

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

**ENSI-Richtlinie G03, Entwurf zur externen Anhörung**

---

**Stellungnahme**

Zürich, Januar 2020

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

Dr. Thomas Flüeler (Vorsitz)	Kanton Zürich
Regula Rometsch (Sekretariat)	Kanton Zürich
Oliver Genoni	Kanton Aargau
Dr. Joachim Heierli	Kanton Schaffhausen
Erich Müller	Kanton Thurgau
Dr. Kurt Nyffenegger	Kanton Zürich

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

Prof. Dr. Wolfgang Kinzelbach

Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig

Prof. Dr. Stefan Schmid

Prof. Dr. Alan P. Green

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

## 1. Anlass und Auftrag

Aufgabe der Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa) und der Kantonalen Expertengruppe Sicherheit (KES) im Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) ist, die vorgelegten Dokumente und Untersuchungen der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) und die Gutachten und Stellungnahmen hierzu zu prüfen und zuhanden des Ausschusses der Kantone (AdK, mit den Regierungsvertretenden der betroffenen Standortkantone) zu kommentieren (BFE 2008/2011, Pflichtenheft Ziff. 13). Im Rahmen des SGT und einer externen Anhörung (ENSI 2019a) lud das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) die AG SiKa/KES ein, eine Stellungnahme zum Entwurf einer neuen Richtlinie zur geologischen Tiefenlagerung (ENSI 2019b/c) abzugeben.

## 2. Einleitung und Vorarbeiten

Im Lauf des Jahres 2017 gab das ENSI bekannt, seine heute geltende Richtlinie G03 zur Tiefenlagerung namens «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» (ENSI 2009) unter dem neuen Titel «Geologische Tiefenlager» zu überarbeiten.

An der 37. Sitzung des Technischen Forums Sicherheit (7. November 2017) kündigte das ENSI zudem an, die Anforderungen zu Etappe 3 des SGT (BFE 2008/2011) bezüglich der Methodik des Verfahrens mit den Akteuren zu diskutieren (TFS 2017). Es besteht eine enge Verflechtung dieser Diskussion (Standortvergleich und -auswahl) mit der Revision der ENSI-G03 (Messlatte für die sicherheitstechnische Eignung des zu bauenden und betreibenden Lagers am tatsächlich ausgewählten Standort) (ENSI 2018).

Im Folgenden werden übergeordnete und zentrale Gesichtspunkte erläutert, konkrete Vorschläge zu einzelnen Textstellen finden sich im Anhang.

## 3. Grundsätze

Gemäss Art. 11 Abs. 3 Kernenergieverordnung (KEV) hat das ENSI den Auftrag, «spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager» aufzustellen. Der vorliegende Entwurf «Geologische Tiefenlager» soll die geltende Richtlinie vom April 2009 namens «Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis» ersetzen. Einerseits werden konkrete Vorgaben gemacht (Verhinderung von Wassereintrich, Kap. 5.2.1 a), andererseits lassen allgemeine Formulierungen («Bei der Auslegung ... sind die erforderlichen Massnahmen für den Strahlenschutz ... zu berücksichtigen», 5.1.a) sowie Vorgaben mit Wahlfreiheit (Strahlendosen oder Risikogrenzen, 4.3.2 a) wie auch Auslassungen den Entsorgungspflichtigen viel Flexibilität. Es fehlen konkrete Hinweise, wie das allgemeine Schutzziel umzusetzen und nachzuweisen ist (beispielsweise entsprechend der Richtlinie G02, «Auslegungsgrundsätze für in Betrieb stehende Kernkraftwerke» (ENSI 2019d)). Diese wären für Projektanten, Betreiber, Prüfstellen, Betroffene und weitere Interessierte von praktischem Nutzen. Auch sollten nach Meinung der AG SiKa/KES Auslegungsvorgaben zum Langzeiteinschluss, zur Rückhaltung, zur Vorsorge und zur Zuverlässigkeit der Argumentation der Nagra gemacht werden.

Der Entwurf der Richtlinie enthält somit zwei grundlegende Probleme:

1. Die Richtlinie gibt der Nagra sehr **viel Spielraum**, und zwar nicht nur in Bezug auf Konzept und Auslegung (was durchaus Sinn macht), sondern auch bei der Festlegung von Anforderungen und Auslegungsgrundsätzen sowie bei der Auswahl der Varianten, die sie in Betracht

zieht. Die Richtlinie überträgt der Nagra gewissermassen das Recht, Anforderungen, Auslegungsgrundsätze und Variantenwahl selbst herzuleiten und festzulegen, insbesondere dort, wo sich das ENSI damit zurückhält.

2. Viele **Formulierungen** sind **unscharf**; insbesondere gibt es Inkonsistenzen zwischen Haupttext (ENSI 2019b) und Begründungsbericht (ENSI 2019c). So wird (wie bereits in der Richtlinie von 2009) nicht zwischen *zukünftiger Entwicklung (real)* und *berechneter bzw. prognostizierter Entwicklung (Versuch, die reale Entwicklung vorherzusagen, z. T. mit vereinfachenden Hypothesen, z. B. «Biosphäre beginnt am Rand des Wirtgesteins»)* unterschieden. Das führt zu Zweideutigkeiten bei der Überprüfbarkeit der Forderungen, die ja zum eigentlichen Zweck der Richtlinie gehört.

Bei 1. geht es auch um die wiederkehrende Frage, wie sehr sich das ENSI mit Vorgaben in den Prozess einbringen und wie frei die Nagra in der Umsetzung sein soll. Das ENSI sollte ausdrücklich die Ausarbeitung einiger grundsätzlicher Varianten verlangen, die in einem Variantenvergleich einander gegenübergestellt werden müssen (so z. B. unterschiedliche Temperaturen oder Gasdrücke). Die Behandlung von Ungewissheiten sollte konkretisiert werden, unter anderem durch Berücksichtigung von Varianten mit geringeren Unsicherheiten insbesondere in der zeitlichen Entwicklung.

Bei 2. geht es um Verbindlichkeit. Die Richtlinie ist so konstruiert, dass das Tiefenlager weitgehend aufgrund von *prognostizierten Entwicklungen* genehmigt wird. Es fragt sich, ob dies verbindlich genug für eine Regulierungsbehörde ist. Es ist offensichtlich, dass Prognosen für eine Beurteilung des Ziels «Langzeitsicherheit» eine zentrale Rolle spielen, jedoch sollten auch konkrete Auslegungsvorgaben dazu beitragen, dieses Ziel zu erreichen.

Der rechtliche Auftrag gemäss KEV Art. 11. Abs. 3 weist das ENSI wie erwähnt an, solche spezifischen Auslegungsgrundsätze zu definieren; unsere Vorschläge dazu werden im Anhang formuliert. Konkrete Auslegungsgrundsätze sind insbesondere deshalb wichtig, weil die Sicherheit eines Tiefenlagersystems nach dessen Verschluss auf *passiven* Sicherheitsbarrieren beruht. Steht der Standort einmal fest, ist die Langzeitsicherheit ausschliesslich durch Auslegung beeinflussbar. Den **Auslegungsanforderungen** kommt daher eine sehr hohe Bedeutung zu.

Die einschlägigen **internationalen Empfehlungen** sind zwar berücksichtigt (z. B. IAEA 2011 und IAEA 2012), jedoch nicht umfassend eingebaut. Die AG SiKa/KES empfiehlt einen sorgfältigen Abgleich der Textstellen, in denen auf Prognosen/Abschätzungen Bezug genommen wird. Ausserdem wird empfohlen, durch eine entsprechende Formulierung der Möglichkeit einer «Risikoverdünnung» entgegenzuwirken, zum Beispiel ähnlich, wie dies die schwedische Aufsichtsbehörde tut (SSM 2008).

Das **Pilotlager** als Schlüsselkomponente des schweizerischen Entsorgungskonzepts geologische Tiefenlagerung wird stiefmütterlich behandelt. Eine Aufzählung von möglichen zu messenden Kriterien/Parametern reicht nicht aus. Wie hoch sind mögliche Schwellen- oder Interventionswerte? Unter welchen Umständen ist eine «Auslagerung» (wohin? ins Hauptlager?) vorzusehen? Ist eine Beobachtungsphase von 50 Jahren (wie sie die Nagra annimmt) überhaupt aussagekräftig? Dazu sind behördliche Leitsätze aufzustellen.

Die gesetzliche Vorgabe **Rückholung «ohne grossen Aufwand»** verlangt Konkretisierung. Denkbar wäre, dass der Aufwand für die Einlagerung als Referenz für den Begriff «gross» (oder eben «nicht gross») gelten könnte. Die massgebenden technischen Schwierigkeiten und zeitlichen Randbedingungen einer Rückholung müssen erörtert werden. Nach Ansicht der AG SiKa/KES sind dabei mindestens folgende Aspekte zu betrachten:

- die ausserordentlich hohen Gesteinstemperaturen, die bei einer Rückholung bereits wenige Jahre nach Einlagerung zu erwarten sind
- die engen Platzverhältnisse, die in Kombination mit dem vorherigen Punkt die Aufgabe zusätzlich erschweren
- der Zustand der Behälter und der Bauwerke zum Zeitpunkt der Rückholung.

Der **Sicherheitsnachweis** muss umfassend sein. Die quantitativen Aspekte werden ausführlich beschrieben. Die qualitativen Bewertungen (nicht Aspekte) müssten – entlang IAEA 2012 – weiter präzisiert werden. Insbesondere sollte von der Nagra die Verifizierung der Einhaltung der Auslegungsgrundsätze und der Auslegungsanforderungen – insbesondere aller Massnahmen, die zur Gewährleistung des Basislevels an Sicherheit getroffen wurden – verlangt werden.

Rechnerische Nachweise sind nötig, aber mit umfangreichen Bedingungen und Annahmen verknüpft. Deshalb muss vorgängig die Standortwahl so erfolgen, dass eine **Freilegung des Lagers** (durch Erosion) mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Diese erdwissenschaftlich begründete (Sicherheits-)Barriere ist als zusätzliche Vorgabe in die Richtlinie aufzunehmen.

## 4. Folgerungen

Die AG SiKa/KES begrüsst die Neuauflage der Richtlinie G03, dennoch sieht sie weiteren Handlungsbedarf. Die Richtlinie setzt generelle Leitplanken. Sie vermeidet verständlicherweise weitgehend konkrete Zahlenangaben. Es wird angeregt, Konkretisierungen bzw. Quantifizierungen der Kriterien für Auslegung und Sicherheitsstandards in einem separaten technischen Leitfaden bereitzustellen.

Die vorliegende Stellungnahme wurde vom Ausschuss der Kantone (AdK) per Zirkular vom 15. Januar 2020 in zustimmendem Sinn zur Kenntnis genommen.

## 5. Referenzen

BFE, Bundesamt für Energie (2008/2011). Sachplan geologische Tiefenlager. Konzeptteil. Aktualisierung November 2011. Bern.

ENSI, Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat (2009). Geologische Tiefenlager. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen. ENSI-G03/d. ENSI, Brugg.

ENSI (2018). Fachsitzung zur Revision der Richtlinie ENSI-G03 (AG SiKa/KES, ENSI) [vom 18. Dezember 2017]. Protokoll [vom 23. Mai 2018]. ENSI-AN-10315.

ENSI (2019a). Einladung zur externen Anhörung der Revision von ENSI-G03/d. Schreiben vom 27. September 2019. ENSI, Brugg.

ENSI (2019b). Geologische Tiefenlager. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen. ENSI-G03/d. ENSI, Brugg.

ENSI (2019c). Geologische Tiefenlager. Erläuterungsbericht zur Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen. ENSI-G03/d. ENSI, Brugg.

ENSI (2019d). Auslegungsgrundsätze für in Betrieb stehende Kernkraftwerke. Richtlinie ENSI-G02/d. ENSI, Brugg.

IAEA, International Atomic Energy Agency (2011). Disposal of radioactive waste. Specific Safety Requirements. No. SSR-5. IAEA, Vienna.

IAEA (2012). The safety case and safety assessment for the disposal of radioactive waste. Specific Safety Guide. No. SSG-23. IAEA, Vienna.

KEG (Kernenergiegesetz) vom 21.3.2003. SR 732.1.

KEV (Kernenergieverordnung) vom 10.11.2004. SR 732.11.

SSM, Swedish Radiation Safety Authority (2008). The Swedish Radiation Safety Authority's regulations and general advice concerning the protection of human health and the environment in connection with the final management of spent nuclear fuel and nuclear waste. SSMFS 2008:37. SSM, Stockholm.

TFS, Technisches Forum Sicherheit (2017). Protokoll der 37. Sitzung (07.11.2017).

[www.ensi.ch/de/technisches-forum-sicherheit](http://www.ensi.ch/de/technisches-forum-sicherheit).

Im Anhang:

NEA, Nuclear Energy Agency (2009). Considering timescales in the post-closure safety of geological disposal of radioactive waste. No. 6424. OECD, Paris.

NTB 02-05, Nagra (2002). Project Opalinus Clay. Safety Report. Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis). Nagra Technischer Bericht (NTB). Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra), Wettingen.

## **Anhang**

Anhang zur Stellungnahme zur Revision der ENSI-Richtlinie G03, Januar 2020

## Anhang

Unterstrichene Textstellen sind jeweils Vorschläge für Neu- und Umformulierungen (zweite, allenfalls dritte Spalte).

Quelle/Kapitel	Titel	Bemerkungen
	Geologische Tiefenlager	Der Titel ist <i>unspezifisch</i> und sagt wenig Konkretes zum eigentlichen Inhalt und zum rechtlichen Auftrag aus. Der bisherige Titel war aussagekräftiger. Die Wahl eines alles umfassenden Titels bedingt, dass alle weiteren Regulierungen zu Tiefenlagern immer in dieser einen Richtlinie untergebracht werden müssten, was langfristig unvorteilhaft erscheint.
Richtlinie 4.1	<b>Schutzziel der geologischen Tiefenlagerung</b> Mit der geologischen Tiefenlagerung sind radioaktive Abfälle so zu entsorgen, dass der Schutz von Mensch und Umwelt vor deren ionisierender Strahlung dauerhaft <u>gewährleistet</u> <u>sichergestellt</u> ist, ohne dass künftigen Generationen unzumutbare Lasten und Verpflichtungen auferlegt werden.	Es sollte nicht vom Wortlaut des KEG abgewichen werden: Art. 3c verwendet <u>«sichergestellt»</u> anstatt von «gewährleistet».
Richtlinie 4.2	<b>Leitsätze zur Umsetzung des Schutzziels</b>	In diesem Abschnitt <i>fehlt der praktische Leitfaden, wie das allgemeine Schutzziel umzusetzen und nachzuweisen ist</i> , z. B. durch Auslegungsgrundsätze (analog zu G02): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz long-term confinement (NTB 02-05, S. 182).</i></li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Isolation</i> der Abfälle über einen langen Zeitraum (NTB 02-05, S. 185).</li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Immobilisation bzw. Retardation</i> von Exfiltrationen.</li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Reversibilität</i> von einzelnen Projektschritten, wenn das Erreichen des Schutzziels nicht mehr sichergestellt ist (bis es das wieder ist).</li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Vorsorge</i>: Bei Planung und Umsetzung sind in der Regel Massnahmen zur Verhinderung oder Verminderung von Störfaktoren technischen Lösungsansätzen vorzuziehen (z. B. Massnahmen zur Senkung des Druckaufbaus durch Gase sind vorrangig gegenüber Massnahmen zur technischen Beherrschung des Druckaufbaus (EGTS)).</li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Zuverlässigkeit</i>: Sicherheitsrelevante Unsicherheiten und Komplexität sollen wenn immer möglich «durch Design reduziert» und/oder in ihrer Auswirkung begrenzt werden.</li> <li>• <i>Auslegungsgrundsatz Beherrschbarkeit</i>: Entsorgungssysteme, die einfach zu analysieren und zu verstehen sind und zuverlässige Prognosen ermöglichen, sind komplexeren Ansätzen vorzuziehen.</li> </ul>

Richtlinie 4.2	<p><b>Leitsätze zur Umsetzung des Schutzziels</b></p> <p>a. Ein geologisches Tiefenlager ist so auszulegen, dass nach dessen Verschluss keine weiteren Massnahmen zur Gewährleistung der Langzeitsicherheit erforderlich sind.</p> <p>b. Mögliche Auswirkungen der geologischen Tiefenlagerung in der Schweiz dürfen im Ausland nicht grösser sein[,] als sie in der Schweiz zulässig sind.</p> <p>c. Mögliche zukünftige Auswirkungen der geologischen Tiefenlagerung in der Schweiz dürfen nicht grösser sein[,] als sie heute in der Schweiz zulässig sind.</p> <p>d. Die natürliche Lebensgrundlage des Menschen und anderer Lebewesen ist zu schützen.</p>	<p>Sind b., c. und d. nicht vielmehr (Teil-)Ziele als Leitsätze zur <i>Umsetzung</i>? – Ein Leitsatz zur <i>Umsetzung</i> soll ja etwas dazu aussagen, wie das Ziel/die Ziele zu erreichen bzw. umzusetzen sind.</p> <p>Die Ziele b., c. und d. sind richtig und wichtig, allerdings sind sie eher staatspolitischer oder gesellschaftspolitischer Natur und liegen im Zuständigkeitsbereich politischer Staatsorgane. Sie sollten auf Gesetzes- oder Verordnungsstufe geregelt sein. Nur die technischen Einzelheiten, die der Umsetzung oder der Präzisierung dienen, sind in technischen Richtlinien zu regeln.</p> <p>N. B. Die Umplatzierung dieser Passagen bedürfte allerdings einer Revision von KEG oder KEV. Ein Fallenlassen steht nicht zur Diskussion. Die Passagen b., c. und d. können vorerst in der G03 verbleiben, das ENSI sollte allerdings beim BFE beantragen, diese mittelfristig ins KEG, allenfalls in die KEV, zu überführen.</p>
Richtlinie 4.2c	Mögliche zukünftige Auswirkungen der geologischen Tiefenlagerung in der Schweiz dürfen nicht grösser sein[,] als sie heute in der Schweiz zulässig sind.	Der Text der Richtlinie ist angesichts der im Erläuterungsbericht auch benannten Prognoseunsicherheiten <i>zu einschränkend</i> und zu apodiktisch. Die letzten beiden hier zitierten Sätze des Erläuterungsberichts sind etwas unklar formuliert, weisen aber in die richtige Richtung – insofern ist die Richtlinie auch nicht mit dem Erläuterungsbericht konsistent. IAEA SSR 5 verlangt lediglich: “A reasonable assurance also has to be provided that doses and risks to members of the public in the long term will not exceed the dose constraints or risk constraints that were used as design criteria.” Die AG SiKa/KES empfiehlt eine sorgfältige Abgleichung der Texte auf diesen Punkt hin; dies gilt für alle Textstellen, in denen auf Prognosen/Abschätzungen Bezug genommen wird. Ausserdem wird empfohlen, durch eine entsprechende Formulierung der Möglichkeit einer «Risikoverdünnung» entgegenzuwirken, zum Beispiel ähnlich wie in SSMFS 2008:37, Appendix 1.
Erläuterungsbericht S. 5	Über die weit entfernte Zukunft der Menschheit sind keine verlässlichen Aussagen möglich. Das gilt insbesondere für die Lebensweise, die Nahrung und die Empfindlichkeit des Menschen gegenüber der Umgebungsstrahlung. Bei dieser prinzipiellen Unkenntnis der Empfindlichkeit der zukünftig zu schützenden Menschen kann gleicher Schutz nur dadurch umgesetzt werden, dass die Einschlusswirksamkeit eines geologischen Tiefenlagers heute und in Zukunft gleichen Ansprüchen zu genügen hat. Der Massstab für diese Ansprüche sind die heute geltenden Schutzansprüche.	Ebd.
Richtlinie 4.3a	Das Erreichen des Schutzziels unter Beachtung der Leitsätze ist <u>mittels sicherheitsfördernder Auslegungsgrundsätze</u> anhand quantitativer Schutzkriterien zu beurteilen.	<u>Besser wäre:</u> Das Erreichen des Schutzziels unter Beachtung der Leitsätze ist <u>mittels sicherheitsfördernder Auslegungsgrundsätze*</u> und quantitativer Schutzkriterien** sicherzustellen.



		<p>Warum soll das Schutzziel nur beurteilt werden? <i>Der Schutz ist sicherzustellen.</i>  *siehe Kommentare zu 4.2, 5.1 und 5.2.2  **als Messlatte für die prognostischen Sicherheitsziele</p>
Richtlinie 4.3.2a	<p>Für keine zukünftige Entwicklung eines Tiefenlagers darf die Freisetzung von Radionukliden zu einer Individualdosis grösser als 0,1 mSv pro Jahr oder zu einer Überschreitung des Risikowertes gemäss Kriterium (b) in Absatz 2.15 des IAEA Safety Standard SSR-5 führen.</p>	<p><i>Unsauber formuliert</i> (missverständliche Verwendung der Konjunktion «oder»).  <u>Besser:</u> «Ist zu zeigen, dass ...die mittels Modellrechnungen abgeschätzte effektive Individualdosis den Wert von 0,1 mSv pro Jahr nicht übersteigt oder es ist zu zeigen, dass das abgeschätzte jährliche individuelle Risiko unter dem Risikogrenzwert ... liegt.»  Ausserdem erzeugt auch diese Formulierung den falschen Eindruck, dass reale Expositionen prognostiziert und bewertet werden sollten (vgl. Anm. zu 4.2d). Es geht aber lediglich um Indikatoren, die rechnerisch abzuschätzen sind. Der obige Vorschlag bezieht sich auf beide Punkte.  Konservativerweise ist eine <i>Dosisbeschränkung vorzuziehen</i>. Für «unwahrscheinliche» Szenarien kann eine Risikobeschränkung verwendet werden.</p>
Erläuterungsbericht S. 6	<p>Gemäss Absatz 2.16 des IAEA Safety Standard SSR-5 ist anerkannt, dass die Dosen für Menschen in der Zukunft nur geschätzt werden können und dass die mit diesen Schätzungen verbundenen Unsicherheiten für entferntere Zeiträume zunehmen werden.</p>	<p>Dies wird im Erläuterungsbericht lediglich auf Zeiträume jenseits des Nachweiszeitraums bezogen, es gilt jedoch auch für den Nachweiszeitraum selbst (vgl. auch Kommentar zu S. 32).</p>
Richtlinie 4.3.2	<p><b>Schutzkriterien Nachverschlussphase</b>  b. Im Nachweiszeitraum sind die radiologischen Folgen eines unbeabsichtigten menschlichen Eindringens ins Tiefenlager anhand der Kriterien (c) und (e) gemäss Absatz 2.15 des IAEA Safety Standard SSR-5 zu beurteilen.</p>	
Richtlinie 4.3.2	<p><b>Schutzkriterien Nachverschlussphase</b>  c. Nach Ende des Nachweiszeitraums dürfen die Auswirkungen an der Oberfläche nicht wesentlich höher als die mittlere natürliche radiologische Belastung in der Schweiz sein.</p>	<p>Das kann nicht nachgewiesen werden. Ausserdem konterkariert die Festlegung den Begriff «Nachweiszeitraum». Die aktuelle Durchschnittsbelastung in der Schweiz ist mit rd. 4.3 mSv/Jahr recht hoch.  <u>Besser wäre:</u>  «c. Für die Zeit nach Ende des Nachweiszeitraums muss plausibel begründet werden, dass die prognostizierten Auswirkungen an der Oberfläche die mittlere natürliche radiologische Belastung in der Schweiz <u>nicht wesentlich erhöhen.</u>»  Oder:  «c. Es muss plausibel begründet werden, dass nach Ende des Nachweiszeitraums die prognostizierten Exfiltrationen in die Biosphäre lokal eine <u>effektive Jahresdosis von höchstens 1 mSv pro Jahr verursachen.</u>»</p>
Erläuterungsbericht S. 6 (zu Richtlinie 4.3.2c)	<p>Bei der Anwendung von Kriterien für Zeiträume weit in der Zukunft ist deshalb Vorsicht geboten.</p>	<p>Der zitierte Satz des Erläuterungsberichts gilt bereits innerhalb des Nachweiszeitraums.</p>

<p>Richtlinie 4.4 Erläuterungsbericht, S. 7</p>	<p><b>Sicherheitsoptimierung</b>  a. Sicherheitsrelevante Entscheidungen bei der Planung und Realisierung eines geologischen Tiefenlagers einschliesslich Oberflächenanlage und Nebenzugangsanlagen sind im Rahmen eines Optimierungsverfahrens zu treffen. Dieses Verfahren ist in den Entsorgungsprogrammen der Entsorgungspflichtigen zu dokumentieren und bei Bedarf zu aktualisieren.  b. Für jede sicherheitsrelevante Entscheidung sind Alternativen und ihre Bedeutung für die Langzeitsicherheit zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit vorteilhafter Entscheid zu fällen.  c. Im Rahmen des Optimierungsverfahrens sind für sicherheitsrelevante Entscheidungen Optimierungsmaßnahmen gemäss Stand von Wissenschaft und Technik zu identifizieren und deren Angemessenheit darzulegen.  d. Für die Betriebsphase eines geologischen Tiefenlagers einschliesslich Oberflächenanlage und Nebenzugangsanlagen sind bei der Optimierung des Strahlenschutzes gemäss Art. 4 StSV auch mögliche Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit zu berücksichtigen.  e. Die Entsorgungspflichtigen haben den vollständigen Einschluss der hochaktiven Abfälle in den Tiefenlagerbehältern während mindestens tausend Jahren ab deren Einlagerung aufzuzeigen.</p>	<p>a. Die Optimierung der Sicherheit darf sich nicht auf die Reduktion der prognostizierten Dosis beschränken. Die <i>Sicherheit ist integral zu betrachten</i>. Lässt sich Sicherheit optimieren? Es kann sich nur um «sicherheitssteigernde Massnahmen» (Erläuterungsbericht, S. 7) handeln. <i>Optimierung muss immer auf etwas bezogen werden: Langzeitsicherheit und/oder Betriebssicherheit</i>.</p> <p>b. Wichtiger Punkt und gut formuliert (bis auf Einwand, dass auch die Betriebssicherheit eine Rolle spielt).</p> <p>c. und d. sind selbstverständlich und bereits durch b. abgedeckt.</p> <p>e. Warum erscheint Punkt e. unter <b>Sicherheitsoptimierung</b>? – Es ist eine Auslegungsanforderung (die keiner weiteren Optimierung bedarf) (siehe Kap. 5).</p> <p><u>Vorschlag:</u> Es sollte ein neuer Abschnitt «Auslegungsgrundsätze und Auslegungsanforderungen» geschaffen werden. Punkt e. ist nebst weiteren Auslegungsgrundsätzen und Auslegungsanforderungen dort unterzubringen (vgl. Kommentar zu 4.2).  Allgemein: Es wird vorgeschlagen, <i>Ziele</i> der Sicherheitsoptimierung <i>zu formulieren</i>. Hierzu gehören Langzeitsicherheit und Robustheit sowie Sicherheit während Errichtung, Betrieb und Verschluss sowie Umweltschutz. Eine Priorisierung wäre denkbar, z. B. Optimierung gegen menschliches Eindringen nachrangig zu behandeln. Auch denkbar: «Grundsätzlich sind Massnahmen zur Verhinderung oder Verminderung von Störfaktoren den technischen Lösungsansätzen vorzuziehen.»</p>
<p>Richtlinie 4.4b</p>	<p>Für jede sicherheitsrelevante Entscheidung sind Alternativen und ihre Bedeutung für die Langzeitsicherheit zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit vorteilhafter Entscheid zu fällen.</p>	<p>Es bleibt unklar, warum die Bedeutung für die Langzeitsicherheit hervorgehoben, die Betriebssicherheit aber nicht genannt wird (zudem die Thematik der Abwägung zwischen beiden im Erläuterungsbericht explizit angesprochen wird und die Definition in Anhang 1 auch in diese Richtung weist).  <i>Optimierung bezieht sich nicht ausschliesslich auf Sicherheit:</i> «In this context, the optimization of protection is a judgemental process, social and economic factors being taken into account» (SSR5). Die Abgrenzung der Sicherheitsoptimierung (diesen Begriff dann auch durchgängig verwenden?) zur Optimierung des Strahlenschutzes sollte verdeutlicht werden.</p>
<p>Richtlinie 4.4e</p>	<p>Die Entsorgungspflichtigen haben den vollständigen Einschluss der hochaktiven Abfälle in den Tiefenlagerbehältern während mindestens tausend Jahren ab deren Einlagerung aufzuzeigen.</p>	<p>Vollständiger Einschluss, also Null-Freisetzung, wird nicht unter allen Bedingungen und Szenarien zu erreichen sein. Der zitierte Satz im Erläuterungsbericht erkennt dies auch an («Versagensquote») und steht damit in explizitem Widerspruch zum Text der Richtlinie.</p>

<p>Erläuterungsbericht S. 7</p>	<p>Die Einschlussdauer der Lagerbehälter unter Tiefenlagerbedingungen soll durch die Entsorgungspflichtigen anhand des Stands von Wissenschaft und Technik aufgezeigt und die Versagensquote der Behälter und deren Zeitabhängigkeit untersucht werden.</p>	
<p>Richtlinie Abschnitt 5 und zugehöriger Text im Erläuterungsbericht</p>		<p>Die Festlegungen des Abschnitts 5 (gemeinsam mit den einschlägigen Formulierungen des Erläuterungsberichts) umfassen die meisten relevanten Bereiche, sind aber eher kleinteilig. <i>Es fehlen z. B. Anforderungen an Philosophie, Inhalt und Dokumentation des Sicherheitskonzepts</i> (erscheint nur sehr implizit, verstreut und z. T. unbestimmt in 7.3c und d, 7.6b und c, 9.2.1a.3 sowie – bezogen auf die Dokumentation – in Abschnitt 11) und an die Qualifizierung technischer und geotechnischer Komponenten.</p>
<p>5.1</p>	<p><b>Grundlegende Anforderungen</b>  a. Bei der Auslegung eines geologischen Tiefenlagers einschliesslich Oberflächenanlage und Nebenzugangsanlagen sind die erforderlichen Massnahmen für den Strahlenschutz inklusive der radiologischen Überwachung sowie für den Brand- und Blitzschutz sowie Massnahmen, die aus der sicherheitstechnischen Klassierung resultieren, zu berücksichtigen.  b. Die Auslegung der Flucht- und Rettungswege hat die Anforderungen der Richtlinie ENSI-B12 zu berücksichtigen. Die Flucht- und Rettungswege für die Untertageanlagen sind in einem Flucht- und Rettungskonzept zu beschreiben und zu begründen.  c. Durch geeignete Massnahmen ist sicherzustellen, dass weder in der Betriebsphase noch nach dem Verschluss eines Tiefenlagers nukleare Kritikalität eintreten kann.  d. Erforderliche Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit während der Betriebsphase sowie Vorkehrungen für eine mögliche Rückholung der radioaktiven Abfälle oder den temporären Verschluss dürfen die Langzeitsicherheit nicht beeinträchtigen.</p>	<p><i>Was ist grundlegend an den Anforderungen b. und d.?</i> – diese sollten eher in einem Kapitel «Anforderungen für alle Anlagenteile» erscheinen.  a. Umformulieren zwecks Verständlichkeit, <u>Vorschlag</u>: «Bei der Auslegung eines geologischen Tiefenlagers einschliesslich Oberflächenanlage und Nebenzugangsanlagen sind die erforderlichen Massnahmen für den Strahlenschutz inklusive der radiologischen Überwachung sowie für den Brand- und Blitzschutz zu berücksichtigen. Ebenso sind Massnahmen, die aus der sicherheitstechnischen Klassierung resultieren, bei der Auslegung der genannten Anlagen zu treffen.»  Dafür erscheinen Anforderungen, die die AG SiKa/KES als grundlegend erachtet, nicht in der Liste; z. B.  1. The deep underground location of the repository is maintained over several million years, isolating the waste from the surface environment (Prinzip der Tiefenlagerung, NTB 02-05, p.185*).  2. If the host rock is part of the barrier system, it maintains its safety-relevant properties over several million years and these properties are not significantly perturbed by the presence of the repository (e. g. by gas or heat generated within the repository), by geological and climatic events and processes and by any future human activities (Prinzip der Tiefenlagerung, NTB 02-05, S. 185*).  3. The sealed access tunnel and shaft provide no significant preferential transport pathways (NTB 02-05, S. 185*).  * in verbindlicher Formulierung anstatt als Hypothese</p>

<p>Richtlinie 5.2.2</p>	<p><b>Untertägige Bauwerke</b></p> <p>a. Das geologische Tiefenlager ist so auszulegen, dass die Langzeitsicherheit und die Sicherheitsfunktionen durch das Zusammenwirken der technischen und natürlichen Barrieren gewährleistet sind. Dabei ist auf die Erhaltung der für die Langzeitsicherheit relevanten Eigenschaften der natürlichen (geologischen) Barriere besonders zu achten.</p> <p>b. Der Einschluss und die Rückhaltung der im Abfall enthaltenen Radionuklide sind durch ein Mehrfachbarrierensystem mit verschiedenartigen, gestaffelten und passiv wirkenden technischen und natürlichen Barrieren zu gewährleisten.</p> <p>d. Sind technische Massnahmen zur Beherrschung des Druckaufbaus notwendig, so ist deren Funktionsfähigkeit über den erforderlichen Zeitraum zu gewährleisten.</p> <p>e. Ein geologisches Tiefenlager ist so auszulegen, dass eine ausreichende räumliche Trennung zwischen hochaktiven, al- phatoxischen sowie schwach und mittelaktiven Abfällen gewährleistet ist.</p> <p>f. Durch die Auslegung der untertägigen Bauwerke ist eine räumliche und Lüftungstechnische Trennung von Bereichen sicherzustellen, in denen mit radioaktiven Abfällen umgegangen wird, und solchen, in denen eine Erweiterung des Einlagerungsbereichs stattfindet.</p> <p>g. Ein geologisches Tiefenlager ist so auszulegen, dass negative Auswirkungen von Gefährdungen aus dem Gebirge vermieden oder durch betriebliche beziehungsweise bauliche Massnahmen auf ein für die Betriebs- und Langzeitsicherheit akzeptierbares Mass beschränkt werden.</p>	<p>d. Die Forderung ist richtig, aber wie verifiziert man sie? – Hier eher folgende <i>Auslegungsgrundsätze</i> voranstellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das HAA/BE-Lager ist grundsätzlich so auszulegen und zu konzipieren, dass technische Massnahmen zur Beherrschung des Druckaufbaus <i>nicht notwendig</i> sind.</li> <li>2. Ist dies nicht möglich oder in vernünftigem Rahmen machbar, ist das Lager grundsätzlich so zu konzipieren, dass der Druckaufbau möglichst gering ist (z. B. durch grössere Volumina, tiefere Auslegungstemperaturen, Materialwahl).</li> <li>3. Kann der Druckaufbau mit vernünftigem Aufwand nicht weiter reduziert werden, sind technische Massnahmen vorzusehen. Durch Forderung 2 ist sichergestellt, dass die Anforderungen an dieses System niedrig gehalten werden können.</li> </ol> <p>Ausserdem ist es selbstverständlich, eine Massnahme so zu planen, dass sie über den «erforderlichen Zeitraum» hinaus wirkt.</p>
<p>Richtlinie 5.2.2</p>	<p><b>Untertägige Bauwerke</b></p> <p>c. Ein geologisches Tiefenlager ist so auszulegen, dass die technischen und natürlichen Barrieren durch folgende Effekte nicht beeinträchtigt werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. thermischer Eintrag wärmeproduzierender Abfälle</li> <li>2. sich aufbauender Gasdruck</li> </ol>	<p>Diese Liste ist <i>nicht vollständig</i>. Weitere Elemente sind z. B.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. biologische Aktivität</li> <li>5. tektonische Vorgänge</li> <li>6. Erosion</li> <li>7. induzierte und natürliche Seismizität</li> </ol>

	3. chemische Wechselwirkungen zwischen Komponenten, einzelnen Barrieren sowie zwischen Barrieren und Abfall (einschliesslich möglicher physikalischer Folgen)	Die Liste braucht einen Vermerk «unter anderem», «insbesondere» o. ä.
Richtlinie 6.1a Erläuterungsbericht, S. 12	Für die Bau-, Betriebs- und gegebenenfalls Nachverschlussphase eines geologischen Tiefenlagers ist ein integrales Überwachungsprogramm zu erstellen. <u>Es hat die Aufgabe zu erkennen, ob Prozesse ablaufen, die das Sicherheitskonzept infrage stellen oder die Wirkung der Barrieren mindern.</u>	<u>Zusätzlich:</u> Es hat die Aufgabe zu erkennen, ob Prozesse ablaufen, die das Sicherheitskonzept infrage stellen oder die Wirkung der Barrieren mindern. Im Erläuterungsbericht ist das (vage) angetönt.
Richtlinie 6.2 Erläuterungsbericht, S. 14f.	Pilotlager	Das Pilotlager wird als Schlüsselkomponente des schweizerischen Entsorgungskonzepts geologische Tiefenlagerung <i>stiefmütterlich behandelt</i> . Eine Aufzählung von möglichen zu messenden Kriterien/Parametern reicht nicht aus. Wie hoch sind mögliche Schwellen- oder Interventionswerte? Unter welchen Umständen ist eine «Auslagerung» (wohin? ins Hauptlager?) vorzusehen? Ist eine Beobachtungsphase von 50 Jahren (wie sie die Nagra annimmt) überhaupt aussagekräftig?
Richtlinie 7.2g	Bei der gleichzeitigen Durchführung von Arbeiten zu Bau, Einlagerung, Verfüllung, Versiegelung oder Rückbau ist sowohl die Betriebs- als auch die Langzeitsicherheit zu gewährleisten.	Das ist eine Selbstverständlichkeit, die sich aus dem übrigen Richtlinientext ergibt. <i>Entweder konkretisieren oder streichen.</i>
Richtlinie 7.3a	Die Lagerstollen des Hauptlagers für hochaktive Abfälle sind im Anschluss an die Einlagerung der Abfallgebände fortlaufend zu verfüllen und unmittelbar nach Abschluss der Verfüllung zu versiegeln.	Die Grundidee ist richtig, allerdings wird durch den Begriff «Lagerstollen» eine konkrete Lagerauslegung suggeriert, die so in der Richtlinie gar nicht vorgegeben ist. <i>Allgemeinere Formulierungen</i> (räumliche Trennung von Arbeiten, Minimierung von Bereichen, in denen gleichzeitig eingelagert wird, sowie deren zeitnaher Verschluss) wären sinnvoller.
Richtlinie 7.4	Rückholung ohne grossen Aufwand	Die gesetzliche Vorgabe «ohne grossen Aufwand» <i>verlangt Konkretisierung</i> . Dies gilt insbesondere angesichts der (prinzipiell richtigen) Anforderung 7.3a. Denkbar wäre z. B., dass ein Aufwand, der dem der Einlagerung ähnlich ist, als «nicht gross» gilt.
Richtlinie 7.4	Rückholung ohne grossen Aufwand	<i>Welche Sicherheitsanforderungen bestehen für das Rückholungskonzept? Im Erläuterungstext ist lediglich von Abwägung bzgl. Strahlenschutz die Rede.</i>
Richtlinie 7.4.1	<b>Rückholung ohne grossen Aufwand, Generelle Vorgaben</b> a. Ein geologisches Tiefenlager einschliesslich der Tiefenlagerbehälter ist so auszulegen, dass eine Rückholung der radioaktiven Abfälle ohne grossen Aufwand möglich ist. b. 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.	Die gesetzliche Vorgabe «ohne grossen Aufwand» <i>verlangt Konkretisierung</i> . Denkbar wäre nebst dem obengenannten <u>Vorschlag</u> , dass das Ausmass des Aufwands ein Ausscheidungskriterium für verschiedene Auslegungsvarianten bildet. Da Rückholbarkeit eine gesetzliche Anforderung ist, muss sie zudem als Designkriterium in der Richtlinie aufgenommen werden. Die Umgebungstemperatur bei einer allfälligen Rückholung ist dabei ein gewichtiges Kriterium für den zu betreibenden Aufwand. <i>Rückholung umfasst auch die Bergung und den Transport</i> von bereits eingelagerten radioaktiven Abfällen in einen anderen, sicheren Lagerbereich (z. B. in einen zu diesem Zweck neu aufgefahrenen Stollen, wenn ein Lagerstollen oder

		<p>ein Teil davon aufgrund eines Betriebsstörfalls oder einer neu gebildeten geologischen Störung aufgegeben werden muss). Auch für diesen Fall müssen Rückholbarkeit und Langzeitsicherheit gewährleistet sein.</p> <p>Wie immer bei Optimierung muss streng zwischen «constraints» (Einschränkungen) und Zielvariablen unterscheiden werden. «Rückholungsaufwand in der Grössenordnung des Aufwands bei der Einlagerung» wäre dann eher ein «constraint».</p>
Richtlinie 7.4.2	<p><b>Konzept zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle</b></p> <p>b. Mit dem Baubewilligungsgesuch ist das Konzept für zur allfälligen Rückholung der radioaktiven Abfälle zu aktualisieren und ein Projekt zur Demonstration der Rückholungstechnik in den Testbereichen zu erstellen. <u>Das Lager ist so zu konzipieren, dass günstige Bedingungen für eine allfällige Rückholung/Umlagerung vorherrschen.</u></p>	<p>b.: Die Forderung nach einer Demonstration ist richtig, aber wie verifiziert man sie? – Die Krux wird bei der Umgebungstemperatur liegen und bei der Machbarkeit der Kühlung unter engen Platzverhältnissen und ständigem Vortrieb. Hier könnte folgender <i>Auslegungsgrundsatz</i> vorangestellt werden:  <u>Das Lager ist u. a. so zu konzipieren, dass günstige Bedingungen für eine allfällige Rückholung/Umlagerung vorherrschen.</u> (Z. B. fördern tiefe Zieltemperaturen sowohl die Rückholbarkeit als auch die Betriebssicherheit, die Langzeitsicherheit, geringere Gasdrücke, geringere Porenwasserdrücke, geringere Unsicherheiten, weniger Extrapolation usw.)</p>
Richtlinie 8		<p>Das Kapitel 8 «Bautechnische Projektierung und Bau» sollte dem Kapitel 7 «Tätigkeiten im geologischen Tiefenlager» <i>vorangestellt</i> werden (im zeitlichen Ablauf erfolgen zuerst Projektierung und Bau und danach die Tätigkeiten im Tiefenlager).</p>
Richtlinie 8.1.1 b	<p>Die vorgesehenen Untertagebauwerke sind abgestimmt auf die Planungsphase im erforderlichen Detaillierungsgrad zu projektieren.</p>	<p>Selbstverständlichkeit. <i>Streichen.</i></p>
Richtlinie 9c	<p>Für den Sicherheitsnachweis sind Daten, Prozesse und Modellkonzepte gemäss Stand von Wissenschaft und Technik zu verwenden und deren Unsicherheiten aufzuzeigen.</p>	<p>Das genügt nicht. Es ist die <i>Sicherheitsrelevanz der Unsicherheiten aufzuzeigen</i> und darzulegen, dass die Anlage auch angesichts der Unsicherheiten akzeptabel ist. Im Optimierungsprozess sind Unsicherheiten soweit sinnvoll zu verringern, zu vermeiden und/oder in ihren Auswirkungen zu begrenzen.</p>
Richtlinie 9d	<p>Der Sicherheitsnachweis ist periodisch gemäss aktuellem Zustand der Anlage <u>und Vorgaben der Behörden</u> sowie bei Vorliegen neuer Erkenntnisse anzupassen.</p>	<p><u>Ergänzen:</u> «... Anlage <u>und Vorgaben der Behörden</u> sowie ...»</p>
Richtlinie 9.2	<p><b>Sicherheitsnachweis für die Nachverschlussphase</b></p> <p>a. Der Sicherheitsnachweis ist auf die Ergebnisse einer umfassenden Sicherheitsanalyse abzustützen, in der das Langzeitverhalten eines geologischen Tiefenlagers und die daraus resultierenden sicherheitsrelevanten Auswirkungen untersucht werden. Neben quantitativen Betrachtungen ist auch die Bewertung qualitativer Aspekte im Sicherheitsnachweis aufzuführen.</p>	<p>Die quantitativen Aspekte werden im Folgenden ausführlich beschrieben. Die qualitativen <i>Bewertungen</i> (nicht <i>Aspekte</i>) <i>müssten weiter präzisiert werden.</i></p> <p>Als weiteren Aspekt sieht die AG SiKa/KES hier auch die <i>Verifizierung der Einhaltung der Auslegungsgrundsätze und der Auslegungsanforderungen</i>, insbesondere aller Massnahmen, die zur Gewährleistung des Basislevels an Sicherheit getroffen wurden.</p>

Richtlinie 9.2a	Neben quantitativen Betrachtungen ist auch die Bewertung qualitativer Aspekte im Sicherheitsnachweis aufzuführen.	Was ist hier gemeint? Was sind qualitative Aspekte? Eher eine qualitative (im Gegensatz zur quantitativen) Bewertung. (Der Erläuterungstext weist in diese Richtung: «ergänzende qualitative Sicherheitsbewertungen».)
Richtlinie 9.2b	Unsicherheiten sind, soweit notwendig und möglich, durch Forschung und Datenerhebung zu reduzieren.	Sie können auch im Rahmen der «Sicherheitsoptimierung» durch Auslegungsmassnahmen vermieden und/oder in ihren Auswirkungen begrenzt werden.
Richtlinie 9.2.2	<b>Nachweiszeitraum</b> a. Für den Sicherheitsnachweis ist ein Nachweiszeitraum von bis zu einer Million Jahre festzulegen. Die zeitliche Entwicklung des radiologischen Gefährdungspotenzials der eingelagerten Abfälle <del>und die Prognostizierbarkeit der geologischen Langzeitentwicklung sind</del> zu berücksichtigen.	Das Element «Prognostizierbarkeit» ist bereits in der Festlegung des Nachweiszeitraums enthalten: <i>streichen</i> . a. ... Abfälle <del>und die Prognostizierbarkeit der geologischen Langzeitentwicklung sind</del> ist zu berücksichtigen.
Richtlinie 9.2.2a	Für den Sicherheitsnachweis ist ein Nachweiszeitraum von bis zu einer Million Jahre festzulegen. Die zeitliche Entwicklung des radiologischen Gefährdungspotenzials der eingelagerten Abfälle <del>und die Prognostizierbarkeit der geologischen Langzeitentwicklung sind</del> zu berücksichtigen.	Ist folgende Interpretation richtig?: <ul style="list-style-type: none"> <li>Die einzige akzeptable Begründung für die Festlegung eines Nachweiszeitraums von <i>weniger</i> als einer Million Jahre wäre, dass «gezeigt werden kann, dass durch das geologische Tiefenlager aufgrund des radiologischen Gefährdungspotenzials der Abfälle bereits nach weniger als einer Million Jahre nur noch vernachlässigbar kleine radiologische Auswirkungen für Mensch und Umwelt zu erwarten sind»?</li> <li>Innerhalb des Nachweiszeitraums sind Dosisrechnungen für die Szenarien durchzuführen. Sofern die Maxima am Ende des Zeitraums noch nicht erreicht werden, sind die Rechnungen bis zu den Maxima weiterzuführen.</li> <li>Im Nachweiszeitraum ist 4.3.2a als Kriterium heranzuziehen, danach 4.3.2c. Für dieses sind Indikatoren zur Bewertung der «Auswirkungen an der Oberfläche» nach Ende des Nachweiszeitraums ebenfalls die berechneten Dosiswerte.</li> </ul> <p>Wären Dosiswerte im Bereich der trivialen Dosis als «vernachlässigbar klein» anzusehen? Oder welche Begründung wäre sonst für eine solche Einstufung heranzuziehen?          In wie weit müssen die zugrunde gelegten Szenarien auch über den Nachweiszeitraum hinaus valide sein? Siehe oben.</p> <p>Die oben gestellten Fragen weisen darauf hin, dass eine <i>klarere Formulierung angebracht</i> wäre, insbesondere in der Richtlinie. Denkbar wäre z. B., die oben gestellten <i>Fragen als Aussagen umzuformulieren</i>.</p>
Erläuterungsbericht S. 32	Die Bewertung der potenziellen radiologischen Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers muss den unvermeidlichen, mit zunehmender Zeitspanne zunehmenden Unsicherheiten Rechnung tragen. [...] Falls gezeigt werden kann, dass durch das geologische Tiefenlager aufgrund des radiologischen Gefährdungspotenzials der Abfälle bereits nach weniger als einer Million Jahre nur noch vernachlässigbar kleine radiologische Auswirkungen für Mensch und Umwelt zu erwarten sind, kann der Nachweiszeitraum kürzer sein. Zu Bst. b: Treten die maximalen radiologischen Auswirkungen nach Ablauf des Nachweiszeitraums auf, so sind die Berechnungen nicht als effektive prognostizierte Strahlenexpositionen einer definierbaren Bevölkerungsgruppe zu verstehen, sondern als Indikatoren zur Bewertung der potenziellen Radionuklidfreisetzung in die Biosphäre. Zu Bst. c: Nach Ablauf des Nachweiszeitraums wird das Kriterium gemäss Kap. 4.3.2 Bst. c herangezogen.	
Erläuterungsbericht S. 32	Treten die maximalen radiologischen Auswirkungen nach Ablauf des Nachweiszeitraums auf, so sind die Berechnungen nicht als effektive prognostizierte Strahlenexpositionen einer definierbaren Bevölkerungsgruppe zu verstehen, sondern als	Bereits <i>innerhalb</i> des Nachweiszeitraums sind die Rechenergebnisse <i>keinesfalls</i> «effektive prognostizierte Strahlenexpositionen einer definierbaren Bevölkerungsgruppe», vgl. etwa Abb. 2.3 in NEA (2009), No. 6424, Considering timescales in the post-closure safety of geological disposal of radioactive waste

	Indikatoren zur Bewertung der potenziellen Radionuklidfreisetzung in die Biosphäre.	
Richtlinie 9.2.2.c	Für die Zeit nach Ablauf des Nachweiszeitraums ist der Variationsbereich der möglichen radiologischen Auswirkungen eines geologischen Tiefenlagers unter Berücksichtigung der inhärent vorhandenen Unsicherheiten zu ermitteln. Szenarien, in denen der Tiefenlagerbereich aufgrund geologischer Vorgänge zunehmend Einflüssen der Erdoberfläche ausgesetzt wird, sind in diese Betrachtungen einzubeziehen.	Vgl. Kommentar zu Richtlinie 4.3.2d.
Richtlinie 9.2.2.d (neu)	<u>Freilegungen des Tiefenlagers innerhalb des Nachweiszeitraums von 1 Million Jahren sind (durch eine geeignete Standortwahl) auszuschliessen.</u>	Rechnerische Nachweise sind nötig, aber mit umfangreichen Bedingungen und Annahmen verknüpft. Um eine <i>weitere, erdwissenschaftlich begründete (Sicherheits-)Barriere</i> einzufügen, muss vorgängig die Standortwahl so erfolgen, dass eine Freilegung des Lagers (durch Erosion) hinreichend ausgeschlossen werden kann.
Richtlinie 11.i.1	Beschreibung der verschlossenen Anlage und des Standorts	<u>Ergänzen:</u> Positionen der Versiegelungen, Beschreibung der geplanten Wirkungsweise der Barrieren, die Resultate der Überwachung (Nullmessungen, Abweichungen usw.)
Richtlinie 11.i.2	Angaben über die Einlagerung und die genaue Position jedes Tiefenlagerbehälters	Hier sollten <i>auch Angaben zum Inventar</i> zu einem Referenzzeitpunkt gefordert werden.
Erläuterungsbericht S. 6	Für die Eintrittswahrscheinlichkeit eines unbeabsichtigten menschlichen Eindringens in ein Tiefenlager sind aufgrund der Unkenntnis der zukünftigen Entwicklung der Gesellschaft keine belastbaren Aussagen möglich. Deshalb werden die entsprechenden Kriterien gemäss Absatz 2.15 des IAEA Safety Standard SSR-5 übernommen.	Dies gilt nicht nur für die Wahrscheinlichkeit, sondern auch für die Art/Natur des Eindringvorgangs selbst. Es wäre daher sinnvoll, hier regulatorische Vorgaben zu machen. Es wäre daher sinnvoll, den Satz von S. 32 des Erläuterungsberichts in die Richtlinie zu <u>übernehmen</u> : «Die Annahmen für die zukünftigen menschlichen Handlungen sollen auf den Aktivitäten der heutigen Gesellschaft (beispielsweise bei der Erstellung von Stauseen, Tunnel- oder Brunnenbauten sowie Explorationsbohrungen) beruhen.»
Richtlinie Anhang 1	<b>Mehrfachbarrierensystem</b> Die Wirksamkeit des Mehrfachbarrierensystems darf nicht <u>hauptsächlich</u> von der Wirksamkeit einer einzelnen Barriere abhängig sein.	Die Hauptbarriere muss das Wirtgestein sein, trotzdem braucht es ein (wenn möglich unabhängiges) Barrierensystem.
Richtlinie Anhang 1	<b>Natürliche Barriere</b> Eine natürliche Barriere ist ein geologisches Umfeld (der einschlusswirksame Gebirgsbereich, <u>d. h. Wirtgestein und Rahmengesteine</u> ) eines Tiefenlagers, das gemäss Sicherheitskonzept passiv zur Rückhaltung der Radionuklide beiträgt.	<u>Wirtgestein und Rahmengesteine</u> sollten aufgeführt werden.
Richtlinie Anhang 1	<b>Nebenzugangsanlage</b> <u>Die Eine</u> Nebenzugangsanlagen umfasst ...	Es kann mehrere Nebenzugangsanlagen geben.



Richtlinie Anhang 1	<p><b>Rückholung</b>                  Rückholung umfasst die Bergung und den Transport von eingelagerten radioaktiven Abfällen aus dem geologischen Tiefenlager zurück an die Oberfläche <u>oder in einen anderen, sicheren Lagerbereich (z. B. in einen zu diesem Zweck neu aufgefahrenen Stollen).</u></p>	<p><i>Rückholung umfasst die Bergung und den Transport von eingelagerten radioaktiven Abfällen aus dem geologischen Tiefenlager zurück an die Oberfläche <u>oder in einen anderen, sicheren Lagerbereich (z. B. in einen zu diesem Zweck neu aufgefahrenen Stollen).</u></i>                  Will man den Begriff der Rückholung im Sinn einer Rückholung an die Oberfläche beibehalten, sollte explizit erwähnt sein, dass die Rückholung von Gebinden/Kanistern zum Zweck einer Umlagerung in der Tiefe auch möglich sein muss.</p>
Richtlinie Anhang 1	<p><b>Robustheit</b>                  Robustheit ist eine Eigenschaft des betrachteten Systems, falls es sich unempfindlich gegenüber Unsicherheiten, Vorgängen und Ereignissen verhält.</p>	<p>IAEA SSG-23 (6.38- 6.42) differenziert <i>weitere Aspekte</i> von Robustheit.</p>
Richtlinie Anhang 1	<p><b>Verfüllung</b>                  Die Verfüllung ist die Schliessung von Hohlräumen durch Einbringen von Feststoffen. Die Verfüllung kann zur mechanischen Stabilisierung, räumlichen Abtrennung, <u>zum Schutz der Endlagerbehälter, zur Immobilisierung oder Retardierung der Schadstoffausbreitung</u> oder Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit der natürlichen und technischen Barrieren dienen.</p>	<p>Die Verfüllung ist die Schliessung von Hohlräumen durch Einbringen von Feststoffen. Sie bezweckt: <u>die mechanische Stabilisierung, den Schutz der Endlagerbehälter, die Immobilisierung oder Retardierung der Schadstoffausbreitung</u> und die Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit der natürlichen und technischen Barrierensystems.</p>
Richtlinie Anhang 1	<p><b>Versiegelung</b>                  Die Versiegelung ist eine <u>hochwirksame</u> technische Barriere zur hydraulischen Abdichtung, zur Stützung des Gebirges und zum Schutz der Verfüllung.</p>	<p>Die <i>Versiegelung</i> ist eine <u>hochwirksame</u> technische Barriere, und zwar im Sinn von «<i>wirksamer als</i> andere Anlagenteile» wie z. B. die <i>Verfüllung</i>.</p>