsrelevante Lösungen definieren und beantragen zu können.

3.1 Rechtlich vorgegebene, bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheit?

Es können drei Stufen der Sicherheit festgelegt werden: die rechtlich vorgegebene Sicherheit, die bestmögliche Sicherheit und die grösstmögliche Sicherheit.

Was unter diesen drei Stufen der Sicherheit zu verstehen ist, sei anhand eines simplen Beispiels aus dem Alltag erläutert: ein Wohnhaus wird mit normalem Aufwand besenrein übergeben; dies entspricht der rechtlich vorgegebenen Sicherheit. Mit zusätzlichem Mehraufwand für die Reinigung wird das Wohnhaus erst wohnlich und benutzbar gemacht; dies entspricht der bestmöglichen Sicherheit. Unter Betreuung eines gewaltigen Aufwands kann das Wohnhaus sogar in Reinraumräumlichkeiten umfunktioniert werden, die beispielsweise den erhöhten hygienischen Anforderungen eines Allergikers oder eines Patienten mit einem geschwächten Immunsystem genügen; dies entspricht der grösstmöglichen Sicherheit.

Nachfolgend beschreibt die FG Si die drei Niveaus von Sicherheit aus ihrer Sicht:

Rechtlich vorgegebene Sicherheit

Können die heute aktuell rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen erfüllt werden, dann wird das Projekt bewilligungsfähig. Damit wird einem zuvor vorgegebenen regulatorischen Sicherheitsniveau nachgelebt. Es werden darüber hinaus keine zusätzlichen Massnahmen für eine erhöhte Sicherheit erfüllt, auch dann nicht, wenn solche grundsätzlich möglich und sinnvoll wären. Bauherr und Betreiber fokussieren einzig darauf, dass sie das Minimum der rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen knapp erfüllen werden.

Bestmögliche Sicherheit

Um das bestmögliche Sicherheitsniveau zu erreichen, müssen erstens alle rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen erfüllt werden. Zweitens sind darüber hinaus zusätzliche Massnahmen umzusetzen, um das Sicherheitsniveau weiter zu steigern. Diese müssen für die Sicherheit effektiv sein und das Sicherheitsniveau verbessern, personell und technisch umsetzbar und wirtschaftlich tragbar sein. Gegebenenfalls sind im Laufe der Zeit die rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen zu überarbeiten und zu ergänzen und auf neue Erkenntnisse abzustimmen. Das heisst Projektant, Bauherr und Betreiber müssen das ursprünglich angestrebte Sicherheitsniveau nachbessern.

Grösstmögliche Sicherheit

Unter grösstmöglicher oder maximaler Sicherheit wird versucht eine idealistische Vorstellung anzustreben. Es sind nicht nur die rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen einzuhalten, sondern es gilt, darüber hinaus noch unbekanntes Wissen laufend weiter zu erforschen, bis das Restrisiko für ein sicheres geologisches Tiefenlager unmittelbar auf null sinkt. Zudem sind alle erdenklichen Massnahmen umzusetzen, die möglicherweise das Sicherheitsniveau anheben könnten, auch dann, wenn die Kosten und der personelle und technische Aufwand ins Uferlose ansteigen.

Die FG Si vertritt die Ansicht, dass es nicht genügt, wenn beispielsweise aus wirtschaftlichen oder politischen Überlegungen allein rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen erfüllt werden müssen, wohlwissend, dass es für eine einzelne konkrete Problemstellung sicherere Lösungen gibt, als dies die aktuellen rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen einverlangen.

Es gilt von Fall zu Fall sorgfältig abzuwägen, welche der drei Stufen der Sicherheit aus technischer Sicht notwendig, politisch und gesellschaftlich mehrheitsfähig sowie finanziell verkraftbar sind. Dieser Prozess muss nachvollziehbar sein und transparent aufzeigen, wie das Austarieren der Interessen erfolgt.

Sicherheit kann in einer Bandbreite beschrieben werden. Die untere Grenze der Bandbreite wird durch die rechtlichen Vorgaben definiert, die obere Grenze wird bestimmt durch die Erkenntnisse des aktuellen Standes des Wissens aus der Forschung für ein geologisches Tiefenlager mit bestmöglicher oder grösstmöglicher Sicherheit.

Im Laufe der Zeit können sich Expertenmeinungen erweitern oder gänzlich ändern. Ebenso kann sich der politische Wille durchsetzen, dass nicht nur die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen sind, sondern dass immer versucht werden muss, via verschärfte rechtliche Vorgaben die bestmögliche oder die grösstmögliche Sicherheit für Mensch und Umwelt anzustreben.

Die Geschichte der Entsorgung der radioaktiven Abfälle zeigt auf, dass die Bewilligungsbehörden, beispielsweise bei der Verklappung von schwach- bis mittelradioaktiven Abfällen im Meer in den vergangenen Jahrzehnten, zu lange nach dem Motto gehandelt haben, nur so viel Sicherheit von den Abfallverursachern zu verlangen, damit die damals gültigen gesetzlichen Sicherheitsauflagen gerade noch erfüllt werden konnten.

Auf eine Anfrage im Nationalrat hat im Jahr 1991 der damalige Energieminister Adolf Ogi gesagt, dass umfassende wissenschaftliche Abklärungen gezeigt hätten, dass die versenkten Abfälle zu keiner Gefährdung von Lebewesen geführt hätten. Für *"bestimmte Abfälle"* könne die Verklappung gegenüber der geologischen Endlagerung gar Sicherheitsvorteile aufweisen. *"Es wäre deshalb falsch, heute aus politischen Gründen endgültig auf die Möglichkeit der Meeresversenkung zu verzichten."* [6] Ein Jahr später im Jahr 1992 lässt der Bundesrat dann die Option der Verklappung radioaktiver Abfälle im Meer definitiv fallen.

Rückblickend ist die früher durchgeführte Entsorgungspraxis der Schweiz im Meer heute weder rechtlich möglich noch bleibt sie aus ethischer Sicht verantwortbar, da diese Art der Entsorgung selbst mit grösstem Aufwand nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Eine allfällige Nachforderung nach einem verbesserten Schutz von Mensch und Umwelt ist in diesem Fall nicht mehr zu erfüllen, dies obwohl die Nuclear Energy Agency (NEA) der OECD 1995 in ihrem Schlussbericht festgestellt hat, dass in Wasserproben bei den Fässern erhöhte Werte von Cäsium und Plutonium im Meer gemessen worden sind. Es ist nicht mehr möglich, nachträglich eine bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheit herbeizuführen.

Im Bundesbeschluss zum eidgenössischen Atomgesetz vom 6. Oktober 1978 ist die Gültigkeit von Betriebsbewilligungen für Kernkraftwerke nach dem Jahr 1985 vom Nachweis der sicheren Entsorgung abhängig gemacht worden. Zu Beginn der 80-er Jahre des vergangenen Jahrhunderts hat deshalb die Nagra das Projekt "Gewähr zur Entsorgung radioaktiver Abfälle im kristallinen Grundgebirge in der Nordschweiz" verfolgt. Der Entsorgungsnachweis hätte bis zum Jahr 1985 mit einem bewilligungsreifen Machbarkeitsnachweis für hochradioaktive Abfälle erbracht werden sollen.

Schon Ende der 70-er Jahre des vergangenen Jahrhunderts gab es Schweizer Geologen, welche darauf hinwiesen, dass das kristalline Wirtgestein (Projekt "Gewähr zur Entsorgung radioaktiver Abfälle im kristallinen Grundgebirge in der Nordschweiz") für ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz wenig geeignet sei. Die Nagra und die Behörden gingen auf die Einwände nicht weiter ein. Die Beurteilung des Entsorgungsnachweises der Nagra durch die Behörden hat im Jahr 1985 ergeben, dass der Sicherheitsnachweis in einem speziellen Teilgebiet der Nordschweiz zwar erbracht sei, dass aber der Nachweis

genügend ausgedehnter, geeigneter Gesteinsbereiche noch fehle. Die Nagra ist zugleich ersucht worden, die Untersuchungen auf Sedimentgesteine auszudehnen. Denn mit den Bohrungen in Weiach und Riniken ist man in der erwarteten Tiefe ab 700 Metern nicht auf das kristalline Gestein gestossen, sondern man hat den inzwischen bekannten Permakarbondrog entdeckt, der sich über Dutzende von Kilometern Länge und bis in Tiefen von einigen Kilometern in der Nordschweiz erstreckt.

Das obige Beispiel ("*Radioaktive Abfälle im Meer verklappt*") und das Beispiel ("*Suche nach sicherem Wirtgestein*") zeigen exemplarisch auf, wie sich im Laufe der Zeit die Expertenmeinungen erweitern und ändern können und sich der politische Wille durchsetzen kann, dass nicht nur die rechtlichen und regulatorischen Vorgaben und Bestimmungen zu erfüllen sind, sondern dass immer versucht werden muss, via ergänzte Vorgaben und Bestimmungen die bestmögliche oder die grösstmögliche Sicherheit für Mensch und Umwelt anzustreben.

Die FG Si hat sich bereits in Etappe 2 intensiv mit dem Thema Sicherheit auseinandergesetzt und ihre Überlegungen dazu in einem Bericht [5] vorgelegt. In der Stellungnahme der RK NL vom 7. September 2017 zur Etappe 2 ist die Erwartung geussert worden, dass alle beteiligten Akteure verbindlicher erklären müssen, was sie selbst unter dem Begriff "*Sicherheit*" beziehungsweise unter der Maxime "*Die Sicherheit hat oberste Priorität*" verstehen und wie sie die "*maximale Sicherheit*" eines geologischen Tiefenlagers auf sehr lange Zeiträume gewährleisten wollen. Auf dieses Anliegen ist bisher kaum eingegangen worden. Die FG Si hat bereits damals darauf hingewiesen, dass die Handhabung von Sicherheit immer eine Momentaufnahme ist und bleibt. Sicherheit bleibt auf die Dauer ein kontinuierlicher und iterativer Aushandlungs- und Optimierungsprozess.

Die Nagra und das ENSI haben bisher unzureichend kommentiert, wie sie die rechtlich vorgegebene Sicherheit für Mensch und Umwelt für ein geologisches Tiefenlager mit Massnahmen zusätzlich erhöhen wollen, damit das Niveau der bestmöglichen Sicherheit erreicht wird.

Das ENSI hat zusätzlich zur Strahlenschutzverordnung eine maximale Strahlendosis von 0,1 mSv pro Jahr für ein geologisches Tiefenlager vorgegeben. Wo steht diese Vorgabe im Vergleich zu den Nachbarstaaten? Von welchen Annahmen ging man aus?

Für den maximalen Störfall in einem geologischen Tiefenlager gelten bisher dieselben Dosiswerte wie für ein Kernkraftwerk. Dies, obwohl die zu erwartenden maximalen Strahlendosen in einem geologischen Tiefenlager im Vergleich zu einem Kernkraftwerk deutlich tiefer angesetzt werden könnten, da das vorhandene radioaktive Material deutlich weniger Strahlenpotential aufweist.

Es geben sich folgende zwei Fragen an das BFE:

- a.) *Wenn die Nagra mit ihren Projektvorschlägen bei den Bewilligungsbehörden den Nachweis erbringen kann, dass mit ihren Vorschlägen die gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsauflagen erfüllt werden können, wie wird dann auch gleichzeitig und ausreichend sichergestellt, dass damit auch langfristig der bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheitsstandard für Mensch und Umwelt erreicht wird?*
- b.) *Wie stellen die verfahrensleitenden Behörden für ein geologisches Tiefenlager sicher, dass später noch rechtlich verschärfte Auflagen eingebracht und Nachforderungen für einen verbesserten Schutz von Mensch und Umwelt langfristig finanziert und umgesetzt werden können?*

Die FG Si stellt vier Anträge an das BFE:

- a.) *Die rechtsverbindlichen Vorgaben des BFE, Aussagen des Technischen Forums Sicherheit und des ENSI sowie die Lösungsvorschläge der Nagra (Technischen Berichte, Sicherheitsnachweise) sind in zeitlich sinnvollen Abständen auf ihren sachlichen Inhalt und ihren Beitrag zur Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers hin zu überprüfen und gegebenenfalls an neue Realitäten anzupassen.*
- b.) *Das BFE soll eine Dokumentation erstellen, aus der ersichtlich ist, welche Änderungen und Verbesserungen bei einem geologischen Tiefenlager in den letzten Jahrzehnten von den Behörden verlangt und von der Nagra umgesetzt worden sind.*

- c.) *Die Nagra soll in Zusammenarbeit mit dem BFE ein elektronisches und webbasiertes Handbuch zum Wissenstransfer zur Umsetzung eines geologischen Tiefenlagers für neue Mitglieder der RK und der Fachgruppen erstellen. Dieses Handbuch soll in zeitlich sinnvollen Abständen aktualisiert und nachgeführt werden.*
- d.) *Das BFE soll für die VV RK NL eine Übersicht erstellen, welche Rechtsgrundlagen auf kommunaler, kantonaler und eidgenössischer Ebene anlässlich der Rahmenbewilligung, der Baubewilligung, der Betriebsbewilligung bestimmend sind, um den dauernden Schutz für Mensch und Umwelt sicher zu stellen. Zudem soll festgehalten werden, welche rechtsverbindliche Vorgabe gegenüber welcher anderen Rechtsgrundlage den Vorrang hat.*

Weiterhin ergeben sich folgende zwei Anträge an die Nagra

- a.) *Die rechtsverbindlichen Vorgaben des BFE, Aussagen des Technischen Forums Sicherheit und des ENSI sowie die Lösungsvorschläge der Nagra (Technischen Berichte, Sicherheitsnachweise) sind in zeitlich sinnvollen Abständen auf ihren sachlichen Inhalt und ihren Beitrag zur Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers hin zu überprüfen und gegebenenfalls an neue Realitäten anzupassen.*
- b.) *Die Nagra soll in Zusammenarbeit mit dem BFE ein elektronisches und webbasiertes Handbuch – mit Verlinkungen zu verschiedenen Dokumenten – zum Wissenstransfer zur Umsetzung eines geologischen Tiefenlagers für neue Mitglieder der RK und der Fachgruppen erstellen. Dieses Handbuch soll in zeitlich sinnvollen Abständen aktualisiert und nachgeführt werden.*

3.2 Zweitmeinungen einholen und Fehler aufarbeiten

Die aktuelle Gesetzgebung ist für den Bau, den Betrieb und für die Stilllegung von Kernkraftwerken und für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle optimiert worden. Für die langzeitliche Entsorgung der radioaktiven Abfälle müssen auch zukünftige Entwicklungen des technologischen Fortschrittes und der Prozessoptimierungen einbezogen werden und alle bereits heute bekannten Möglichkeiten zum Schutz für Mensch und Umwelt zur Anwendung kommen. Deshalb müssen nicht nur die heute gesetzlichen Sicherheitsauflagen zumindest erfüllt werden, sondern es sollen nach Möglichkeit immer die bestmöglichen oder grösstmöglichen Lösungen der Geologie und der Technik zur Anwendung kommen.

Am Ende der Etappe 2 vertritt die Nagra die Meinung, dass ein SMA-Lager an allen 6 untersuchten Standortregionen auf Grund der bestehenden Rechtsgrundlagen bewilligungsfähig ist.⁶

Es ist eine Strategie des konsequenten Hinterfragens und der kontinuierlichen Verbesserungen zu etablieren. Vertrauensbildend wäre zudem eine Vorgehensweise, die auf allen Entscheidungsstufen konsequent Zweitmeinungen von international ausgewiesenen Experten einholt, Alternativlösungen anfordert und festgestellte Fehler konsequent, selbstverständlich und transparent aufarbeitet.

Mit möglichst wirtschaftlich unabhängigen Zweitmeinungen sollen weiterhin neue, alternative Lösungsansätze gefunden werden. Diese Zweitmeinungen sollen nach Möglichkeit nicht einem "Herdentrieb" folgen oder vorgegebene Denkströme bestätigen.

⁶ Diese Aussage ist wohlwissend auf der Tatsache erfolgt, dass der Wellenberg auf Grund seiner geologischen Gegebenheiten als weniger sicher eingestuft werden muss, als die übrigen 5 Standortregionen mit dem Lagergestein Opalinuston und auch auf der Tatsache, dass eine Priorisierung aus sicherheitstechnischen Abklärungen innerhalb der 5 Standortregionen möglich ist.

Gegenwärtig fehlt eine Übersicht über allfällig gemachte Fehler und deren Aufarbeitung bei ausländischen Endlagern⁷. Es stellt sich daher die Frage, ob sich als Konsequenz allfällige verbindliche Auflagen für die Schweiz ergeben haben oder ob solche Situationen in der Schweiz nicht möglich sind. Es stellt sich deshalb folgende Frage ans BFE und ans ENSI:

Frage je ans BFE und ans ENSI:

Wie stellen das BFE und das ENSI systematisch sicher, dass allfällig gemachte Fehler und Erkenntnisse aus dem In- und Ausland genutzt werden, um die rechtsverbindlichen Vorgaben für ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz zu optimieren und nachzubessern?

3.3 Rückholbarkeit

Zwischen den Anforderungen zur Rückholbarkeit und zur Langzeitsicherheit ergeben sich Widersprüche, die nicht leicht zu beheben sind. An der Informationsveranstaltung des BFE vom 18. November 2019 in Zürich zum Thema "Rückholbarkeit" ist auf folgende Tatsachen hingewiesen worden:

Das Kernenergiegesetz (KEG) [7] schreibt in Art. 30 vor, dass radioaktive Abfälle so entsorgt werden müssen, dass der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist. Es gilt das Verursacherprinzip, wonach die Betreiber entsorgungspflichtig sind. Die Entsorgung hat in einem geologischen Tiefenlager zu erfolgen; siehe Art. 31, KEG.

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle muss bis zu einem allfälligen Verschluss *"ohne grossen Aufwand"* möglich sein; siehe Art. 37, KEG. Vor dem Verschluss des geologischen Tiefenlagers sind die Entsorgungspflichtigen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle verantwortlich. Nach dem Verschluss liegt die Verantwortung allein beim Bund. Gemäss Art. 11 der Kernenergieverordnung (KEV) [8] dürfen die Vorkehrungen zur Rückholung der Abfälle die Langzeitsicherheit nicht beeinträchtigen. Vor der Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers sind die sicherheitsrelevanten Techniken zu erproben und deren Funktionstüchtigkeit nachzuweisen (KEV, Art. 65). Die Verfüllung ist so vorzunehmen, dass die Langzeitsicherheit gewährleistet und eine Rückholung der Abfälle *"ohne grossen Aufwand"* möglich ist (KEV, Art. 67).

Im Nagra Bericht NTB 02-02 [9] sind Lösungsmöglichkeiten zur Rückholung von BE-Behältern skizziert worden. Es wird vorgeschlagen, dass verschiedene Module zum Einsatz kommen, nämlich ein Antriebs-, ein Bagger-, ein Bohr-, ein Rückhol- und ein Felssicherungsmodul. Die Nagra rechnet damit, pro Arbeitstag einen BE-Behälter in einem Lagerstollen frei legen und ausbauen zu können.

Die vorbereitenden Arbeiten zum Konzept für die Rückholung sind in zukünftigen Entsorgungsprogrammen darzulegen; siehe die Technischen Berichte der Nagra: 08-01 [10] und 16-01 [11].

Im KEG [7] und in der KEV [8] werden Vorgaben zu folgenden Punkten gemacht:

- Die Rückholung der Abfälle muss *"ohne grossen Aufwand"* bis zum Verschluss des geologischen Tiefenlagers möglich sein.
- Die Massnahmen zur Rückholung dürfen die Langzeitsicherheit nicht gefährden.
- Die Techniken sind vor der Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers nachzuweisen.
- Die Verfüllung muss die Rückholung ermöglichen.

⁷ Das Kernenergiegesetz (KEG) ist am 21. März 2003 in Kraft gesetzt worden. Es ist somit nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl vom 26. April 1986 erarbeitet, aber noch vor dem Unfall in Fukushima vom 11. März 2011 beraten und verabschiedet worden. Erst später hat eine Neuaustrichtung stattgefunden, und zwar mit der Annahme des neuen Energiegesetzes im Mai 2017. Die Mehrheit der Schweizer Bevölkerung hat dafür gestimmt, dass die Schweizerischen Kernkraftwerke nur noch so lange laufen dürfen als sie sicher sind. Gemäss aktueller Gesetzgebung dürfen keine neuen Kernkraftwerke mehr gebaut werden.

Lernerfahrungen aus bisher fehlgeschlagenen Endlagerumsetzungen in aller Welt (Asse, Gorleben, ERAM Morsleben, Savannah River, Carey bei Lyon in Kansas, Yucca Mountain in Utah, usw.) sind bisher kaum in öffentlichen Dokumenten des BFE systematisch aufgearbeitet und diskutiert worden.

Das ENSI hat mit der Richtlinie G03 [12] zudem verschiedene weitere Vorgaben gemacht:

- Eine Rückholung oder Teilrückholung der Abfälle ist vorzunehmen, falls während der Betriebsphase der Sicherheitsnachweis nicht mehr erbracht werden kann und eine wirksame Instandsetzung der Sicherheitsbarrieren nicht möglich ist.
- Mit dem Rahmenbewilligungsgesuch ist ein Konzept zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle einzureichen.
- Mit dem Baubewilligungsgesuch ist das Konzept zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle zu aktualisieren und ein Projekt zur Demonstration der Rückholungstechnik in den Testbereichen zu erstellen.
- Mit dem Betriebsbewilligungsgesuch ist das Konzept zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle aufgrund der Resultate in den Testbereichen zu aktualisieren.
- Das Konzept zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle ist während der Betriebsphase periodisch zu aktualisieren.
- Bei einer grundlegenden Änderung des Konzepts sind in den Testbereichen erneut Demonstrationsexperimente durchzuführen.
- Die Dokumentation muss in Präzisierung zu Art. 71, KEV [8] mindestens die folgenden Angaben enthalten:
 - a) Beschreibung der verschlossenen Anlage und des Standorts.
 - b) Angaben über die Einlagerung und die genaue Position jedes Tiefenlagerbehälters sowie über die Konditionierung der enthaltenen Gebinde.

Die FG Si bemängelt, dass die Nagra bei der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs gemäss Sachplanverfahren noch nicht detailliert aufzeigen und demonstrieren muss, wie sie bei ausgewiesener Notwendigkeit die rechtlich vorgegebene Anforderung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle *"ohne grossen Aufwand"* erfüllen will.

Der FG Si sind bisher keine international anerkannten Verfahren vorgestellt worden, wie radioaktive Abfälle aus einem geologischen Tiefenlager mit industriell ausgereiften und in Feldversuchen getesteten Verfahren zurückgeholt werden könnten. Die im KEG und in der KEV enthaltene Forderung nach Reversibilität ist bislang noch zu wenig Beachtung geschenkt worden.

Die im Nagra Bericht NTB 02-02 [9] bilderbuchhaft dargestellte Lösungsmöglichkeit zur Rückholung von BE-Behältern muss zwingend durch Feldversuche bewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Art und Weise der Rückholung auch einen wesentlichen Einfluss auf die Anordnung und Ausgestaltung der Lagerstollen und Lagerbehälter haben kann. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 5 ("Anordnung der Stollen und Langzeitsicherheit"). Es wird deshalb folgender Antrag an die Nagra gestellt.

Antrag an die Nagra:

Die im Nagra Bericht NTB 02-02 bilderbuchhaft dargestellte Lösungsmöglichkeit zur Rückholung von BE-Behältern ist bereits im Verlauf der Etappe 3 durch Feldversuche zu demonstrieren und nachzuweisen.

Es fehlen zudem auch Angaben darüber, wie gegebenenfalls mit den an die Oberfläche zurückgeholten radioaktiven Abfällen umgegangen werden könnte und wo diese Abfälle gelagert werden sollen. Deshalb werden die beiden folgenden Fragen an die Nagra gestellt:

Zwei Fragen an die Nagra:

- a.) *Wie wird mit allfällig aus einem geologischen Tiefenlager an die Oberfläche zurückgeholten radioaktiven Abfällen umgegangen?*
- b.) *Wo sollen diese zurückgeholten radioaktiven Abfälle zwischengelagert werden?*

4. Sicherheitsrelevante Aspekte zur Standortwahl

4.1 Vorläufige Ergebnisse der 3D-Seismik und der Tiefenbohrungen

Der für die Langzeitsicherheit relevanteste Aspekt zur Standortwahl ist die Beschaffenheit und die Qualität des Wirtgesteins und der darüber und darunter liegenden Rahmengesteine, also der Gesteine, welche das Wirtgestein umschliessen. Ebenso sind auch die Auswirkungen des Baus der Stollen, die Eintragung von Wärme durch das radioaktive Material und die Eintragung von ortsfremden Materialien (Metall, Beton, Bentonit, etc.) auf das Wirtgestein zu beachten. Zurzeit wird an verschiedenen Orten die Geologie im Untergrund vor Ort näher untersucht. Die Auswertungen der 3-D-Seismik werden mit den Untersuchungen der Tiefen-, den Sondier- und der Quartärbohrungen zu einem Gesamtbild verarbeitet. Die Ergebnisse dieser Arbeiten liegen der FG Si zurzeit (Stand September 2020) noch nicht vollständig vor.

Einige Mitglieder der FG Si haben die Gelegenheit gehabt, die Bohrstelle bei Bülach zu besuchen. Zudem haben diese Mitglieder Einblick in die erdwissenschaftlichen Untersuchungen der Bohrkerne an der Universität Bern erhalten. Diesen Mitgliedern ist am Sitz der Nagra auch eine erste Interpretation der Auswertungen der Ergebnisse der 3-D-Seismik und der Tiefenbohrung in Bülach vorgestellt worden.

Gemäss dieser ersten Interpretation der Resultate der Tiefenbohrung in Bülach liegt über der Opalinustonsschicht mit einer Mächtigkeit von 104 Metern eine noch nicht näher untersuchte tonartige Schicht mit einer Mächtigkeit von etwa 30 Metern. Über dieser tonartigen Schicht befindet sich eine Kalkschicht, deren Ursprung auf ein ehemaliges Korallenriff zurückzuführen ist. Mit der 3-D-Seismik allein ist dieses ehemalige Korallenriff nicht interpretierbar. Weil Kalkschichten Wasserleiter sein können, ist nun abzuklären, wie sich das Porenwasser in dieser "Korallenschicht" bewegt. Gemäss Nagra-Blog vom 21. Februar 2020 [23] haben Borlochttests im Bereich des Korallenriffs eine sehr hohe Dichtigkeit ergeben. Diese Dichtigkeit ist mit der Dichtigkeit im "Braunen Dogger" vergleichbar. Zudem führt die Nagra aus, dass es nach der ersten Bohrung in Bülach entschieden zu früh sei, Prognosen über den Ausgang des Sicherheitsvergleichs der Standortgebiete zu stellen.

Gegen Ende des Jahres 2020 soll mit der Bohrung "Stadel 3" begonnen werden. Es wird erhofft, dass mit den Ergebnissen dieser Bohrung mehr Klarheit über die Reste des ehemaligen Korallenriffs erhalten wird.

Dieser "Korallenschicht" ist wegen ihrer Möglichkeit, als Wasserleiter aufzutreten, weiterhin die notwendige Beachtung zu schenken. Auch wenn gegenwärtig nicht erkennbar ist, woher Wasser zu dieser "Korallenschicht" dringen könnte, ist daran zu denken, dass Wasser völlig überraschend immer "irgendwoher" kommen kann.

Den Analysen und Interpretationen der Bohrkerne aus den Bohrungen Bülach und Stadel 3 ist grosse Beachtung zu schenken. Informationsbedarf besteht in der FG Si auch darüber, nach welcher Systematik und nach welchen Kriterien die Untersuchungsergebnisse über die drei Standortregionen hinaus miteinander verglichen und bewertet werden und wie sich dies alles auf ein Update des Sicherheitsnachweises für ein geologisches Tiefenlager auswirkt.

Antrag an die Nagra:

Die Nagra soll der VV NL die Analyse und die Interpretationen der Bohrkerne aus Bülach und Stadel 3 vorstellen. Zudem soll aufgezeigt werden, wie die Nagra diese Erkenntnisse mit Ergebnissen aus Bohrungen in anderen Standortregionen interpretiert und vergleichbar macht.

4.2 Ist eine OFI im Bereich des Grundwasserschutzbereichs A_u bewilligungsfähig?

Die Nagra hat sich bisher nicht dazu geäußert, ob sie in der Standortregion NL entweder ein Kombilager für HAA und SMA Abfälle oder nur ein HAA Lager oder nur ein SMA Lager planen möchte.

Wegen den beiden zur Diskussion stehenden OFI Standorten Stadel Haberstal NL-6 und Weiach NL-2 muss darüber diskutiert werden, ob eine OFI im Bereich des Grundwasserschutzbereichs A_u bewilligt werden kann oder nicht.

Der Ausschuss der Kantone (AdK) hat zu Verfahrensfragen im Sachplan geologische Tiefenlager und zum Stellenwert des Grundwassers zwei Rechtsgutachten in Auftrag gegeben [13]. Die beiden Gutachten kommen teilweise zu anderen Schlüssen, als sie das BFE gezogen hat.

Mit Schreiben vom 16. Juni 2020 beantwortet das Bundesamt für Umwelt (BAFU) [22] den Fragenkatalog vom 24. April 2020 der Kantone und der Nagra zum Gewässerschutz bei Oberflächeninfrastrukturen (OFI) eines geologischen Tiefenlagers. Bezogen auf konventionelle und nicht radiologische Auswirkungen beurteilt das BAFU eine OFI/BEVA sowie eine Erweiterung des Zwischenlagers aus rechtlicher Sicht im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers im Gewässerschutzbereich A_u – und nach ausreichender Prüfung möglicher alternativer Standorte ausserhalb des Grundwasserbereichs – als grundsätzlich bewilligungsfähig.

Bezogen auf die radiologischen Auswirkungen geht das ENSI davon aus, dass bei Einhaltung entsprechender Massnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt die radioaktiven Abgaben aus einer OFI an die Umwelt, einschliesslich ans Grundwasser, tief und deshalb akzeptabel sind.

Der AdK und das BFE streben nun an (Stand September 2020), die teils unterschiedlichen Auffassungen und Einschätzungen mit weiteren Akteuren im Dialog und in konstruktiver Zusammenarbeit zu besprechen und zu bereinigen. Die FG Si lässt sich zu gegebener Zeit über die Ergebnisse informieren.

Das BFE hat inzwischen eine gemischte Arbeitsgruppe eingesetzt, welcher Mitglieder der drei RK und der betroffenen Kantone angehören. Diese Arbeitsgruppe soll Empfehlungen zur Standortfrage der BEVA bis Ende des Jahres 2020 erarbeiten. Die FG Si unterstützt die Aussagen der Nagra zur Sicherheit, welche im Bericht NAB 20-14 [21] gemacht werden. Aus diesem Bericht wird wörtlich zitiert: "Die Anforderungen an und die Auslegung der Strukturen, Systeme und Komponenten (SSK) aller Anlagenmodule einer Oberflächenanlage (OFA), insbesondere auch die einer BEVA bei einem geologischen Tiefenlager (gTL) oder einer externen BEVA, sind unabhängig vom Standort einer Anlage identisch (standortunabhängig). Sämtliche Massnahmen zur Gewährleistung der konventionellen und nuklearen Sicherheit und Safeguards sowie des Strahlenschutzes sind für alle Standortvarianten zu gewährleisten." Es wird daher davon ausgegangen, dass für die Realisierung und den Betrieb sowie für die Sicherheit einer BEVA für alle Standortvarianten keine relevanten Unterschiede bestehen.

Ein OFI Standort im Grundwasserschutzbereich A_u wäre somit im Sinne der rechtlich vorgegebenen Sicherheit bewilligungsfähig, aber im Sinne der bestmöglichen oder der grösstmöglichen Sicherheit wäre es wünschenswert, wenn der OFI Standort ausserhalb des Grundwasserschutzbereichs A_u zu liegen käme.

4.3 Lagertyp mit oder ohne Verpackungsanlage vor Ort

Jede Verpackungsanlage hat dieselben sicherheitstechnischen Kriterien zu erfüllen, und zwar unabhängig davon, wo sie steht. Ob die Verpackungsanlage aus sicherheitstechnischen Überlegungen bevorzugt am OFI Standort eines geologischen Tiefenlagers oder beispielsweise in der Nähe des ZWILAG gebaut werden soll, kann die FG Si zum heutigen Zeitpunkt (Stand September 2020) nicht abschlies-

send beurteilen. Um einen ergebnisoffenen Abwägungsprozess vornehmen zu können, fehlen die harten und weichen Beurteilungskriterien. Wenn die Kernkraftwerksbetreiber oder das ZWILAG an einer Verpackungsanlage nicht interessiert sind, darf dies nicht automatisch zur Folge haben, dass dann die Frage der Standortwahl der Verpackungsanlage nicht weiter untersucht wird.

Die FG Si unterstützt deshalb das Anliegen der AG SiKa [14], dass die ENSI Richtlinie für die Schweizerischen Kernanlagen G03 [12] aus dem Jahr 2009 überarbeitet wird.

Antrag an das ENSI

Das ENSI soll Vorgaben und Kriterien aufstellen, damit die Standortwahl der Verpackungsanlage sorgfältig abgewogen und beurteilt werden kann.

5. Anordnung der Stollen und Langzeitsicherheit

In Ergänzung zu den Ergebnissen der 3-D-Seismik werden gegenwärtig mittels Tiefenbohrungen die verschiedenen Gesteinsschichten und Gesteinsqualitäten sowie die Dimensionen – also Höhe, Breite und Länge – der Opalinustonschichten in den drei noch verbleibenden möglichen Standortregionen präziser ermittelt. Nach Ansicht der FG Si kann erst nach Kenntnis der genauen Dimensionen der Opalinustonschichten und deren Qualitätseigenschaften darüber befunden werden, wie die Stollen zur Lagerung der radioaktiven Abfälle im Untergrund angeordnet werden sollen und können. Siehe auch die Ausführungen in Kapitel 3.3 ("Rückholbarkeit"). Es stellen sich deshalb die beiden folgenden Fragen an die Nagra:

Zwei Fragen an die Nagra:

- a.) *Kann sich die Nagra der Ansicht anschliessen, dass erst nach Kenntnis der genauen Dimensionen der Opalinustonschichten und deren Qualitätseigenschaften darüber befunden wird, wie die Stollen zur Lagerung der radioaktiven Abfälle im Untergrund angeordnet werden sollen und können?*
- b.) *Wenn "nein", warum nicht?*

Das Konzept für die Anordnung der Lagerstollen und die Grösse der Endlagerbehälter für HAA-Brennelemente ist für ein geologisches Tiefenlager im kristallinen Gestein entwickelt worden. Es ist eine Tatsache, dass die von der Nagra ursprünglich geplante Anordnung der Lagerstollen gemäss dem Projekt "Gewähr zur Entsorgung radioaktiver Abfälle im kristallinen Grundgebirge in der Nordschweiz" weitgehend identisch ist mit der Anordnung der Lagerstollen im Opalinuston. Der Opalinuston verfügt aber über völlig andere Eigenschaften als das kristalline Gestein.

Mögliche Anordnungen können sein:

- lange Stollen, vorzugsweise parallel angeordnet,
- kurze Stollen, vorzugsweise parallel angeordnet,
- kurze Stollen, die gemäss dem Muster eines Fischgrates oder eines Tannenastes angeordnet sind,
- Stollen, die radial, ähnlich den Speichen in einem Rad, angeordnet sind.

Die FG Si hat einen ersten Einblick erhalten in die Annahmen und Modellrechnungen der Nagra, die der Sicherheitsanalyse und den Sicherheitsnachweisen für die Langzeitsicherheit zu Grunde liegen. Die Annahmen betreffen:

- die Eigenschaften des Opalinustons,
- die Lagertiefe,
- der Stollendurchmesser,
- die Stollenlängen,
- die Geometrie und die Anordnung der Stollen,
- die Einbringung von Fremdmaterialien.

Die Mitglieder der FG Si vermissen zurzeit (Stand September 2020) Informationen darüber, wie andere Staaten ihre Tiefenlager planen und insbesondere ihre Sicherheitsanalysen und Sicherheitsnachweise erbringen. In einem ersten Schritt sind die Mitglieder FG Si am 11. Februar 2020 von der Nagra über die Unterschiede der Lagerung von hochaktiven Abfällen in Frankreich und in der Schweiz informiert worden.

Das Felslabor Bure der Andra liegt im Département Meuse/Haute-Marne, Frankreich. Gewichtige Unterschiede zur Schweiz sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Kriterium	Andra	Nagra
Anforderungen	Die Rückholung (Réversibilité) der Abfälle bleibt bis zum definitiven Verschluss des Lagers jederzeit umkehrbar. Die Lagerkammern werden deshalb bis zum Verschluss des Lagers nicht verfüllt.	Eine Rückholung ist nur dann geplant, wenn die Sicherheit nicht mehr erbracht werden kann. Die Verfüllung der Lagerkammern mit Bentonit erfolgt umgehend und dient als zusätzliche Sicherheitsbarriere. Massnahmen zur Rückholung dürfen die Langzeitsicherheit nicht beeinträchtigen.
Wirtgestein und Tiefe	Das Tongestein (Callovo-Oxfordien) liegt in einigen hundert Metern Tiefe und hat eine Mächtigkeit von über 100 m.	Der Opalinuston liegt im Gebiet NL in grösserer Tiefe und hat voraussichtlich eine geringere Mächtigkeit.
Abfalleigenschaften und Dimension der Endlagerbehälter	Verglaste Kokillen aus der Wiederaufbereitung, die 1,1 bis 3,1 Tonnen wiegen. Grösse: 0,6 m mal 2,2 m. Anmerkung FG Si: Frankreich experimentiert auch mit grossen Lagerbehältern (nicht verbrauchte BE), die nicht aus der Wiederaufbereitung kommen.	Grösstenteils nicht verglaste Abfälle (BE) in Endlagerbehälter, die etwa 22 Tonnen wiegen. Grösse: 1 m mal 5 m.
Lagerdimensionen	Lagerfeld: 15 km ² . Stollendurchmesser: 0,7 m. Stollenlängen: einige Dekameter, insgesamt 270 km.	Lagerfeld: wenige km ² . Stollendurchmesser: > 2 m. Stollenlängen: einige hundert Meter, insgesamt 18 km.
Rückholungskonzept	Die Rückholung wird zurzeit 1:1 in der Tiefe getestet.	Zurzeit liegt erst ein gezeichnetes Modell vor.
Baubewilligung	Im Jahr 2020.	Im Jahr 2050.
Betriebsphase	> 100 Jahre.	ca. 15 Jahre.

Der Nagra werden die nachfolgenden 5 Fragen gestellt:

Fünf Fragen an die Nagra:

- In welchen Punkten und warum weicht die ursprünglich vorgesehene Anordnung der Lagerstollen im kristallinen Gestein und im Opalinuston voneinander ab?*
- Welche anderen Anordnungssysteme sind mit welchen Ergebnissen geprüft worden?*
- Welche Anordnungsmöglichkeiten werden im Rahmen eines Optimierungsprozesses noch geprüft?*
- Werden die Stollen zur Lagerung der BE-Behälter waagrecht, mit leichter Steigung oder mit leichtem Gefälle in der Horizontale angeordnet?*
- Was sind die Vor- und Nachteile dieser Anordnungen gemäss Buchstabe d.)?*

Es wird auch auf die Frage 135 des TFS betreffend alternative Lagerkonzepte und deren Beantwortung durch das BFE und die Nagra verwiesen [24]. Die Nachforderungen des ENSI von 2015 [25] sind in den NAB 16-41 [26] eingeflossen. Zudem wird auf das "Full-Scale-Emplacement-Experiment" verwiesen, welches zurzeit im Mont Terri durchgeführt wird.

6. Ionisierende Strahlung im Niedrigdosisbereich

In Art. 118, Abs. 2, Buchstabe c der Schweizerischen Bundesverfassung [15] heisst es: *"Der Bund erlässt Vorschriften über den Schutz vor ionisierenden Strahlen."* Der Schutz vor ionisierenden Strahlen ist im Strahlenschutzgesetz [16] und in der Strahlenschutzverordnung (StSV) [17] genauer geregelt. In Art 5 der StSV heisst es: *"Für geplante Expositionssituationen werden Grenzwerte festgesetzt, die durch die Summe aller in einem Kalenderjahr akkumulierten Strahlendosen, die eine Person akkumuliert, nicht überschritten werden dürfen (Dosisgrenzwert)".* Für die Exposition der Bevölkerung wird in Art 22, Abs. 1 der StSV festgelegt, dass die effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten darf. Mit dieser konservativen Annahme wird davon ausgegangen, dass mit diesem niedrig angesetzten Dosisgrenzwert die Eintretenswahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Schadens bei Menschen sehr gering ist und damit als akzeptabel gelten kann.

Die erwähnten rechtlichen Bestimmungen und Grenzwerte gelten auch für ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle. In der Richtlinie G03 [12] legt das ENSI einen niedrigeren Grenzwert von 0,1 mSv pro Jahr fest. Zur Bestimmung des charakteristischen Dosisintervalls geht die Nagra (in NTB 14-01, Seite 9) zum einen von einem Grenzwert von 0,1 mSv pro Jahr und zum anderen von einem aus der StSV abgeleiteten Wert von 0,01 mSv pro Jahr aus. Die Richtlinie G03 [12] wird bis Ende des Jahres 2020 überarbeitet.

Die FG Si hat sich nebst dem Normalbetrieb auch mit den rechtlichen Grundlagen für einen Störfall auseinandergesetzt. Gemäss Art. 122 der Strahlenschutzverordnung [17] wird als Störfall ein Ereignis bezeichnet, bei dem eine Anlage, ein Gegenstand oder eine Tätigkeit vom Normalbetrieb abweicht und:

- die Sicherheit der Anlage oder des Gegenstandes beeinträchtigt;
- zu einer Überschreitung eines Immissions- oder Emissionsgrenzwerts führen kann; oder
- zu einer Überschreitung eines Dosisgrenzwerts geführt hat oder hätte führen können.

Die Strahlenschutzverordnung [17] unterscheidet zwischen zwei Referenzwerten: gemäss Art. 133, Abs. 1 gilt in Notfall-Expositionssituationen für Personen aus der Bevölkerung ein Referenzwert von 100 mSv im ersten Jahr und gemäss Art. 134, Abs. 1 gilt in Notfall-Expositionssituationen für verpflichtete Personen⁸ ein einsatzbedingter Referenzwert von 50 mSv pro Jahr. Für Personen aus der Bevölkerung liegt der Wert somit über dem Hundertfachen des maximalen Normalwertes.

Gemäss Art. 134, Abs. 2 der Strahlenschutzverordnung [17] kann der Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) beim Bundesrat situationsspezifisch tiefere Referenzwerte für bestimmte Tätigkeiten der verpflichteten Personen beantragen.

Gemäss Art. 134, Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung [17] gilt zur Rettung von Menschenleben, zur Vermeidung schwerer Gesundheitsschäden durch Strahlung oder um Katastrophen abzuwenden ein Referenzwert von 250 mSv pro Jahr.

Die FG Si geht davon aus, dass die oben erwähnten Referenzwerte für ein geologisches Tiefenlager inklusive OFI tiefer festgelegt werden könnten, da die Strahlenexposition anlässlich eines Störfalles deutlich niedriger sein sollten als bei einem gravierenden Störfall in einem Kernkraftwerk.

⁸ Zu den verpflichteten Personen gehören u.a.: Angehörige von Behörden und Verwaltung, Polizei, Berufs- und Milizfeuerwehr, Angehörige des sanitätsdienstlichen Rettungswesen, des Zivilschutzes, und der Armee, Mess- und Strahlenschutzequipen, Personen zur Durchführung von Personen- und Gütertransporten, medizinisches Personal zur Pflege von verstrahlten Personen.

Frage an das ENSI

Welche maximalen Referenzwerte für die Bevölkerung und für verpflichtete Personen erachtet das BFE in einem Störfall für ein geologisches Tiefenlager inklusive OFI im Vergleich zu einem Kernkraftwerk als angemessen?

Frage an das BFE

Wie soll der Prozess zur Anpassung der Kernenergieverordnung (KEV) vollzogen werden, wenn das ENSI, die Kantone oder die RK zum Schluss kommen, dass rechtliche Vorgaben zur grösstmöglichen Strahlenbelastung (Referenzwerte) in einer OFI oder in einem geologischen Tiefenlager weiter gesenkt werden sollen?

Dem TFS werden die nachfolgenden vier Fragen gestellt:

Vier Fragen an das TFS:

- a.) *Was ist der aktuelle Stand der Forschung zum Themenbereich gesundheitliche Effekte bei Menschen, die langfristig schwach ionisierender Strahlung ausgesetzt sind?*
- b.) *Tritt ein sehr schwerwiegender Schaden oder Unfall in einem geologischen Tiefenlager oder in dessen Infrastruktur auf, welches sind dann die höchstmöglichen Strahlenbelastungen, denen die Bevölkerung kurz- und langfristig in der näheren Umgebung oder in weiter entfernten Regionen bzw. die verpflichteten Personen vor Ort maximal ausgesetzt sind?*
- c.) *Welche höchstmöglichen Strahlenbelastungen können in einem Schadenfall verpflichtete Personen vorfinden und ihnen zugemutet werden?*
- d.) *Wie fällt ein Vergleich zu allfälligen Strahlenbelastungen zu einem ernsthaften Schadenfall in einem Kernkraftwerk aus?*

7. Markierung

Ein geologisches Tiefenlager muss gemäss Art. 40, Abs. 7 des KEG dauerhaft markiert sein. Menschen sind für einen sehr langen Zeitraum davor zu warnen, in ein geologisches Tiefenlager einzudringen. Anna Schneider schreibt in ihrer Masterarbeit [4]: *"Das ist unsere gesellschaftliche Verantwortung. Sicherheit kann nicht allein durch eine geologische und technische Abschirmung der Biosphäre erzielt werden. Die Gesellschaft ist an der Oberfläche und bleibt vom Untergrund betroffen, auch wenn das Lager längst verschlossen ist. Die Fakten der Technik verschwimmen, Sicherheit bekommt einen dynamischen Charakter."*

Die Markierung eines geologischen Tiefenlagers ist eine grosse kulturelle Herausforderung. Dies vor allem deshalb, weil das Wissen über geologische Tiefenlager über tausende von Jahren erhalten werden muss, und es bisher noch keine Kultur geschafft hat, ihr Wissen über eine Zeitdauer von mehr als zwei oder drei tausend Jahre weiterzugeben.

Die FG Si hat sich am 26. März 2019 von Dr. des. Markus Gut über seine Erkenntnisse aus seiner Doktorarbeit mit dem Leitgedanken *"Gibt es innersprachliche Techniken respektive Operationen, die dazu eingesetzt werden, schriftlich festgehaltene Information über eine möglichst lange Zeit hinweg verständlich zu halten?"* informieren lassen. Vergleiche dazu das Sitzungsprotokoll [19] der FG Si. Als Fazit hat Markus Gut festgehalten, dass es mögliche Instrumente gibt, die einem Wissensverlust entgegenwirken, aber kulturelle Brüche in der Gesellschaft dazu führen, dass Wissen dennoch verloren geht.

Einige Mitglieder der FG Si haben die BFE Tagung *"Wie man die Erinnerung an Atommüll wachhält"* vom 4. September 2019 im Kunsthaus Zürich besucht. An dieser Veranstaltung weisen Wissenschaftler und Künstler unter anderem auf einen Werkzeugkasten und auf ein Key Information File (KIF) hin. Über diese BFE-Tagung berichtet ein Artikel von Dr. Benedikt Vogel im Auftrag des BFE [20].

Um eine geeignete Markierung für das geologische Tiefenlager zu finden, bleibt noch etwas Zeit. Da diese Aufgabe jedoch eine aufwändige kulturelle Herausforderung bleibt, sollte sie von der Nagra frühzeitig angepackt werden, trägt eine verlässliche Markierung doch auch einen Beitrag zur Langezeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers bei.

8. Zusammenstellung der Fragen und Anträge

8.1 Fragen an das BFE

Frage aus Kapitel 3.1:

Wenn die Nagra mit ihren Projektvorschlägen bei den Bewilligungsbehörden den Nachweis erbringen kann, dass mit ihren Vorschlägen die gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsauflagen erfüllt werden können, wie wird dann auch gleichzeitig und ausreichend sichergestellt, dass damit auch langfristig der bestmögliche oder grösstmögliche Sicherheitsstandard für Mensch und Umwelt erreicht wird?

Frage aus Kapitel 3.1:

Wie stellen die verfahrensleitenden Behörden für ein geologisches Tiefenlager sicher, dass später noch rechtlich verschärfte Auflagen eingebracht und Nachforderungen für einen verbesserten Schutz von Mensch und Umwelt langfristig finanziert und umgesetzt werden können?

Frage aus Kapitel 3.2:

Wie stellt das BFE systematisch sicher, dass allfällig gemachte Fehler und Erkenntnisse aus dem In- und Ausland genutzt werden, um die rechtsverbindlichen Vorgaben für ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz zu optimieren und nachzubessern?

Frage aus Kapitel 6:

Wie soll der Prozess zur Anpassung der Kernenergieverordnung (KEV) vollzogen werden, wenn das ENSI, die Kantone oder die RK zum Schluss kommen, dass rechtliche Vorgaben zur grösstmöglichen Strahlenbelastung (Referenzwerte) in einer OFI oder in einem geologischen Tiefenlager weiter gesenkt werden sollen?

8.2 Anträge an das BFE

Antrag aus Kapitel 3:

Nach Abschluss der Etappe 3 soll neu zumindest für den Bereich Sicherheit der partizipative Prozess weitergeführt werden.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Die rechtsverbindlichen Vorgaben des BFE, Aussagen des Technischen Forums Sicherheit und des ENSI sowie die Lösungsvorschläge der Nagra (Technischen Berichte, Sicherheitsnachweise) sind in zeitlich sinnvollen Abständen auf ihren sachlichen Inhalt und ihren Beitrag zur Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers hin zu überprüfen und gegebenenfalls an neue Realitäten anzupassen.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Das BFE soll eine webbasierte und elektronische Dokumentation – mit Verlinkung zu verschiedenen Dokumenten – erstellen, aus der ersichtlich ist, welche Änderungen und Verbesserungen bei einem geologischen Tiefenlager in den letzten Jahrzehnten von den Behörden verlangt und von der Nagra umgesetzt worden sind.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Die Nagra soll in Zusammenarbeit mit dem BFE ein elektronisches und webbasiertes Handbuch zum Wissenstransfer zur Umsetzung eines geologischen Tiefenlagers für neue Mitglieder der RK und der Fachgruppen erstellen. Dieses Handbuch soll in zeitlich sinnvollen Abständen aktualisiert und nachgeführt werden.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Das BFE soll für die VV RK NL eine Übersicht erstellen, welche Rechtsgrundlagen auf kommunaler, kantonaler und eidgenössischer Ebene anlässlich der Rahmenbewilligung, der Baubewilligung, der Betriebsbewilligung bestimmend sind, um den dauernden Schutz für Mensch und Umwelt sicher zu stellen. Zudem soll festgehalten werden, welche rechtsverbindliche Vorgabe gegenüber welcher anderen Rechtsgrundlage den Vorrang hat.

8.3 Fragen an das ENSI

Frage aus Kapitel 3.2:

Wie stellt das ENSI systematisch sicher, dass allfällig gemachte Fehler und Erkenntnisse aus dem In- und Ausland genutzt werden, um die rechtsverbindlichen Vorgaben für ein geologisches Tiefenlager in der Schweiz zu optimieren und nachzubessern?

Frage aus Kapitel 6:

Welche maximalen Referenzwerte für die Bevölkerung und für verpflichtete Personen erachtet das BFE in einem Störfall für ein geologisches Tiefenlager inklusive OFI im Vergleich zu einem Kernkraftwerk als angemessen?

8.4 Antrag an das ENSI

Antrag aus Kapitel 4.3:

Das ENSI soll Vorgaben und Kriterien aufstellen, damit die Standortwahl der Verpackungsanlage sorgfältig abgewogen und beurteilt werden kann.

8.5 Fragen an die Nagra

Zwei Fragen aus Kapitel 3.3:

- a.) *Wie wird mit allfällig aus dem geologischen Tiefenlager an die Oberfläche zurückgeholten radioaktiven Abfällen umgegangen?*
- b.) *Wo sollen diese zurückgeholten radioaktiven Abfälle zwischengelagert werden?*

Zwei Fragen aus Kapitel 5:

- a.) *Kann sich die Nagra der Ansicht anschliessen, dass erst nach Kenntnis der genauen Dimensionen der Opalinustonsschichten und deren Qualitätseigenschaften darüber befunden wird, wie die Stollen zur Lagerung der radioaktiven Abfälle im Untergrund angeordnet werden sollen und können?*
- b.) *Wenn "nein", warum nicht?*

Fünf Fragen aus Kapitel 5:

- a.) *In welchen Punkten und warum weicht die ursprünglich vorgesehene Anordnung der Lagerstollen im kristallinen Gestein und im Opalinuston voneinander ab?*
- b.) *Welche anderen Anordnungssysteme sind mit welchen Ergebnissen geprüft worden?*
- c.) *Welche Anordnungsmöglichkeiten werden im Rahmen eines Optimierungsprozesses noch geprüft?*
- d.) *Werden die Stollen zur Lagerung der BE-Behälter waagrecht, mit leichter Steigung oder mit leichtem Gefälle in der Horizontale angeordnet?*
- e.) *Was sind die Vor- und Nachteile dieser Anordnungen gemäss Buchstabe d.)?*

8.6 Anträge an die Nagra

Antrag aus Kapitel 3:

Die Nagra informiert die VV der RK über den aktuellen Stand erkannter Restrisiken und Unsicherheiten zur Realisierung eines geologischen Tiefenlagers am jeweiligen Standort im Verlauf der Etappe 3 und zeigt auf, wo sie aktuell zu welchen Themen noch einen erheblichen Forschungs- und Nachholungsbedarf hat, um sicherheitsrelevante Lösungen definieren und beantragen zu können.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Die rechtsverbindlichen Vorgaben des BFE, Aussagen des Technischen Forums Sicherheit und des ENSI sowie die Lösungsvorschläge der Nagra (Technischen Berichte, Sicherheitsnachweise) sind in zeitlich sinnvollen Abständen auf ihren sachlichen Inhalt und ihren Beitrag zur Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers hin zu überprüfen und gegebenenfalls an neue Realitäten anzupassen.

Antrag aus Kapitel 3.1:

Die Nagra soll in Zusammenarbeit mit dem BFE ein elektronisches und webbasiertes Handbuch zum Wissenstransfer – mit Verlinkung zu verschiedenen Dokumenten – zur Umsetzung eines geologischen Tiefenlagers für neue Mitglieder der RK und der Fachgruppen erstellen. Dieses Handbuch soll in zeitlich sinnvollen Abständen aktualisiert und nachgeführt werden.

Antrag aus Kapitel 3.3:

Die im Nagra Bericht NTB 02-02 bilderbuchhaft dargestellte Lösungsmöglichkeit zur Rückholung von BE-Behältern ist bereits im Verlauf der Etappe 3 durch Feldversuche zu demonstrieren und nachzuweisen.

Antrag aus Kapitel 4.1:

Die Nagra soll der VV NL die Analyse und die Interpretationen der Bohrkern aus Bülach und Stadel 3 vorstellen. Zudem soll aufgezeigt werden, wie die Nagra diese Erkenntnisse mit Ergebnissen aus Bohrungen in anderen Standortregionen interpretiert und vergleichbar macht.

8.7 Fragen an das Technische Forum Sicherheit

Vier Fragen aus Kapitel 6:

- a.) *Was ist der aktuelle Stand der Forschung zum Themenbereich gesundheitliche Effekte bei Menschen, die langfristig schwachen ionisierenden Strahlungen ausgesetzt sind?*
- b.) *Tritt ein sehr schwerwiegender Schaden oder Unfall in einem geologischen Tiefenlager oder in dessen Infrastruktur auf, welches sind dann die höchstmöglichen Strahlenbelastungen, denen die Bevölkerung kurz- und langfristig in der näheren Umgebung oder in weiter entfernten Regionen bzw. die verpflichteten Personen vor Ort ausgesetzt sind?*
- c.) *Welche höchstmöglichen Strahlenbelastungen können in einem Schadenfall verpflichtete Personen vorfinden?*
- d.) *Wie fällt ein Vergleich zu allfälligen Strahlenbelastungen zu einem ernsthaften Schadenfall in einem Kernkraftwerk aus?*
