Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Revision: 1.2

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Datum: 11.05.2017

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 0.175, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 09:00 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Caspers)

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer und einer kurzen Vorstellungsrunde gibt das BMUB einen kurzen Rückblick der Diskussions- und Informationsveranstaltung vom 08.02.2017 zum Thema „Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung". Darüber hinaus stellt das BMUB den Rahmen, den Zweck und die Zielsetzung für die Sitzungen der Expertengruppe vor, die sich aus dem Eckpunktpapier des BMUB für die Überarbeitung der Verordnungen ableiten lassen, das als Sitzungsunterlage ausgegeben wurde (siehe Anlage 3).

Es wird darauf hingewiesen, dass bei Bedarf weitere Experten zu den Sitzungen der Expertengruppe eingeladen werden können. Zur Vorbereitung auf eine Sitzung sollen wesentliche Sitzungsbeiträge wie Dokumente, Präsentationen usw. im Vorfeld an die Teilnehmer verschickt werden.

Top 1: Rahmenbedingungen/Vorgaben im Standortauswahlgesetz

Als Basis für die weitere Diskussion in den Sitzungen und Unterstützung des BMUB zur Erarbeitung der Verordnungen, wurden die folgenden wesentlichen Referenzen und Informationsquellen genannt:

- Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und anderer Gesetze (StandAG)
- Verantwortung für die Zukunft, Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes, Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
- Anmerkungen der ESK und des ESK-EL zum Überarbeitungsbedarf der Sicherheitsanforderungen (aus Sitzungsprotokollen der ESK und des ESK-Ausschusses EL)

In der Diskussion wurde festgehalten, dass die genannten Referenzen, insbesondere die § 26 und § 27 des StandAG, die Ausgangsgrundlage für die Erarbeitung der Verordnungen darstellen. Darüber hinaus ist zu klären, welcher Forschungsbedarf im Zusammenhang mit den Verordnungen besteht.

Top 2: Herangehensweise zur Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen

In Bezug auf die Herangehensweise zur Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen, erfolgte die Diskussion orientierend an den Kapiteln der Sicherheitsanforderungen (BMU 2010).

Hinsichtlich der ersten vier Kapitel wurde festgestellt, dass diese insgesamt an den Rahmen einer Verordnung anzupassen und entsprechend zu überarbeiten sind.

Bezüglich Kapitel „5. Schrittweises Verfahren und Optimierung" wurde eine mögliche veränderte Reihenfolge bzw. Einordnung in die Dokumentstruktur erörtert.

Zu Kapitel „6. Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen" und „7. Sicherheitsnachweise" wurde festgestellt, dass diese thematisch eng miteinander verknüpft sind und möglicherweise auch in einem gemeinsamen Kapitel abgehandelt werden können. Darüber hinaus kamen die Teilnehmer überein, dass bei der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen mit den Kapiteln 6 und 7 begonnen werden sollte. Angesprochene Aspekte für zukünftige Diskussionen waren z. B., die vereinfachte radiologische Aussage, einschlusswirksamer Gebirgsbereich und sicherer Einschluss, Dosisgrenzwerte, Behandlung von unwahrscheinlichen Entwicklungen sowie verschiedene Konfigurationstypen von Gesteinskörpern.

In Bezug auf Kapitel „8. Endlagerauslegung" wurde insbesondere in der Diskussion auf die Thematik Rückholbarkeit und Bergbarkeit reflektiert.

Zum Kapitel „9. Sicherheitsmanagement" wurde festgehalten den Aspekt Kompetenzerhalt in die Diskussion einzubeziehen.

Das Kapitel „10. Dokumentation" wird im Rahmen einer eigenständigen bzw. separaten Verordnung behandelt.

Top 3: Herangehensweise zur Entwicklung von Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen

In Bezug auf die Herangehensweise zur Entwicklung von Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen wurden die folgenden einzubeziehenden Quellen bzw. Referenzen identifiziert:

- Sicherheitsstandards der IAEA,
- Relevante Dokumente der OECD/NEA bzw. von Untergruppen wie die IGSC,
- Empfehlungen der DAEF zu Rolle und Methodik der im Standortauswahlgesetz vorgesehenen Sicherheitsuntersuchungen,
- Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (BMU 2010),
- Ergebnisberichte der VSG und
- Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe (insbesondere S. 284 – 296).

Die Diskussion zur vorliegenden Thematik reflektierte u. a. auf die folgenden Fragestellungen:

- Was sind die tragenden Elemente für Anforderungen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und
- welche Aspekte sind verordnungsrelevant?

Für die übernächste Sitzung (19.07.2017, siehe auch Top 5) der Expertengruppe wird Herr Röhlig (Mitglied der ESK) über die o. g. Empfehlungen zu Sicherheitsuntersuchungen der DAEF vortragen.

Top 4: Inhalte für eine erste Besprechung mit den Ländern

Das o.g. Eckpunktepapier (Anlage 3) wurde von BMUB dem Fachausschuss Ver- und Entsorgung (FA VE) des Länderausschusses Atomkernenergie (LAA) vorgestellt. Der FA VE empfiehlt dem LAA die Einrichtung eines FA VE-Arbeitskreises zur Begleitung der Erarbeitung der Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG.

Vorbereitend findet am 13.06.2017 eine Bund-Länder-Besprechung statt (siehe auch Top 5). Folgende mögliche Themen für diese Besprechung wurden erörtert:

- Vortrag Herr Röhlig (ESK Mitglied) zu den Beratungsergebnissen der ESK hinsichtlich des identifizierten Überarbeitungsbedarfs der Sicherheitsanforderungen der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
- Vortrag Herr Fischer-Appelt (GRS) zu den Sicherheitsuntersuchungen auf der Grundlage des Abschlussberichtes der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
- Darstellung/ Diskussion zum bestehenden Forschungsbedarf
- Sonstiges

Top 5: Sonstiges

Zur weiteren Terminplanung wurde neben den anwesenden Teilnehmern auch Herr Sailer vom Öko-Institut via Telefon eingebunden.

Es wurden folgende Termine und Sitzungsorte für die weiteren Sitzungen Bund-Länder-Besprechung und Expertengruppe vereinbart:

13.06.2017: Bund-Länder-Besprechung, Sitzungsort BMUB Bonn

29.06.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BMUB Bonn

19.07.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BMUB Bonn

08.09.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BMUB Bonn

20.09.2017: FA VE-Arbeitskreis, Sitzungsort BMUB Bonn

13.10.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BfE Berlin

10.11.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BMUB Bonn

30.11.2017: FA VE-Arbeitskreis, Sitzungsort BMUB Bonn

15.12.2017: Expertengruppe, Sitzungsort BMUB Bonn

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

zur Vorbesprechung zu Verordnungen nach dem StandAG
am 11.05.2017 im BMUB, Raum 0.175 ab 09:00 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMUB	[redacted]
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	
		GRS	
		ESK	
		GRS	
		BfE	
		BfE	

Anlage 2: Tagesordnung

Folgende Themen sollen besprochen werden:

1. Rahmenbedingungen/Vorgaben im Standortauswahlgesetz
2. Herangehensweise zur Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen
3. Herangehensweise zur Entwicklung von Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen
4. Inhalte für eine erste Besprechung mit den Ländern
5. Sonstiges (insb. weitere Terminplanung)

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

>> Entwurf <<

Eckpunkte

zur Erarbeitung der Verordnungen zu den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung sowie zu den Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Das **novellierte StandAG** ermächtigt das Bundesumweltministerium, Verordnungen zu **Sicherheitsanforderungen** für die Endlagerung sowie zu Anforderungen für die Durchführung von **vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen** zu erlassen

Beide Verordnungen sollen **bis zum Vorschlag des Vorhabenträgers für die Teilgebiete** erlassen werden, um rechtzeitig als Grundlage für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bereitzustehen.

Die Erarbeitung erfolgt in enger **Abstimmung mit dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit und unter Einbeziehung der Länder**.

Zu den Entwürfen für die Verordnungen soll ein **Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren** durchgeführt werden.

Zu Beginn der Verordnungserarbeitung ist zu klären, welcher **Forschungsbedarf** in Zusammenhang mit den Verordnungen besteht.

Die Verordnung zu den Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen **Sicherheitsuntersuchungen** ist in Übereinstimmung mit den Vorgaben in § 27 StandAG zu entwickeln. Es gibt kein Vorläuferdokument, auf dem die Arbeiten aufbauen können. Die Empfehlungen der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe zu Sicherheitsuntersuchungen sollen berücksichtigt werden.

Für die Erarbeitung der Verordnung zu **Sicherheitsanforderungen** sind die Vorgaben in § 26 Absatz 2 StandAG zu berücksichtigen. Die festzulegenden Anforderungen umfassen entsprechend § 26 Absatz 3 StandAG insbesondere:

1. Anforderungen an den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung
2. Anforderungen an die Rückholbarkeit und zur Ermöglichung einer Bergung
3. Anforderungen zum Sicherheitskonzept des Endlagers für die Betriebs- und die Nachverschlussphase einschließlich dessen schrittweiser Optimierung

Die Erarbeitung der Verordnung soll dabei von den **Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle des BMU aus dem Jahr 2010** ausgehen, in denen nach Meinung der überwiegenden Mehrheit der Experten ein hohes, dem Stand von Wissenschaft und Technik weitgehend entsprechendes Schutzniveau vorgegeben ist. Bereits

von der Kommission Lagerung hoch radioaktive Abfallstoffe sowie von der Entsorgungskommission (ESK) identifizierter **Überarbeitungsbedarf** soll bei der Überarbeitung berücksichtigt werden.

Bei der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- **Abschichtung**, welche Inhalte der bestehenden Sicherheitsanforderungen künftig auf **Verordnungsebene** und welche in **untersetzendem Regelwerk** verankert werden sollen
- Überprüfung der Anwendbarkeit der Anforderungen auf alle im StandAG vorgesehenen Wirtsgesteine
- Einbeziehung von Endlagersystemen, die wesentlich auf geotechnischen und technischen Barrieren beruhen („**Behälterkonzept**"), in einer Form, die zu einem dem ewG-Konzept gleichwertigen Sicherheitsniveau führt

Aus dem **internationalen Bereich** sind bei der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen einschlägige **Veröffentlichungen der IAEA** (u.a. SSR-5, SSG-14, SSG-23, SSG-31, GS-G-3.4) sowie die „Safety Reference Levels" zur Endlagerung der Western European Nuclear Regulators Association (**WENRA**) zu berücksichtigen.

ENTWURF

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 2. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 29.06.2017

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 3.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 10:00 Uhr

Ende: 16:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Caspers)

Teilnehmer: 7 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt. Der Fokus dieser Sitzung war inhaltlich auf die Kapitel 6 und 7 der Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 ausgerichtet.

In Bezug auf die teilnehmenden Organisationen wurde mitgeteilt, dass das BfE das BMUB darüber informiert hat, bis auf weiteres nicht an der Expertengruppe teilnehmen zu können.

Top 1: Rückblick auf die Bund-Länder-Besprechung am 13. Juni 2017

Das BMUB berichtet über die Bund-Länder-Besprechung vom 13. Juni 2017. In dieser Sitzung wurde den Teilnehmern die Vorgehensweise zur Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung erläutert. Hierzu lag den Teilnehmern auch das Eckpunktepapier des BMUB vor (siehe hierzu Ergebnisvermerk 1. Sitzung vom 11.05.2017 der Expertengruppe, Anlage 3).

Weiterhin wurden von Mitgliedern der Expertengruppe im Rahmen von Präsentationen die folgenden Themen vorgestellt:

- Überarbeitungsbedarf der Sicherheitsanforderungen aus der Sicht der ESK (Herr Röhlig) und
- Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen (Herr Fischer-Appelt).

Die nächste Bund-Länder-Sitzung findet am 20.09.2017 im BMUB in Bonn statt.

Top 2: Nachweis des sicheren Einschlusses/Geringfügigkeit möglicher Freisetzungen

Diskussionsgrundlage waren die Inhalte der Kapitel 6 und 7 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010.

Einleitend in die Thematik wurde eine Darstellung zum Sicherheits- und Nachweiskonzept der VSG, bezogen auf die Aspekte Einschluss und Geringfügigkeit, gegeben (siehe Anlage 3).

In der nachfolgenden Diskussion standen insbesondere die folgenden Aspekte im Fokus:

- Vereinfachte radiologische Langzeitaussage
- Geringfügigkeit möglicher Freisetzungen aus einem Endlager
- Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG)
- Sicherer Einschluss

Vereinfachte radiologische Langzeitaussage

Hierzu wurde festgestellt, dass die Konservativität dieses Ansatzes bislang nicht nachgewiesen ist. Darüber hinaus wurde dargelegt, dass der vereinfachte Ansatz zwar auf den Lösungspfad, aber nicht auf den Gaspfad anwendbar ist. Die Endlagerkommission hat empfohlen, die Möglichkeit der vereinfachten radiologischen Langzeitaussage ersatzlos zu streichen.

Geringfügigkeit

Hinsichtlich des Begriffes Geringfügigkeit wurden Fragestellungen zum Umgang und zur möglichen Quantifizierbarkeit erörtert. Zur Quantifizierung der Geringfügigkeit wurde auf bestehende Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe eines von der GRS in 2007 vorgelegten Vorschlages zu Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen, zu dem gemeinsam von RSK und SSK Stellung bezogen wurde, hingewiesen. Die in dem GRS Vorschlag dargestellten Indikatoren, die sich u. a. auf den Nachweis der Einschlusswirksamkeit des ewG beziehen, sind:

- Rückhaltung von Schadstoffen im Endlager
- Veränderung der Konzentration der Elemente Uran und Thorium in der Randzone des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs
- Beitrag zur Leistungsdichte aufgrund radioaktiver Strahlung im Porenwasser des Randbereichs des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch aus dem Endlagerbergwerk freigesetzte Radionuklide
- Radiotoxizität der aus dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich freigesetzten Radionuklide
- Veränderung der Aktivitätskonzentration von Radionukliden im oberflächennahen Grundwasser

- Effektive Individualdosis

Die GRS wird bis zur nächsten Sitzung prüfen, aus welchen Überlegungen die konkreten quantitativen Angaben zum Bewertungsmaßstab für den Indikator „Rückhaltung von Schadstoffen im Endlager" abgeleitet wurden.

Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG)

Die Diskussion zum ewG war insbesondere auf die Fragestellung nach dessen räumlicher Begrenzung ausgerichtet. In diesem Zusammenhang wurde auch eine mögliche unvollständige Umschließung des Einlagerungsbereiches durch einen ewG (Typ Bb nach AkEnd/Endlagerkommission) diskutiert.

Sicherer Einschluss

Der Begriff „Sicherer Einschluss" wurde von der Endlagerkommission thematisiert und ist ebenfalls im Standortauswahlgesetz ein eingeführter Terminus. Hierzu wurde erörtert, dass der sichere Einschluss im Rahmen einer entsprechenden Sicherheitsanforderung zu berücksichtigen ist.

Abschließend zu diesem Tagesordnungspunkt wurde festgehalten, dass insbesondere die Aspekte bzw. Ansätze zur Quantifizierung der Geringfügigkeit und der räumlichen Begrenzung des ewG sowie die unvollständige Umschließung des Einlagerungsbereiches auch im Rahmen der ESK bzw. des ESK-EL Ausschusses diskutiert werden sollte.

Top 3: Umgang mit Wahrscheinlichkeitsklassen

Zu der Thematik Wahrscheinlichkeitsklassen standen die Fragestellungen „Was sind diese Wahrscheinlichkeitsklassen und soll daran festgehalten werden?“ im Mittelpunkt der geführten Diskussion.

Hierzu wurde ausgeführt, dass eine Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeitsklassen eine übliche Vorgehensweise nicht nur in der Entsorgung und Kerntechnik darstellt, sondern auch in vielen anderen Fachgebieten. Die Klassifizierung ist dabei teilweise deutlich differenzierter. Insbesondere die Einteilung in wahrscheinliche und weniger wahrscheinliche Szenarien wird in Bezug auf die Betrachtung der Endlagerentwicklung über den Nachweiszeitraum von vielen Ländern vorgenommen (siehe z. B. Tabelle aus dem NEA Szenarien-Workshop).

In Bezug auf die quantitative Einordnungsmöglichkeit von Entwicklungen in wahrscheinliche und weniger wahrscheinliche Szenarien nach den Sicherheitsanforderungen wurde festgestellt, dass diese Option bei den bisher durchgeführten Szenarienentwicklungen in den Forschungsvorhaben ISIBEL, VSG und ANSICHT praktisch nicht zur Anwendung gekommen ist.

Neben der Behandlung der o. g. Fragestellungen wurde auch die Problematik einer Kombination von Szenarien z. B. zwei weniger wahrscheinliche Szenarien und die daraus resultierende Einordnung in eine Wahrscheinlichkeitsklasse angesprochen.

BMUB wird bis zur nächsten Sitzung einen Textvorschlag erarbeiten, auf dessen Grundlage diese Thematik weiter diskutiert werden kann.

Top 4: Weiteres Vorgehen zur Verordnung zu Sicherheitsuntersuchungen

Hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise wurde festgehalten, die in den BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010 enthaltene vereinfachte radiologische Langzeitaussage vorerst nicht weiter zu verfolgen. Es wird geprüft, ob konkrete Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe zur Bewertung des Einschlussvermögens benannt werden können.

Die Teilnehmer stimmten überein, dass mit dieser Sitzung das Kapitel 6 der Sicherheitsanforderungen in weiten Teilen im Hinblick auf den Überarbeitungsbedarf behan-

delt wurde. Hinsichtlich des Kapitels 7 wurde vorwiegend das Kapitel 7.2.2 abgehandelt.

Für das weitere Vorgehen wurde festgehalten, die übrigen Unterkapitel des Kapitels 7 und das Kapitel 8 aus den Sicherheitsanforderungen zu bearbeiten.

Top 5: Ausblick auf die nächste Sitzung

Für die nächste Sitzung der Expertengruppe sind die Diskussion und Behandlung der Kapitel 3, 4 und 5 sowie die noch nicht besprochenen Inhalte aus Kapitel 7 der Sicherheitsanforderungen vorgesehen. In Bezug auf die Bearbeitung liegt der Fokus auf denjenigen Sicherheitsanforderungen bei denen ein entsprechender Änderungsbedarf angezeigt ist.

Das BMUB wird einen Gliederungsvorschlag für die Richtlinie zu den Sicherheitsanforderungen vorlegen.

Darüber hinaus sollen auf der nächsten Sitzung die Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen thematisiert und angegangen werden.

Außerdem ist zum Thema „Empfehlungen zu Sicherheitsuntersuchungen der DAEF" wie bereits auf der 1. Sitzung der Expertengruppe vereinbart eine Präsentation (Herr Röhlig, ESK Mitglied) vorgesehen.

Top 6: Termine

Die nächste Sitzung der Expertengruppe findet am 19.07.2017 bei dem BMUB in Bonn statt.

Es wurde vereinbart, dass die geplante Sitzung der Expertengruppe am 13.10.2017 **nicht** in Berlin sondern in Bonn beim BMUB stattfinden soll.

Das BMUB teilt mit, dass am 20.07.2017 bei dem BMUB in Bonn ein gegenseitiger Informationsaustausch in Bezug auf die Koordinierung zu Forschungsvorhaben stattfinden wird. Die Mitglieder der Expertengruppe sind eingeladen, an dieser Veranstaltung teilzunehmen.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

Expertengruppe zu den Sicherheitsanforderungen/ Sicherheitsuntersuchungen
am 29.06.2017 im BMUB, Raum 3.206 ab 10:00 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		ThC / EJK	[redacted]
		GRS	
		GRS	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	

Anlage 2: Tagesordnung

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

Rückblick auf die Bund-Länder-Besprechung am 13. Juni 2017

Nachweis des sicheren Einschlusses/Geringfügigkeit möglicher Freisetzungen

Umgang mit Wahrscheinlichkeitsklassen

Weiteres Vorgehen zur Verordnung zu Sicherheitsuntersuchungen

Ausblick auf die nächste Sitzung

Termine

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Das Sicherheits- und Nachweiskonzept der VSG

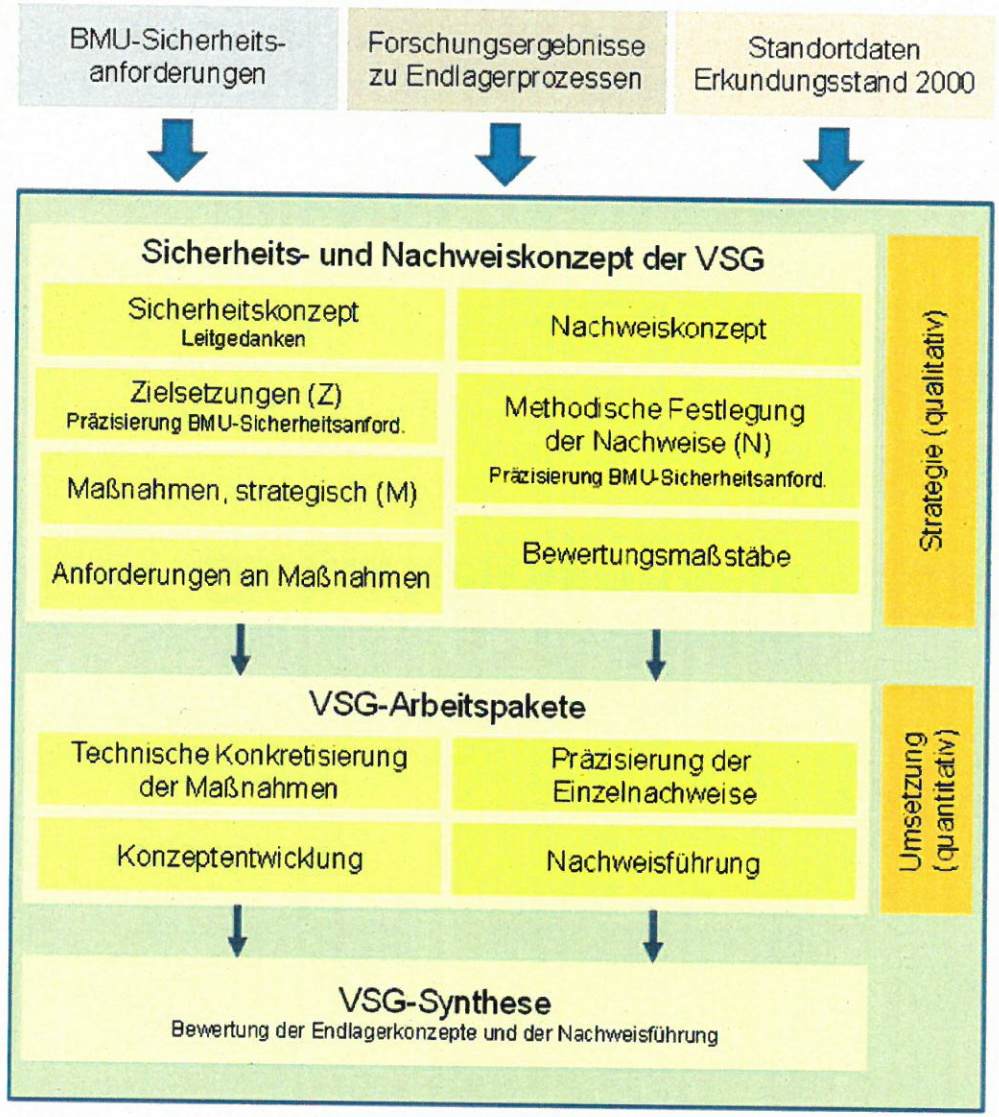
Nachweis des sicheren Einschlusses/Geringfügigkeit/Dosisschutzziele

Klaus Fischer-Appelt, GRS

29.06.2017

BMUB Bonn

Schematische Darstellung der Einbindung des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes in die VSG-Arbeiten

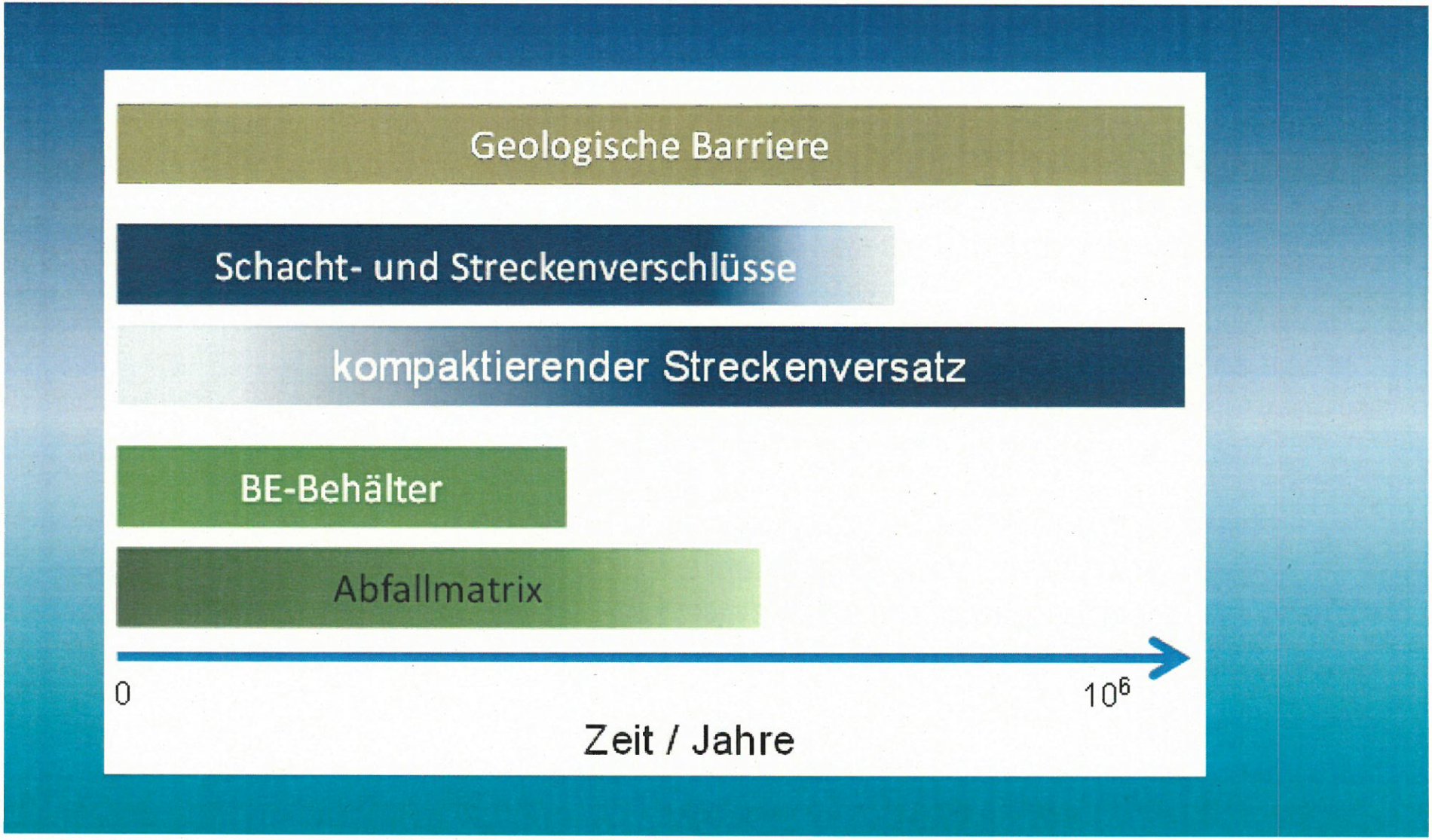


Sicherheitskonzept

Leitgedanken

- Der *Einschluss* soll **sofort nach Verschluss** des *Endlagerbergwerks* wirksam werden und durch das *Endlagersystem* **dauerhaft und nachsorgefrei** sichergestellt sein. (→ Abschnitt 4.6 der BMU-Sicherheitsanforderungen)
- Der sofortige und dauerhafte *Einschluss* der radioaktiven Abfälle in einem definierten Gebirgsbereich um die Abfälle soll vorrangig dadurch erreicht werden, **dass ein Zutritt von Lösungen zu den Abfällen verhindert oder zumindest stark begrenzt wird**.
- Es soll ein **möglichst weitgehender *Einschluss*** der radioaktiven Abfälle in einem **definierten Gebirgsbereich um die Abfälle herum** erreicht werden. (→ Abschnitte 4.1, 4.2, 4.3 und 6.1 der BMU-Sicherheitsanforderungen)

Zeitliche Wirkung der verschiedenen Barrieren im Endlagersystem in der Nachverschlussphase



Zielsetzungen und Maßnahmen für die Nachverschlussphase

- **Grundanforderung A, Einschlussgedanke**: Die eingelagerten Abfallgebinde sollen **schnell und möglichst dicht** vom Salzgestein im Verbund mit den geotechnischen *Barrieren* eingeschlossen werden.
- **Grundanforderung B, Integrität**: Der ausgewiesene *einschlusswirksame Gebirgsbereich* bleibt **im *Nachweiszeitraum* erhalten** und seine Barrierefunktion (*geologische Barriere* und geotechnische *Barrieren*) wird **weder durch interne noch durch externe Vorgänge und Prozesse beeinträchtigt**.
- **Grundanforderung C, Kritikalitätsausschluss**: Eine **Kritikalität** muss in jeder Phase der Endlagerentwicklung **ausgeschlossen werden**.

Aus Grundanforderung A abgeleitete Zielsetzungen (1)

1) Bei den als **wahrscheinlich** eingestuften möglichen zukünftigen *Entwicklungen* des *Endlagersystems* wird angestrebt, dass **keine Lösungen zu den Abfällen zutreten oder allenfalls ein Zutritt von sehr geringen Lösungsmengen zu den Abfällen erfolgt.**
2) Bei den als **weniger wahrscheinlich** eingestuften möglichen *Entwicklungen* des *Endlagersystems* soll es **allenfalls zu einem Zutritt von geringen Lösungsmengen zu den Abfällen kommen.**
3) Kommt es zur **Mobilisierung von Schadstoffen** aus Abfällen, soll der Schadstofftransport in der Gasphase als auch in der flüssigen Phase, durch chemische und physikalische Prozesse **behindert bzw. verzögert werden**.
4) **Gute Charakterisierbarkeit** der Eigenschaften des Salzgesteins und der technischen Komponenten, die den **Einschluss der Radionuklide** gewährleisten sollen.
5) Das *Endlager* soll so ausgelegt werden, dass in der ***Nachverschlussphase*** **keine korrigierenden Eingriffe** notwendig sind.

Aus Grundanforderung A abgeleitete Zielsetzungen (2)

6) Korrosions- bzw. Degradationsprozesse und mögliche Alterungsprozesse, sollen durch **robust ausgelegte technische Komponenten** minimiert werden.

7) Der sofortige und dauerhafte *Einschluss* der radioaktiven Abfälle im *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* soll durch ein **gestaffeltes Barrierensystem**, dessen einzelne Elemente **zum Teil diversitär und redundant** wirken und sich in ihrer zeitlichen Wirksamkeit ergänzen, gewährleistet werden.

8) Durch die **Minimierung der Anzahl gleichzeitig offener Einlagerungsbereiche**, sollen die *Einlagerungsbereiche* in einzelne Sektionen unterteilt werden, die möglichst schnell sequenziell beladen, verfüllt und gegen das Grubengebäude abgedichtet werden können. Die Separierung und Beladung der ***Einlagerungsfelder*** soll so erfolgen, dass **Wechselwirkungen** zwischen den verschiedenen Abfallarten durch physikalische und/oder chemische Prozesse, die das Einschlussvermögen des *einschlusswirksamen Gebirgsbereichs* negativ beeinflussen können, **weitestgehend minimiert** werden

Nachweiskonzept

Ausgangspunkt für die Entwicklung des *Nachweiskonzeptes* ist der *sichere Einschluss* der Radionuklide und sonstigen Inhaltsstoffe der radioaktiven Abfälle in der ***Nachverschlussphase*** in einem ***einschlusswirksamen Gebirgsbereich***, der einen definierten Bereich um die Grubenbaue des *Endlagerbergwerks* im Salzgestein, mindestens um die Grubenbaue der *Einlagerungsbereiche*, darstellt.

Wenn es im Nachweiszeitraum nur zu einer geringfügigen Freisetzung von Radionukliden aus dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich kommt, wird der Zustand des Endlagersystems als **sicherer Einschluss** bezeichnet.

Dieser Ansatz basiert auf der Anforderung gemäß Abschnitt 4.2 der BMU-Sicherheitsanforderungen /BMU 10b/, dass die **Freisetzungen radioaktiver Stoffe** aus dem *Endlager* langfristig die aus der natürlichen Strahlenexposition resultierenden Risiken nur sehr wenig erhöhen dürfen.

Gleichzeitig muss für den *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* gezeigt werden, dass dessen ***Integrität*** für alle wahrscheinlichen Entwicklungsmöglichkeiten nachgewiesen werden kann.

Nachweisfelder

- Vorgehensweise zur Ausweisung der **Lage und Grenze** des ***einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*** (→ Abschnitte 5.1, 7.2.1 und 8.3 der BMU-Sicherheitsanforderungen)
- **Erhalt des *einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*** im Nachweiszeitraum

  Erhalt der **Mächtigkeit der Salzbarriere** im *einschlusswirksamen Gebirgsbereich*

  Integrität der ***geologischen Barriere*** (→ Abschnitte 7.2.1 und 7.3 der BMU-Sicherheitsanforderungen)

  Integrität der ***geotechnischen Verschlussbauwerke*** (→ Abschnitte 6.4, 7.2.3 und 7.3 der BMU-Sicherheitsanforderungen)
- **Einschluss der Radionuklide** im *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* (→ Abschnitte 6.1, 6.2, 6.3, 7.2.2 und 7.2.3 und 7.3 der BMU-Sicherheitsanforderungen)
- **Radiologische Konsequenzen** in der Biosphäre anhand der Kriterien der Sicherheitsanforderungen bei Freisetzung von Radionukliden aus dem *einschluss-wirksamen Gebirgsbereich* (→ Abschnitte 6.2, 6.3, 7.2.2 , 7.2.3 und 7.3 der BMU-Sicherheitsanforderungen)
- **Kritikalitätsausschluss** (→ Abschnitt 7.2.4 der BMU-Sicherheitsanforderungen)

Einschluss der Radionuklide im ewG

Eines der **zentralen Elemente des Nachweiskonzeptes** im Vorhaben VSG, ist die Bewertung des Einschlussvermögens des *einschlusswirksamen Gebirgsbereichs* für die Radionuklide und sonstigen chemotoxischen Inhaltsstoffe der radioaktiven Abfälle.

Ein **Leitgedanke des Sicherheitskonzeptes** ist der sichere Einschluss der Radionuklide und sonstigen Inhaltsstoffe der radioaktiven Abfälle im schlusswirksamen Gebirgsbereich.

- Der ***sichere Einschluss*** ist dann gegeben, wenn es allenfalls zu Freisetzungen von Radionukliden aus dem *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* kommt, die im Hinblick auf ihre radiologischen Auswirkungen als **geringfügig** einzustufen sind.
- Beim ***vollständigen Einschluss*** der Radionuklide werden gar **keine Radionuklide** aus dem *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* **freigesetzt.**

Festlegung der Aufpunkte

Zur Bewertung des Einschlussvermögens in einem bestimmten Gebirgsbereich werden verschiedene **Aufpunkte entlang der Transportwege** der Radionuklide festgelegt.

Hierbei sind alle **Wegsamkeiten**, die zu einem Transport von Radionukliden aus dem Gebirgsbereich beitragen können, zu berücksichtigen.

Zur **Bewertung des Einschlussvermögens** werden an den Aufpunkten die potenziellen Freisetzungen von Radionukliden analysiert und getrennt für den *Lösungspfad* und den *Gaspfad* jeweils ein **radiologischer *Indikator*** errechnet.

Der im Vorhaben VSG verwendete ***Indikator*** zur Bewertung der Ergebnisse der Modellrechnungen für in Lösung befindliche Radionuklide ist ein relativer Index, der das Ausmaß der Radionuklidfreisetzung aus dem *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* im Verhältnis zu einem Freisetzungswert angibt, der als geringfügig angesehen wird.

RGI

Der *Indikator* wird **Radiologischer Geringfügigkeitsindex (RGI)** genannt und ist eine dimensionslose Zahl:

$$RGI = \frac{10 \cdot \frac{\sum_i S_i \cdot DKF_i}{W}}{K_{RGI}}$$

S_i: Berechnung der jährliche Radionuklidströme über der Rand des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs.

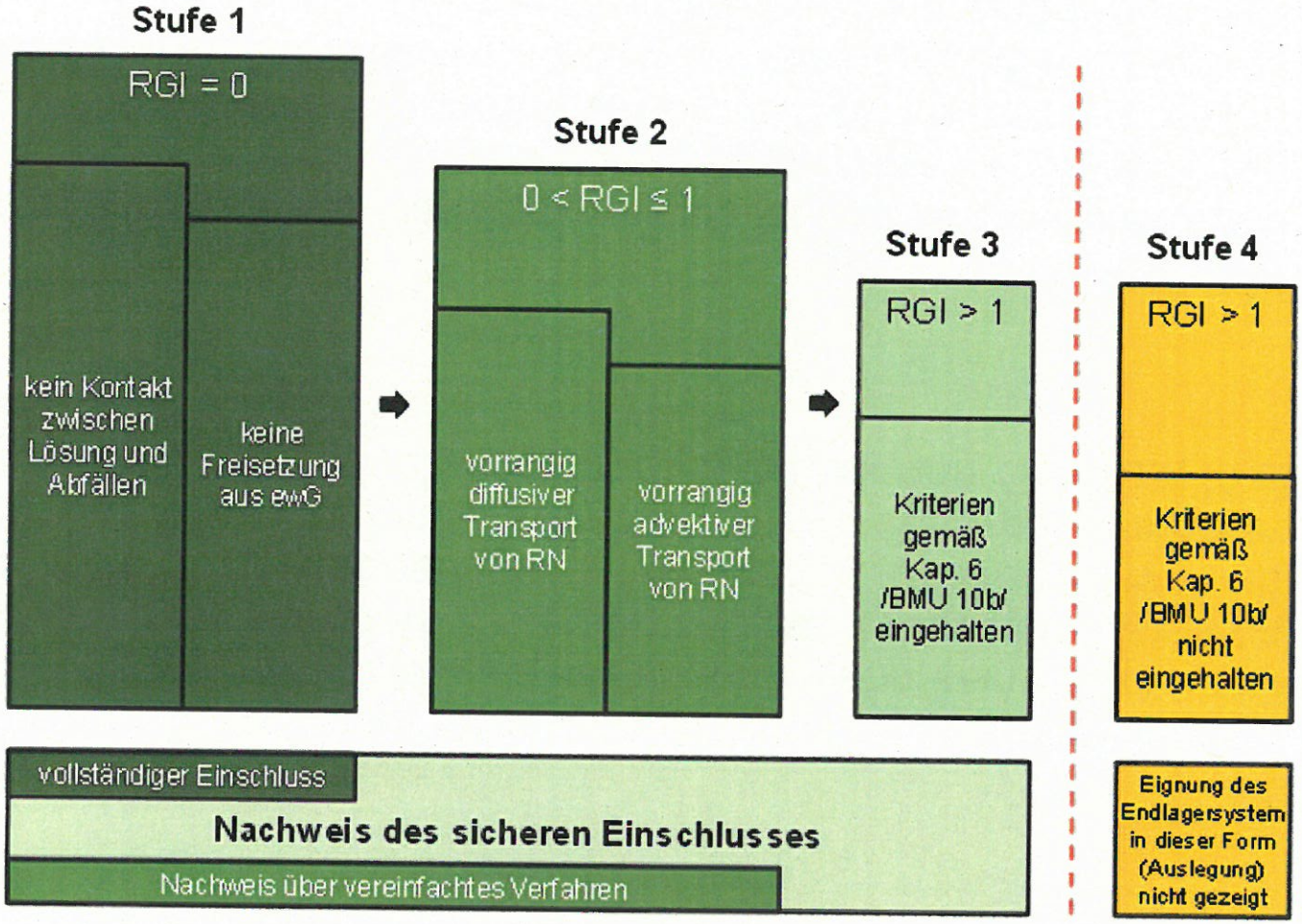
W: Die Wassermenge, in der die Radionuklide verteilt werden, beträgt 5000 m^3 pro Jahr für ein Kollektiv von 10 Erwachsenen. Die Wassermenge W pro Person beträgt damit 500 m^3 pro Jahr.

DKF_i: Die nuklidspezifischen Dosiskonversionsfaktoren DKF_i werden gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /BMU 12/ ermittelt, siehe Kapitel 4.6.3.

K_{RGI}:Der Bezugswert für eine geringfügige Freisetzung K_{RGI} beträgt für *wahrscheinliche Szenarien* 0,1 Personen-Millisievert pro Jahr, für *weniger wahrscheinliche Szenarien* 1 Personen-Millisievert pro Jahr.

Bei einem Wert für den RGI ≤ 1 ist die Freisetzung geringfügig.

Schema des gestuften Bewertungsverfahrens für die radiologische Langzeitaussage



Schema des gestuften Bewertungsverfahrens für die radiologische Langzeitaussage

Stufe 1:

Ein **optimales Einschlussvermögen** ist gegeben, wenn es zu **keinem Kontakt** zwischen Lösungen und Abfällen kommt und wenn keine Radionuklide über den *Gaspfad* freigesetzt werden. Ein ***vollständiger Einschluss*** ist auch dann gegeben, wenn es zwar zu einem Lösungskontakt mit den Abfällen kommt, aber **keine Radionuklide aus dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich freigesetzt werden**, weder über den *Lösungspfad* noch über den *Gaspfad*. In diesen Fällen ist der **RGI-Wert gleich 0.**

Stufe 2:

Der ***sichere Einschluss*** der Radionuklide ist mit dem vereinfachten Verfahren nachgewiesen, wenn die freigesetzten Mengen einen **RGI-Wert von kleiner gleich 1** ergeben. Eine Freisetzung vorrangig über **Diffusionsprozesse** wird dabei positiver bewertet als eine überwiegend advektive Freisetzung. Bei einer vorrangig **advektiven Freisetzung** der Radionuklide aus dem *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* ist zu zeigen, dass ggf. im *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* vorhandenes Porenwasser nicht am hydrogeologischen Kreislauf im Sinne des Wasserrechts außerhalb des *einschlusswirksamen Gebirgsbereichs* teilnimmt.

Schema des gestuften Bewertungsverfahrens für die radiologische Langzeitaussage

Stufe 3:

Bei einem **RGI-Wert > 1** ist die **vereinfachte radiologische Langzeitaussage nicht mehr möglich**. Hier muss geprüft werden, ob die berechneten effektiven jährlichen Individualdosen eingehalten werden. Die durch die Freisetzung von Radionukliden aus dem *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* verursachte zusätzliche effektive Individualdosis darf maximal bei *wahrscheinlichen Entwicklungen* des *Endlagersystems* 10 Mikrosievert pro Jahr und bei *weniger wahrscheinlichen Entwicklungen* des *Endlagersystems* 0,1 Millisievert pro Jahr betragen. Bei diesen Berechnungen ist auch der Transport der Radionuklide auf dem *Lösungspfad* und auf dem *Gaspfad* durch das Deckgebirge bis in die Biosphäre zu betrachten.

Aus den rechnerisch ermittelten Radionuklidkonzentrationen im Grundwasser werden nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /BMU 12/ radiologische Indikatorwerte zur Bewertung des erzielten Schutzniveaus berechnet.

Schema des gestuften Bewertungsverfahrens für die radiologische Langzeitaussage

Stufe 4:

Bei einer **Überschreitung der Bewertungskriterien** ist der ***sichere Einschluss*** der Radionuklide auf Basis des untersuchten *Endlagersystems* **nicht nachgewiesen**.

Durch eine **geänderte Auslegung des *Endlagerbergwerks*** sowie durch weitere bzw. andere **technische Maßnahmen** kann der sichere *Einschluss* erreicht bzw. durch den Abbau von Konservativitäten in der Nachweisführung der Nachweis des sicheren Einschlusses geführt werden. Dazu wären **neue *Sicherheitsanalysen*** durchzuführen.

Erst wenn die **Optimierungspotenziale des *Endlagersystems* ausgeschöpft** sind und trotzdem der Nachweis des langzeitsicheren *Einschlusses* nicht erfolgreich geführt werden kann, **kann an dem Standort kein sicheres Endlager errichtet werden**.

Probleme bei der Bewertung der Langzeitsicherheit nach dem vereinfachten Nachweisverfahren

Beim Wasserpfad:

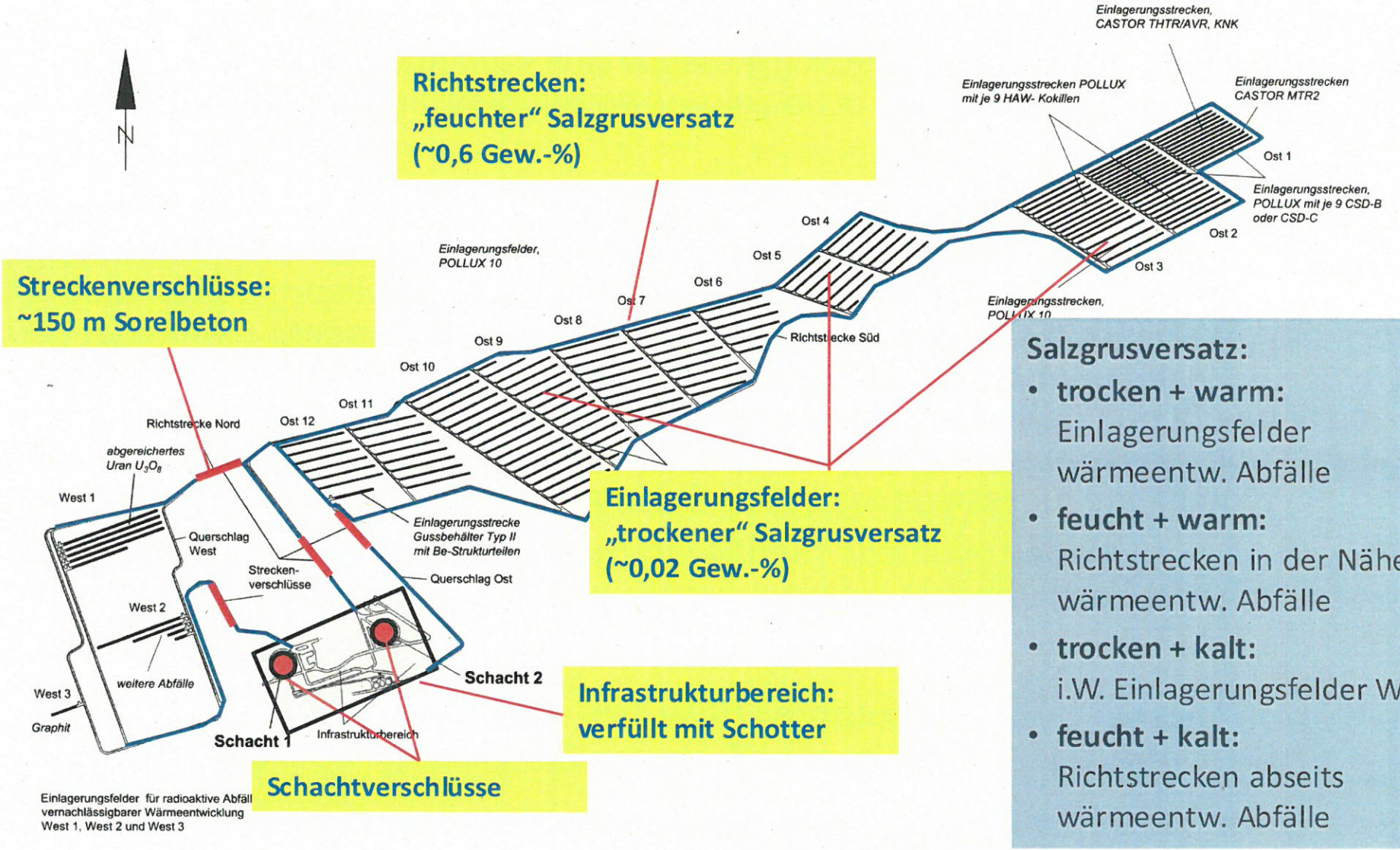
Der Berechnung einer fiktiven Kollektivdosis muss ein anerkanntes generisches Expositionsmodell **(Trinken, Tränken, Beregnen)** zugrunde liegen.

Laut /BMU 10b/ ist dabei „die **Verdünnung** des Brunnenwassers auf einen Mineralgehalt zu berücksichtigen, der die Nutzung des Brunnenwassers als Trinkwasser zuließe". Diese Vorgaben sind jedoch nicht eindeutig und führen in der praktischen Anwendung zu Problemen, da **quantitative Angaben zum anzusetzenden Wasservolumen für die Aufnahme der Radionuklide fehlen**. Des Weiteren ist den Sicherheitsanforderungen nicht zu entnehmen, **wie die Kollektivdosis** zu ermitteln ist. Hierzu liegen auch keine weiterführenden Empfehlungen, z. B. der SSK, vor.

Beim Gaspfad:

Nicht-lösliche gasförmige Radionuklide verbleiben in der Gasphase und werden, soweit sie nicht durch Sorptions- und andere Rückhalteprozesse zurückgehalten werden, **mit dem Gasstrom transportiert** und können mit diesem gegebenenfalls den *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* verlassen. In /BMU 10b/ finden sich jedoch **keine Hinweise zu einer vereinfachten radiologischen Langzeitaussage** für Radionuklide, die in der Gasphase den *einschlusswirksamen Gebirgsbereich* verlassen.

Ebene 2 Verschlusskonzept: Variante Streckenlagerung



Richtstrecken:
„feuchter" Salzgrusversatz
(~0,6 Gew.-%)

Streckenverschlüsse:
~150 m Sorelbeton

Einlagerungsfelder:
„trockener" Salzgrusversatz
(~0,02 Gew.-%)

Infrastrukturbereich:
verfüllt mit Schotter

Schachtverschlüsse

Salzgrusversatz:

- **trocken + warm:**
  Einlagerungsfelder wärmeentw. Abfälle
- **feucht + warm:**
  Richtstrecken in der Nähe wärmeentw. Abfälle
- **trocken + kalt:**
  i.W. Einlagerungsfelder West
- **feucht + kalt:**
  Richtstrecken abseits wärmeentw. Abfälle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 3. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 19.07.2017

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 3.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 10:00 Uhr

Ende: 17:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Caspers)

Teilnehmer: 8 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt.

Top 1: Erster Vorschlag des BMUB zur Gliederung der Verordnung zu Sicherheitsanforderungen und Textvorschlag zu sicherem Einschluss und Umgang mit Wahrscheinlichkeitsklassen

Als Diskussionsgrundlage wurde ein auf den Ergebnissen der bisherigen Sitzungen der Expertengruppe aufbauender erster Vorschlag des BMUB zur Gliederung der Verordnung zu Sicherheitsanforderungen und Textvorschlag zu sicherem Einschluss und Umgang mit Wahrscheinlichkeitsklassen vorgelegt (siehe Anlage 3). Hierzu wurden insbesondere folgende Aspekte thematisiert:

- Zusammenhang zwischen den Begriffen Entwicklung und Szenarien
- Titel und Anwendungsbereich der Verordnung
- Abweichende Entwicklungen (Abschneidekriterium und Kombination von Komponenten und Geologie)
- Was sind „vergleichbare Standorte"? Hierzu wurde der Diskussionsstand des Arbeitskreises „Szenarienentwicklung" dargestellt (siehe Anlage 3).
- Berücksichtigung Wasserrecht im Zusammenhang mit dem § 3 Schutzziele und Sicherheitsprinzipien

Die Fassung des diskutierten Vorschlages wird gemäß den abgestimmten Korrekturanmerkungen überarbeitet.

Top 2: Umgang mit Kapitel 3 – 5 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010

Es wurde vereinbart, dass Ausführungen im StandAG, die einen Bezug zu Anforderungen auf die Sicherheit von Endlagern haben, nicht im Text zur Verordnung zu Sicherheitsanforderungen dupliziert werden sollen. In der Diskussion wurden daher Sicherheitsanforderungen aus den Kapiteln 3 - 5 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010 identifiziert, die durch das StandAG bereits abgedeckt sind.

Top 3: Grundsätzlicher Ablauf von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Zur Einführung in diesen Tagesordnungspunkt war eine Darstellung zum Thema „Empfehlungen zu Sicherheitsuntersuchungen der DAEF" (Herr Röhlig, ESK Mitglied) vorgesehen (siehe Anlage 3). Es wurde darauf hingewiesen, dass sich im Vergleich zu bereits bekannten Entwurfsfassungen des entsprechenden Diskussionspapiers nur eine Empfehlung der DAEF in Reaktion auf die inzwischen erfolgte Novellierung des StandAG geändert habe. Daher wurde nur die entsprechende geänderte Empfehlung näher vorgestellt.

Schwierigkeiten bei der Regelung des Ablaufes von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen wurden weniger für die Phasen 2 und 3 des Standortauswahlverfahrens sondern vielmehr für Phase 1 gesehen, da aufgrund fehlender spezifischer Kenntnisse zu den geologischen Standortverhältnissen die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen einen generischen Charakter aufweisen. In diesem Kontext stellte sich die Frage, auf welcher Basis eine vergleichende Bewertung in Phase 1 erfolgen kann. Die Frage wurde in der Expertengruppe diskutiert, jedoch noch nicht abschließend behandelt.

Top 4: Ausblick auf die nächste Sitzung

Für die nächste Sitzung der Expertengruppe sind die Diskussion und Behandlung der noch nicht besprochenen Inhalte aus Kapitel 7, 8 und 9 der Sicherheitsanforderungen vorgesehen. Das Kapitel 10 „Dokumentation" wird Bestandteil einer eigenen Verordnung, sodass im Abschnitt 8 des unter Top 1 diskutierten Vorschlages auf diese Verordnung entsprechend verwiesen werden kann.

Darüber hinaus soll auf der nächsten Sitzung die überarbeitete Fassung des Vorschlages des BMUB zur Verordnung zu Sicherheitsanforderungen besprochen werden. Die Anforderungen an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen sollen hingegen nicht thematisiert werden.

Die nächste Sitzung findet am 08.09.2017 (Beginn um 09:30 Uhr und voraussichtliches Ende gegen 16:00 Uhr) in den Räumen des BMUB in Bonn statt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

Expertengruppe zu den Sicherheitsanforderungen/ Sicherheitsuntersuchungen"
(Expertengruppe SiAnf/SiUnt)
am **19.Juli 2017** im BMUB, Raum 3.206 ab 10:00 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		TUC / ESK	
		GRS	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	
		Öko-Institut/ESK	

Anlage 2: Tagesordnung

3. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Mittwoch, 19. Juli 2017 um 10:00 Uhr
in Raum 3.206
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

Erster Vorschlag des BMUB zur Gliederung der Verordnung zu Sicherheitsanforderungen und Textvorschlag zu sicherem Einschluss und Umgang mit Wahrscheinlichkeitsklassen

Umgang mit Kapitel 3 – 5 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010

Grundsätzlicher Ablauf von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Ausblick auf die nächste Sitzung

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Ausführungen des Arbeitskreises „Szenarienentwicklung“ (AKS) zum Thema:

„Unwahrscheinliche Szenarien und Wahrscheinlichkeitsklassen“

-Diskussionsgrundlage-

Motivation/ Zielsetzung

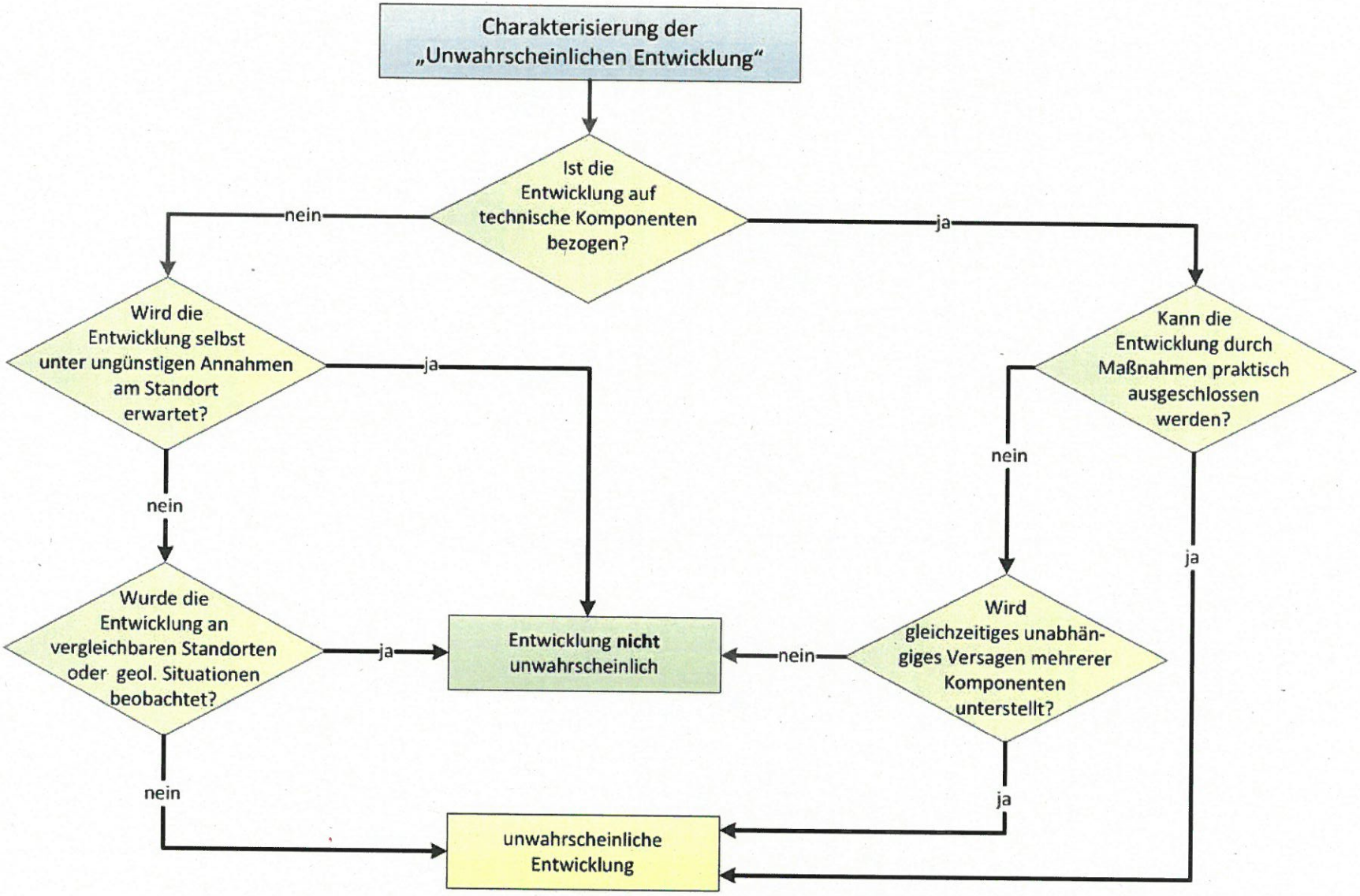
- Charakterisierung und Behandlung von unwahrscheinlichen Szenarien (USZ)
  - wird in den SA explizit gefordert
  - in ISIBEL wurde ein Referenzszenarium und Freisetzungsszenarien betrachtet (keine USZ)
  - in der VSG wurden keine USZ berücksichtigt
  - in ANSICHT wurden ebenfalls keine USZ berücksichtigt

- Vorschläge der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe zum Vorgehen bei der Fortschreibung der SA
  - Wahrscheinlichkeitsklassen (WK)
  - unterschiedliche Dosiswerte

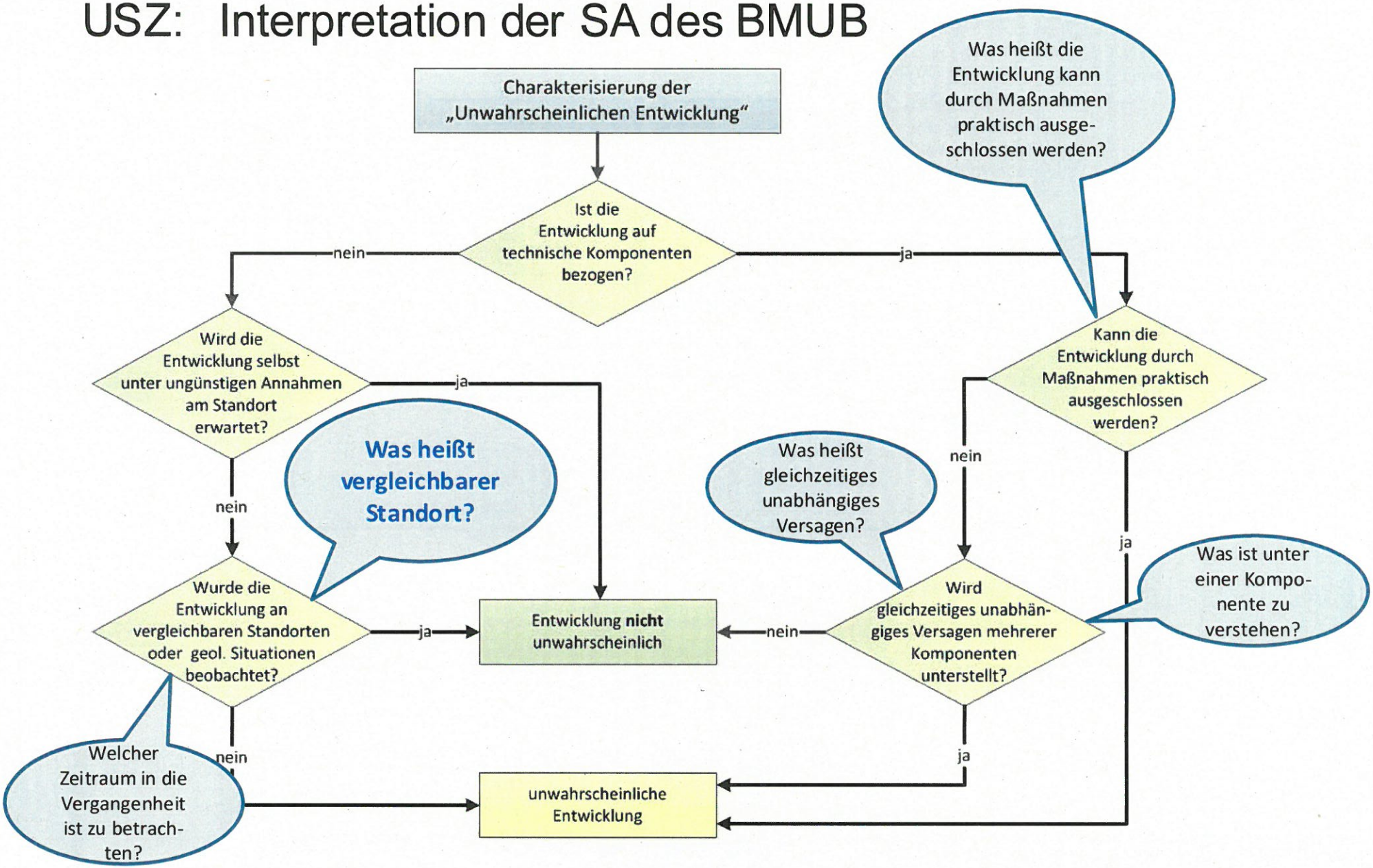
USZ: Definitionen/ Begriffsbestimmungen (SA BMUB)

- Unwahrscheinliche Entwicklungen sind Entwicklungen, deren Eintreten am Standort selbst unter ungünstigen Annahmen nicht erwartet wird und die bei vergleichbaren Standorten oder vergleichbaren geologischen Situationen nicht beobachtet wurden. Zustände und Entwicklungen für technische Komponenten, die durch zu treffende Maßnahmen praktisch ausgeschlossen werden können sowie das gleichzeitige unabhängige Versagen von mehreren Komponenten werden den unwahrscheinlichen Entwicklungen zugeordnet.

USZ: Interpretation der SA des BMUB



USZ: Interpretation der SA des BMUB



USZ: Was heißt vergleichbarer Standort?

- Der Begriff „vergleichbar“ kann im Prinzip unterschiedlich gedeutet werden:
  - Zum einen kann „vergleichbar“ im Sinne von sich mit etwas anderem vergleichen lassend verstanden werden.
  - Auf der anderen Seite lässt sich der Begriff „vergleichbar“ aber auch im Sinne von entsprechend, adäquat und ähnlich verstehen.
- Die weiteren Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die letztere Interpretationsmöglichkeit.

USZ: Entwicklung wurde an vergleichbaren Standorten nicht beobachtet

- Folgender Analogieschluss wird angestrebt:
  - Der Vergleichsstandort (V) hat Ähnlichkeit mit dem Endlagerstandort (E).
  - Am Standort (V) ist eine bestimmte Entwicklung (G) nicht beobachtet worden.
  - Daraus ist zu schließen, dass am Endlagerstandort (E) die Entwicklung (G) ebenfalls nicht zu beobachten sein wird.
- Anmerkung:
  - Dieser Analogieschluss wird nur schwer anzuwenden bzw. zu belegen sein.

USZ: Entwicklung wird oder wurde an vergleichbaren Standorten beobachtet

- Umkehrschluss:
  - Wenn man vergleichbare Standorte (V) zum Endlagerstandort (E) auffinden kann, an dem eine bestimmte Entwicklung (G) zu beobachten ist oder war, dann ist diese Entwicklung (G) auch am Endlagerstandort (E) **nicht** unwahrscheinlich.
- Anmerkung:
  - Der Umkehrschluss führt nicht explizit zu unwahrscheinlichen Entwicklungen.
  - Auch der Begriff vergleichbarer Standort ist damit noch nicht geklärt.

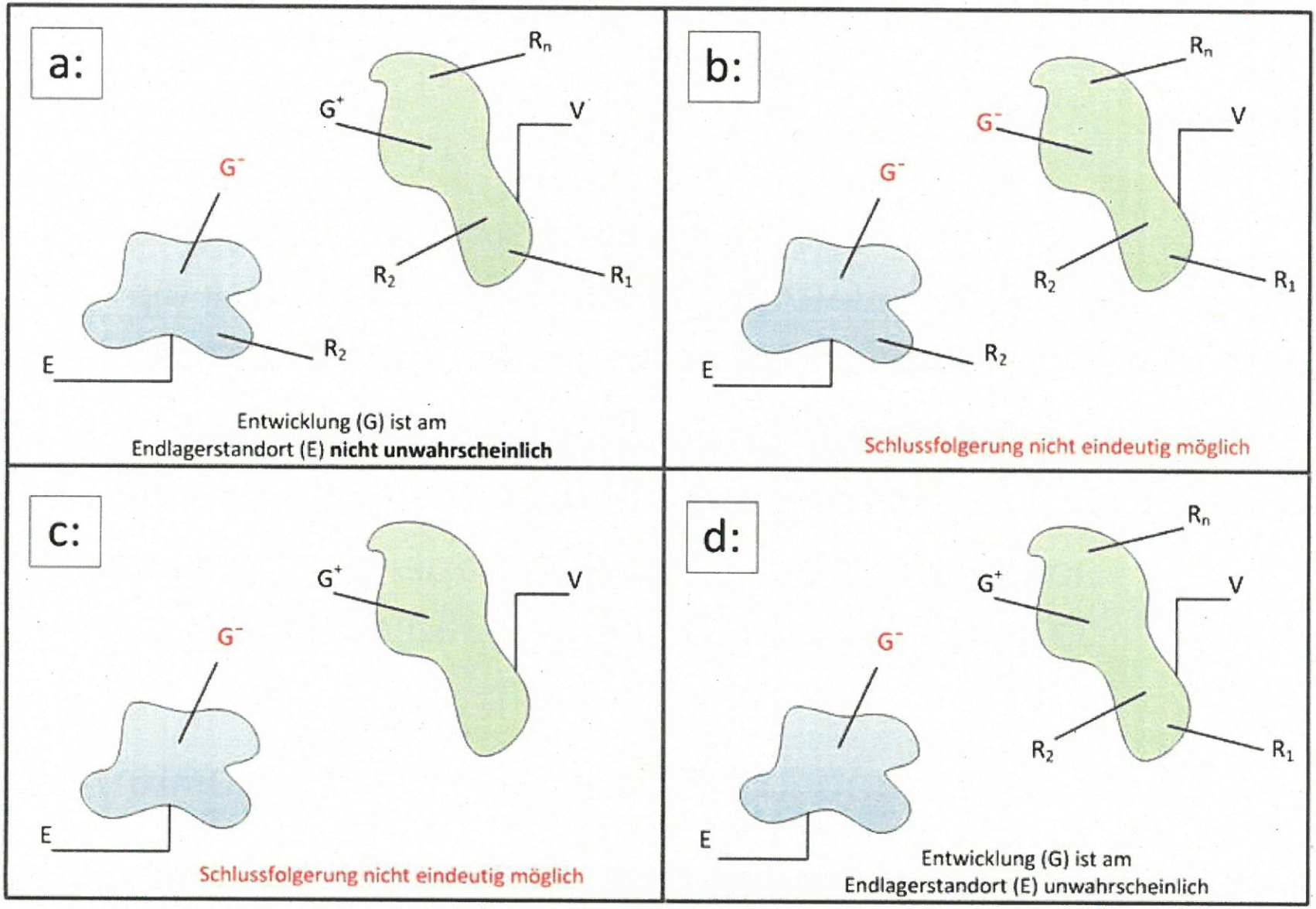
USZ: Bedingungen für den Umkehrschluss

- An den zu betrachtenden Standorten (E) und (V) muss es gleiche Voraussetzungen geben. Diese Voraussetzungen werden als Randbedingungen (R) bezeichnet.

- Die gemeinsamen Randbedingungen (R) müssen in einem Zusammenhang mit der Entwicklung (G) stehen.

- Zusammenhang zwischen (G) und (R)
  - (G) ist abhängig von (R) oder
  - (R) ist abhängig von (G) oder
  - (G) und (R) sind wechselseitig abhängig

USZ: Fallunterscheidungen



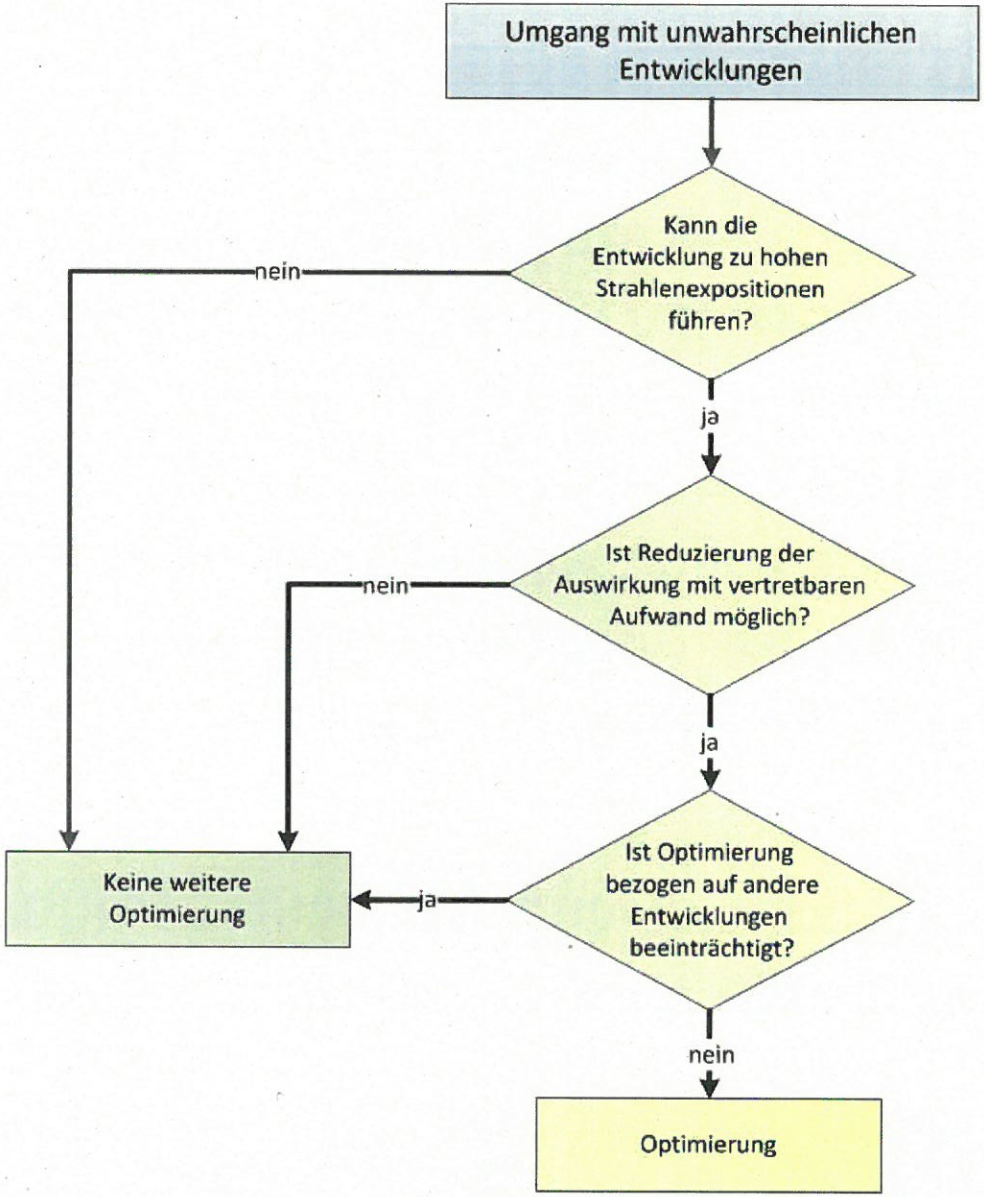
USZ: Antwort zu „Was heißt vergleichbarer Standort?“

- Unter vergleichbarer Standort oder vergleichbarer geologischer Situation (V) sind solche zu verstehen
  - bei denen eine bestimmte Entwicklung (G) rezent vorliegt oder in der Vergangenheit stattgefunden hat.
  - darüber hinaus weisen diese Randbedingungen (R) auf, die in einem abhängigen Zusammenhang mit der bestimmten Entwicklung (G) stehen.

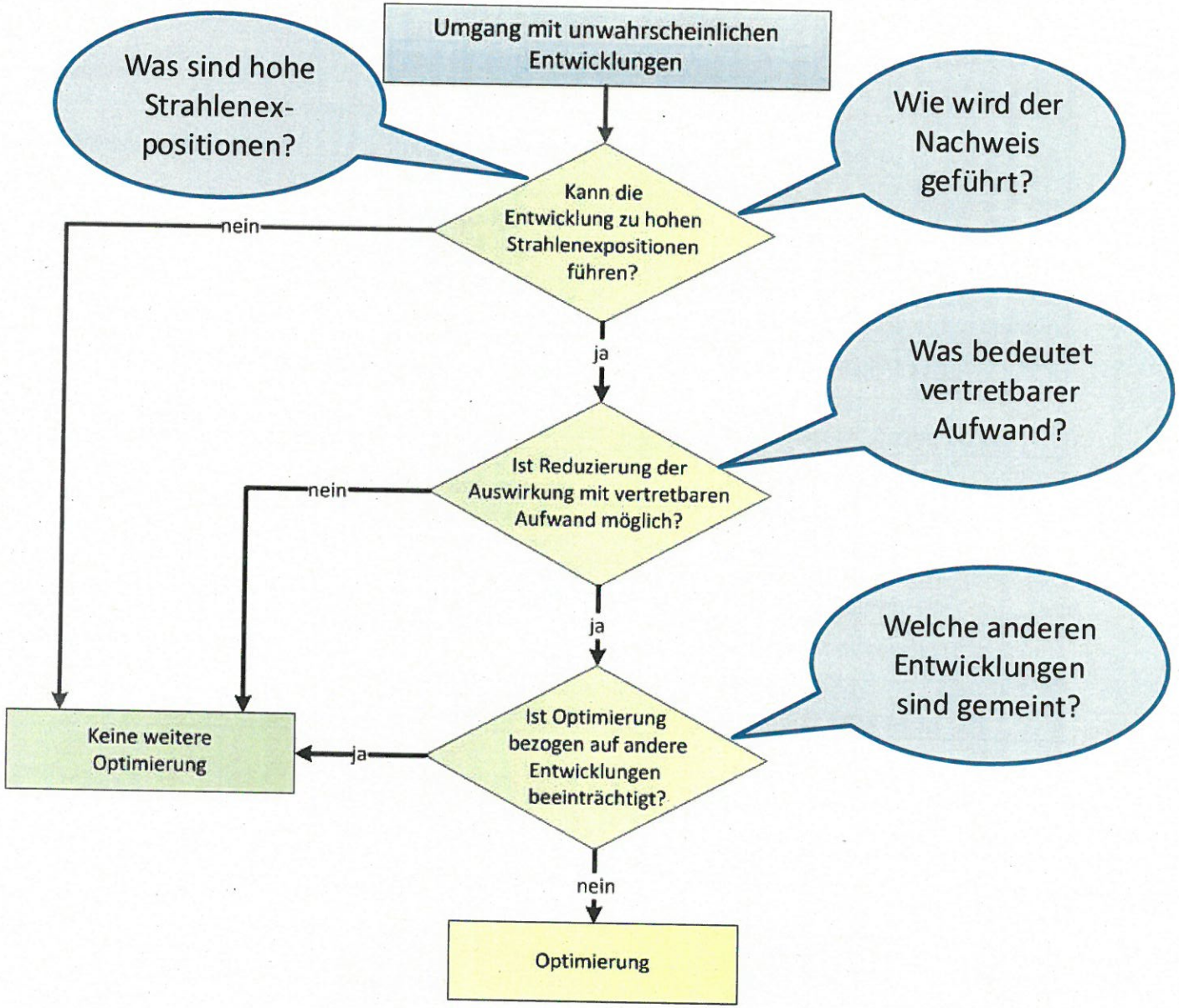
USZ: Sicherheitsanforderung (Umgang mit unwahrscheinlichen Entwicklungen)

- 6.4 Für unwahrscheinliche Entwicklungen wird kein Wert für zumutbare Risiken oder zumutbare Strahlenexpositionen festgelegt. Soweit diese Entwicklungen aber zu hohen Strahlenexpositionen führen können, ist im Rahmen der Optimierung zu prüfen, ob eine Reduzierung dieser Auswirkungen mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Hierdurch darf die Optimierung bezogen auf die anderen Entwicklungen jedoch nicht beeinträchtigt werden.

USZ: Interpretation der SA des BMUB



USZ: Interpretation der SA des BMUB



WK: Beispiele von Wahrscheinlichkeitsklassen aus unterschiedlichen Fachgebieten

Klimaänderung (aus /PAC 15/ entnommen)	**Planungsrechnung (aus /ZIM 68/ entnommen)**	**Endlager (aus /ROS 89/ entnommen)**
virtually certain, 99–100%	Ereignis ist völlig sicher (100 %)	Very likely or certain (p = 1)
extremely likely, 95–100%	Ereignis ist außerordentlich wahrscheinlich (90 – 99 %)	Less than certain, but reasonably liekly (10^{-1})
very likely, 90–100%	Ereignis ist sehr wahrscheinlich (80 – 95 %)	Not likely, but cannot be ruled out (10^{-2})
likely, 66–100%	Ereignis ist recht wahrscheinlich (70 – 90 %)	Probably will not occur (10^{-3})
more likely than not, >50–100%	Ereignis ist wahrscheinlich (60 – 80 %)	Very unlikely, based on reliable data (10^{-4})
about as likely as not, 33–66%	Ereignis ist sehr möglich (50 – 70 %)	Extremly unlikely (10^{-5})
unlikely, 0–33%	Ereignis ist durchaus möglich (40 – 60 %)	Physically possible, but almost certain not to occur (10^{-6})
very unlikely, 0–10%	Ereignis ist immerhin möglich (30 – 50 %)	Assumed to be physically impossible, based on the currently available data (0)
extremely unlikely, 0–5%	Ereignis ist unwahrscheinlich (20 – 40 %)	
exceptionally unlikely, 0–1%	Ereignis ist recht unwahrscheinlich (10 – 30 %)	
	Ereignis ist sehr unwahrscheinlich (5 – 20 %)	
	Ereignis ist außerordentlich unwahrscheinlich (1 – 10 %)	
	Ereignis ist völlig unmöglich (0 %)	

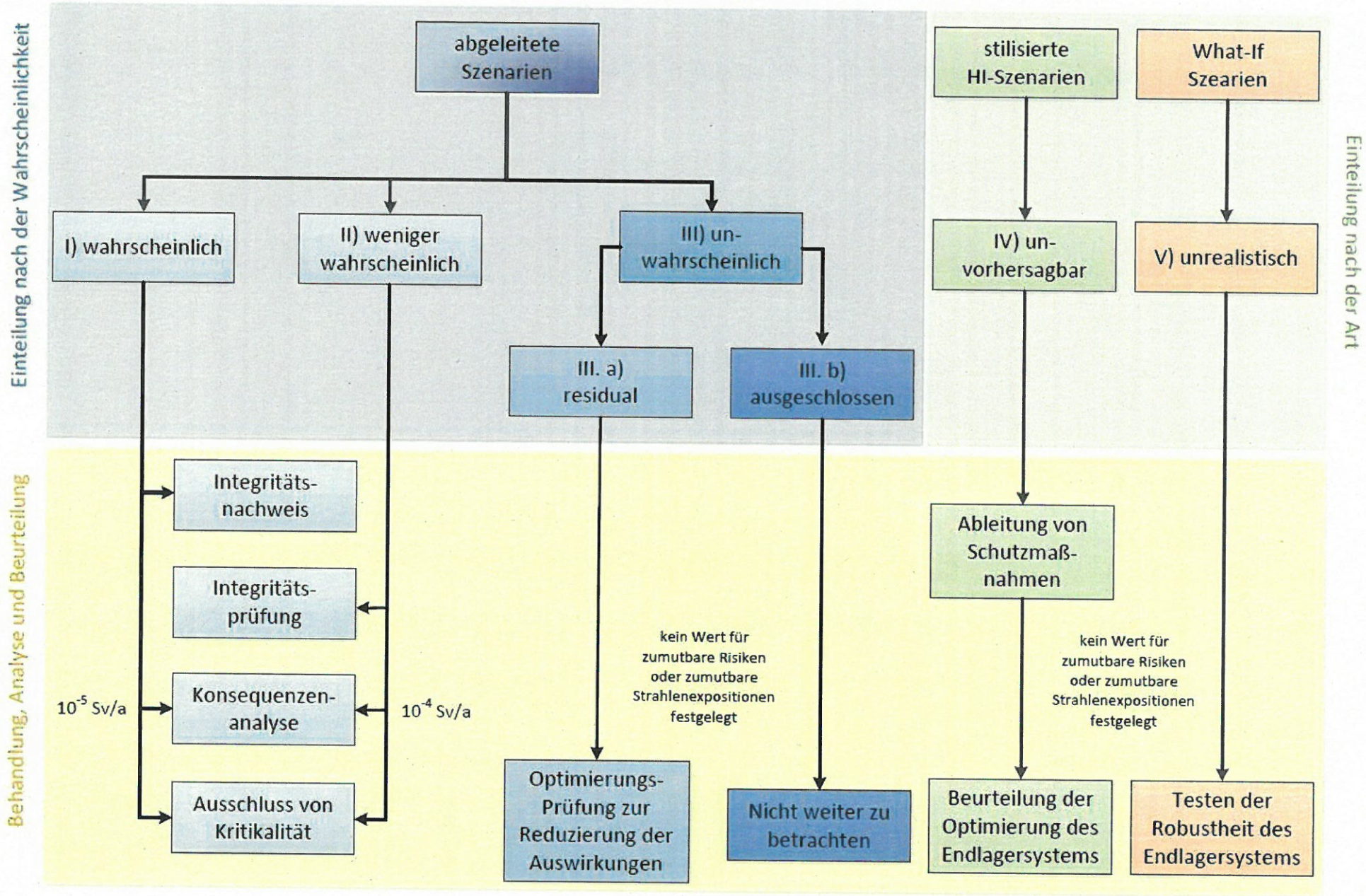
WK: Übersicht unterschiedliche Kategorien an Szenarien

Category	National terminology	
1: representative of the expected evolution of the repository, or a realistic evolution	Belgium, Canada, France, Czech Republic	Normal evolution scenario
	Finland, UK	Base scenario (as well as variant scenarios in Finland)
	Germany	Reference scenario
	Japan	Likely scenarios
	Sweden	Main scenario
	US	Nominal scenario
2: include less probable, but still remain plausible, FEPs	Belgium, France, Czech Republic	Altered evolution scenarios
	Canada	Disruptive scenarios
	Finland	Disturbance scenarios
	Germany	Alternative scenarios
	Japan	Less-likely scenarios
	Sweden	Additional scenarios
	UK	Variant scenarios
	US	Disturbed scenarios
3: scenarios developed regardless of the probability of the event, e.g. to investigate or demonstrate system robustness	France, Germany	What-if scenarios
	Finland	What-if cases
	Japan	Very unlikely scenarios
	Sweden	Residual scenarios
4: scenarios addressing human intrusion and future human actions	Germany	Stylised scenarios
	All programmes (though included in residual scenarios in Sweden)	Human intrusion and future human actions

Quelle: NEA Scenario Workshop 2015

WK: Ausführungen des AKS

- Einteilung der SZ in unterschiedliche Klassen ist eine übliche Vorgehensweise
- unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsklassen werden mit Attributen versehen wie z. B. sehr hoch, extrem und außerordentlich
- keine eindeutige Klassenbildung für die quantitative und qualitative Einordnung von Wahrscheinlichkeiten
- Einordnung eher subjektiv unter Berücksichtigung der jeweiligen zu beurteilenden Problem- bzw. Aufgabenstellung
- Klassifizierung stellt im Rahmen des SC einen wesentlichen Aspekt für die Zusammenstellung von Argumenten und für die allgemeine Diskussion dar
- Klassen können ein hilfreiches Unterscheidungsmerkmal sein
- Insgesamt ist die Einteilung in drei Klassen ausreichend.
- Eine weitere Differenzierung der Klassen würde eine Verlässlichkeit bzw. Kenntnis an Informationen und Daten erfordern, die eine entsprechende Abgrenzung zulässt.
- Eine Vielzahl von Klassen ist eher hinderlich und bietet gegenüber den aktuellen Klassen keine offensichtlichen Vorteile.


Einteilung nach der Wahrscheinlichkeit
Einteilung nach der Art
Behandlung, Analyse und Beurteilung
abgeleitete Szenarien
stilisierte HI-Szenarien
What-If Szearien
I) wahrscheinlich
II) weniger wahrscheinlich
III) un-wahrscheinlich
IV) un-vorhersagbar
V) unrealistisch
III. a) residual
III. b) ausgeschlossen
Integritäts-nachweis
Integritäts-prüfung
Konsequenzen-analyse
Ausschluss von Kritikalität
10^{-5} Sv/a
10^{-4} Sv/a
kein Wert für zumutbare Risiken oder zumutbare Strahlenexpositionen festgelegt
kein Wert für zumutbare Risiken oder zumutbare Strahlenexpositionen festgelegt
Ableitung von Schutzmaß-nahmen
Optimierungs-Prüfung zur Reduzierung der Auswirkungen
Nicht weiter zu betrachten
Beurteilung der Optimierung des Endlagersystems
Testen der Robustheit des Endlagersystems

DAEF

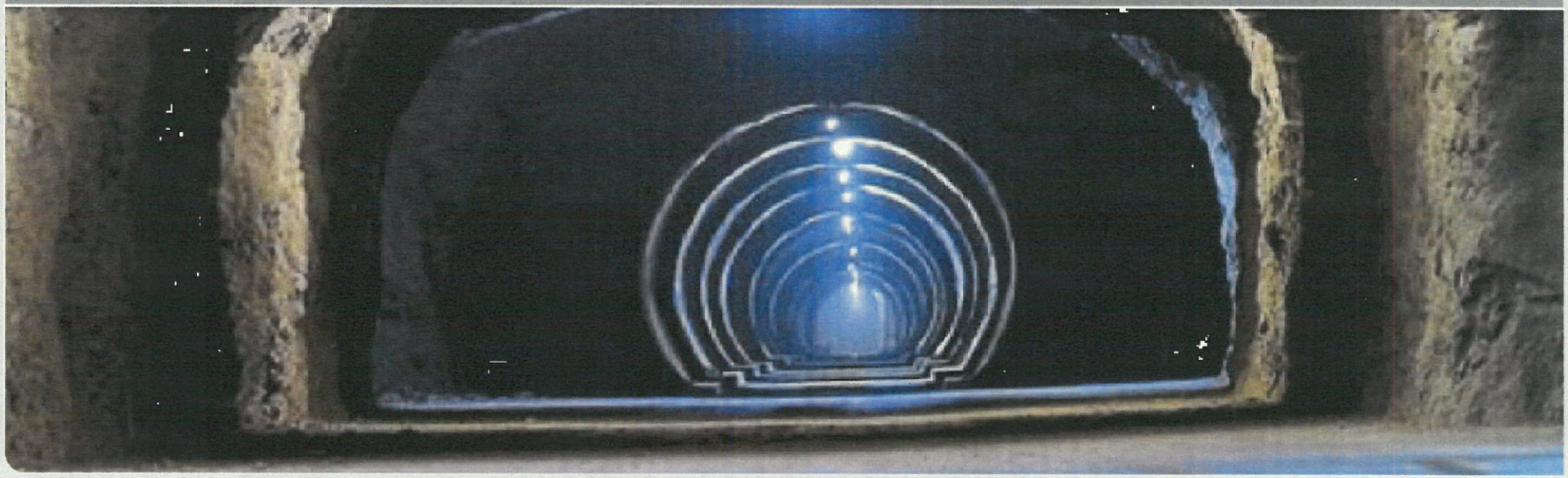
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

Empfehlungen der DAEF zu Rolle und Methodik der im Standortauswahlgesetz vorgesehenen Sicherheitsuntersuchungen

ESK-Ausschuss EL, 56. Sitzung, 30.03.2017

→ *EG Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen, 19.07.2017*

K.-J. Röhlig



Übersicht

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Anlass und Zielsetzung
- Gliederung und wichtigste Aussagen
- Empfehlungen

Anlass (aus heutiger Sicht formuliert)

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- StandAG 2013
- Bericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe 2016
- StandAG-Novellierung 2017
  - Einführung des Begriffs der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Zusammenhang mit der Standortauswahl
  - Frage nach Rolle und Methodik
- Zentrale Bedeutung auch in Zshg. mit ~~§ 37~~ §§ 26, 27 Verordnungsermächtigung zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Zielsetzung

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Vorschläge zur Konkretisierung der Vorgehensweise in den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens
  - Berücksichtigung internationaler Erfahrungen
- Klärung von Begrifflichkeiten
- Aussagen zu Aussagekraft und Grenzen von Sicherheitsuntersuchungen in Standortauswahlprozessen

- Fokus: Zeitraum nach Stilllegung und Verschluss
- Aber: Es „muss bereits während des Standortauswahlverfahrens gezeigt werden, dass ein Endlager an den betrachteten Standorten sicher errichtet, betrieben und verschlossen werden kann“

Gliederung

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Einleitung und Zielsetzung
- Definitionen und regulatorische Grundlagen
  - Begrifflichkeiten
  - Regulatorische Grundlagen und Empfehlungen
- Erfahrungen und Vorgehensweisen in anderen Ländern
- Sicherheitsuntersuchungen beim Standortauswahlverfahren in Deutschland
  - Rolle im Verfahren
  - Methodik (Gemeinsamkeiten, Besonderheiten für Phasen 1-3)

Wichtigste Aussagen: Begrifflichkeiten

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Novum „Sicherheitsuntersuchung“
- Sicherheitsanalyse (safety analysis), Sicherheitsbewertung (safety assessment), Safety Case
- Generischer Oberbegriff für den Zweck des Dokuments: „Sicherheitsbetrachtungen“:
  Analyse und Bewertung der Sicherheit
  - Methodisch
  - Zweckgebunden
- Erläuterungen zu den o.g. international gebräuchlichen Begriffen

Konzepte – Analysen – Argumente
(nicht allein Dosisrechungen)

Wichtigste Aussagen: Regulatorisches

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Joint Convention
- EU-Richtlinie 2011/70/Euratom
- IAEA-Standards
- OECD/NEA, EU („gute Praxis“ – Empfehlungen)

- European Pilot Study

- BMU-SiAnf 2010

Prozess der Endlagerentwicklung

Wichtigste Aussagen: Andere Länder

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Große Unterschiede bzgl. des Prozesses
- Parallelen am ehesten noch in Schweden und der Schweiz → Beschreibung: Prozesse, Rolle von Sicherheitsbetrachtungen

  - Beobachtungen:
    - Bedeutende Rolle von Sicherheitsbetrachtungen
    - Für Abwägung ganzheitliche Bewertung (also: Sicherheitsbetrachtungen) erforderlich
    - Sicherheitsbetrachtungen (auch generische) werden zur Kriterienentwicklung herangezogen
    - Wichtig für Setzung von Prioritäten für Standortcharakterisierung, Forschung und Konzeptentwicklung
    - Dosisrechnungen: wichtiger Sicherheitsindikator, aber nicht alleiniger Maßstab

Wichtigste Aussagen: Andere Länder

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Große Unterschiede bzgl. des Prozesses
- Parallelen am ehesten noch in Schweden und der Schweiz → Beschreibung: Prozesse, Rolle von Sicherheitsbetrachtungen

  - Übertragbarkeit auf Deutschland hat Grenzen:
    - Anspruch: Standort mit der bestmöglichen Sicherheit
    - stark unterschiedliche Konzepte für verschiedene Wirtsgesteine

Standortauswahlverfahren in Deutschland

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Konzept(e) vor Beginn des Verfahrens (auch international): Sicherheitsfunktionen – Sicherheitsreserven Robustheit – Ungewissheiten – geologische Merkmale
- Allgemeingültige Regeln?
  Eher: Sicherheitsuntersuchungen / Systemverständnis

- Kommission: Keine formale Aggregierung
- DAEF: „Eine rein formale Aggregierung der Abwägungskriterien - losgelöst von den Ergebnissen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen - oder eine wie auch immer geartete separate Betrachtung für jedes Kriterium stellen also kein sicherheitsgerichtetes Vorgehen dar. “

Standortauswahlverfahren in Deutschland

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Methodik: Die sechs Schritte der Kommission √
  - Erläuterungen zu jedem Schritt
  - ewG und ewB …
  - Indikatoren
  - vereinfachte radiologische Langzeitaussage: „empfiehlt … Überarbeitung und Änderung der … irreführenden Bezeichnung “
  - Ungewissheiten – Prüfkriterien (erst für Phase 3?)
  - Schon in Phase 1: Prototypische Sicherheitsuntersuchungen auf der Basis generischer Daten. Berechnete Dosis noch kein geeigneter Maßstab!
  - Ableitung Erkundungs- und F&E-Bedarf!

Standortauswahlverfahren in Deutschland: Die drei Phasen

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Phase 1:
  - Datenlage erlaubt Anwendung von Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen. Abwägungskriterien?
  - Keine Abwägung ohne Sicherheitsuntersuchungen. ~~Schritte 2 und 3 zusammenziehen (SGDD 2016 kommt zum selben Schluss)~~
    Schritt 2
    (Abwägungskriterien – weitere Einengung der potentiell geeigneten Standortregionen nach § 13 (2) StandAG).
    „Allerdings kann vor Beginn der Standorterkundung ohnehin ein großer Teil der Abwägungskriterien infolge fehlender Daten im vorgesehenen Detailgrad nicht belastbar angewendet werden (SGDD 2016). Aus Sicht der DAEF sind in Zukunft noch regulatorische Klärungen erforderlich, wie im Standortauswahlverfahren mit dieser Problematik umgegangen werden soll. Dazu gehört auch der Aspekt, dass, wie bereits ausgeführt, die alleinige Anwendung der Abwägungskriterien losgelöst von der ganzheitlichen Betrachtung des Endlagersystems in Sicherheitsuntersuchungen keine sicherheitsgerichtete Auswahl zulässt."

Standortauswahlverfahren in Deutschland: Die drei Phasen

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Phase 1 (contd.):
  - Konzepte: Was ist vorhanden, was aus dem Ausland übernehmen, was anpassen / entwickeln?
  - Szenarien aus existierenden Analysen
  - Eine prototypische Untersuchung pro Wirtsgesteins-Typ, ggf. Differenzenbetrachtungen
  - Freisetzung aus ewG als Indikator (Ausmaß, Wahrscheinlichkeit) → qualitative Einordnung
  - Sicherheitsfunktionen im Zentrum der Betrachtung!

Standortauswahlverfahren in Deutschland: Die drei Phasen

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Phase 2:
  - vergleichsweise detaillierte standortspezifische geologische Modelle zu entwickeln
  - Konzepte fortschreiben / anpassen
  - Szenarienanalysen
  - nicht vordergründig allein auf der Grundlage „Freisetzung aus ewG“ urteilen, sondern zusammen mit der Bewertung der Sicherheitsfunktionen

Standortauswahlverfahren in Deutschland: Die drei Phasen

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Phase 3:
  - Konzepte anpassen, weiterentwickeln
  - Methodisch starke Ähnlichkeiten zu Phase 2
  - Zusätzlich Prüfkriterien als Entscheidungsgrundlage
  - Noch kein Sicherheitsnachweis! → Optimierung

Empfehlungen (1/2)

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Abwägung:
  - DAEF begrüßt Verzicht auf die Vorgabe formalisierter Aggregierungsregeln
  - Immer Verknüpfung mit Sicherheitsuntersuchungen

- Phase 1: Wirtsgesteins-typische Anforderungen an übertägige Erkundung aufgrund generischer Sicherheitsuntersuchungen (prototypische Konzepte)

Empfehlungen (2/2)

DAEF
Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

- Vergleichende Sicherheitsbewertung
  - Ergebnisse quantitativer Sicherheitsuntersuchungen (radiologische Indikatoren, Rechnungen zur Integrität des ewG, andere Indikatoren zum Verhalten von Barrieren und zu eventuellen Freisetzungen)
  - qualitative Aspekte (z. B. Robustheit)
  - Zentral:
    Einschlusswirksamkeit ewG (ewB),
    Geringfügigkeit der Freisetzungen
    → „vereinfachte radiologische Langzeitaussage“:
    - Nicht ersatzlos entfallen lassen!
    - Rechenvorschrift überarbeiten, Bezeichung ändern!
  - F&E zur Methodik des Vergleichs!

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 4. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 08.09.2017

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 3.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:30 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Caspers)

Teilnehmer: 7 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt.

Mit der Einladung zu dieser Sitzung sind vom BMUB folgende Unterlagen verteilt worden (siehe Anlage 3):

- Übersendungsschreiben 1. FA VE-Arbeitskreissitzung,
- Entwurf der Tagesordnung für die 1. FA VE-Arbeitskreissitzung,
- Verteiler für die Bund-Länder-Besprechung zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 Standortauswahlgesetz und
- Textvorschläge für die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle.

Darüber hinaus wurde eine Tischvorlage mit unterschiedlichen zu besprechenden Aspekten, die sich auf Top 1, 2 und 3 beziehen, ausgegeben und diskutiert. Die Diskussionsergebnisse bzw. daraus resultierende Textänderungen wurden in Form von Revisionsmarkierungen in der Tischvorlage kenntlich gemacht (siehe Anlage 3).

Hinsichtlich der Planung von Expertengruppensitzungen, Sitzungen des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG und weiterer Veranstaltungen in 2017 wurden folgende Termine genannt bzw. festgelegt:

- 20.09.2017 Sitzung des FA VE-Arbeitskreises in Bonn (BMUB)
- 13.10.2017 Sitzung der Expertengruppe in Bonn (BMUB)
- 08.11.2017 Information der DBETEC zum Thema Rückholung in Berlin
- 09.11.2017 Sitzung der ESK in Berlin (nur zur Information aufgenommen)
- 10.11.2017 Sitzung der Expertengruppe in Berlin
- 30.11.2017 Anmerkung: Dieser geplante Termin für die Sitzung des FA VE-Arbeitskreises entfällt (dafür 15.12.2017)
- 15.12.2017 Sitzung des FA VE-Arbeitskreises in Bonn (BMUB)
  Anmerkung: Die ursprünglich für den 15.12.2017 angesetzte Expertengruppensitzung entfällt.

Für den Beginn der Expertengruppensitzungen ist 09.30 Uhr und für das Sitzungsende 15.00 Uhr einzuplanen.

Die Planung für die Sitzungstermine in 2018 wird auf der nächsten Expertengruppensitzung (siehe Top 5) besprochen.

Top 1: Derzeitiger Stand des Verordnungsentwurfes

Der mit der Einladung ausgegebene Entwurf zur Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle sowie die o. g. Tischvorlage bildeten die Grundlage für die Diskussion unter diesem Tagesordnungspunkt. Insbesondere wurden die folgenden Aspekte diskutiert:

- Zu betrachtende Entwicklungen des Endlagersystems
- Barrierensystem des Endlagers
- Inhaltliche Struktur der Verordnung

Die aus der Diskussion resultierten Änderungsbeiträge wurden mittels Revisionsmarkierung in der Tischvorlage kenntlich gemacht bzw. festgehalten (siehe Anlage 3).

Es wurde vereinbart, mögliche offene Punkte, die evtl. im Nachgang zu dieser Sitzung identifiziert werden, dem BMUB mitzuteilen.

Top 2: Ausblick auf die 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Auf der 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises werden die mit dem o. g. Übersendungsschreiben beigefügten Textvorschläge für die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle, und die unter Top 1 diskutierten Aspekte sowie festgehaltenen inhaltlichen Änderungsbeiträge (siehe Revisionsmarkierung der Tischvorlage in Anlage 3) erläutert.

Top 3: Umgang mit den Inhalten der Abschnitte 7.4 – 8.8 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010

Es wurden die Abschnitte 7.4 bis 8.8 der BMU Sicherheitsanforderungen in Bezug auf deren Berücksichtigung und mögliche Ergänzung/ Modifizierung für die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle besprochen (siehe hierzu auch Revisionsmarkierung der Tischvorlage zum Aspekt „Vorschlag zum Umgang mit Abschnitt 7.3 – 8.8. der SiAnf 2010“ in Anlage 3).

Top 4: Weitere mögliche Regelungsinhalte der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und weiteres Vorgehen

Der Top 4 wurde nicht behandelt.

Top 5: .Ausblick auf die nächste Sitzung der Expertengruppe

Die nächste Sitzung findet am 13.10.2017 (Beginn um 09:30 Uhr und voraussichtliches Ende gegen 15:00 Uhr) in den Räumen des BMUB in Bonn statt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

zur 4. Sitzung „Expertengruppe zu den Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen"
am
08.09.2017, 09:30 Uhr – 16:30 Uhr in Raum 3.206

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]			[redacted]
		GRS	
		GRS	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	

Anlage 2: Tagesordnung

4. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 08. September 2017 um 09:30 Uhr
in Raum 3.206
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

1. Derzeitiger Stand des Verordnungsentwurfes

2. Ausblick auf die 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

3. Umgang mit den Inhalten der Abschnitte 7.4 – 8.8 der BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010

4. Weitere mögliche Regelungsinhalte der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und weiteres Vorgehen

5. Ausblick auf die nächste Sitzung der Expertengruppe

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Französisches Regelwerk

ASN: Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde

Dans le cadre de l'analyse de sûreté, les situations suivantes seront étudiées (cf. chapitre 5 et annexe 2):

- *une situation de référence correspondant à l'évolution prévisible de l'installation de stockage et du milieu géologique sous l'effet des événements certains ou très probables ;*
- *des situations dites altérées correspondant à l'occurrence d'événements incertains, mais plausibles, soit naturels, soit liés aux actions humaines, qui se superposent à la situation de référence et peuvent conduire à une accélération de la migration de substances radioactives entre les ouvrages de stockage et la biosphère.*

Versuch einer Übersetzung:

Im Rahmen der Sicherheitsanalyse sind die zukünftigen Situationen zu untersuchen:

- eine Referenzsituation, die der absehbaren Entwicklung des Endlagerbergwerks und der geologischen Umgebung unter dem Einfluss sicherer oder sehr wahrscheinlicher Vorkommnisse entspricht;
  [Hierfür gilt ein Grenzwert von 250 µSv/a für die am stärksten exponierten Personen, der für die ersten 10 000 Jahre einzuhalten ist, anschließend dient er als Richtwert]
- sogenannte veränderte Situationen, die dem Vorkommen von unsicheren, aber plausiblen Ereignissen entsprechen, d.h. solchen, die entweder natürlichen Ursprungs oder mit menschlichen Aktivitäten verbunden sind, die der Referenzsituation überlagert werden und die zu einer Beschleunigung der Migration radioaktiver Stoffe durch die Endlagereinrichtungen und die Biosphäre führen können.
  [Hierfür gibt es keine expliziten Festlegungen, es kann ein Risikoansatz gewählt werden]

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 5. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 13.10.2017

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 3.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Caspers)

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerverzeichnis siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3a – 3c)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt. Folgenden Aspekte wurden zusätzlich in die Tagesordnung aufgenommen:

- Vertragssituation und
- Kritikalitätssicherheit.

Zur Vertragssituation wurde erläutert, dass zur Vermeidung von Doppeldiskussionen zu bereits getroffenen Festlegungen, die Expertengruppe nach Möglichkeit an den entsprechenden Sitzungen vollständig teilnimmt. Eine Voraussetzung hierfür ist, dass für eine Teilnahme die vertragliche Grundlage vorliegt. Diese Grundlage soll im Rahmen der angestrebten Verlängerung des gegenwärtigen Vertrages zum Vorhaben geschaffen werden. Die GRS teilt zum aktuellen Stand der Angebotserstellung mit, dass das erweiterte Angebot zum Vorhaben „Unterstützung bei der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung" mit Schreiben vom 11.10.2017 dem BfS zugestellt wurde.

Der Aspekt Kritikalitätssicherheit wird unter Top 3 aufgeführt und dort behandelt.

Mit der Einladung zu dieser Sitzung sind vom BMUB folgende Unterlagen an die Expertengruppe verteilt worden (siehe Anlage 3a und 3b):

- Konkrete Änderungen, die auf der Sitzung des FA VE-Arbeitskreises einvernehmlich in den besprochenen Textentwurf eingefügt wurden und
- aktuelle Fassung des Verordnungsentwurfes.

Top 1: Rückblick auf die 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Dieser Tagesordnungspunkt wurde nicht explizit unter Top 1 behandelt. Vielmehr wurden die Ergebnisse aus der geführten Diskussion der 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises im Top 3 erläutert.

Top 2: Arbeitsstand bei der Entwicklung von möglichen Indikatoren für die Geringfügigkeit von Freisetzungen aus einem Endlager (Bericht der GRS)

Die GRS stellt den aktuellen Stand der Arbeiten zur Entwicklung von möglichen Indikatoren für die Geringfügigkeit von Freisetzungen aus einem Endlager dar. Im Rahmen der Darstellung wurde auf den Arbeitsauftrag, einige Begriffsbestimmungen, die Frage nach unabhängigen Einschluss- und Dosiskriterien, regulatorische und nicht-regulatorische Anforderungen sowie potenzielle Indikatoren eingegangen. Der Beitrag ist der Anlage 3c (Sitzungsbeiträge) beigefügt.

Die anschließende Diskussion ergab, dass auf der vorgestellten Grundlage die Arbeiten fortgesetzt und geprüft wird, ob hinsichtlich der Bedeutung der Indikatoren orientierende Rechnungen durchgeführt werden sollen.

Darüber hinaus wurde vereinbart, dass das BMUB auf der Grundlage der GRS Darstellung und der geführten Diskussion einen Formulierungsvorschlag zu den Kriterien für die Geringfügigkeit möglicher Austragungen aus dem Endlager erstellt.

Top 3: Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Die Diskussionsgrundlage für diesen Top beinhaltete die im Vorfeld der Sitzung zugestellte Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung (inklusive der abgestimmten Textänderungen auf der 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises; siehe Anlagen 3a und 3b) ergänzt um die von Vertretern der GRS und ESK eingebrachten Kommentierungen.

Im Weiteren wurde die genannte Diskussionsgrundlage bis teilweise §16 besprochen. Die Ergebnisse hieraus werden von BMUB in eine überarbeitete Entwurfsfassung übernommen, die der Expertengruppe als Diskussionsgrundlage für die nächste Sitzung zu Verfügung gestellt wird.

Zum Aspekt Kritikalitätssicherheit wurde ausgeführt, dass sich die IGSC der OECD/NEA auf der letzten Sitzung vom 09 – 10, Oktober 2017 u. a. mit diesem Thema befasst hat. Es war festzustellen, dass die Regeln zur Kritikalitätssicherheit in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich in Ziel und Detaillierungsgrad gefasst sind. Allerdings war auch festzustellen, dass ein Kritikalitätsausschluss, so wie in den Sicher-

heitsanforderungen des BMU von 2010 gefordert, als eine zu strenge Reglementierung empfunden wird. In einigen Ländern wird eine Betrachtung der Konsequenzen eines Kritikalitätsereignisses für das Barrierensystem als what-if-Fall gefordert.

Top 4: Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung der Expertengruppe

Die nächste Sitzung findet am 9.11.2017 (Beginn um 09:00 Uhr und voraussichtliches Ende gegen 15:00 Uhr) in den Räumen des BMUB in Berlin statt.

Anmerkung: Der Termin für die wurde im Nachgang der Sitzung vom 10.11.2017 auf den 09.11.2017 vorverlegt.

Auf dieser Sitzung wird u. a. die Diskussion, der unter Top 3 genannten Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung fortgesetzt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

Expertengruppe zu den Sicherheitsanforderungen/ Sicherheitsuntersuchungen
am 13.10.2017 im BMUB, Raum 3.206 ab 09:30 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institution
[redacted]		BMUB
		BMUB
		BMUB
		BMUB
		GRS
		GRS
		GRS
		Öko-Inst./ ESK
		TU Clausthal/ESK

Aufgrund der fehlenden Teilnehmerliste bestätige ich die Anwesenheit der oben genannten Personen an der Sitzung *Expertengruppe zu den Sicherheitsanforderungen/ Sicherheitsuntersuchungen* vom 13.10.2017.

[redacted] 18/10

Anlage 2: Tagesordnung

5. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 13. Oktober 2017 um 09:30 Uhr
in Raum 3.206
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

1. Rückblick auf die 1. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

2. Arbeitsstand bei der Entwicklung von möglichen Indikatoren für die Geringfügigkeit von Freisetzungen aus einem Endlager (Bericht der GRS)

3. Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

4. Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung der Expertengruppe

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Stand der Arbeiten zum Einschlusskriterium

5. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen
und Sicherheitsuntersuchungen

Freitag, 13. Oktober 2017

Arbeitsauftrag

- **Entwicklung eines Indikators für die Geringfügigkeit** möglicher Freisetzungen aus einem Endlager
- Indikator soll **Richtwerte für langzeitsicherheitsrelevanten Radionuklide** umfassen, unterhalb derer eine mögliche Freisetzung als geringfügig eingestuft werden kann

Klärungsgespräch BMUB/GRS vom 13. 9. 2017

- Geringfügigkeit bezieht sich hier auf Nachweis des Einschlusses im Sinne eines Nachweises der Strategie „contain and isolate“ (nicht auf Dosis)
- Begründete Empfehlungen für Geringfügigkeitskriterien

Einige Begriffe

Indikator

Physikalische Größe zur Bewertung (hier: des Einschlusses), z. B.

zusätzliche effektive Dosis pro Jahr

Kriterium

Im mathematischen Sinne eine notwendige und hinreichende Bedingung, z. B.

zusätzliche effektive Dosis pro Jahr < 0.01 mSv/a

Geringfügigkeit

- Mehrdeutig, da Bezug der Geringfügigkeit unklar (siehe akt. Sicherheitsanf.)
- Um Missverständnisse zu vermeiden, hier:
  „Einschlussindikator“ und „Einschlusskriterium“

Hinweis: Einschlussindikator komplementiert Dosisindikator, aber nicht in Bezug auf Schädlichkeitsaussage, sondern durch unabhängiges Nachweisziel (Einschluss)

Zentrale Frage während der Bearbeitung

„Sind Dosis- und Einschlusskriterien unabhängig oder nicht?“

Unabhängige regulatorische Nachweisziele

- **Dosiskriterium** bewertet Unschädlichkeit der zusätzlichen Strahlenexposition
  → Indikator erfasst nur austretende RN
- **Einschlusskriterium** bewertet Verteilung der Radionuklide
  zur Abgrenzung „contain and isolate“ / „dilute and disperse“
  → Indikator erfasst auch RN-Mengen im Endlager

Oder doch abhängig?

- Über Inventar, Freisetzungs- und Expositionsmodelle entsteht eine Abhängigkeit
- Frage nach der Schädlichkeit (Dosis) der durch das Einschlusskriterium zugelassenen Freisetzung naheliegend
- „In Ordnung, den Inhalt eines Castors freizusetzen?“

Wie passt das zusammen?

Ansatz

- Es gibt möglicherweise unabhängige, konkurrierende Erwartungen an das Einschlusskriterium (regulatorische und mglw. nicht-regulatorische)

- Welche mögliche Anforderungen (Erwartungen) könnte man an das Einschlusskriterium stellen?

Regulatorische Anforderungen an das Einschlusskriterium

Ergibst sich aus Motivation der Einschlussforderung:

- Anteil der Radionuklide kann fernab der Biosphäre zerfallen
- Ablehnung der Strategie „dilute and disperse“ wegen unerwarteter Risiken /RWMC 95/
  The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes, A Collective Opinion of the Radioactive Waste Management Committee of the OECD Nuclear Energy Agency

➔ 2 Anforderungen:

A1 *„Nachweis der Strategie des Einschließens“* (zentral)

- Rein mengenbezogene Abgrenzung zwischen Verteilen und Einschließen
- Relative Radionuklidmengen relevant

A2 *„Vermeidung unerwarteter Risiken“*

- Unerwartet im Sinne von „unknown unknowns“
- Absolute Radionuklidmengen relevant

Regulatorische Anforderungen an das Einschlusskriterium

Problem

A1 und A2 sind wesentliche regulatorische Zielsetzungen, tragen aber nicht zur Quantifizierung eines Einschlusskriteriums bei:

- *„Nachweis der Strategie des Einschließens“*
  Einschluss >> 50% genügt für Abgrenzung zu „dilute and disperse“
- *„Vermeidung unerwarteter Risiken“*
  Risiken unbekannt

Dritte regulatorische Anforderung

Zusammenhang von Einschluss- und Dosiskriterien über systemspezifische Freisetzungs- und Expositionsmodelle:
Indem Einschlusskriterien den Radionuklidaustrag limitieren, limitieren sie indirekt auch die effektiven jährlichen Dosen in der Biosphäre.

Wenn **Einschlusskriterium „strenger“** ist als Dosiskriterium (bez. Dosis):

- Unnötig hohes Sicherheitsniveau
- Genehmigungsfähigkeit gefährdet?
- Gewährleistung der Entsorgungsstrategie und Minderung des Restrisikos sollte keinen höheren Stellenwert erhalten als Vermeidung von zusätzlichen Strahlenexpositionen (Dosiskriterium)

→ **A3 *„Vermeidung einer Konkurrenz zu Dosiskriterien“***

Wichtige Anforderung

(Vermutlich) nicht-regulatorische Anforderung

A4 *„Vermeidung unzumutbarer radiologischer Belastungen“*

- Bezug zu Dosiskriterium

Sollte ernst genommen werden

Zielkonflikt:

- *„Vermeidung einer Konkurrenz zu Dosiskriterien“*
  → **Tolerantes Einschlusskriterium** (prioritär, da regulat. notwendig)
- *„Vermeidung unzumutbarer radiologischer Belastungen“*
  → **Strenges Einschlusskriterium**

Nicht-regulatorische Anforderung

Konsequenz

- Wert für Mindesteinschluss so hoch wie regulatorisch sinnvoll setzen

- Bei regulatorisch sinnvoller Festlegung des Einschlusskriteriums trotzdem nicht vermeidbar, dass Teile der Öffentlichkeit dieses als zu tolerant in Bezug auf die zulässige Strahlenexposition einstufen

- Regulatorische Rolle des Einschlusskriteriums erläutern (in Sich. Anf.?)
  - Dosiskriterien sorgen bereits für Unschädlichkeit des Radionuklidaustrags
  - Dosis- und Einschlusskriterien sind komplementär. Beleuchten verschiedene Aspekte der Sicherheit. Daher nicht isoliert voneinander zu betrachten
  - Durch das Einschlusskriterium zulässige Radionuklidausträge verteilen sich sowohl räumlich als auch zeitlich

→ Anforderung A4 bei Quantifizierung des Einschlusskriteriums nicht zu betrachten

Einschlussindikator: Bilanzraum

Vorgabe: „*innerhalb der wesentlichen Barrieren*“:

Äußerer Rand der äußersten Barriere mit rückhaltender Sicherheitsfunktion

Problem lediglich mit geringpermeabler Überdeckung (EwG-Typ Bb):

- Lateraler Transport unter Überdeckung vorgesehen: Abgrenzung der Konzepte Einschluss/Verteilung schwierig
- Freiheiten bei der lateralen Abgrenzung des Bilanzraumes → Willkürlichkeit bei der räumlichen Abgrenzung des schutzwürdigen Grundwasserkörpers → Schutz der Biosphäre erscheint evtl. zweifelhaft

Stellt aber Sicherheitskonzept nicht gänzlich in Frage.

Absolute oder relative Größe?

A1 „*Nachweis der Strategie des Einschließens*“ zentral
→ relative Radionuklidmengen

Andere Anforderungen verlangen jedoch absolute Radionuklidmengen (insbes. „*Vermeidung einer Konkurrenz zu Dosiskriterien*“)

Derzeitige Empfehlung:

- Relative Größe (entsprechend Vorgabe)
- So wählen, dass unter Hinzunahme geeigneter Annahmen (Inventar, Freisetzungsmodell) eine Umrechnung in absolute Radionuklidmengen möglich ist

Physikalische Bezugsgröße

A1 „*Nachweis der Strategie des Einschließens*“: erfordert Bilanzgröße
→ Radionuklidmengen (z. B. Stoffmenge, Masse, Aktivität), nicht -flüsse

Option 1: **Gesamtaktivität**

- RN-Wichtung anhand Aktivität

Option 2 (derzeit favorisiert): **Gewichtete Aktivität**

- Wichtung anhand radiologischer Schädlichkeit (Dosiskonversionsfaktoren)
- Generisches Expositionsmodell notwendig: z. B. nach AVV zu § 47 StSchV
- Z. B. Dosiskonversionsfaktoren nach Pröhl & Gering 2002

Empfohlene Indikatoren

Indikator 1

*1 minus Verhältnis der **aktuellen** gewichteten Aktivität außerhalb des Bilanzraumes zur **inital** eingelagerten gewichteten Aktivität.*

- Bemisst kombinierte Wirkung von Einschluss und Zerfall
- Aussage über Effektivität der Entsorgungsstrategie „contain and isolate“

Indikator 2

*1 minus Verhältnis der **aktuellen** gewichteten Aktivität außerhalb des Bilanzraumes zur **aktuellen** gewichteten Aktivität innerhalb des Endlagers.*

- Bemisst aktuelle Verteilung der Radionuklide in Bezug auf den Bilanzraum
- Maß für die Wirksamkeit des Einschlusses (Barrierensystems)
  → bei Kummulation strenger
- Praktisches Problem: Umrechnung zu absoluten Größen nicht ohne Kenntnis des zeitlichen Radionuklidausstroms möglich

Empfohlene Indikatoren

Indikator 3

*1 minus Verhältnis des **zeitlichen Integrals** des gewichteten Aktivitätstroms aus dem Bilanzraum zur **inital** eingelagerten gewichteten Aktivität.*

- Erfasst Zerfallswirkung nur im Endlager
- Leichter zu berechnen
- Zu keinem Zeitpunkt reale Aktivitäten/Dosen
  → kein Bezug zur radiologischen Wirkung
- Nicht zu empfehlen

Radionuklidspezifsche Kriterien? Der finnische Ansatz

GUIDE YVL D.5

- Nuklidspezifische „Release Constraint Limits“ (RCL) für die jährliche Freisetzung in die Biosphäre (GBq/a)
- Unschädlichkeit wird durch ein kummulatives Dosiskriterium nachgewiesen (0,1 mSv für die am meisten betroffene Personengruppe):

  Σ Aktivitätsraten/RCL < 1
  ➔ Summe der Einzeldosen < 0,1 mSv (normiert)

- Expositionsmodelle standortspezifisch wg. standortspezifischer FEP und Standortannahmen
- In der Diskussion, ob aus der Leitlinie zu entfernen, da standortspezifisch

Fazit

- Kummulatives Kriterium
- Dosisbezug trotz aktivitätsbezogener RCL (nicht Zielsetzung hier)

Radionuklidspezifische Kriterien?

Bedarf besteht

Anforderung *„Vermeidung unerwarteter Risiken“* verlangt am deutlichsten nach radionuklidspezifischen Einschlusskriterien: **Für jedes Radionuklid muss angenommen werden, dass unerwartete Risiken bestehen.**

➔ ***Keine Begründung für Beschränkung auf Leitnuklide***
(Leitnuklide ohnehin teilweise systemspezifisch)

Problem, wenn Einschlusskriterium auf jedes RN angewendet wird

- Bewertung des Einschlusses verlagert sich auf mobile Radionuklide
- Einhaltung des Einschlusskritierums wird schwieriger
- Ziel, unerwartete Risiken zu vermeiden, erscheint zu vage, um eine solche Strenge zu rechtfertigen

Derzeitige Empfehlung:

Beschränkung auf kummulatives Einschlusskriterium

Quantifizierung des Kriteriums: Abschätzung Bandbreite für Mindesteinschluss

Kriterium:

Indikator >= Mindesteinschluss

A1: Mindesteinschluss >> 50%

A3: Mindesteinschluss < ?

Es ist wichtig zu klären, ob ein Mindesteinschluss von 99% oder 99,9% hinsichtlich Anforderung „*Keine Konkurrenz zu Dosiskriterien*“ zu streng ist

→ Ableitung des Mindesteinschlusses aus Dosisgrenzwert für unerwartete Szenarien

Quantifizierung des Einschlusskriteriums

Ableitung benötigt generisches Transport- und Expositionsmodell

- Modelle sollen Dosis gegenüber endlagerspezifischem PA-Modell unterschätzen (dann ist das Einschlusskriterium in den PA-Rechnungen toleranter als das Dosiskriterium)

Aktuell

Nichtkonservatives, generisches Freisetzungsmodell

- konstante Aktivitätsflüsse über Nachweiszeitraum oder bestimmte Anzahl an Halbwertszeiten

Expositionsmodell

- Nichtkonservatives Modell schwierig zu finden
- Expositionsmodell AVV → Mögliche Aussage:
  „Einschlusskriterium in Bezug auf Dosis nicht strenger als ‚vereinfachter Nachweis'"

Derzeitiges Fazit

- Dosis- & Einschlusskriterium: **Klare Trennung der Zielsetzungen** sinnvoll

- Dies **vereinfacht die Festlegung des Einschlussindikators/-kriteriums**:
  - Sehr hoher Mindesteinschluss nicht unbedingt erforderlich (und auch nicht erwünscht wg. Konkurrenz zum Dosiskriterium)
  - Kumulatives Kriterium genügt
  - Aber Erläuterung der Zielsetzung des Einschlusskriteriums notwendig

- Indikator kann begründet festgelegt werden:
  - Aussage über Effizienz des Einschlusses oder über Effizienz der Entsorgungsstrategie?
  - Schädigungsbezogene Wichtung für kumulatives Kriterium empfehlenswert (generisches Expositionsmodell)

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 6. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 09.11.2017

Sitzungsort: Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums, Raum 2.130, Stresemannstraße 128 – 130, 10117 Berlin

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB

Teilnehmer: 8 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer stellt sich Frau Dr. Anita Breyer als neue Leiterin des Referates RS III 2 „Grundsatzangelegenheiten der nuklearen Entsorgung, Standortauswahl Endlagerung" den Sitzungsteilnehmern vor. Beginnend mit dieser Sitzung wird auch das BfE zukünftig in der Expertengruppe vertreten sein. Danach wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt.

Schwerpunkt dieser Sitzung der Expertengruppe war die Durchsicht des Entwurfes „Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle" und die Fixierung des Zwischenergebnisses als Basis für die nächste Sitzung des FAVE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG. Der Fokus der Expertengruppensitzungen im ersten Quartal 2018 wird auf der Erarbeitung des Entwurfes der Verordnung über vorläufige Sicherheitsuntersuchungen liegen.

Es wurde in der Diskussion ausgeführt, dass in den beiden zu erstellenden Verordnungen eine gegenseitige Bezugnahme für erforderlich erachtet wird. Hierzu sind entsprechende Verweise zwischen den beiden Verordnungen erforderlich. Darüber hinaus ist in den Verordnungen der jeweilige Anwendungsbereich deutlich herauszustellen.

Top 2: Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Die Diskussionsgrundlage für diesen Top beinhaltete die im Vorfeld der Sitzung zugestellte Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung (siehe Anlage 3).

Im Weiteren wurde die genannte Diskussionsgrundlage bis § 21 besprochen und entsprechende Kommentare sowie Textänderungen direkt mittels Revisionsmarkierung in den Entwurf eingefügt. Die Ergebnisse werden vom BMUB in eine aktualisierte Entwurfsfassung eingepflegt.

Top 3: Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Die nächste Sitzung des FAVE-Arbeitskreises findet am 15.12.2017 in den Räumen des BMUB in Bonn statt. Die Einladungen zu dieser Sitzung werden vom BMUB demnächst versandt. Auf der Sitzung soll der auf der Grundlage der heutigen Sitzung überarbeitete Entwurf (siehe Top 2) mit den Vertretern der Länder diskutiert werden.

Top 4: Sitzungstermine der Expertengruppe im 1. Halbjahr 2018

Für die Expertengruppensitzungen wurden für das 1. Halbjahr 2018 die folgenden Termine vereinbart:

- 17.01.2018 (Mi),
- 14.02.2018 (Mi),
- 21.03.2018 (Mi),
- 20.04.2018 (Fr),
- 25.05.2018 (Fr) und
- 26.06.2018 (Di).

Alle Sitzungen finden von 09:30 Uhr bis voraussichtlich gegen 15:00 Uhr in den Räumen des BMUB in Bonn statt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

zur 6. Sitzung der Expertengruppe Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
09.11.2017, 09:30 Uhr – 16:30 Uhr in Raum STR 2.130

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS/ESK	[redacted]
		öko/ESK	
		TUC/ESK	
		GRS	
		BMUB	
		BMUB	
		BMUB	
		B/E	

Anlage 2: Tagesordnung

6. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Donnerstag, 09. November 2017 um 09:30 Uhr
in Raum 2.130
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Stresemannstraße 128 – 130, 10117 Berlin

Bitte beachten Sie den oben hervorgehobenen geänderten Sitzungstermin auf Grund der entfallenen Sitzung der ESK sowie den abweichenden Sitzungsort!

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

1. Arbeitsstand bei der Plausibilitätsrechnung hinsichtlich der vorgeschlagenen Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

2. Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

3. Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

4. Sitzungstermine der Expertengruppe im 1. Halbjahr 2018

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 7. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 14.02.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 3.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 16:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMUB (Frau Breyer)

Teilnehmer: 11 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt.

Das BMUB teilt mit, dass zukünftig [redacted] an den Sitzungen der Expertengruppe teilnimmt und das Referat RS III 2 in der Erarbeitung der vorgesehenen Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG unterstützt.

Der Schwerpunkt dieser Sitzung der Expertengruppe war auf den Stand der Arbeiten und die Diskussion zu potenziellen Indikatoren zur Beurteilung der Geringfügigkeit einer möglichen Freisetzung aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren eines Endlagers ausgerichtet. Daneben war die Diskussion möglicher wesentlicher Aspekte, die im Entwurf noch nicht bzw. noch nicht ausreichend behandelt wurden, ein weiterer Schwerpunkt der Sitzung.

Top 1: Arbeitsstand bei der Plausibilitätsrechnung hinsichtlich der vorgeschlagenen Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

Die GRS stellt den Arbeitsstand bei der Plausibilitätsrechnung hinsichtlich der vorgeschlagenen Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle vor (siehe Anlage 3).

In der Diskussion wurden insbesondere die folgenden Aspekte thematisiert und Festlegungen getroffen:

- Die Bezeichnung der untersuchten generischen Endlagerstandorte als „günstig", „bedingt günstig" und „weniger günstig" beziehen sich ausschließlich auf die Einstufung der Werte der für die Modellierung relevanten Parameter nach § 24 StandAG.
- Die Annahme einer instantanen Löslichkeit des Gesamtinventars an Radionukliden für die vorliegende Untersuchung wurde zur Vereinfachung der Berechnung getroffen. Für den Bericht sollte deutlich herausgestellt werden, dass mit der genannten Annahme eine extreme Überschätzung des Radionuklidaustrages verbunden ist.

- Relevanz des zu Grunde gelegten Anfangszeitpunktes (z. B. Verschluss des Endlagers) für die Berechnung der Indikatoren. Daher müssen hier auch noch entsprechende Festlegungen getroffen werden.
- Berücksichtigung dosisbestimmender Nuklide und ihrer Eigenschaften.
- Für den Vergleich von Standorten scheint der Indikator E4 potenziell geeignet.
- Bestimmung eines Grenzwertes für den Indikator E4.
- Erläuterung des Begriffes „geringfügig" im Verordnungsentwurf. Hierzu sollen Begriffsdefinitionen zu „geringfügig" aus anderen Fachgebieten z. B. Wasserrecht recherchiert werden.
- Berücksichtigung von nicht radioaktiven Stoffen des initialen Inventars in den möglichen Indikatoren. Diese Fragestellung wird gesondert für beide geforderten Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG im Rahmen der Expertengruppe behandelt.
- Die GRS soll zusätzliche Rechnungen durchführen, die auf die Berücksichtigung von weiteren unterschiedlichen Startzeitpunkten (t_0) für die Rechnungen ausgerichtet sind. Für die weiteren Startzeitpunkte sind die im Kommissionsbericht genannten Zeitpunkte heranzuziehen.
- Die GRS soll mit den Ergebnissen der Transportrechnungen einen weiteren Indikator E5 darstellen, der dem Indikator E4 entspricht, jedoch den jährlichen Zeitbezug wiedergibt.

Top 2: Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Unter diesem Top wurden u. a. Aspekte diskutiert, die auf den folgenden Sitzungen besprochen werden sollen. Hierzu gehören Inhalte, die bisher noch nicht oder nicht ausreichend thematisiert wurden sowie kommentierte Inhalte der Entwurfsfassung aus der Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen. Die folgende Liste gibt einen Überblick über die zu besprechenden Aspekte:

- § 3 Ableitung der für die Langzeitsicherheit relevanten Entwicklungen
- § 5 Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
- § 6 Einschluss im Wesentlichen durch technische und geotechnische Barrieren.
- § 7 Dosiswerte für den Nachweiszeitraum
- 5. Abschnitt: Entsorgung von sonstigen radioaktiven Abfällen am selben Standort (noch nicht behandelt, hierzu gehören z. B. auch Wechselwirkungen zwischen Abfallarten)

- 6. Abschnitt: Rückholbarkeit und Ermöglichung einer Bergung (noch nicht behandelt)
- § 21 Sicherheitsmanagement (noch nicht behandelt)
- § 22 Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung (noch nicht behandelt)
- § 23 Kompetenz- und Wissenserhalt (noch nicht behandelt)

Zu dem Punkt Ableitung der für die Langzeitsicherheit relevanten Entwicklungen wurde vereinbart, dass die GRS bis zur nächsten Expertengruppensitzung hierzu eine Darstellung ausarbeitet, um somit eine Übersicht von zu behandelnden Entwicklungen für die gemeinsame Diskussion zu schaffen.

In Bezug auf den Aspekt Dosiswerte für den Nachweiszeitraum hat die GRS verschiedene Optionen zur Festlegung von Dosisgrenzwerten im Zusammenhang mit erwartenden und davon abweichenden Entwicklungen als Diskussionsgrundlage betrachtet. Diese sind von der Expertengruppe bislang noch nicht diskutiert worden.

Mögliche Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Abfallarten sind bei der Entwicklung von Regelungen zur Entsorgung sonstiger radioaktiver Abfälle am selben Standort zu berücksichtigen.

Als eine mögliche Informationsgrundlage für die Erarbeitung der Verordnung zu den Sicherheitsuntersuchungen wurde die Dissertation „Erkundung und Sicherheitsbewertung von Salzformationen im Standortauswahlverfahren" genannt. Die Referenz wird den Teilnehmern zur Verfügung gestellt.

Top 3: Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Das BMUB stellt auf der nächsten Expertengruppensitzung die aktuelle zeitliche Planung für die Ausarbeitung der vorgesehenen Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG vor.

Der zweite inhaltliche Aspekt zu Top 3, der sich auf die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG bezieht, wurde nicht behandelt.

Top 4: Sitzungstermine der Expertengruppe im 1. Halbjahr 2018

Die nächsten Expertengruppensitzungen finden wie vereinbart am 21. März 2018 und 20. April 2018 statt. Für die weiteren geplanten Termine wurden folgende Änderungen vereinbart:

- Expertengruppensitzung 17.05.2018 (anstatt 25.05.2018)
- Expertengruppensitzung 06.06.2018 (anstatt 26.06.2018)

Alle Sitzungen finden von 09:30 Uhr bis voraussichtlich gegen 15:00 Uhr in den Räumen des BMUB in Bonn statt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

zur 8. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
14.02.2018 im BMUB, Raum RSP 3.206 ab 09:30 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		BMUB - RS III 2	[redacted]
		B/E - FA2	
		BMUB RS III 2	
		"	
		GRS	
		Öko	
		TUC	
		GRS	
		GRS	

Ab 13.00 Uhr nahmen zusätzlich
- [redacted] und
-
vom BMUB an der Sitzung teil.

Anlage 2: Tagesordnung

7. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
am Mittwoch, den 14. Februar 2018 um 09:30 Uhr
im Raum 3.206
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schumann Platz 3, 53175 Bonn

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

1. Arbeitsstand bei der Plausibilitätsrechnung hinsichtlich der vorgeschlagenen Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

2. Aktuelle Entwurfsfassung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

3. Weiteres Vorgehen und Ausblick auf die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

4. Sitzungstermine der Expertengruppe im 1. Halbjahr 2018

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Transportrechnungen für generische Tonsteinstandorte zur Bestimmung von Orientierungswerten für ein Einschlusskriterium

- Entwicklung von drei Modellen orientiert an generischen Tonsteinstandorten aus VerSi / AnSichT und der Parameterbandbreite der Abwägungskriterien im StandAG
  - **Günstiger** Standort nach StandAG
    - Ein Standort mit günstigen bewertungsrelevanten Eigenschaften
  - **Bedingt günstiger** Standort nach StandAG
    - Ein „realistischer“ Standort, Annahmen ähnlich zu VerSi / AnSicht
  - **Weniger günstiger** Standort nach StandAG
    - Ein noch grundsätzlich möglicher Standort im Standortauswahlverfahren
- Verwendung zweier unabhängiger Codes (QS-Maßnahme)
  - MARNIE
  - TOUGH2-GRS

Modellannahmen

- Wesentliche, variierte Parameter der Rechenfälle „Günstig“, „Bedingt günstig“ und „Weniger günstig“:
  - **Barrierenmächtigkeit** (= halbe ewG-Mächtigkeit, d.h. Mächtigkeit des ewG oberhalb des Endlagers)
  - Effektiver **Diffusionskoeffizient**
  - **Abstandsgeschwindigkeit** des Grundwassers im ewG

- Wesentliche Grundannahmen aller Rechenfälle
  - **Instantane Mobilisierung des gesamten Inventars**
  - Sorptionskoeffizienten aus AnSichT (nur Be-10 und Rb-87 fehlen)
  - Porosität 0,07 für Strömung und Transport

- Vorläufige Annahmen:
  - Fehlende Sorptionswerte für Rb-87 und Be-10: vorläufig als immobil angenommen
  - Zur Zeit keine Dosiskonversionsfaktoren für Ag-108m, Am-242m, Be-10, Ho-166m, Mo-93: Annahme DCF = 0 (d.h. vernachlässigt bei Indikator E4)

Variierte Parameter

Rot: Werte der Rechenfälle

- Barrierenmächtigkeit des ewG (Anlage 2 zu § 24 Absatz 3)

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums	Bewertungsgröße beziehungsweise Indikator des Kriteriums	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig
Barrierewirksamkeit	Barrierenmächtigkeit [m]	> 150 150 m	100 – 150 100 m	50 – 100 50 m
	Grad der Umschließung des Einlagerungsbereichs durch einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich	vollständig	unvollständig, kleinere Fehlstellen in unkritischer Position	unvollständig; größere Fehlstellen, in kritischer Position

- Abstands- und Diffusionsgeschwindigkeit (Anlage 1 zu § 24 Absatz 3)

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums	Bewertungsgröße beziehungsweise Indikator des Kriteriums	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig
Grundwasserströmung	Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers [mm/a]	< 0,1 0,01 mm/a	0,1 – 1 0,1 mm/a	> 1 1 mm/a
Grundwasserangebot	Charakteristische Gebirgsdurchlässigkeit des Gesteinstyps [m/s]	$< 10^{-12}$	$10^{-12} – 10^{-10}$	$> 10^{-10*}$
Diffusionsgeschwindigkeit	Charakteristischer effektiver Diffusionskoeffizient des Gesteinstyps für tritiiertes Wasser (HTO) bei 25 °C [m²/s]	$< 10^{-11}$ 1E-11 m²/s	$10^{-11} – 10^{-10}$ 5,6E-11 m²/s	$> 10^{-10}$ 1E-10 m²/s

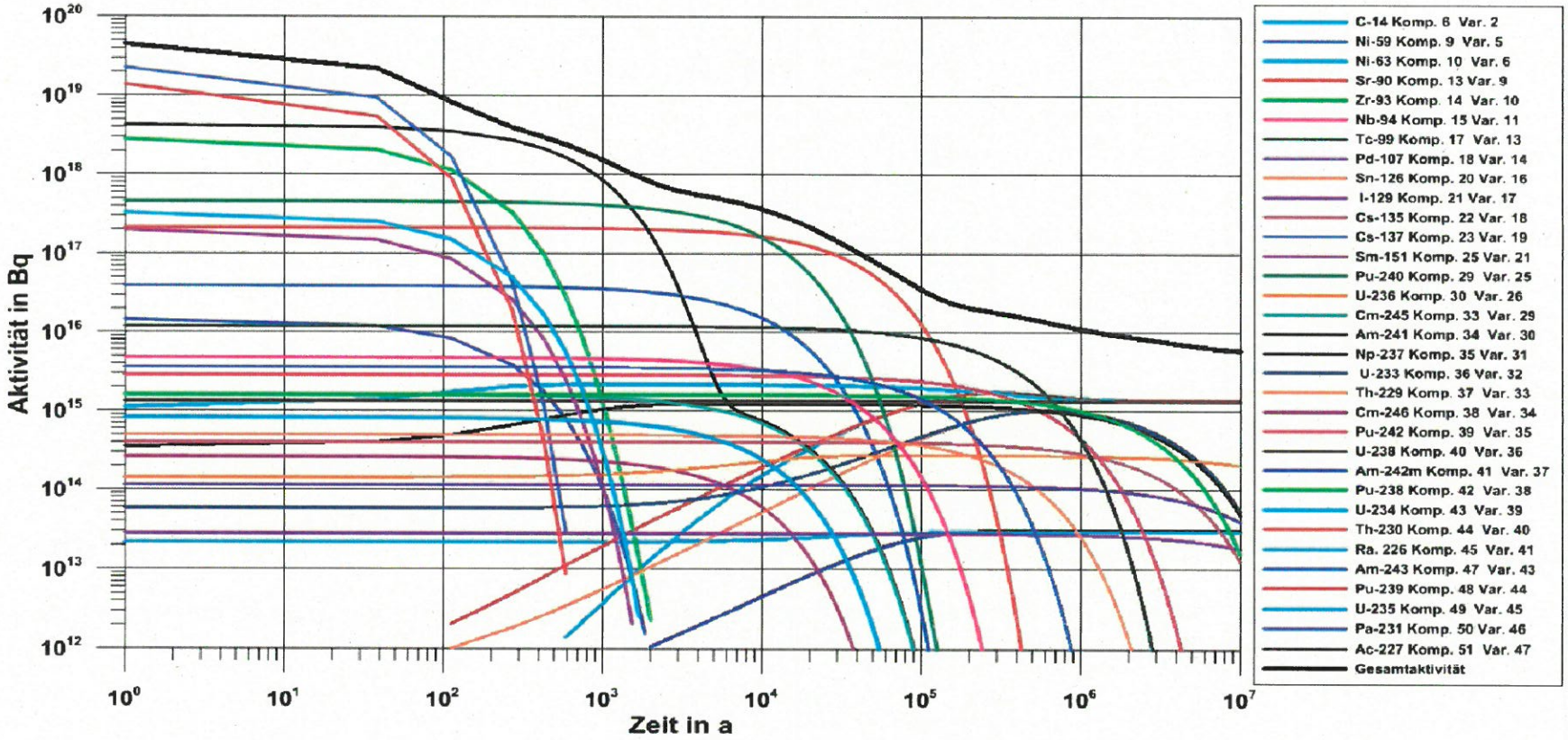
Sorption

- Sorptionskoeffizienten aus AnSichT
  - Spezifische Werte für sehr viele Nuklide / Elemente (Hauptszenario)
  - Ggfls. Anpassung an Abwägungskriterium in Anl. 9 zu § 25 Absatz 5 StandAG in Variationsrechnungen

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums	Bewertungsgröße beziehungsweise Indikator des Kriteriums	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig
Sorptionsfähigkeit der Gesteine des einschluss-wirksamen Gebirgs-bereichs	K_d-Wert für folgende langzeitrelevante Radionuklide ≥ 0,001 m^3/kg	Uran, Protactinium, Thorium, Plutonium, Neptunium, Zirkonium, Technetium, Palladium, Jod, Cäsium, Chlor	Uran, Plutonium, Neptunium, Zirkonium, Technetium, Cäsium	–

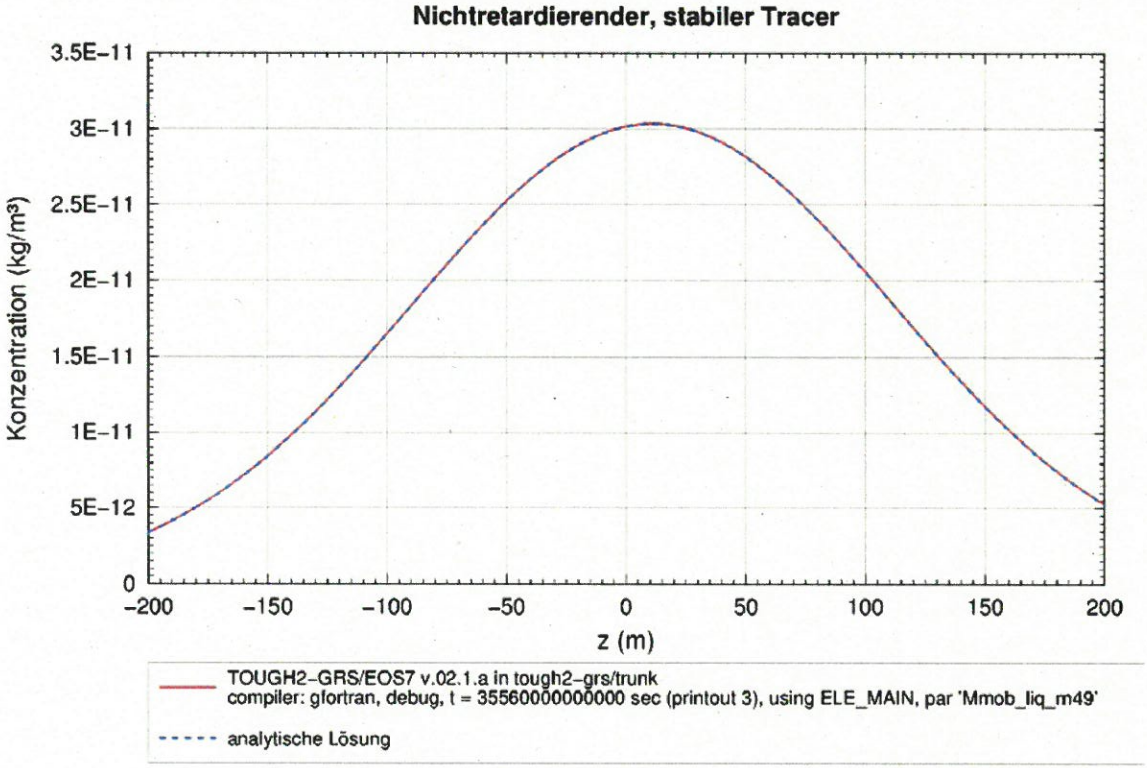
Aktivitätsentwicklung im Endlager (radioaktiver Zerfall)

- Basis: Aktivitätsinventar der VSG (Basis Ausstieg aus der Kernenergienutzung) für wärmeentwickelnde Abfälle
- Nuklidspezifische Berechnung des radioaktiven Zerfalls mit MARNIE



- Ergebnis: Im Nachweiszeitraum von 1 MA sinkt die Aktivität durch den Zerfall (ohne Transport) von 10^{19} Bq auf 10^{16} Bq (**Abnahme um ca. drei Größenordnungen**)

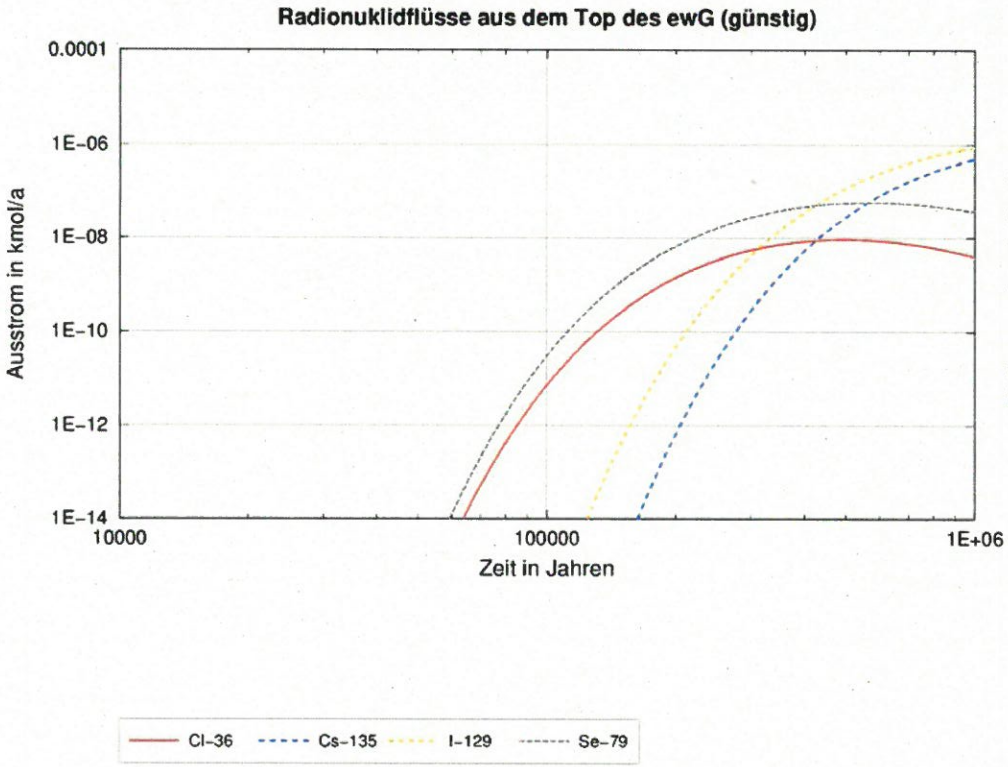
Allgemeines zur Diffusion

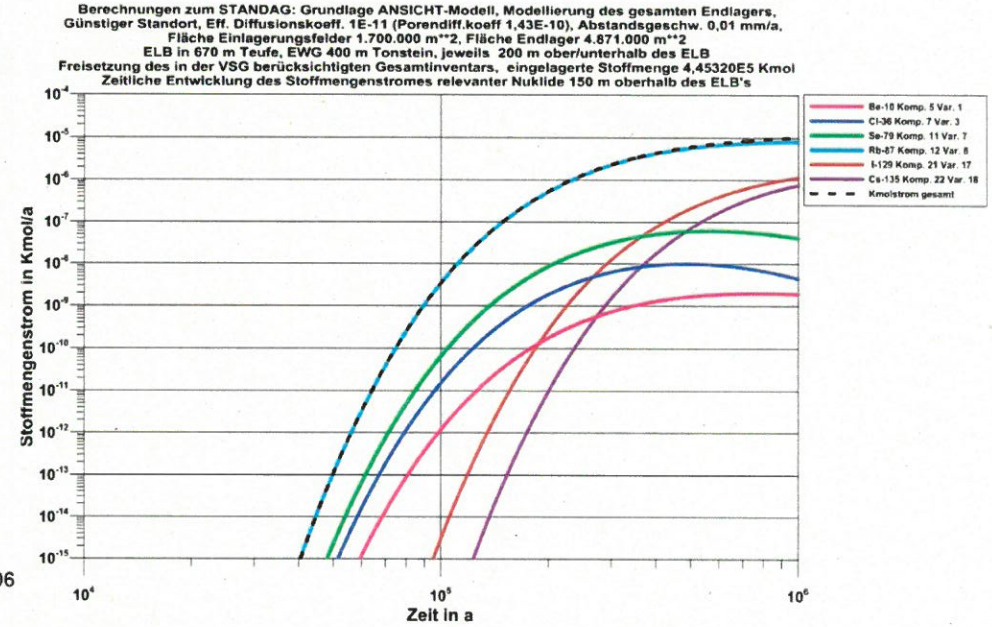


Prüfung der TOUGH2-Berechnung anhand analytischer Lösung

- Effektive Diffusivitäten definiert durch 1. Fick´sches Gesetz $J = - Deff * grad\ C$
  → Lokale diffusive Flüsse abhängig von Deff
- Varianz $\sigma^2 = 2\ t\ Deff/\phi$
  → Effektive Diffusivität *Deff* **und** Porosität ϕ bestimmen Durchbruchzeiten
  (Schnellere Ausbreitung bei kleiner Porosität)

Hochmobile Radionuklide (Fall „günstig“)

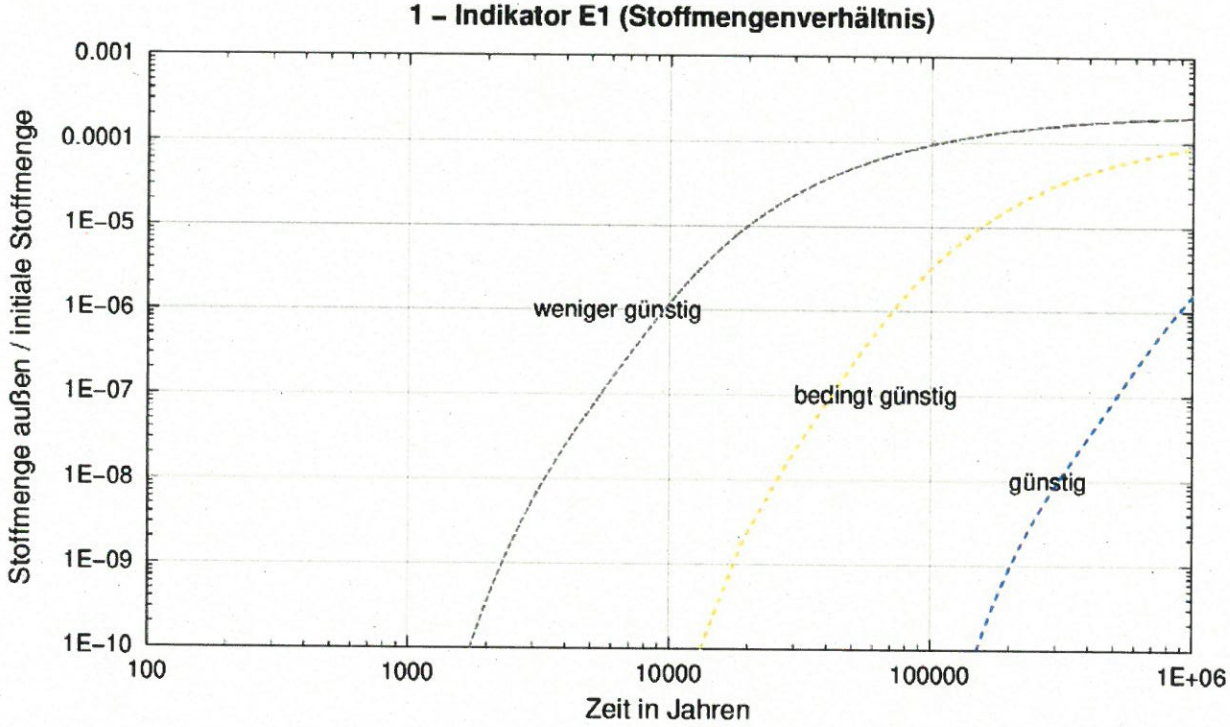




Vergleichsrechnung mit MARNIE (Be-10 und Rb-87 hier mobil)

- **Cl-36, Cs-135, I-129, Se-79**
  - Geringe Sorption, mobil, hohe Halbwertszeiten
  - Gleicher Befund in VerSi und AnSichT

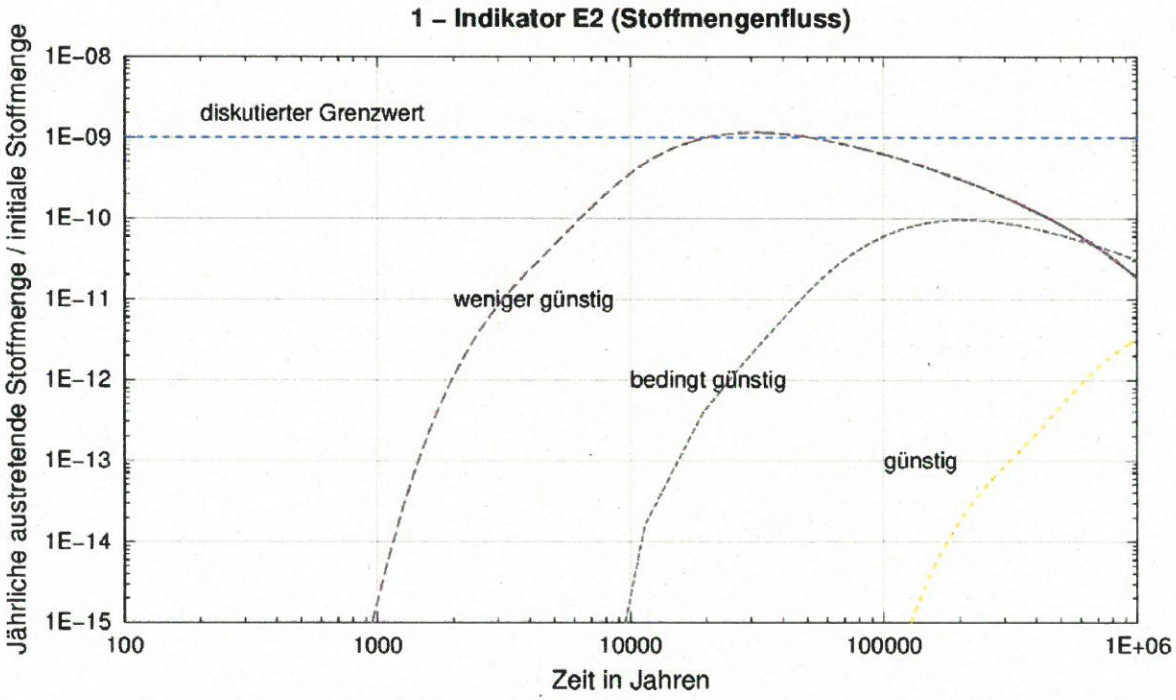
Ergebnisse: Ausgetretene pro initiale Stoffmenge (TOUGH2)



E1: *Eins abzüglich des Verhältnisses zwischen der bis zum Zeitpunkt t ausgetretenen Stoffmenge zur initial eingelagerten Stoffmenge*

$$E_1(t) := 1 - \frac{\sum_j n_j^{\text{außen}}(t)}{\sum_i n_i^{\text{innen}}(t=0)} \approx 1 - \frac{\sum_i \int_0^t \dot{n}_i(\tau)\, d\tau}{\sum_i n_i^{\text{innen}}(t=0)}$$

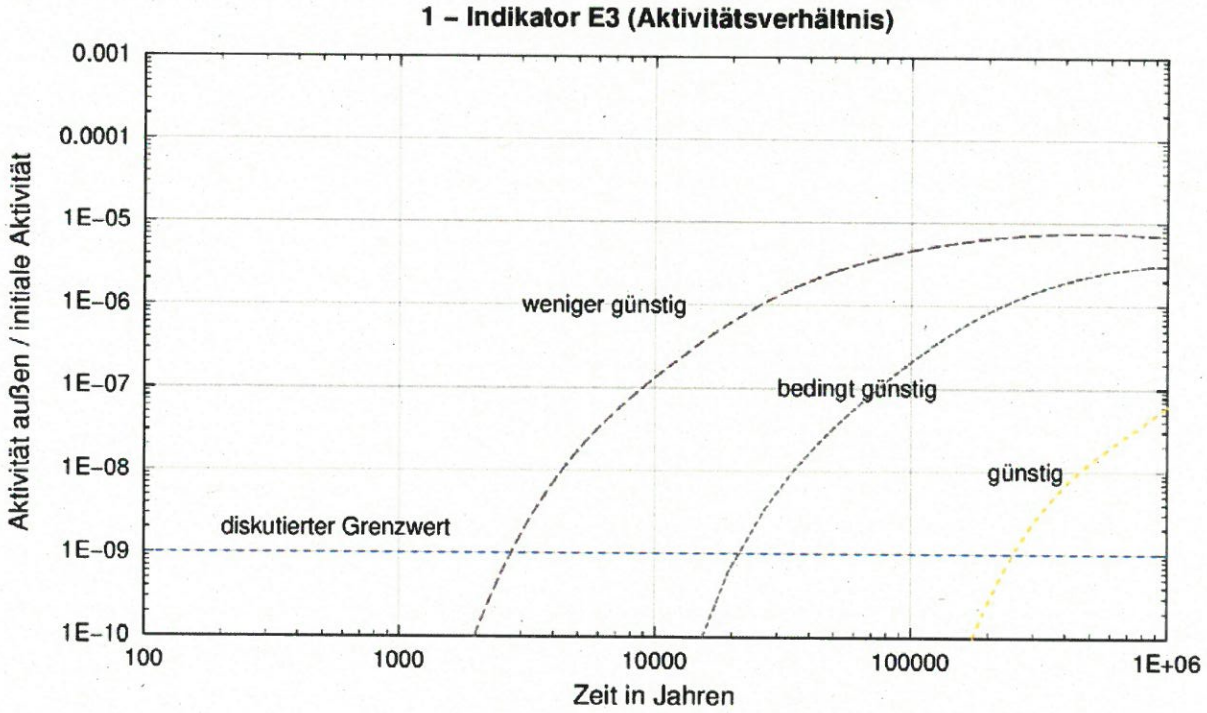
Ergebnisse: Jährlich austretende pro initiale Stoffmenge



E2: *Eins abzüglich des Verhältnisses zwischen der in einem Referenzzeitraum* t_{ref} *austretenden Stoffmenge zur initial eingelagerten Stoffmenge*

$$E_2(t) := 1 - \frac{\sum_i \int_t^{t+t_{\mathrm{ref}}} \dot{n}_i(\tau)\, d\tau}{\sum_i n_i^{\mathrm{innen}}(t=0)}$$

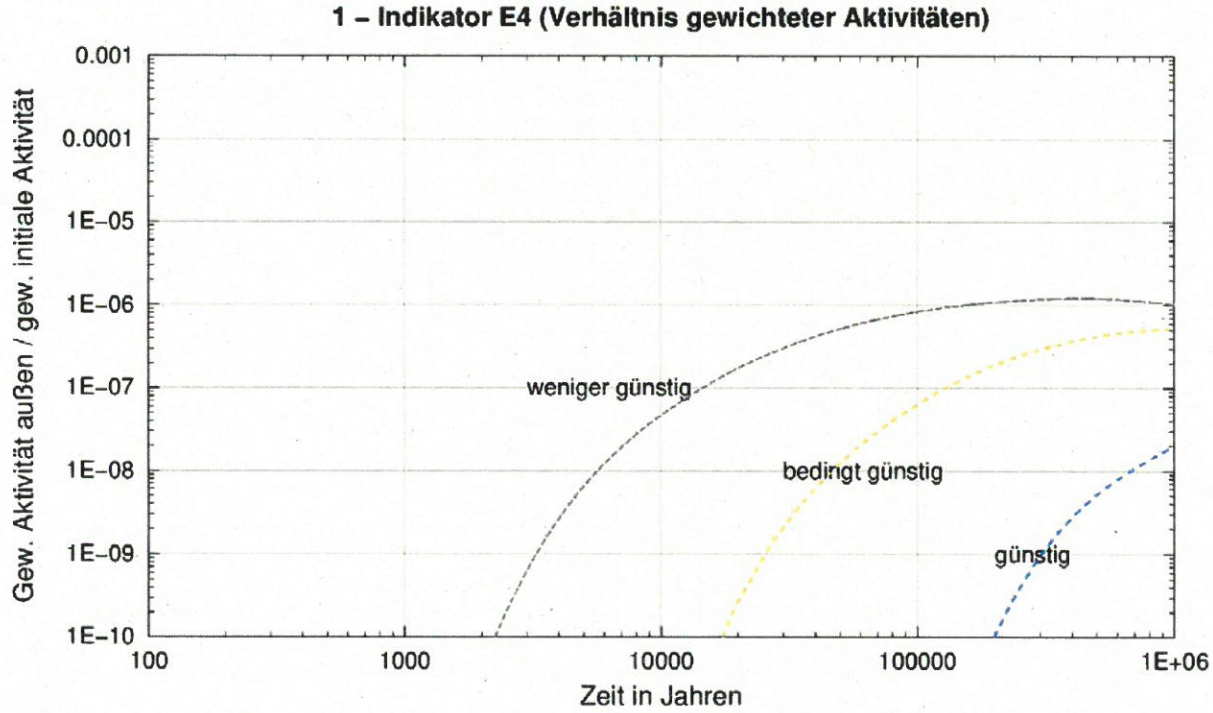
Ergebnisse: Aktivität außerhalb Bilanzraum pro initiale Aktivität



E3: *Eins abzüglich des Verhältnisses zwischen der Aktivität außerhalb des Endlagers zum Zeitpunkt t zur initial eingelagerten Aktivität*

$$E_3(t) := 1 - \frac{\sum_i a_i^{\text{außen}}(t)}{\sum_i a_i^{\text{innen}}(t=0)}$$

Ergebnisse: Gewichtete Aktivität außerhalb Bilanzraum pro gewichteter initialer Aktivität



E4: *Eins abzüglich des Verhältnisses zwischen der Summe der* mit den *Dosiskonversionsfaktoren gewichteten Aktivitäten außerhalb des Endlagers zum Zeitpunkt t zur Summe der mit den Dosiskonversionsfaktoren gewichteten Aktivitäten der eingelagerten Radionuklide.*

$$E_4(t) := 1 - \frac{\sum_i D_i a_i^{\text{außen}}(t)}{\sum_i D_i a_i^{\text{innen}}(t=0)}$$

Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse

- Die Aktivität des einzulagernden Inventars nimmt allein durch den radioaktiven Zerfall (ohne Transport) über den Nachweiszeitraum um drei Größenordnungen ab

- In signifikanten Mengen austretende Radionuklide: Cl-36, Cs-135, I-129, Se-79

- Unterschied zwischen weniger und bedingt günstigen Fällen:
  - Indikatoren E1, E3 und E4: Maximalwerte besitzen gleiche Größenordnung
  - Indikator E2: Maximalwert unterscheidet sich um 1 Größenordnung

- Ungefähre Maximalwerte des weniger günstigen Falls:
  - 1 – Indikator E1max = **2E-4** (ausgetretene pro initialer Stoffmenge)
  - 1 – Indikator E2max = **2E-9** (jährlich austretende pro initialer Stoffmenge)
  - 1 – Indikator E3max = **1E-5** (Aktivität außerhalb Bilanzraum pro initialer Aktivität)
  - 1 – Indikator E4max = **2E-6** (gewichtete Aktivität außerhalb Bilanzraum pro gew. initialer Aktivität)

Vergleich mit analytischer Abschätzung aus VerSi

- **VerSi**
  Analytische Lösung für Diffusion der mobilen Radionuklide
  (100 m Barrierenmächtigkeit):
  - Anteil der ausgetretenen Aktivität an initialer Aktivität: **3,3E-11** nach 1 Ma
    (entspricht Indikator 1 – E3)

- **Nachrechnung in diesem Vorhaben**:
  Günstiger Fall, jedoch mit 100 m Barrierenmächtigkeit:
  - 1 – E3 = **4E-7** nach 1 Ma **(Unterschied von 4 Größenordnungen!)**

Grund

- VerSi-Porendiffusionskoeffizienten zwischen 1E-10 m²/s und 1E-12 m²/s
- Entspräche in den hier betrachteten Modellen (Porosität von 0,07)
  effektiven Diffusionskoeffizienten zwischen 7E-12 m²/s und 7E-14 m²/s
  → also ca. 1 Größenordnung kleiner als in den hier durchgeführten Rechnungen
- Nachrechnung mit Deff = 7E-13 m²/s (100 m Barrierenmächtigkeit, ansonsten günstiger Fall) bestätigt: 1 – E3 = 1E-11 (ähnlich VerSi-Ergebnis)

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung

Bezug: 8. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 21.03.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 0.740, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 16:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU (Frau Breyer)

Teilnehmer: 10 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt. Für den zeitlichen Verlauf der Besprechung wurde der Vormittag für den ersten Tagesordnungspunkt hinsichtlich der Thematik „vorläufige Sicherheitsuntersuchungen" und der Nachmittag für die übrigen im Folgenden beschriebenen Tagesordnungspunkte bezogen auf die Sicherheitsanforderungen eingeplant.

Die Schwerpunkte dieser Sitzung der Expertengruppe waren auf die Diskussion zur Struktur der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, die Arbeiten zu den erweiterten Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss und auf die zu behandelnden Entwicklungen eines Endlagers im Langzeitsicherheitsnachweis ausgerichtet.

Weiterhin wurde darüber informiert, dass das Ministerium mit dem Amtsantritt der neuen Bundesregierung die Bezeichnung Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) erhalten hat.

Top 1: Inhaltliche Struktur der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

BMU weist darauf hin, dass die Ermächtigung für die zu erarbeitende Verordnung in § 27 StandAG keine explizite Grundlage für die Formulierung von Anforderungen an einen Standortvergleich oder die Entwicklung einer Methodik für einen Vergleich liefern und die zu erarbeitende Verordnung dementsprechend diesen Bereich nicht umfassen werde. Hierzu besteht in der Expertengruppe Einvernehmen.

Anschließend geht BMU auf die inhaltliche Struktur der Verordnung über die Anforderungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren ein.

Als Diskussionsgrundlage wurden auf § 27 Absatz 1 bis 5 StandAG, die relevanten Schritte im Standortauswahlverfahren und die notwendigen Voraussetzungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen eingegangen.

In der weiteren Darstellung wurden die folgenden Schwerpunkte im Zusammenhang mit der inhaltlichen Struktur der Verordnung thematisiert:

1. Sicherheits-/ Nachweiskonzept
2. Endlagerkonzept
3. Identifizierung und Bewertung von Einwirkungen auf die Integrität
4. Bewertung der Freisetzungen
5. Ungewissheiten und Sicherheitsreserven
6. FuE und Optimierung

Aus der Diskussion ergab sich eine Reihe von Aspekten, die für die weitere Bearbeitung wesentlich sind. Zu nennen sind hier insbesondere:

- Zielsetzungen der Sicherheitsuntersuchungen
- vorläufige Sicherheitsuntersuchungen als eine Grundlage für den Vergleich von Standorten
- Detaillierungsgrad der Sicherheitsuntersuchung gestaffelt nach den Phasen, insbesondere in Phase 1
- Teilgebiete und Standortregionen (was kennzeichnet ein Teilgebiet/ eine Standortregion aus, welche Größenordnung bzw. Flächen sind mit Teilgebieten/ Standortregionen verbunden)
- Einbeziehung und Bedeutung von Abwägungskriterien
- Umgang mit § 27 Absatz 5 StandAG, der die zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle thematisiert

Weiterhin wurde festgehalten, dass eine Ausarbeitung bezogen auf den o. g. Punkt „Teilgebiete und Standortortregionen" mit grafischer Übersicht des Standortauswahlverfahrens mit Schwerpunkt auf Phase 1 für die weitere Diskussion hilfreich sein kann. Die GRS wird für die nächste Sitzung eine entsprechende Darstellung auf der Grundlage des StandAG erarbeiten. Hierbei sollen die Ausarbeitungen der AG3 (Gesellschaftliche und technisch-wissenschaftliche Entscheidungskriterien sowie Kriterien für Fehlerkorrekturen) der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe zu den Teilgebieten berücksichtigt werden.

Die nächste Expertengruppensitzung, die am 20.04.2018 (Beginn 09:30 Uhr) beim BMU in Bonn stattfindet, wird ausschließlich auf das Thema „Verordnung über die

Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren“ ausgerichtet sein.

Top 2: Vertiefung der Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

Die GRS stellt die Arbeiten zu den erweiterten Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss vor (siehe Anlage 3a). In den Ausführungen wurde erläutert, dass der Zeitpunkt für den Beginn der Nachverschlussphase bezogen auf die betrachteten Stoffmengenindikatoren (E1 und E2) keinen Einfluss hat. Allerdings ist für die weiteren betrachteten Indikatoren (E3, E4 und E5) mit einem Bezug zur Aktivität ein entsprechender Einfluss gegeben.

Es wurden verschiedene Optionen diskutiert, inwieweit der zeitliche Einfluss für einen aktivitätsbezogenen Indikator entsprechend berücksichtigt werden könnte. Das BMU wird hierzu einen Textvorschlag für einen aktivitätsbezogenen Indikator vorlegen.

Weiterhin wurde für den stoffmengenbezogenen Indikator die zu Grunde gelegte physikalische Größe thematisiert. Es wurde angemerkt, dass im Ausschuss Endlagerung radioaktiver Abfälle (EL) der ESK dieser Aspekt diskutiert wurde. Im Ergebnis sieht der EL Vorteile darin, den Indikator eher auf die Masse anstatt auf die Stoffmenge der radioaktiven Abfälle zu beziehen. Als Grund hierfür wurden mögliche komplexe Verbindungen und chemische Umwandlungen von Verbindungen genannt, die die exakte Bestimmung der Stoffmenge erschweren.

In den Ausarbeitungen der GRS inkl. der Bestimmung von möglichen Richtwerten wurde der Bezug zur Stoffmenge gewählt. Die Auswirkung der Änderung der physikalischen Bezugseinheit auf die Masse wurde noch nicht abschließend diskutiert und bedarf ggf. einer Anpassung der Indikatorwerte. In der Diskussion wurde lediglich angemerkt, dass mit dem Zerfall von Nukliden ein Massendefekt verbunden ist, der sich jedoch vermutlich nicht merklich auswirkt. Der Einfluss der geänderten Bezugsgröße auf die Richtwerte wurde nicht diskutiert.

Top 3: Inhaltliche und textliche Abgrenzung zwischen zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems

Im Vorfeld wurden den Teilnehmern vom BMU die folgenden Unterlagen zur Information bzw. Vorbereitung auf die Besprechung zur Verfügung gestellt:

- Arbeitsdokument „Zu betrachtende Entwicklungen eines Endlagers für die Beurteilung der Langzeitsicherheit" (Anlage 3b) und
- Anpassungsvorschlag zu „§ 3 Ableitung der für die Langzeitsicherheit relevanten Entwicklungen" des Verordnungsentwurfs zu den Sicherheitsanforderungen (Anlage 3c).

Zur Einführung in die Diskussion stellt die GRS Auszüge aus dem genannten Arbeitsdokument vor. Anschließend erfolgte die Diskussion des Anpassungsvorschlages (siehe Anlage 3c), der bereits u. a. weitgehend die Empfehlungen aus dem genannten Arbeitsdokument enthält. Dieser Anpassungsvorschlag wurde in der Besprechung gemäß der Diskussion direkt überarbeitet. Die Überarbeitung wurde mittels Revisionsmarkierung kenntlich gemacht. Auf die einzelnen Änderungen bzw. Überarbeitungen wird hier nicht näher eingegangen, sondern vielmehr auf die kommende überarbeitete Fassung verwiesen.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

9. Sitzung der Expertengruppe

Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen

21.03.2018 im BMU – RSP 0.740

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMU	[redacted]
		BfE	
		GRS	
		GRS	
		GRS	
		BMU	
		Öko	
		THC	
		BMU	

per VK

Anlage 2: Tagesordnung

8. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Mittwoch, 21. März 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 0.740
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Bitte beachten Sie den abweichenden Sitzungsraum!

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Inhaltliche Struktur der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

- Vertiefung der Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

- Inhaltliche und textliche Abgrenzung zwischen zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Anlage 3a

Fortführung der Transportrechnungen für generische Tonsteinstandorte zur Bestimmung von Orientierungswerten für ein Einschlusskriterium

- Entwicklung von drei Modellen orientiert an generischen Tonsteinstandorten aus VerSi / AnSichT und
- nach StandAG Anlage 1 (zu § 24 Absatz 3) bewertungsrelevante Eigenschaften „Grundwasserströmung“, „Diffusionsgeschwindigkeit“ und nach Anlage 2 (zu § 24 Absatz 3) Bewertungsgröße „Barrierenmächtigkeit“
  - Modell A (Wertungsgruppe „günstig“)
  - Modell B (Wertungsgruppe „bedingt günstig“)
  - Modell C (Wertungsgruppe „weniger günstig“)

Erweiterte Inhalte

- Modelle A, B, C mit unterschiedlichen Bezugspunkten (*Thomauske 2016, AG3-119*)
  - Szenario 0: Basis VSG
  - Szenario 1: „zeitliche Aussagen nach StandAG als Rahmen“
  - Szenario 2: „Zeitbedarf aufgrund heutiger Erfahrungswerte“
- Neuer Indikator E5 – gewichteter Aktivitätsfluss

E5: *Eins abzüglich des Verhältnisses zwischen der* mit den *Dosiskonversionsfaktoren gewichteten in einem Referenzzeitraum* t_{ref} *austretenden Aktivitäten zur Summe der mit den Dosiskonversionsfaktoren gewichteten Aktivitäten der eingelagerten Radionuklide.*

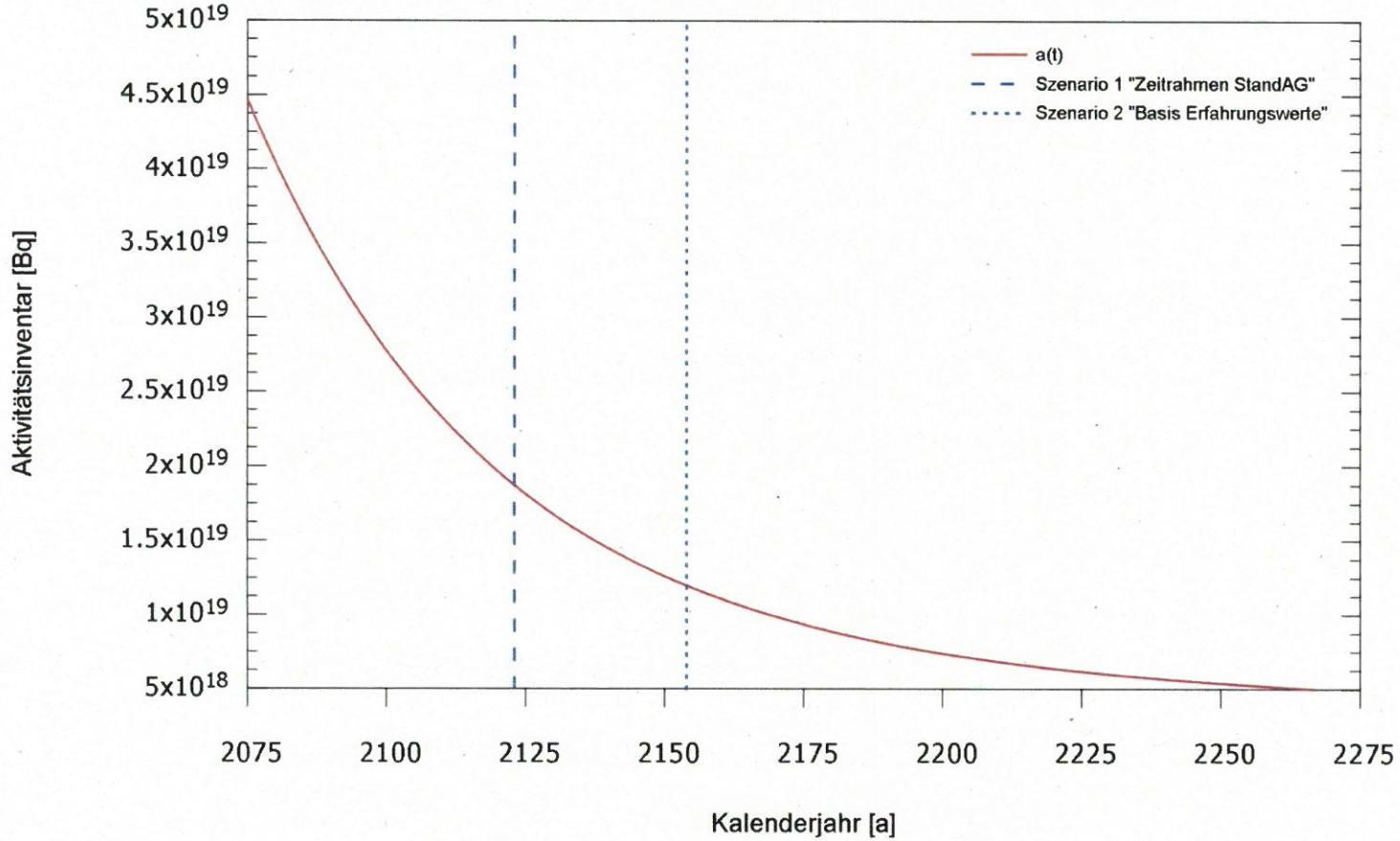
$$E_2(t) := 1 - \frac{\sum_i \int_t^{t+t_{\text{ref}}} D_i \dot{a}_i(\tau)\, d\tau}{\sum_i D_i a_i^{\text{innen}}(t=0)}$$

- Anpassung Kd-Wert Cs/Rb: 0,5 m³/kg anstatt 0,00005 m³/kg
  - Redaktioneller Fehler im zitierten AnSichT-Bericht
  - Austrag geringfügig kleiner (Vergleich Ergebnisse Stand 14.02.18)

Rechenfälle zur Variation des Bezugszeitpunktes

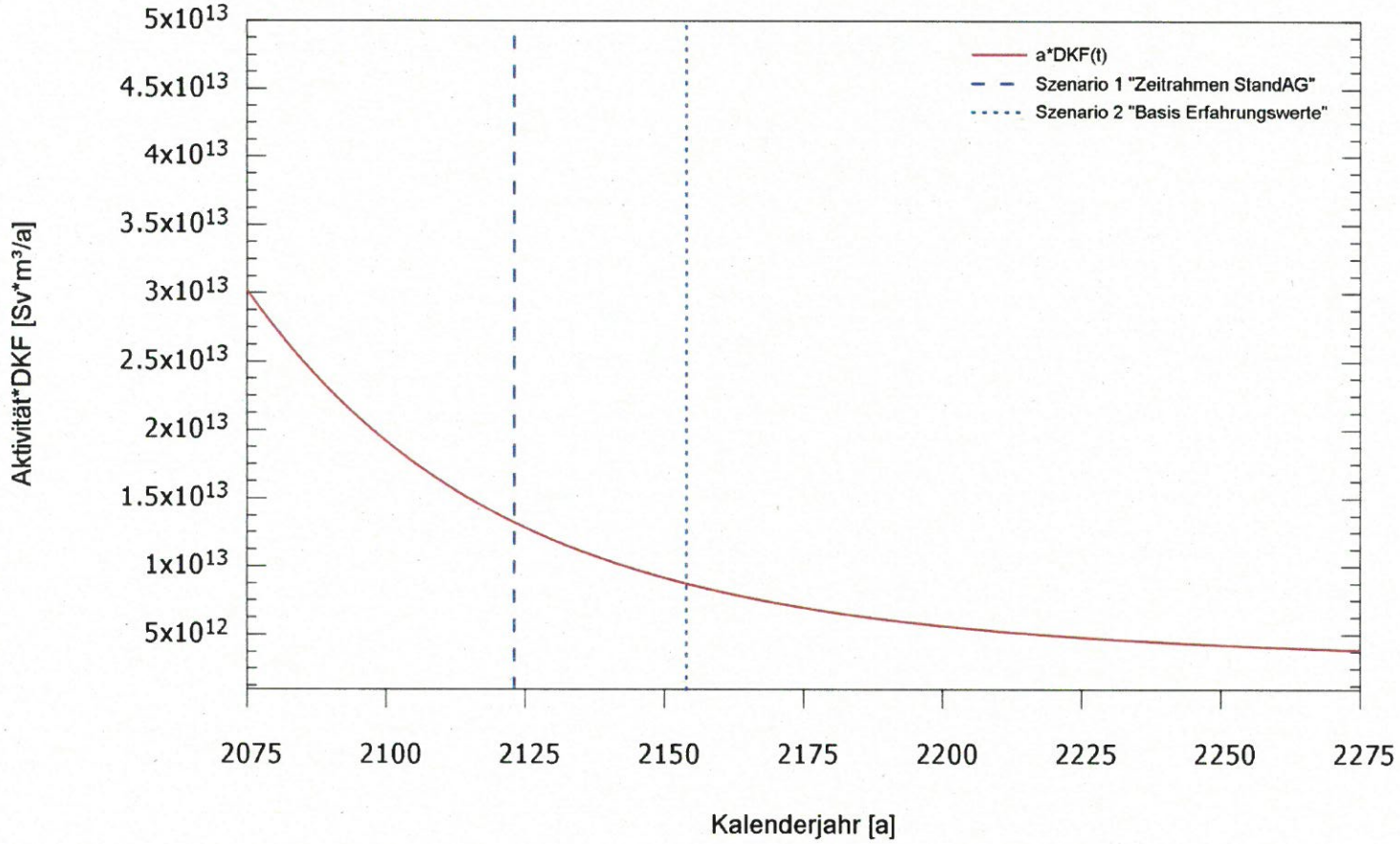
- Einheitlicher Bezugszeitpunkt für den Einschlussindikator
  - Zeitpunkt der Inbetriebnahme + 20-30 Jahre Einlagerung + (Offenhaltung/Monitoring) + Verschlussarbeiten
  - Dauer min. 40 Jahre (VSG)
- Szenario 0 „VSG Basis Kernenergieausstieg“
  - Inbetriebnahme des Endlagers 2035
  - Beginn Nachverschlussphase **2075**
- Szenario 1 „Zeitrahmen StandAG“ (*Thomauske 2016)*:
  - Prognostizierte Inbetriebnahme 2083
  - Prognostizierter Beginn Nachverschlussphase **2133**
    - **+48 Jahre** im Vergleich zum VSG-Szenario
- Szenario 2 „Basis Erfahrungswerte“ (*Thomauske 2016)*
  - Prognostizierte Inbetriebnahme **2114**
  - Prognostizierter Beginn Nachverschlussphase **2154**
    - **+79 Jahre** im Vergleich zum VSG-Szenario

Aktivitätsinventar (zeitabhängig, ohne Transport)



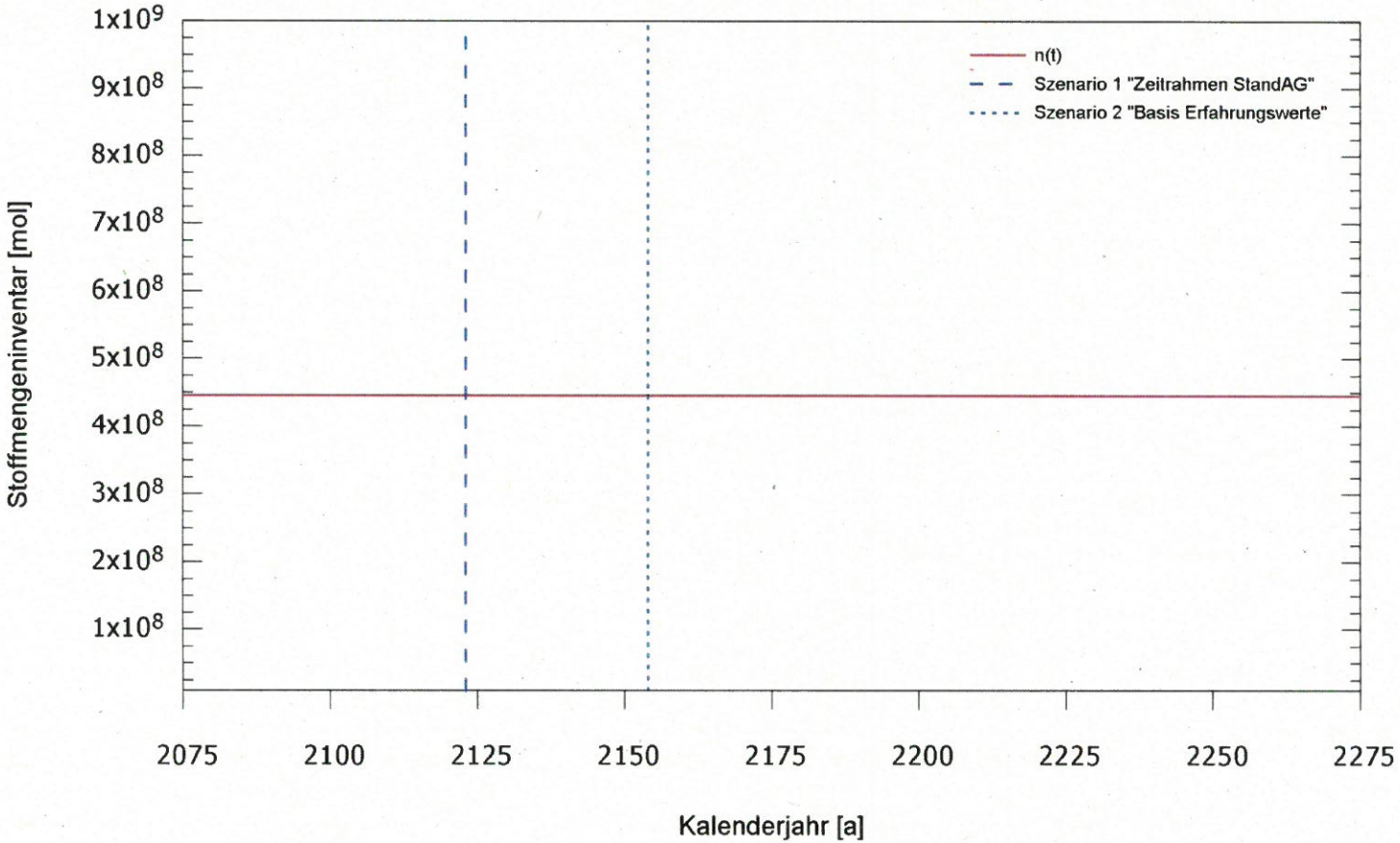
- Szenario 0 (2075): 4,5*10^{19} Bq, Szenario 1 (2133): 2,0*10^{19} Bq, Szenario 2 (2164): 1,5*10^{19} Bq
- Abnehmende Aktivität → Nenner im Einschlusskriterium geringer
- → Auswirkung auf Indikator E3

Gewichtetes Aktivitätsinventar (zeitabhängig, ohne Transport)



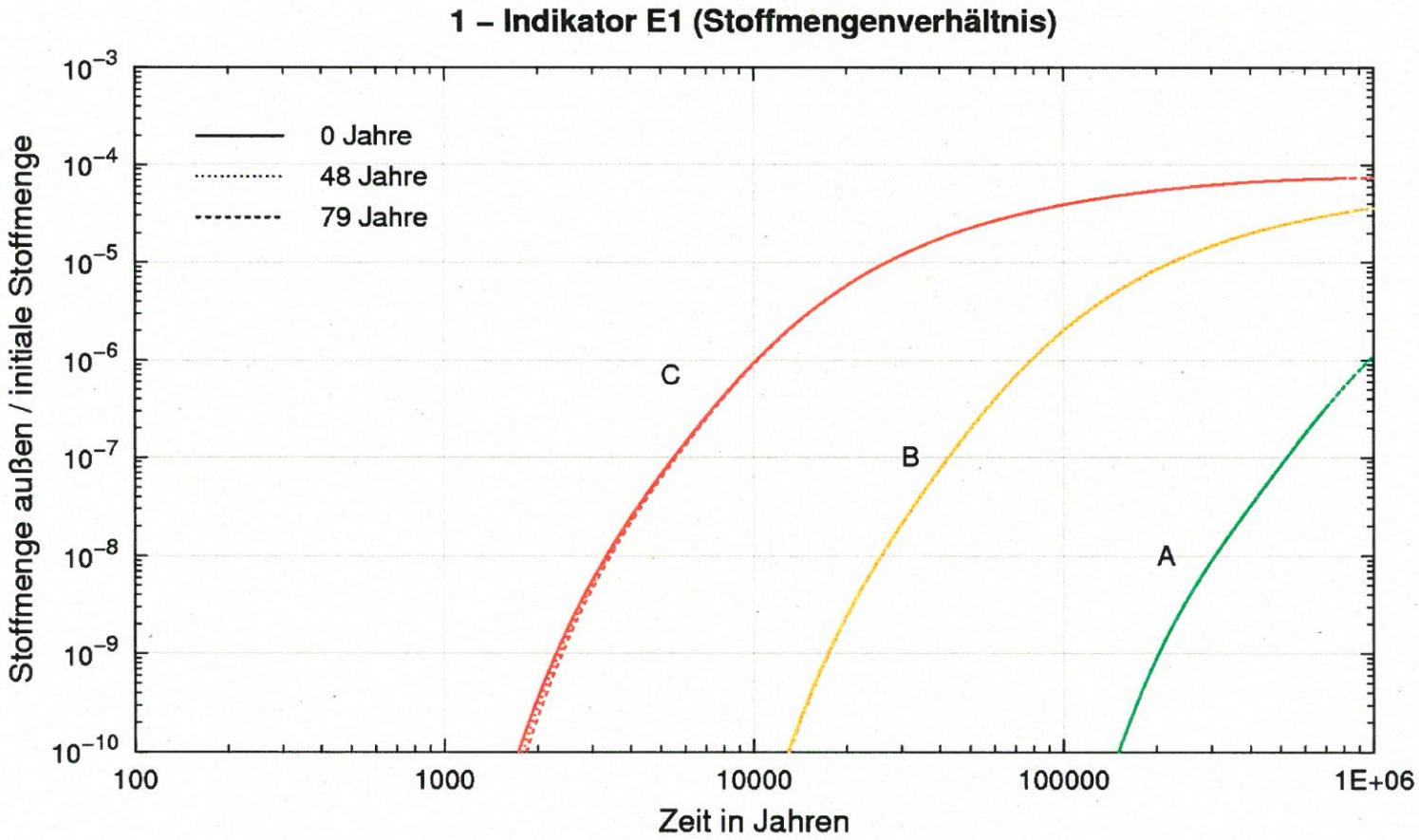
- Szenario 0 (2075): $3.0*10^{13}$, Szenario 1 (2133): $1,5*10^{13}$, Szenario 2 (2164): $1,0*10^{13}$
- Abnehmende gew. Aktivität → Nenner im Einschlusskriterium geringer
- → Auswirkung auf Indikatoren E4+E5

Stoffmengeninventar (zeitabhängig, ohne Transport)

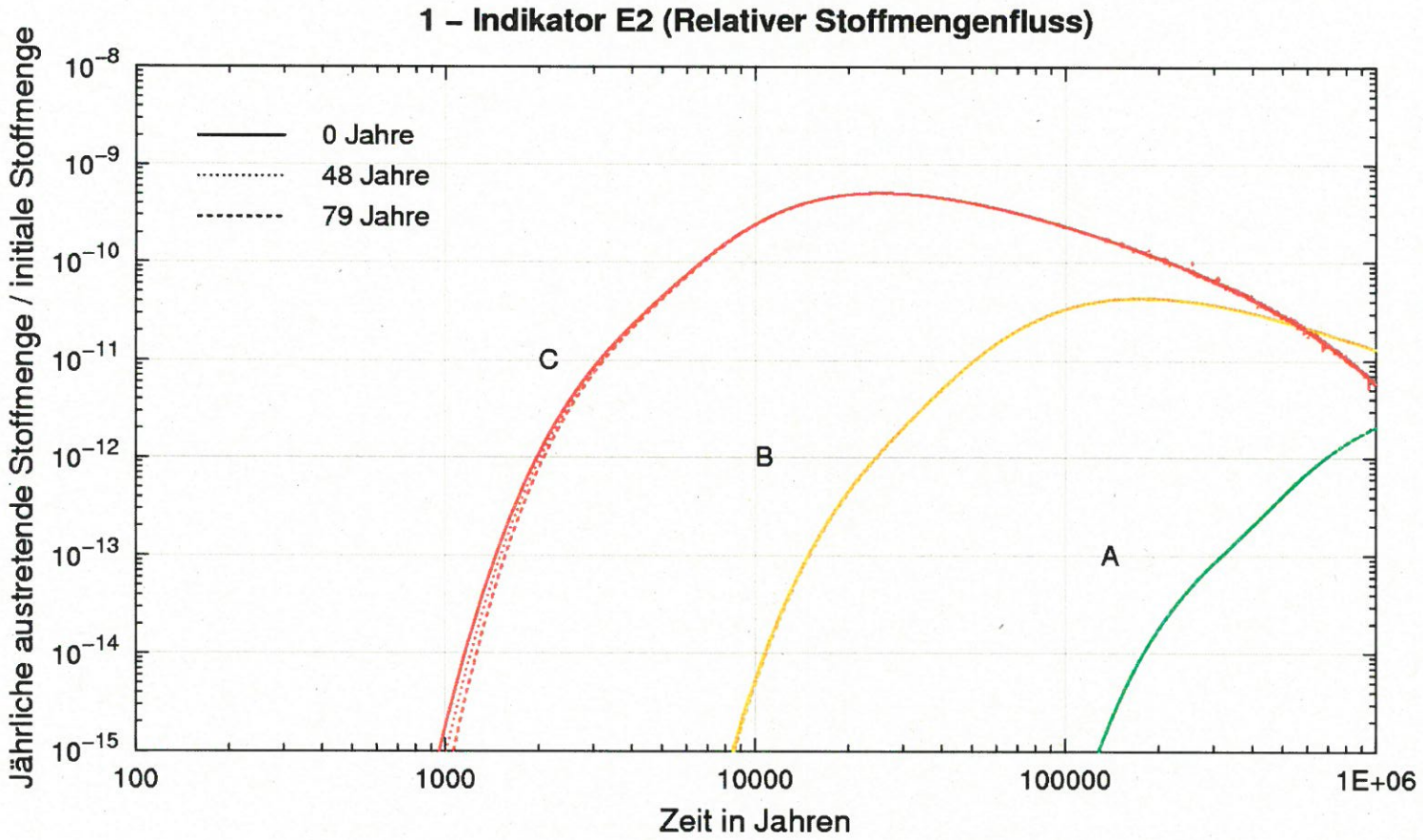


- Stoffmenge der initial eingelagerten Radionuklide zeitlich konstant
- → Stoffmengenanteil der kurzlebigen Radionuklide vernachlässigbar gegenüber Gesamtstoffmenge
- → Keine Auswirkung auf Indikatoren E1+E2

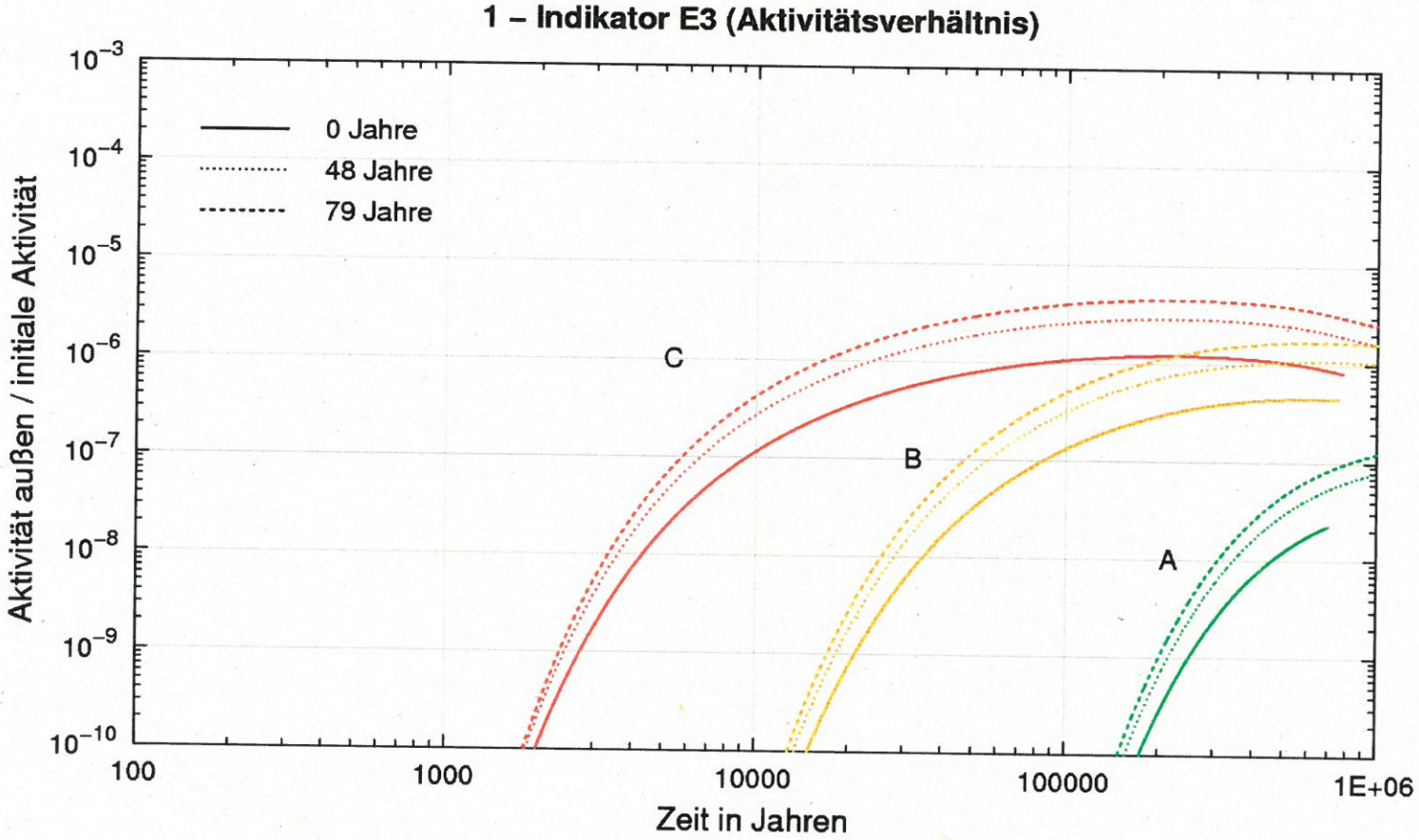
E1: Stoffmengenindikator (integral)



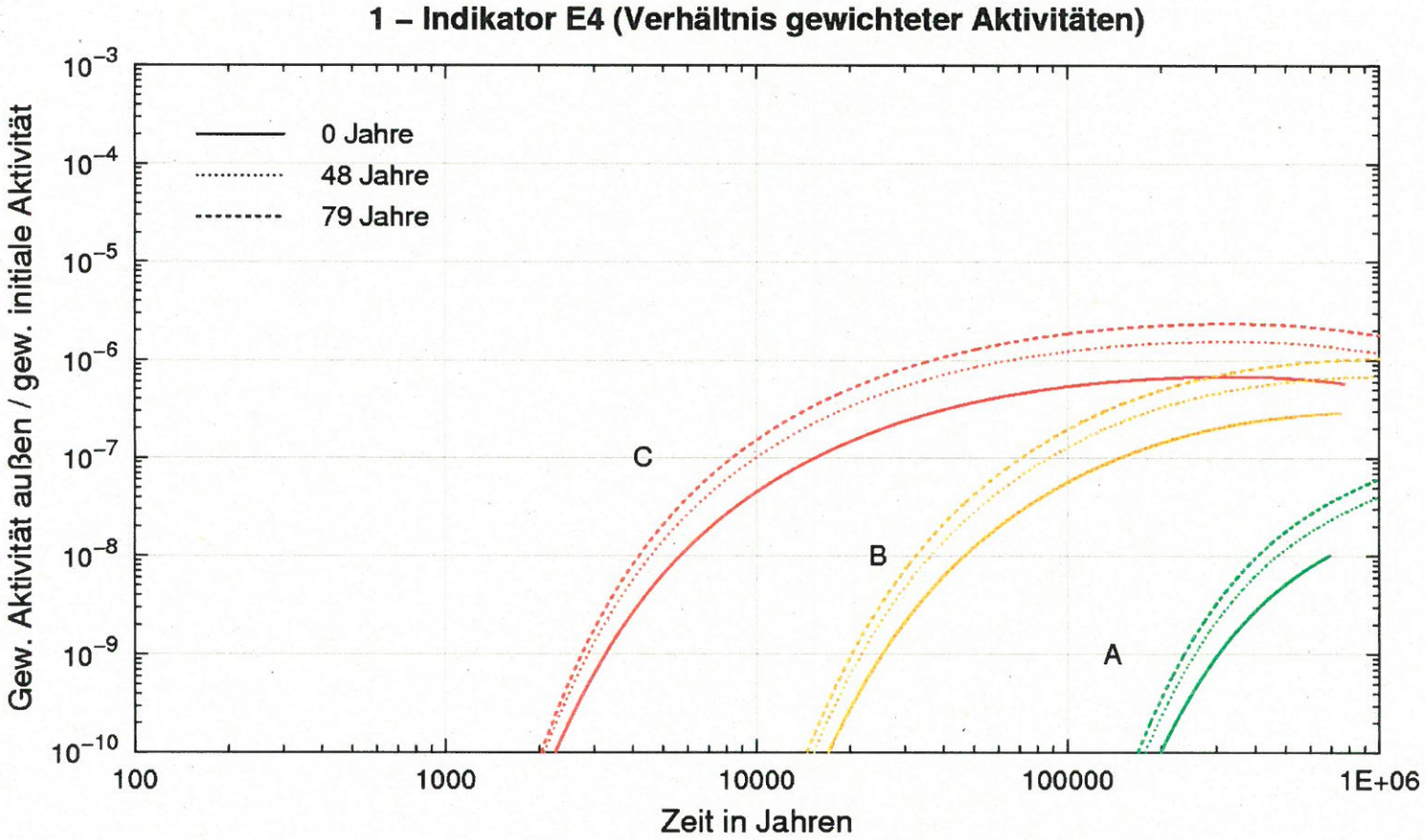
E2: Stoffmengenindikator (Fluss)



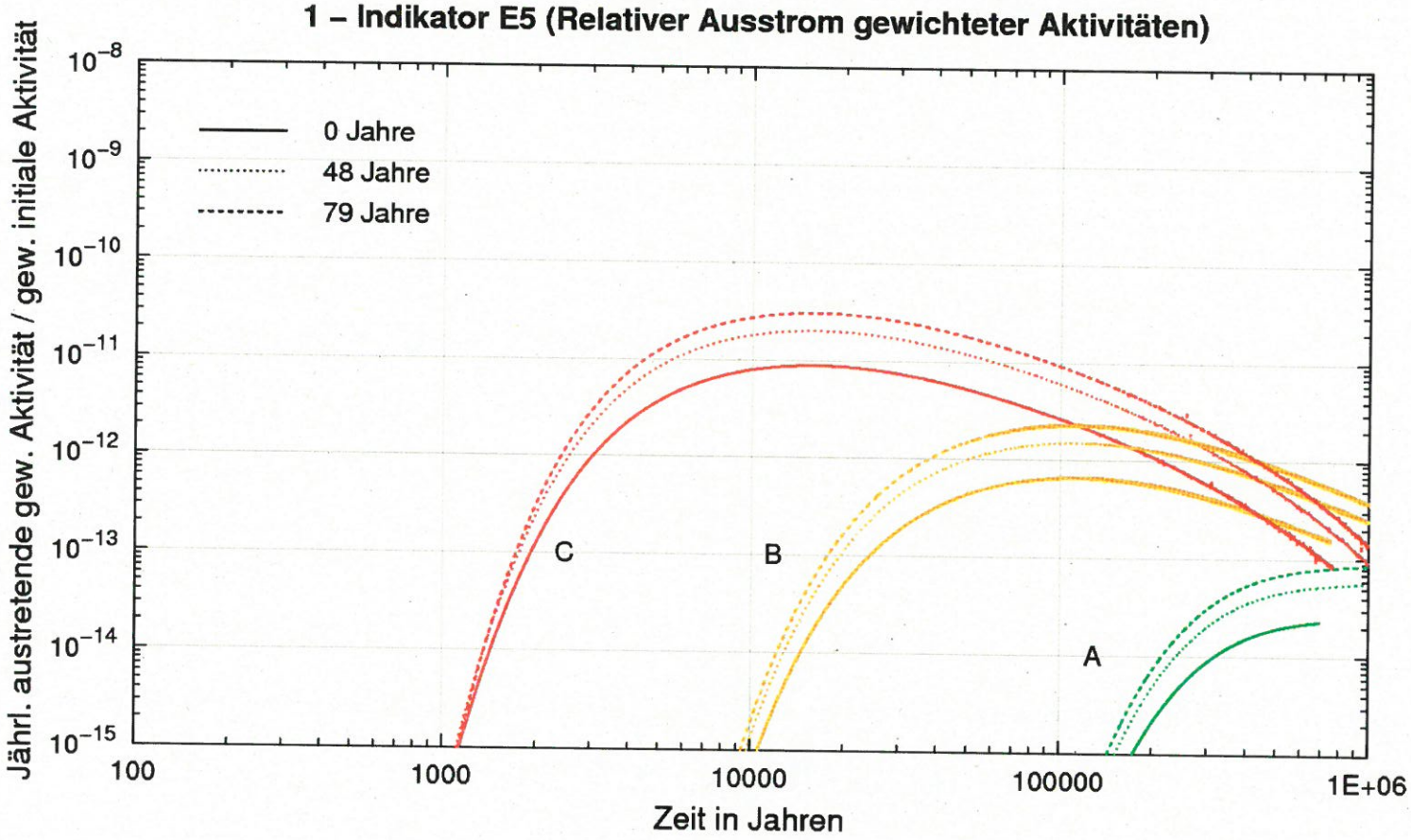
E3: Integrale Aktivität außerhalb der Barrieren



E4: Integrale gewichtete Aktivität außerhalb der Barrieren



E5: Gewichteter Aktivitätsfluss am Rand der Barrieren

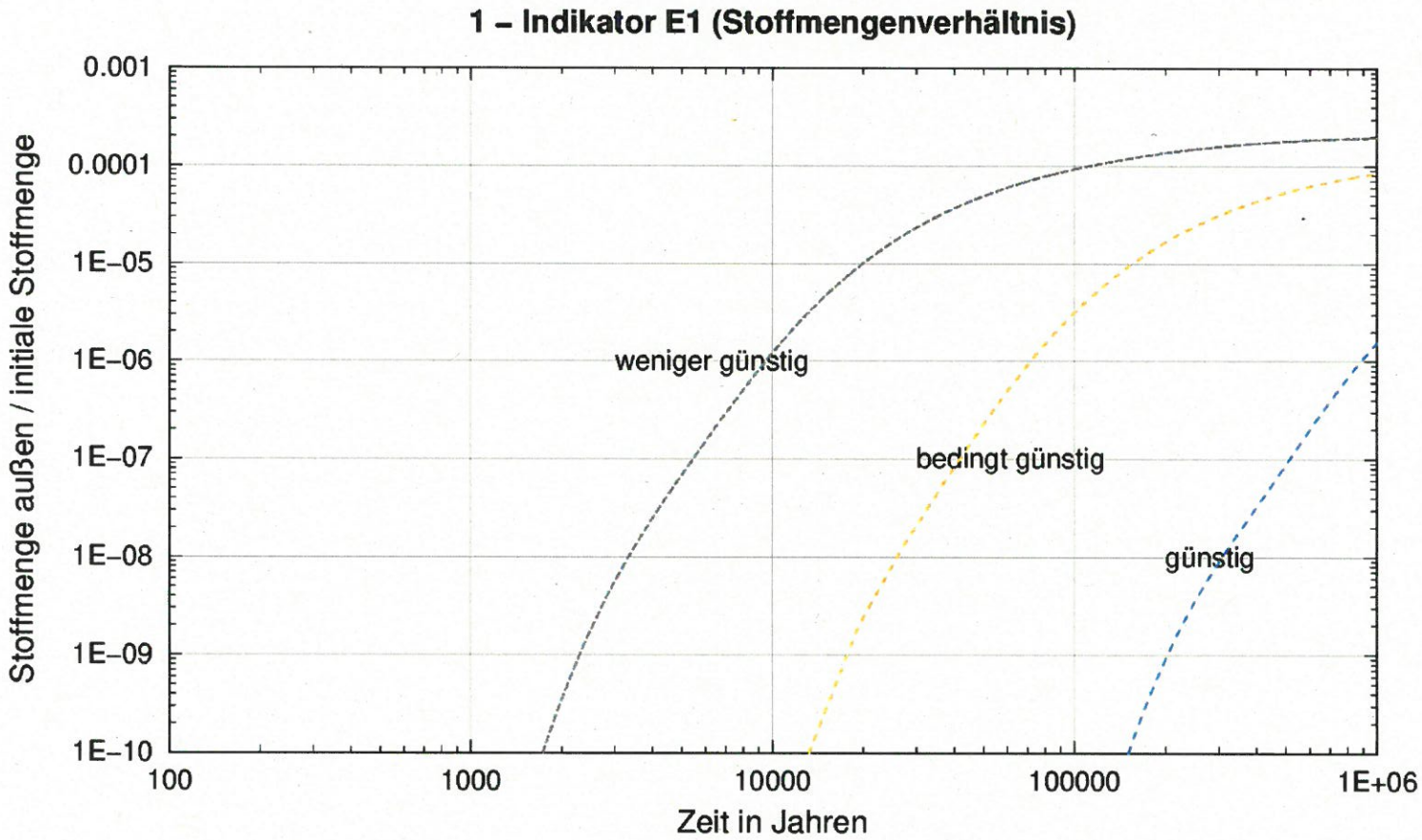


Zusammenfassung/Empfehlungen

- Referenzzeitpunkt für die Indikatoren sollte Beginn der Nachverschlussphase sein
- Stoffmengenindikatoren E1+E2 unabhängig vom Beginn der Nachverschlussphase
- Indikatoren E3+E4+E5 abhängig vom Beginn der Nachverschlussphase
  - Wertebereich ändert sich zeitabhängig innerhalb einer (halben) Größenordnung
- Mögliche Richtwerte:
  - E1: 10^{-04} mol/mol
  - E2: 10^{-09} 1/a
  - E3: 10^{-06} bis 10^{-05} Bq/Bq
  - E4: 10^{-06} bis 10^{-05} [DKF]*Bq/[DKF]*Bq
  - E5: 10^{-11} bis 10^{-10} 1/a

Anhang

E1: Stoffmengenindikator (integral) Stand 14.02.2018 (Kd Cs/Rb 0,00005 m³/kg)



Anlage 3b

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Zu betrachtende Entwicklungen eines Endlagers für die Beurteilung der Langzeitsicherheit

Arbeitsdokument

Stand: 14.03.2018

[redacted]

März 2018

Auftrags-Nr.: 856504

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) unter dem Kennzeichen 4717E03210 durchgeführt.

Die Arbeiten wurden von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH ausgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) übereinstimmen.

Deskriptoren

Entwicklung; Einordnung; Verordnung; Sicherheitsanforderung, Entscheidungsablauf

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

1 Zu behandelnde Entwicklungen **1**

2 Herleitung, Einordnung und Berücksichtigung von Entwicklungen **5**

2.1 Eindeutige Charakterisierbarkeit 5

2.2 Entscheidungsabläufe zur Einordnung von Entwicklungen 9

2.3 Einordnung von Entwicklungen 13

2.4 Abgrenzung der Entwicklungen: 14

2.5 Berücksichtigungszweck der Entwicklungen: 14

3 Rahmenbedingungen für die weitere Berücksichtigung der Entwicklungen: **16**

4 Festlegungen zur möglichen Eingrenzung hinsichtlich Anzahl bzw. Umfang der zu betrachtenden Entwicklungen **17**

5 Referenzen **18**

1 Zu behandelnde Entwicklungen

Die folgende Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der für die Bewertung der Langzeitsicherheit relevanten potentiellen Entwicklungen des Endlagersystems einschließlich der geologischen Situation am Endlagerstandort innerhalb des Nachweiszeitraumes gemäß dem Verordnungsentwurf (Stand: 07.12.2017), der im Folgenden nur noch kurz Verordnungsentwurf bezeichnet wird. Bezüge zu möglichen anderen Entwürfen werden dann mit dem entsprechenden Stand bzw. Datum kenntlich gemacht.

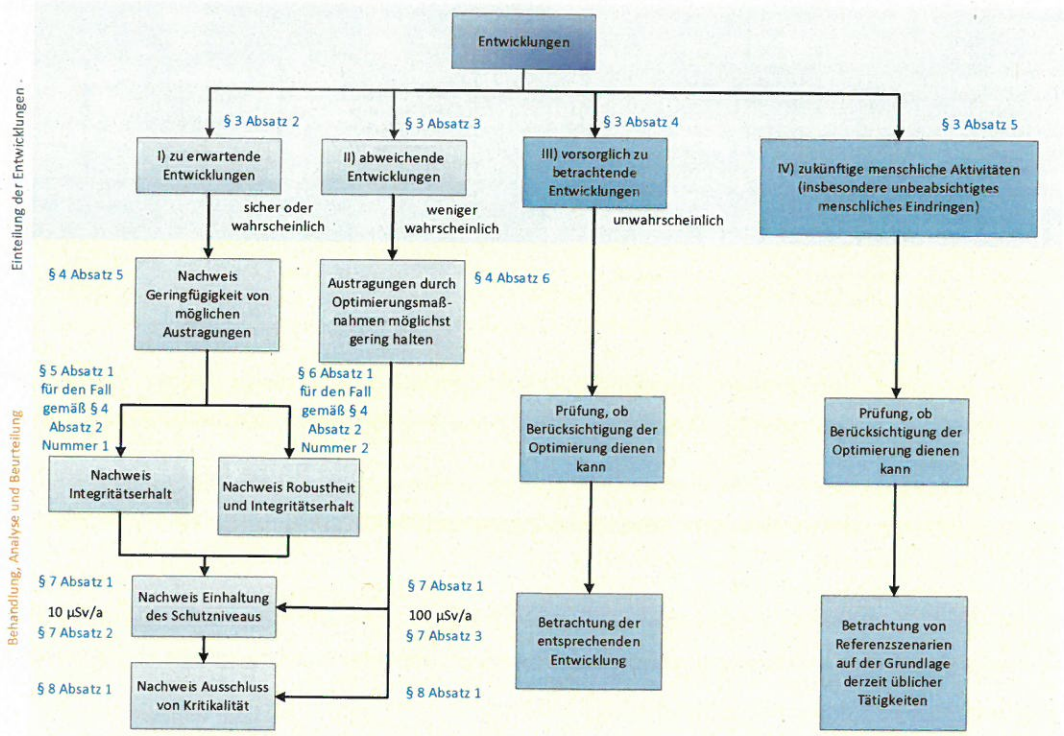


Abb. 1: Übersicht der zu behandelnden Entwicklungen im Rahmen des Langzeitsicherheitsnachweises eines Endlagers hinsichtlich der Einteilung sowie der Behandlung, Analyse und Beurteilung (Text in blauer Schriftfarbe gibt den Bezug zum Verordnungsentwurf wieder)

Die Abbildung 2 beinhaltet einen Vorschlag von möglichen Änderungen der dargestellten Entwicklungen nach Abbildung 1.

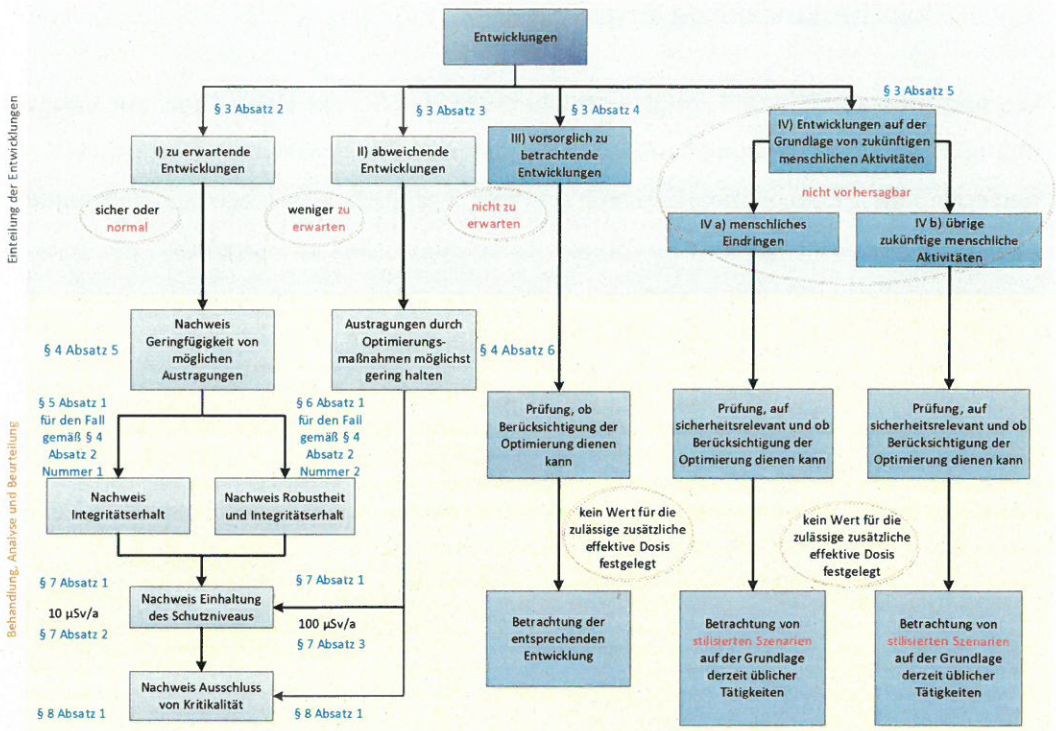


Abb. 2: Vorschlag von möglichen Änderungen zu den dargestellten Entwicklungen gemäß Abbildung 1 (Text in roter Schriftfarbe kennzeichnet geänderten Text und gestrichelte Ellipsen in roter Farbe kennzeichnen geänderte Bereiche bzw. zusätzliche Informationen)

Die vorgeschlagenen Änderungen konzentrieren sich im Wesentlichen auf die verwendeten Begriffe im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit und auf die Entwicklungen der zukünftigen menschlichen Aktivitäten.

Um die im Verordnungsentwurf genannten Entwicklungen (zu erwartende Entwicklungen, abweichende Entwicklungen und vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen) von dem Bezug zur Wahrscheinlichkeit nicht nur hinsichtlich einer quantitativen Einordnungsoption sondern auch sprachlich zu entkoppeln, wird folgendes vorgeschlagen:

- „sicher oder wahrscheinlich“ für die zu erwartenden Entwicklungen könnte durch „sicher oder normal“ ersetzt werden,
- „weniger wahrscheinlich“ für die abweichenden Entwicklungen könnte durch „weniger zu erwarten“ ersetzt werden und
- „unwahrscheinlich“ für die zu vorsorglich zu betrachtenden Entwicklungen könnte durch „nicht zu erwarten“ ersetzt werden.

Hierdurch ist auch die Bezugsangabe im Verordnungsentwurf zu den Sicherheitsanforderungen /BMU 10/ hinsichtlich der Definition zu den Wahrscheinlichkeiten nicht mehr notwendig.

Ein weiterer Änderungsvorschlag bezieht sich auf Entwicklungen im Zusammenhang mit zukünftigen menschlichen Aktivitäten. Diese Entwicklungen nehmen hinsichtlich der Einordnung und der Behandlung in Sicherheitsanalysen eine Sonderrolle ein. Der Grund hierfür ist, dass zukünftige Entwicklungen auf der Grundlage menschlichen Handelns am Endlagerstandort oder im Bereich eines Endlagers über den Nachweiszeitraum nicht prognostiziert werden können. Hierzu besteht national sowie international breiter Konsens. Es wird daher vorgeschlagen, die zukünftigen menschlichen Aktivitäten auf Entwicklungen zu beziehen und diese Gruppe als „Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten" umzubenennen. Darüber hinaus sollte um mit den anderen Entwicklungen konsistent zu sein das Attribut nicht vorhersagbar aufgenommen werden. Darüber hinaus werden im Verordnungsentwurf die zukünftigen menschlichen Aktivitäten insbesondere mit unbeabsichtigten menschlichem Eindringen in ein Endlager in Verbindung gebracht. D. h., neben den unbeabsichtigten menschlichem Eindringen in ein Endlager muss es auch noch andere Aktivitäten geben. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Entwicklungen auf der Basis von unbeabsichtigten zukünftigen menschlichen Aktivitäten aufzuteilen in

- menschliches Eindringen und
- übrige zukünftige menschliche Aktivitäten.

Ein Beispiel für die Gruppe der übrigen zukünftigen menschlichen Aktivitäten ist der Bau von Talsperren im Bereich des Endlagers. Dieses Beispiel wurde bereits im Verordnungsentwurf (Stand: 17.11.2017) im Begründungstext genannt.

Des Weiteren wird im Verordnungsentwurf gefordert, die zukünftigen menschlichen Aktivitäten im gegebenen Fall in Form von Referenzszenarien auf der Grundlage derzeit üblicher Tätigkeiten zu betrachten. Der Begriff „Referenzszenarien" wird national und international üblicherweise im Zusammenhang mit den zu erwartenden bzw. normalen Entwicklungen verwendet. Um mögliche Verwechselungen bzw. Missverständnisse zu vermeiden wird vorgeschlagen, anstatt den Begriff „Referenzszenarien" den Begriff „stilisierte Szenarien" (gemäß dem internationalen IAEA Vorhaben HIDRA) oder „vorgegebene Szenarien" zu verwenden.

Ein weiterer Vorschlag bezieht sich sowohl auf vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen als auch zukünftige menschliche Aktivitäten. In den Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 /BMU 10/ wurde neben den festgelegten Dosisgrenzwerten für die wahrscheinlichen und weniger wahrscheinlichen Entwicklungen auch explizit darauf hingewiesen, dass für unwahrscheinliche Entwicklungen (Absatz 6.4 in /BMU 10/) und für Entwicklungen aufgrund eines unbeabsichtigten Eindringens (Absatz 6.5 in /BMU 10/) kein Wert für zumutbare Risiken oder zumutbare Strahlenexpositionen festgelegt wird. Auch wenn diese Angabe nicht zwingend notwendig erscheint, ist es hilfreich, wenn auf einen Verzicht von Grenzwerten für bestimmte Entwicklungen explizit hingewiesen wird. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, sowohl für vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen als auch zukünftige menschliche Aktivitäten z. B. den Hinweis „kein Wert für die zulässige zusätzliche effektive Dosis festgelegt" zu geben.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass gemäß den Sicherheitsanforderungen /BMU 10/ für die weniger wahrscheinlichen Entwicklungen eine Integritätsprüfung gefordert war. Für die abweichenden Entwicklungen gemäß dem Verordnungsentwurf wird eine entsprechende Prüfung und/oder Nachweis der Integrität oder auch Robustheit bisher nicht gefordert.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, neben den o. g. Entwicklungen noch eine weitere Gruppe, die sich auf optional zu betrachtende Entwicklungen den sog. „What if" Fällen bezieht, aufzunehmen oder diese Art der Betrachtung von Entwicklungen zumindest zu nennen.

2 Charakterisierung, Einordnung, Abgrenzung und Berücksichtigung von Entwicklungen

Gemäß dem Verordnungsentwurf § 3 Absatz 1 wird folgendes gefordert:

- relevante potentielle Entwicklungen des Endlagersystems einschließlich der geologischen Situation am Endlagerstandort innerhalb des Nachweiszeitraumes sind systematisch abzuleiten und nach zu erwartenden Entwicklungen und abweichenden Entwicklungen einzuordnen
- die vorsorglich zu betrachtenden Entwicklungen und Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten sind einzuordnen und zu beschreiben
- die Einordnung der Entwicklungen ist nachvollziehbar zu begründen

Für die Ableitung, Einordnung und Behandlung von Entwicklungen sind die folgenden Aspekte essenziell:

- eindeutige Charakterisierbarkeit,
- Rahmenbedingungen für die Ableitung und
- Festlegung zur Behandlung/Umgang und möglichen Eingrenzung z. B. hinsichtlich Anzahl bzw. Umfang.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Aspekte eingegangen.

2.1 Eindeutige Charakterisierbarkeit

Für eine eindeutige Charakterisierbarkeit bzw. Einordnung von Entwicklungen sind die verschiedenen Entwicklungen zu definieren.

Die Tabelle 1 beinhaltet eine Gegenüberstellung bestehender Anforderungen für die Einordnung von Entwicklungen und ggf. Vorschläge für eine mögliche Anpassung.

2.2 Entscheidungsabläufe zur Einordnung von Entwicklungen

Die Abbildungen 3 bis 6 zeigen bis auf die optional zu betrachtenden Entwicklungen die grafische Interpretation, der in der Tabelle 1 angepassten Begriffsbestimmungen, die die Charakterisierung bzw. Einordnung der Entwicklungen verdeutlichen sollen.

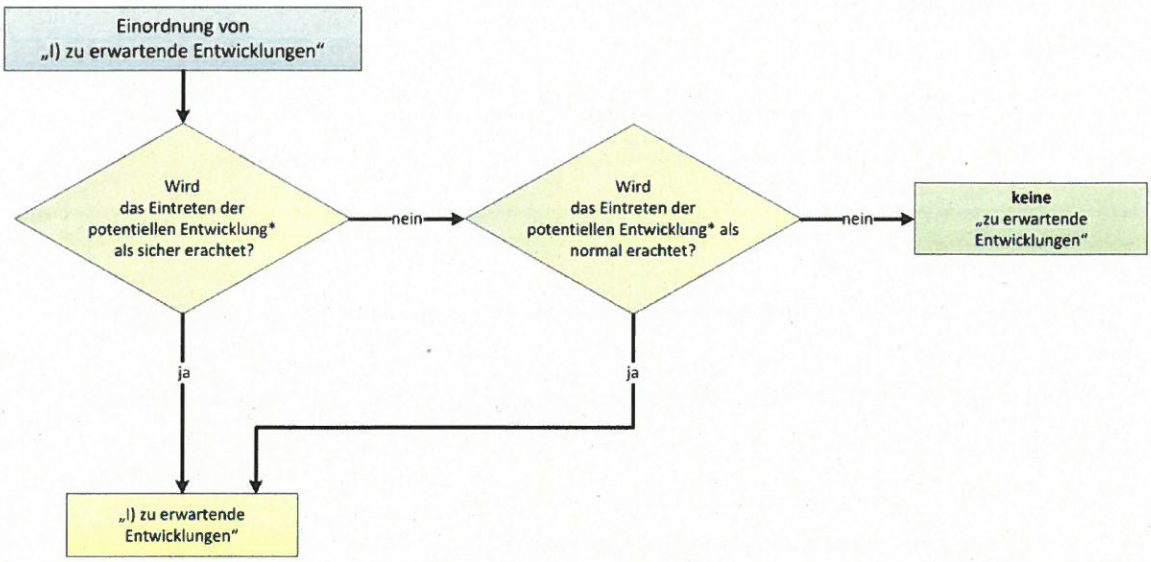


Abb. 3: Darstellung eines qualitativen Entscheidungsablaufes zur Einordnung von zu erwartenden Entwicklungen (potentielle Entwicklung* bedeutet: insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle)

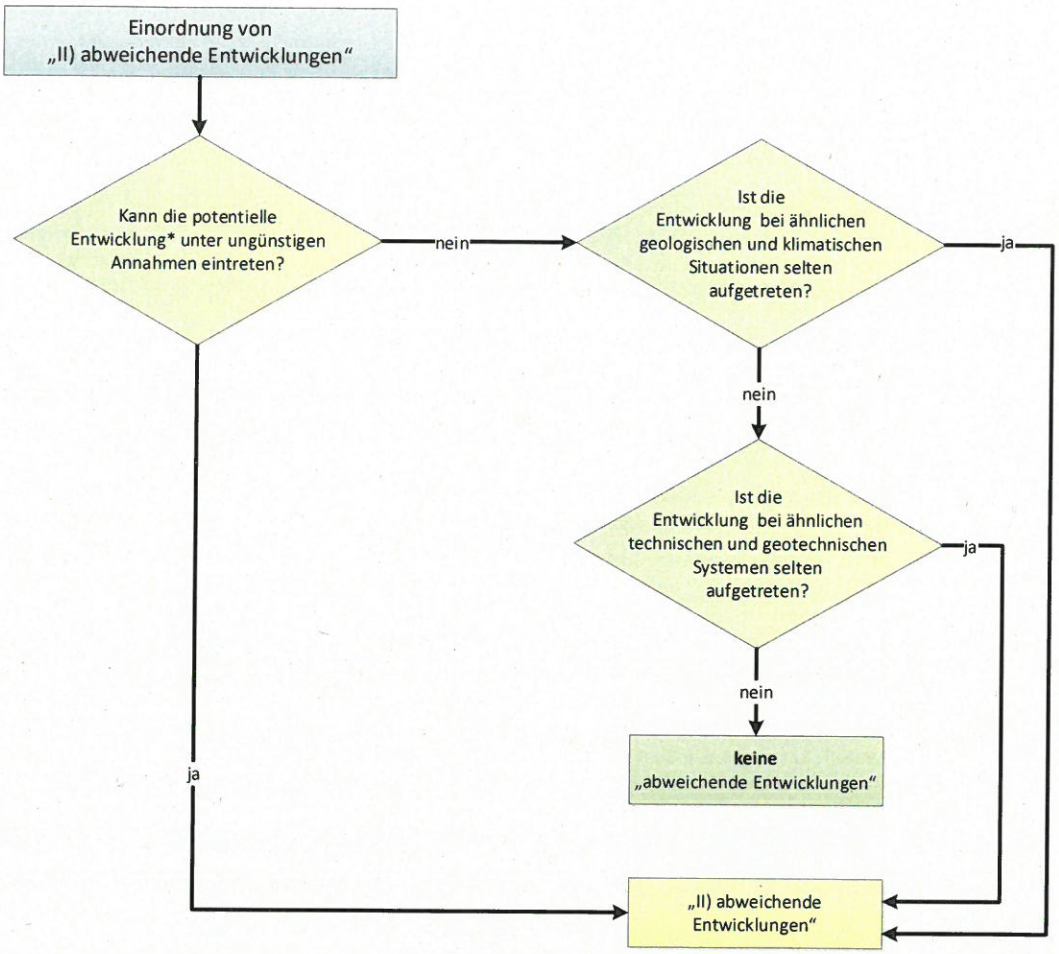


Abb. 4: Darstellung eines qualitativen Entscheidungsablaufes zur Einordnung der abweichenden Entwicklungen (potentielle Entwicklung* bedeutet: insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle)

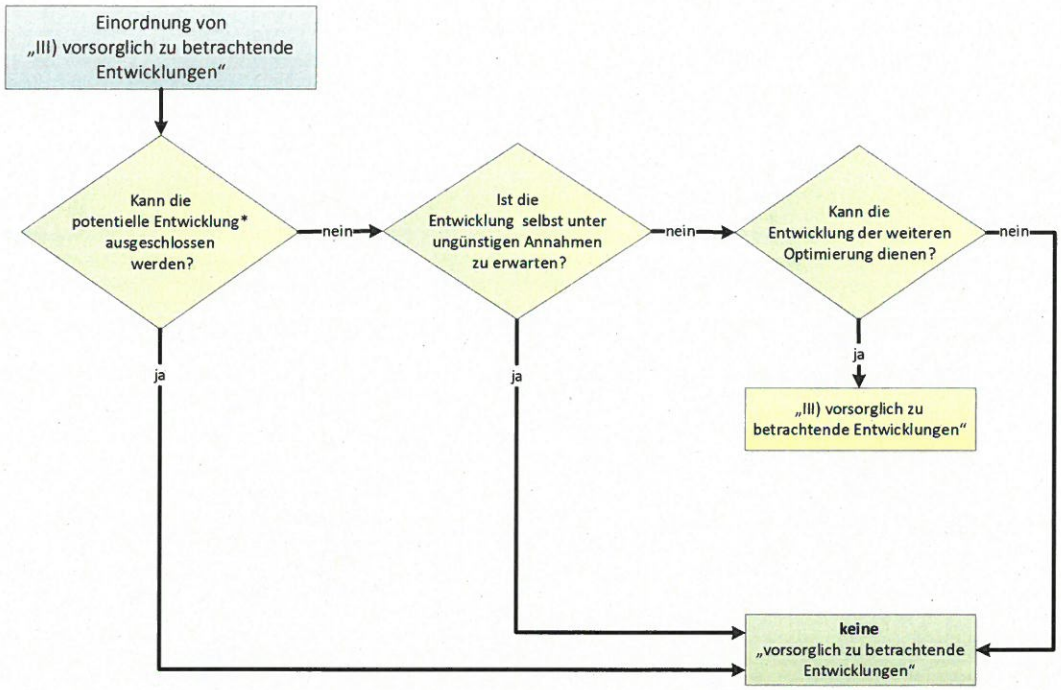


Abb. 5: Darstellung eines qualitativen Entscheidungsablaufes zur Einordnung der vorsorglich zu betrachtenden Entwicklungen (potentielle Entwicklung* bedeutet: insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle)

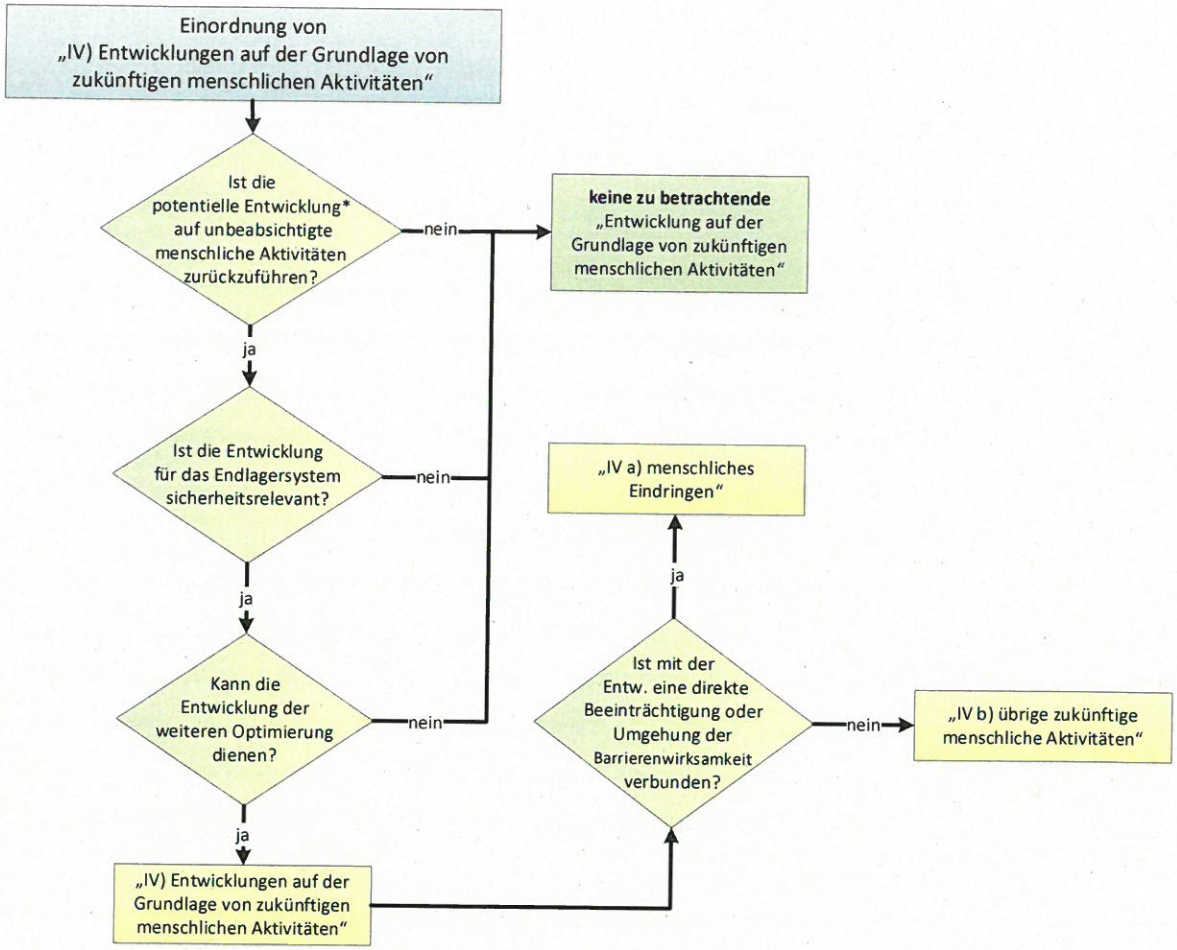


Abb. 6: Darstellung eines qualitativen Entscheidungsablaufes zur Einordnung der Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten (potentielle Entwicklung* bedeutet: insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle)

2.3 Einordnung von Entwicklungen

Der folgende Text entspricht den angepassten Begriffsbestimmungen aus Tabelle 1 und wird hier aus Gründen der Übersichtlichkeit und Vollständigkeit nochmals aufgeführt:

I) Als zu erwartende Entwicklungen sind einzuordnen
die für das vorgesehene Endlagersystem sicher oder normal eintretenden potenziellen Entwicklungen, insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle.

II) Als abweichende Entwicklungen sind einzuordnen
die für das vorgesehene Endlagersystem weniger zu erwartenden potenziellen Entwicklungen, die insbesondere unter ungünstigen Annahmen hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, des technischen und geotechnischen Barrierensystems sowie der einzulagernden Abfälle eintreten können oder in ähnlichen geologischen und klimatischen Situationen oder bei ähnlichen technischen und geotechnischen Systemen selten aufgetreten sind.

III) Als vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen sind ergänzend zu den potentiellen Entwicklungen nach Absatz 2 und 3 einzuordnen
die für das vorgesehene Endlagersystem nicht zu erwartenden Entwicklungen, die selbst unter ungünstigen Annahmen nicht eintreten, aber dennoch im Nachweiszeitraum nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, soweit deren Berücksichtigung der weiteren Optimierung des Endlagersystems dienen kann.

IV) Als Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten sind einzuordnen
die für das vorgesehene Endlagersystem nicht vorhersagbaren potentiellen Entwicklungen, die durch unbeabsichtigte menschliche Aktivitäten induziert werden soweit diese für die Sicherheit des Endlagersystems relevant sein können und ihre Berücksichtigung der weiteren Optimierung des Endlagersystems dienen kann. Die Aktivitäten, die das Barrierensystem des Endlagers direkt beeinträchtigen oder umgehen werden dem menschlichen Eindringen zugeordnet. Alle weiteren Aktivitäten sind den übrigen zukünftigen menschlichen Aktivitäten zuzuordnen.

V) Als optional zu betrachtende Entwicklungen („What if") sind einzuordnen die für das vorgesehene Endlagersystem fiktiven Entwicklungen, die gleichzeitige unabhängige Ausfälle von mehreren Barrieren (geologische, geotechnische und technische) unterstellen oder nicht auf wissenschaftlicher Basis begründbare geologische und klimatische Situationen postulieren.

2.4 Abgrenzung der Entwicklungen:

- I) zu erwartende Entwicklungen: von sicher bis noch nicht weniger zu erwartend eintretend
- II) abweichende Entwicklungen: von weniger zu erwartend bis noch nicht zu erwartend eintretend
- III) vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen: von nicht zu erwartend bis noch nicht ausgeschlossen eintretend
- IV)) Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten: nicht vorhersagbare unbeabsichtigte zukünftige menschliche Aktivitäten
- V) optional zu betrachtende Entwicklungen („What if"): fiktive unterstellte Barrierenzustände oder postulierte geologische und klimatische Situationen

2.5 Berücksichtigungszweck der Entwicklungen:

- I) zu erwartende Entwicklungen: Entwicklungen werden beim Nachweis
    - zur Geringfügigkeit möglicher Austragungen von Schadstoffen
    - zum Integritätserhalt
    - zur Robustheit
    - zur Einhaltung des Schutzniveaus und
    - zum Ausschluss von Kritikalität

  herangezogen.
- II) abweichende Entwicklungen: Entwicklungen werden beim Nachweis
    - zur Einhaltung des Schutzniveaus und
    - zum Ausschluss von Kritikalität

und zur Ableitung möglicher Optimierungsmaßnahmen zur Reduzierung von Austragungen von Schadstoffen aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren

herangezogen.

- III) vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen: Entwicklungen werden zur möglichen Optimierung des Endlagersystems herangezogen.
- IV) Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten: Entwicklungen werden zur möglichen Optimierung des Endlagersystems herangezogen.
- V) optional zu betrachtende Entwicklungen („What if"): Entwicklungen werden zum Test der Systemrobustheit und/oder zur Darstellung der Systemrobustheit herangezogen.

3 Rahmenbedingungen für die weitere Berücksichtigung der Entwicklungen:

- I) zu erwartende Entwicklungen: Austragungen von Schadstoffen aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren dürfen für zu erwartende Entwicklungen allenfalls geringfügig sein. Die zusätzliche effektive Dosis während des Nachweiszeitraumes darf höchstens im Bereich von 10 Mikrosievert pro Kalenderjahr liegen. Basis für die Erstellung des Sicherheitskonzeptes. Grundlage für die Auslegung des Endlagers.

- II) abweichende Entwicklungen: Austragungen von Schadstoffen aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren sind insbesondere durch Optimierungsmaßnahmen möglichst gering zu halten. Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der Optimierung abgeleitet werden, dürfen für zu erwartende Entwicklungen die Sicherheit des Endlagers nicht unverhältnismäßig beeinträchtigen. Die zusätzliche effektive Dosis während des Nachweiszeitraumes darf 100 Mikrosievert pro Kalenderjahr nicht überschreiten. Bei der Auslegung des Endlagers sind Maßnahmen für die Beherrschung der Auswirkungen vorzusehen.

- III) vorsorglich zu betrachtende Entwicklungen: Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der Optimierung abgeleitet werden, dürfen für zu erwartende und abweichende Entwicklungen nicht zu relevanten Beeinträchtigungen der Sicherheit des Endlagers führen.

- IV) Entwicklungen auf der Grundlage von zukünftigen menschlichen Aktivitäten: Zur weiteren Berücksichtigung sind Szenarien auf der Grundlage derzeit üblicher Tätigkeiten vorzugeben. Es sind ausschließlich unbeabsichtigte zukünftige menschliche Aktivitäten zu berücksichtigen. Die Entwicklungen müssen für das Endlagersystem sicherheitsrelevant sein. Zusätzlich sollen die Entwicklungen für die weitere Optimierung des Endlagersystems in Bezug auf die Reduzierung der Einfluss- und Eindringmöglichkeiten sowie möglicher Auswirkungen herangezogen werden können. Die Optimierung ist hierbei nachrangig zu anderen primären Optimierungszielen, die die Betriebs- und Langzeitsicherheit betreffen, durchzuführen.

- V) optional zu betrachtende Entwicklungen („What if"): Hierzu werden keine Rahmenbedingungen für die weitere Berücksichtigung spezifiziert. Es bleibt dem Antragsteller überlassen, ob und in welchem Umfang von der Untersuchung dieser Entwicklungen Gebrauch gemacht wird.

4 Festlegungen zur möglichen Eingrenzung hinsichtlich Anzahl bzw. Umfang der zu betrachtenden Entwicklungen

Es ist zu überlegen, ob analog zu den Sicherheitsanforderungen /BMU 10/ Möglichkeiten der Bündelung (Gruppierung) von Entwicklungen und/oder der Untersuchung von abdeckenden Entwicklungen (repräsentative) im Verordnungsentwurf aufgenommen werden sollten.

So wird in den Sicherheitsanforderungen /BMU 10/ unter der Begriffsdefinition zu Szenarien (Kapitel 2 in /BMU 10/) erläutert, dass auch mehrere Entwicklungen zu einem Szenarium zusammengefasst werden können.

5 Referenzen

/BMU 10/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, 22 S.: Bonn, 30. September 2010

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 9. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 20.04.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU (Frau Breyer)

Teilnehmer: 12 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt.

Das BMU teilt mit, dass an einer vertieften Struktur zu der Verordnung über die Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren gearbeitet wurde. Teile aus dieser Bearbeitung sollen der Expertengruppe zur Diskussion gestellt werden. Weitere Schwerpunkte dieser Sitzung der Expertengruppe sind auf die zu erwartende Größe von Teilgebieten in der ersten Phase des Standortauswahlverfahrens sowie auf einen Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle ausgerichtet.

Top 1: Inhaltliche Struktur der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Einleitend zu diesem Tageordnungspunkt wurde eine Struktur der Verordnung über die Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren orientierend an einer üblichen rechtsförmigen Gliederung und den Empfehlungen im Abschlussbericht der Endlagerkommission vorgestellt. Aus dieser Gliederung wurden die folgenden Aspekte thematisiert:

- Allgemeine Vorschriften
- Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (VSU)
    - Sicherheits- und Nachweiskonzept
    - Technisches Endlagerkonzept
    - Identifikation und Bewertung von Einwirkungen auf die Sicherheitsfunktionen (SF) des Endlagersystems

Es wurde darauf hingewiesen, dass sich der Hauptteil der Gliederung inhaltlich auf die Phase III bezieht. Abstufungen in der Konkretisierung der Anforderungen erfolgen in spezifischen nachfolgenden Abschnitten unter Berücksichtigung der Phase I und Phase II.

Die Verordnung über die Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen soll Anforderungen beinhalten, welche der Vorhabenträger min-

destens in den jeweiligen im StandAG vorgesehenen Teilberichten berücksichtigen muss. Die Verordnung soll als Handhabe für die Regulierungs- und Aufsichtsbehörde bei der Überprüfung dieser Teilberichte dienen.

Weiterhin wurde wie bereits in der letzten Sitzung thematisiert besprochen, dass die Verordnung keine spezifische Methodik zum Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen festschreiben wird.

Allgemeine Vorschriften

Die allgemeinen Vorschriften beinhalten u. a. Ausführungen zum Anwendungsbereich der Verordnung, zu Begriffsbestimmungen und zu Voraussetzungen. Hinsichtlich der Voraussetzungen wurde festgehalten, dass dieser Aspekt zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal aufgegriffen und konkretisiert wird. Es wurden mögliche Aspekte zu den Voraussetzungen angesprochen, die sich inhaltlich auf die spezifischen Forderungen aus der Verordnungsermächtigung § 27 des StandAG, dem Radionuklidverzeichnis gemäß dem Nationalen Entsorgungsprogramm, den geforderten Nachweiszeitraum und den Bezug zu der Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen beziehen.

Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (VSU)

Zu dem Gliederungspunkt VSU als übergeordnetes Thema für die angestrebte Verordnung wurde eine grobe Unterteilung vorgestellt, die sich im Prinzip an den entsprechenden Ausführungen im Bericht der Endlagerkommission orientiert.

Sicherheits- und Nachweiskonzept

Die Ausführungen zum Sicherheits- und Nachweiskonzept orientieren sich an den Vorgaben aus § 27 StandAG und § 26 der Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen (Entwurf), dem Bericht der Endlagerkommission und einer Veröffentlichung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung..

Technisches Endlagerkonzept

Vom Vorhabenträger sind technische Endlagerkonzepte für die VSU aufzustellen. Das technische Endlagerkonzept bildet die Bauplangrundlage. Im Zusammenhang mit dem technischen Endlagerkonzept wurden folgende Aspekte angesprochen:

- Einlagerungsabschnitte im Endlagerbergwerk
- Anzahl und Art der Endlagerbehälter
- Sicherheitsabgestimmte Versatz- und technische Barrierenmaßnahmen
- Ungewissheiten bei Barrieren
- Ausweisung von Abläufen für den Einlagerungsprozess und eine Rückholbarkeit der Abfälle

Identifikation und Bewertung von Einwirkungen auf die SF des Endlagersystems

Zu diesem Aspekt lag noch kein ausformulierter Textvorschlag vor, sodass die folgenden vorgestellten und z. T. eingebrachten Schlagworte diskutiert wurden:

- Regions- und standortspezifische geowissenschaftliche und klimatische Langzeitprognose,
- Identifikation und Bewertung der Einwirkungen auf die Integrität,
- Szenarienentwicklung und Analyse der Szenarien in Bezug auf eine Gefährdung der Integrität der Barrieren,
- Numerische Integritätsanalysen (Indikatoren, Kriterien),
- Berücksichtigung relevanter Auslegungsfälle und daraus resultierende Vorgaben,
- Relevanz der übertägigen Anlagen und Betriebssicherheit,
- Relevanz der untertägigen Endlagereinrichtungen,
- Grenztemperatur von 100 °C Behälteroberfläche und
- Ableitung Relevanz der Abwägungskriterien auf Sicherheitsfunktionen.

Top 2: Zu erwartende Größe von Teilgebieten in der ersten Phase des Standortauswahlverfahrens

Die GRS stellt zur Einführung in die Diskussion die Inhalte des Arbeitsdokumentes „Betrachtungen zur Phase 1 sowie zu Teilgebieten und Standortregionen im Standortauswahlverfahren“ (Stand: 16.04.2018) vor (siehe Anlage 3a und Anlage 3b).

In der Diskussion wurden erste Überlegungen zu Ansätzen thematisiert, die eine Eingengung bzw. Ausweisung von Teilgebieten ermöglichen.

Top 3: Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

Dieser Tagesordnungspunkt wurde aus Zeitgründen insofern behandelt, dass dem Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher massenbezogener Kriterien zum sicheren Einschluss von radioaktiven Abfällen (siehe Anlage 3c) gemäß der darin enthaltenen Schlussfolgerung von den Teilnehmern im Prinzip gefolgt wird. Die Schlussfolgerung hebt darauf ab, dass die ermittelten Unterschiede zwischen stoffmengen- und massenbezogenen Indikatoren kleiner als eine Größenordnung sind und daher keine Neuanpassung der bisherigen angesetzten Indikatorwerte erforderlich ist.

Top 4: Verschiedenes

Die nächste Expertengruppensitzung findet wie vereinbart am 17. Mai 2018 im BMU in Bonn statt.

Die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG findet am 29. – 30. Mai 2018 im BMU in Berlin statt.

Das BMU merkt an, das ein neuer Textentwurf zu den Sicherheitsanforderungen in Bearbeitung ist und voraussichtlich noch vor der nächsten Expertengruppensitzung an die Teilnehmer verschickt wird.

Die Expertengruppe hat sich darauf verständigt, dass in der Verordnung und im Sprachgebrauch zukünftig nur noch der Begriff „hoch radioaktive Abfälle“ und nicht mehr „wärmeentwickelnde Abfälle“ verwendet werden soll.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

RS III 2 -

Teilnehmerliste

zur 10. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
20.04.2018 im BMU,
Raum RSP 2.532
Raum KRA 4.431

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		GRS	
		TUC	
		BMU	
		BMU	
		BMU	per VK
		BfE	per VK i.A. [redacted]
		BfE	per VK
		BMU	[redacted]
		KIT	
		DLR	
		GRS	

Anlage 2: Tagesordnung

9. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 20. April 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Bitte beachten Sie den abweichenden Sitzungsraum! Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Inhaltliche Struktur der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren
- Zu erwartende Größe von Teilgebieten in der ersten Phase des Standortauswahlverfahrens
- Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (Bericht GRS)

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Anlage 3a

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Betrachtungen zur Phase 1 sowie zu Teilgebieten und Standortregionen im Standortauswahlverfahren

Arbeitsdokument

Stand: 16.04.2018

[redacted]

April 2018

Auftrags-Nr.: 800046

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unter dem Kennzeichen 4716E03240 durchgeführt.

Die Arbeiten wurden von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH ausgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) übereinstimmen.

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Deskriptoren

Teilgebiet; Standortregion; StandAG; vorläufige Sicherheitsuntersuchungen; Verordnung; Endlagerkommission

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis II

1 Einleitung/ Zielsetzung 1

2 Sachstandserhebung 2

2.1 Ablauf des Standortauswahlverfahrens 2

2.2 Begriffsbestimmungen 3

2.3 Darstellung der Phase 1 4

2.4 Abschätzungen der Endlagerkommission zu der Anzahl an Teilgebieten, Standortregionen und Standorten 5

2.5 Größenordnung Teilgebiete 6

3 Teilgebiete und Standortregionen 11

3.1 Darstellung Standortauswahlverfahren (Phase 1) 11

3.2 Größenordnung/ Fläche von Teilgebieten 15

4 Zusammenfassung 24

5 Referenzen 25

6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 27

6.1 Abbildungsverzeichnis 27

6.2 Tabellenverzeichnis 28

1 Einleitung/ Zielsetzung

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) wird gemäß dem Standortauswahlgesetz (StandAG) /STA 17/ ermächtigt, durch Rechtsverordnungen die Sicherheitsanforderungen für die Endlagerung § 26 Absatz (3) festzulegen und die geltenden Anforderungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren § 27 Absatz (6) zu bestimmen. Im Rahmen des Vorhabens 4716E03240 unterstützt die GRS durch Mitwirkung in einer einberufenen Expertengruppe das BMU bei der Umsetzung der erforderlichen Arbeiten bezüglich der o. g. Rechtsverordnungen bzw. bei deren Erstellung.

Das mit dem StandAG festgelegte Standortauswahlverfahren regelt die einzelnen Verfahrensschritte für eine ergebnisoffene, wissenschaftsbasierte und transparente Suche sowie die Auswahl eines Endlagerstandortes in Deutschland. In dem gestuften Verfahren werden in drei Phasen die Gebiete für einen Endlagerstandort ausgehend von dem gesamten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland „weiße Deutschlandkarte" über Teilgebiete, Standortregionen und Standorte zunehmend eingeengt.

In den verschiedenen Phasen ist die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in unterschiedlichem Detaillierungsgrad in Abhängigkeit des jeweiligen zugrundeliegenden Sach- und Wissenstandes von Gebieten gefordert. Für die erste Phase sind sog. Teilgebiete zu ermitteln. In einem weiteren Schritt der Phase 1 sind aus den Teilgebieten Standortregionen zu identifizieren.

Im Rahmen der Expertengruppe wurde festgelegt, dass zur Orientierung und als Diskussionsgrundlage für die weitere Erarbeitung der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren zunächst eine Übersichtsdarstellung der Schritte in Phase 1 zu erarbeiten ist. Weiterhin wurde die Zielsetzung ausgegeben, eine Abschätzung der Größenordnung bzw. Flächen von Teilgebieten vorzunehmen. Hierbei sollen bestehende Ausarbeitungen der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe" zu den Teilgebieten berücksichtigt werden.

2 Sachstandserhebung

2.1 Ablauf des Standortauswahlverfahrens

Das Standortauswahlgesetz (StandAG) regelt die einzelnen Verfahrensschritte für die Suche und Auswahl eines Standortes für eine Anlage zur Endlagerung in Deutschland.

Hierzu ist vorgesehen, dass in drei Phasen die Gebiete für einen Endlagerstandort sukzessive eingeengt werden. In jeder Phase hat der Vorhabenträger (Bundes-Gesellschaft für Endlagerung mbH (BGE)) entsprechende Vorschläge von eingeengten Gebieten zu erarbeiten, die vom Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) geprüft werden. Auf dieser Grundlage unterrichtet das BMU den Bundestag und den Bundesrat über die jeweils vorgeschlagenen weiteren Schritte. Am Ende einer Phase werden entsprechende Festlegungen durch Bundesgesetz getroffen. Im Folgenden werden die Phasen in Kurzform beschrieben:

Phase 1:

Auf der Grundlage von vorhandenen geowissenschaftlichen Daten der Länder werden zu entsprechenden Gebieten die geowissenschaftlichen Kriterien und Anforderungen angewandt. Als Ergebnis veröffentlicht der Vorhabenträger einen Vorschlag für Teilgebiete. Im Rahmen von Fachkonferenzen wird der Vorschlag öffentlich erörtert.

Der Vorhabenträger führt repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Teilgebiete durch und entwickelt die Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung von Standortregionen, die vom BfE geprüft werden.

Im Rahmen von Regionalkonferenzen besteht die Möglichkeit zum Vorschlag des Vorhabenträgers zu den übertägig zu untersuchenden Standortregionen von der betroffenen Bevölkerung Stellung zu nehmen und ggf. Nachprüfungen zu fordern.

Phase 2:

Der Vorhabenträger führt die übertägige Erkundung, weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen sowie sozioökonomische Potenzialanalysen zu den Standortregionen aus Phase 1 durch.

Auf dieser Grundlage werden vom Vorhabenträger zur Ermittlung der Standorte für die untertägige Erkundung erneut die gesetzlich festgelegten Kriterien und Anforderungen angewandt. Weiterhin sind Erkundungsprogramme und Prüfkriterien für die untertägige Erkundung der ermittelten Standorte zu erarbeiten, die vom BfE geprüft werden.

Phase 3:

Der Vorhabenträger führt die untertägige Erkundung und umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die in Phase 2 ausgewählten Standorte durch. Darauf aufbauend werden zur Ermittlung geeigneter Standorte für ein Endlager erneut die gesetzlich festgelegten Kriterien und Anforderungen angewandt.

Abschließend erstellt der Vorhabenträger auf Grundlage einer vergleichenden Bewertung zu den geeigneten mindestens zwei Standorten einen Vorschlag für einen Endlagerstandort, der vom BfE geprüft wird.

2.2 Begriffsbestimmungen

Zu den in Kap. 2.1 verwendeten Begriffen Gebiete, Regionen und Standorte liegen im StandAG Begriffsbestimmungen vor (Abb. 2.1).

Gebiete	Gebiete sämtliche hinsichtlich ihrer Eignung als Endlagerstandort zu bewertenden räumlichen Bereiche innerhalb Deutschlands; ein Gebiet umfasst die übertägigen Flächen und die darunterliegenden untertägigen Gesteinsformationen;
Teilgebiete	Teilgebiete die nach § 13 zu ermittelnden Gebiete, die günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erwarten lassen
Standort-regionen	Standortregionen die nach § 14 zu ermittelnden Gebiete, die innerhalb der Teilgebiete liegen und die für die übertägige Erkundung zur Ermittlung der in diesen Regionen liegenden möglicherweise geeigneten Endlagerstandorte in Betracht kommen
Standorte	Standorte die nach § 16 Absatz 2 zu ermittelnden Gebiete, die innerhalb der Standortregionen liegen und für die untertägige Erkundung zur Ermittlung ihrer Eignung als Endlagerstandort in Betracht kommen.

Abb. 2.1 Begriffsbestimmungen zu Gebieten, Regionen und Standorte gemäß dem Standortauswahlgesetz (/STA 17/)

Endlager-standort

Eine explizite Begriffsbestimmung für den Endlagerstandort wird nicht angegeben. Allerdings lässt sich aus dem StandAG ableiten, dass der Endlagerstandort derjenige Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist, der im Zuge eines vergleichenden Verfahrens aus den in der jeweiligen Phase nach den hierfür maßgeblichen Anforderungen des Standortauswahlgesetzes geeigneten Standorten bestimmt wird und die bestmögliche Sicherheit für den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt vor ionisierender Strahlung und sonstigen schädlichen Wirkungen dieser Abfälle für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet.

2.3 Darstellung der Phase 1

Im Hinblick auf die vorliegende Ausarbeitung ist insbesondere die Phase 1 von Interesse, da bereits in dieser erste vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt werden und daher im Folgenden näher beschrieben wird:

Das StandAG /STA 17/ kennt zwar den Begriff der Phase, nimmt jedoch keine weitere Differenzierung vor bzw. enthält keine darüber hinausgehenden Unterschritte. Die Einteilung des Standortauswahlverfahrens in Phasen und deren weitere Unterteilung in Schritten ist dem Abschlussbericht der „Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ /KOM 16/ zu entnehmen, der im Folgenden als „Kommissionsbericht“ bezeichnet wird. Die weiteren Ausführungen enthalten einen Ausschnitt aus dem Kommissionsbericht zur Ausgestaltung der Phase 1 im Standortauswahlverfahren, die einen Bezug zum StandAG zu den §§ 13, 14 und 15 haben:

„In der Phase 1 arbeitet der Vorhabenträger auf Grundlage der geologischen Daten und Informationen, die in Deutschland bei den geologischen Fachbehörden vorhanden sind oder von den Behörden herangezogen werden können. In der ersten Phase sind vorhandene Informationen umfangreich zu erschließen und zu interpretieren. Es werden aber noch keine weiteren geologischen Daten durch Erkundung ermittelt. Es können Nacherhebungen von Informationen notwendig werden, falls der unmittelbar verfügbare Kenntnisstand für eine Bewertung nicht ausreicht und eine vertiefte Auswertung vorhandener Rohdaten zu zusätzlichen Erkenntnissen führt.

Ausgehend vom gesamten Bundesgebiet, von einer weißen Landkarte Deutschlands, werden in der ersten Auswahlphase in drei Schritten die anschließend übertägig zu erkundenden Standorte ermittelt: Dabei sind in Schritt 1 über die geologischen Ausschlusskriterien und die Mindestanforderungen die Gebiete zu ermitteln, in denen eine Endlagerung von vornherein nicht möglich erscheint. Die verbleibenden Gebiete werden in Schritt 2 durch Anwendung der geologischen Abwägungskriterien auf eine größere Zahl potenzieller Regionen oder Standorte eingegrenzt. Im Schritt 3, bei der vertiefenden geowissenschaftlichen Abwägung, werden die geologischen Abwägungskriterien erneut angewandt und mit Ergebnissen der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen kombiniert. Danach werden planungswissenschaftliche Abwägungskriterien angelegt. Dies engt die unter sicherheitlichen Gesichtspunkten möglicherweise geeigneten Teilgebiete auf die auch planungsrechtlich vertretbaren ein.

Der Vorhabenträger legt nach Schritt 2 einen Zwischenbericht zu den identifizierten Teilgebieten vor. Dieser wird im Rahmen einer Fachkonferenz Teilgebiete diskutiert, während der Vorhabenträger seine Arbeit fortsetzt. Der Bericht des Vorhabenträgers zur Phase 1 mit dem Vorschlag für in Betracht kommende Teilgebiete, den zugehörigen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und dem Vorschlag für eine auf dieser Grundlage getroffene Auswahl von Standortregionen für die übertägige Erkundung wird später an das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung übermittelt und veröffentlicht. In diesem Bericht ist die genaue Ableitung der Ergebnisse durch die transparente Dokumentation und Begründung aller vorgenommenen Schritte und Entscheidungen darzustellen. Der Bericht ist der Vorschlag des Vorhabenträgers und noch nicht das Ergebnis der ersten Phase.

Mit der Übergabe des Berichts beginnt dessen wissenschaftliche Prüfung und die öffentliche Diskussion mit den vorgesehenen Mitteln der Öffentlichkeitsbeteiligung. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Beteiligungsverfahren beschließen Bundestag und Bundesrat, welche potenziellen Standorte übertägig zu erkunden sind."

2.4 Abschätzungen der Endlagerkommission zu der Anzahl an Teilgebieten, Standortregionen und Standorten

Der Vorhabenträger hat gemäß Kap. 2.3 einen Vorschlag für in Betracht kommende Teilgebiete mit den zugehörigen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und eine auf dieser Grundlage getroffene Auswahl von Standortregionen für die übertägige Erkun-

dung an das BfE zu übermitteln. Es ist also ein Bericht vorzulegen, in dem sowohl der Vorschlag für in Betracht kommende Teilgebiete als auch die daraus getroffene Auswahl von Standortregionen für die übertägige Erkundung enthalten sind. Gemäß dem Kommissionsbericht /KOM 16/ werden nach verschiedenen Einschätzungen möglicherweise 20 bis 30 Teilgebiete ermittelt und hieraus 6 bis 8 Standortregionen für die übertägige Erkundung bestimmt. Die Ausarbeitungen zu den Abschätzungen liefert Drucksache K-Drs./ AG1-60 /GAß 15/. Es wird in dem Bericht darauf hingewiesen, dass die tatsächliche Anzahl natürlich erst nach Durchführung des konkreten Verfahrens feststehen wird.

Gemäß Drucksache K-Drs. 186 /GAß 16a/ wird für Standortregionen eine Anzahl von 10 – 30 thematisiert. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass Zweifel bestehen, dass es eine so große Anzahl von 30 in Betracht kommender Standortregionen geben wird. In K-Drs./ AG1-68a /GAß 16b/ wird von einer Anzahl von 6 übertägig zu erkundenden Standortregionen ausgegangen. In einer Darstellung der Verfahrensschritte nach Endlagerkommission (K-Drs./ AG3-35) /KLE 15/ werden für Teilgebiete mind. 5, Standortregionen 3 – 5 und Standorte 2 angegeben.

2.5 Größenordnung Teilgebiete

Die AG1 und AG3 der Kommission haben sich in K-Drs./ AG1-63 bzw. K-Drs./ AG3-83 /KUD 16a/[1] mit der Fragestellung der exemplarischen Ermittlung von betroffenen Teilgebieten /Regionen in der Phase 1 bei einer Standortauswahl für ein Endlager und Auswirkungen auf die Bürgerbeteiligung auseinandergesetzt. Für die exemplarische Ermittlung wurde die Karte der BGR „Anhang 5: Wirtsgesteine für die Endlagerung radioaktiver Abfälle“ aus der Übersicht „Der tiefere geologische Untergrund von Deutschland“ zu Grunde gelegt (siehe Abb. 2.2), die der Kommission als Unterlage K-MAT-11 /BGR 14/ zur Verfügung gestanden hat.

In /KUD 16a/ wird davon ausgegangen, dass auch bei Anwendung der Kriterien, welche die Endlagerkommission zum Zeitpunkt dieser Ausarbeitungen noch nicht festgelegt hatte, in der Phase 1 ähnlich große Teilgebiete wie in der BGR-Karte (Abb. 2.2) ausgewiesen werden.

---

[1] Inhalte in beiden Dokumenten sind gleich, nur der Bezug zur Arbeitsgruppe ist unterschiedlich. Zu den genannten Referenzen gibt es die Vorläuferdokumente K-Drs. /AG1-63 bzw. K-Drs./ AG3-83 /KUD 16b/

Aus Handhabbarkeitsgründen wurden die in Abb. 2.2 dargestellten nach Wirtsgestein gefärbten Bereiche in Teilgebiete einsortiert (Abb. 2.3). Die grün gefärbten Bereiche (Tonsteingebiete) sind in vier Teilgebiete (T1 bis T4) unterteilt. Insbesondere die Teilgebiete T1 und T2 umfassen hierbei eine Vielzahl von einzelnen ausgewiesenen Gebieten in Ton (siehe hierzu Abb. 2.2). Die Salzstöcke wurden als die blauen Teilgebiete (S1 bis S5) und die kristallinen Gesteinsformationen als die roten Teilgebiete (KG1 bis KG7) ausgewiesen.

In den weiteren Ausführungen in /KUD 16a/ liegt der Fokus auf die durch die Teilgebiete betroffenen Gebietskörperschaften und die damit verbundenen Einwohnerzahlen. D. h. die Karte mit den ausgewiesenen Teilgebieten wurde mit der Karte der Gebietskörperschaften (Landkreise / Kreise / kreisfeie Städte / Stadtkreise) von Deutschland überlagert und somit die betroffenen Gebietskörperschaften ermittelt. Für die weitere Auswertung wurden je Teilgebiet die Flächen und Einwohnerzahlen der betroffenen Gebietskörperschaften aufsummiert (s. Tab. 2.1). Die so ermittelten Flächen sind z. T. bedeutend größer als die entsprechenden Teilgebietsflächen.

Tab. 2.1 Anzahl betroffener Gebietskörperschaften, Einwohner und Flächen zu entsprechenden ausgewiesenen Teilgebieten (Daten gemäß /KUD 16a/ Anhang 3)

Wirtsgestein	Betroffene Gebietskörperschaften (GK) zum Teilgebiet (T)	GK []	Einwohner []	Fläche [km²]
Ton	GK zu T1	35	7.600.000	42.000
	GK zu T2	18	5.800.000	37.000
	GK zu T3	10	1.700.000	9.500
	GK zu T4	3	570.000	2.700
Salz	GK zu S1	1	314.000	2.900
	GK zu S2	1	119.000	750
	GK zu S3	3	437.000	7.300
	GK zu S4	2	127.000	3.400
	GK zu S5	2	258.000	3.900
Kristallines Gestein	GK zu KG1	3	433.000	5.900
	GK zu KG2	5	1.600.000	8.000
	GK zu KG3	4	1.200.000	7.000
	GK zu KG4	4	1.000.000	3.900
	GK zu KG5	3	250.000	3.000
	GK zu KG6	4	350.000	4.000
	GK zu KG7	4	430.000	3.500

Insgesamt konnten aus der Recherche keine Flächenangaben zu den Teilgebieten bzw. zu den von der BGR ausgewiesenen untersuchungswürdigen Bereichen entnommen werden. Aus diesem Grund wurden zu den in Abb. 2.3 dargestellten Teilgebieten die Flächen auf der Grundlage der vorliegenden Daten und Informationen sowie rechengestützter Programme/Werkzeuge ermittelt (siehe hierzu Kap. 3.2).

Anlage 0

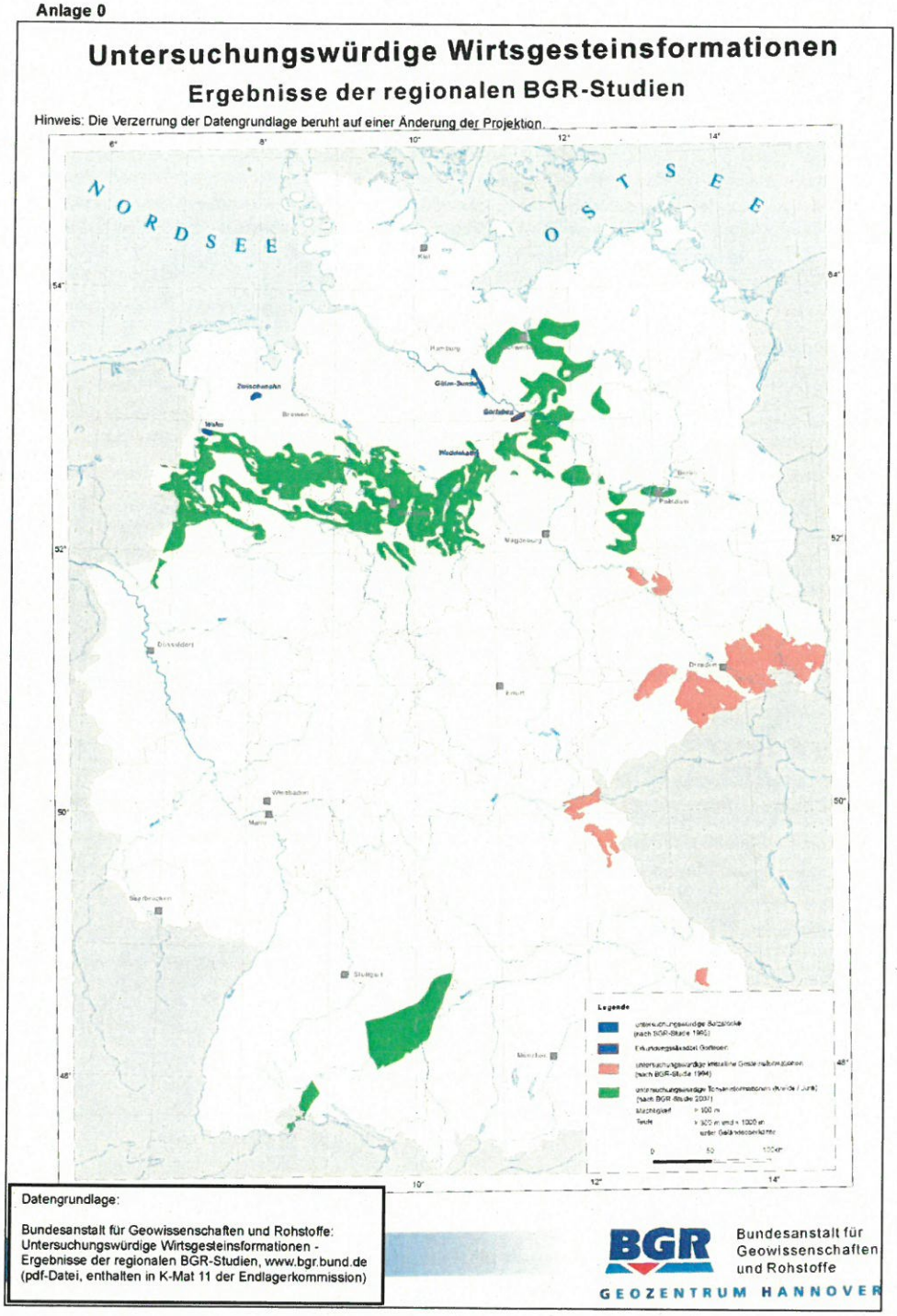


Abb. 2.2 Darstellung der „Untersuchungswürdigen Wirtsgesteinsformationen" aus BGR Studien (entnommen aus /KUD 16a/)

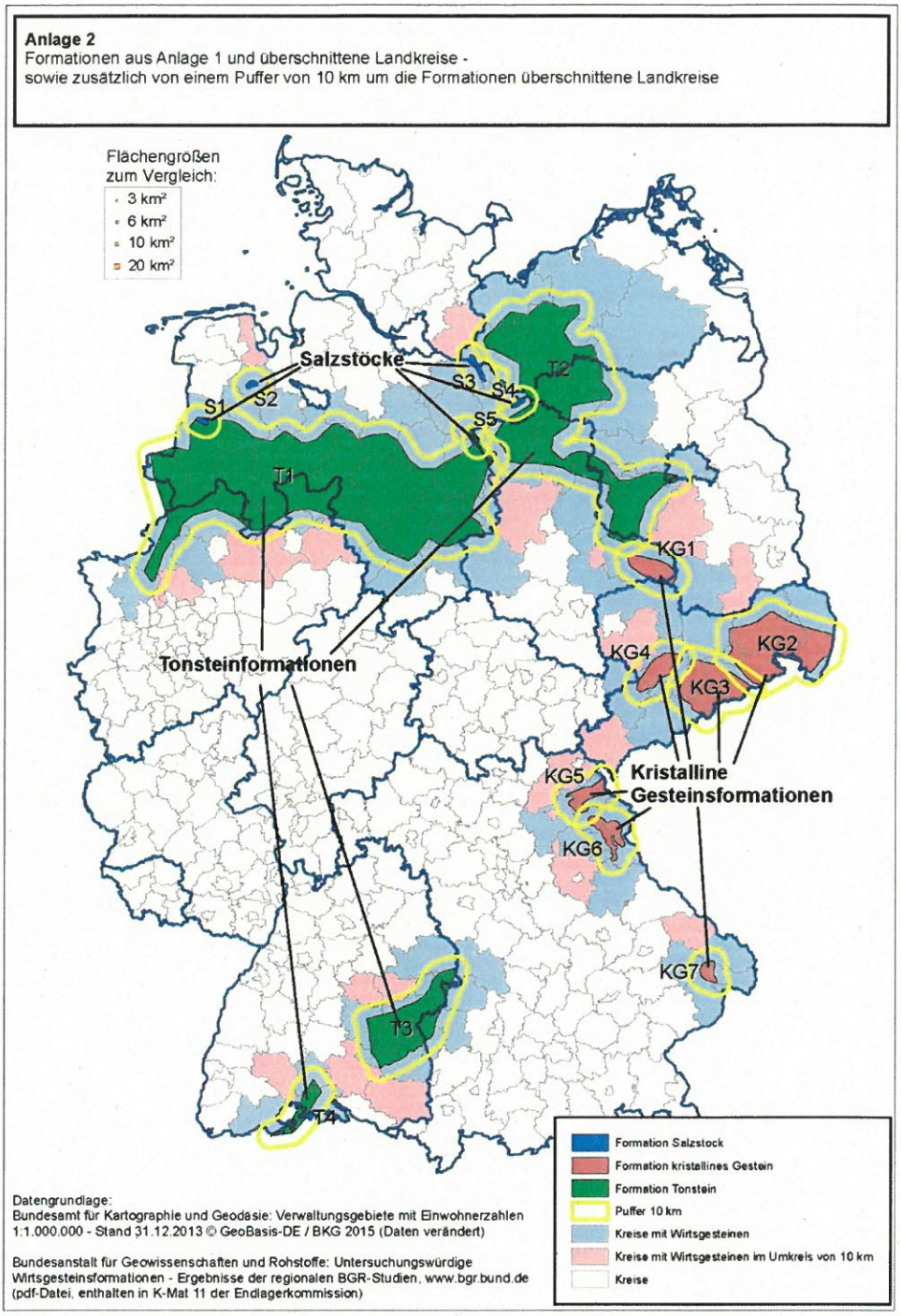


Abb. 2.3 Darstellung der Einteilung der Teilgebiete für die Wirtsgesteinsformationen Ton, Salz und Kristallin (entnommen aus /KUD 16a/)

3 Teilgebiete und Standortregionen

3.1 Darstellung Standortauswahlverfahren (Phase 1)

Das Standortauswahlverfahren ist gemäß den Ausführungen in Kap. 2 auf die schrittweise Eingrenzung von Gebieten ausgehend vom gesamten Bundesgebiet bis zum Endlagerstandort aufgebaut (s. Abb. 3.1). Die Phase 1 beschränkt sich dabei auf die Ausweisung von Teilgebieten und übertägig zu erkundenden Standortregionen.

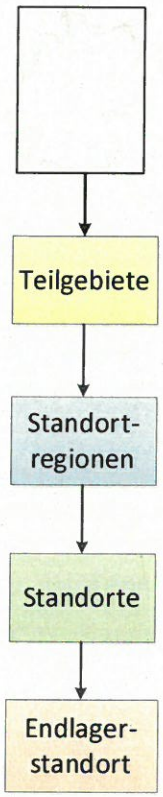


Abb. 3.1 Schematische Darstellung der Eingrenzung der Gebiete im Standortauswahlverfahren

Die Abb. 3.2 zeigt den Zusammenhang zwischen den sukzessive einzuengenden Gebieten, Regionen und Standorten. Hieraus ist zu entnehmen, dass es mehrere Teilgebiete geben kann (aber mindestens ein Teilgebiet geben muss), die entweder keine, eine oder mehrere Standortregionen umfassen. Die Standortregionen (auch bei den Standortregionen muss es mindestens eine Region geben) können wiederum keinen, einen oder mehrere Standorte beinhalten. Letztendlich wird aus den Standorten (es müssen mindestens zwei Standorte vorliegen) ein Endlagerstandort bestimmt.

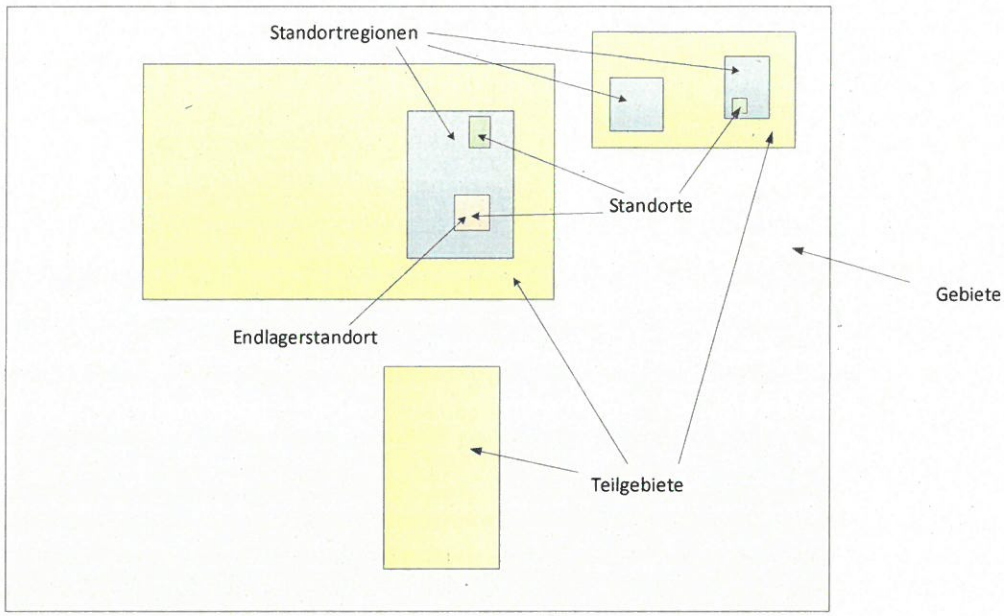


Abb. 3.2 Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Gebieten, Regionen und Standorten

Die Phase 1 des Standortauswahlverfahrens beinhaltet die

- Ermittlung von Teilgebieten (Abb. 3.3),
- Ermittlung von Standortregionen (Abb. 3.4) und
- Bestimmung der übertägig zu erkundenden Standortregionen und Festlegung von standortbezogenen übertägigen Erkundungsprogrammen (Abb. 3.5).

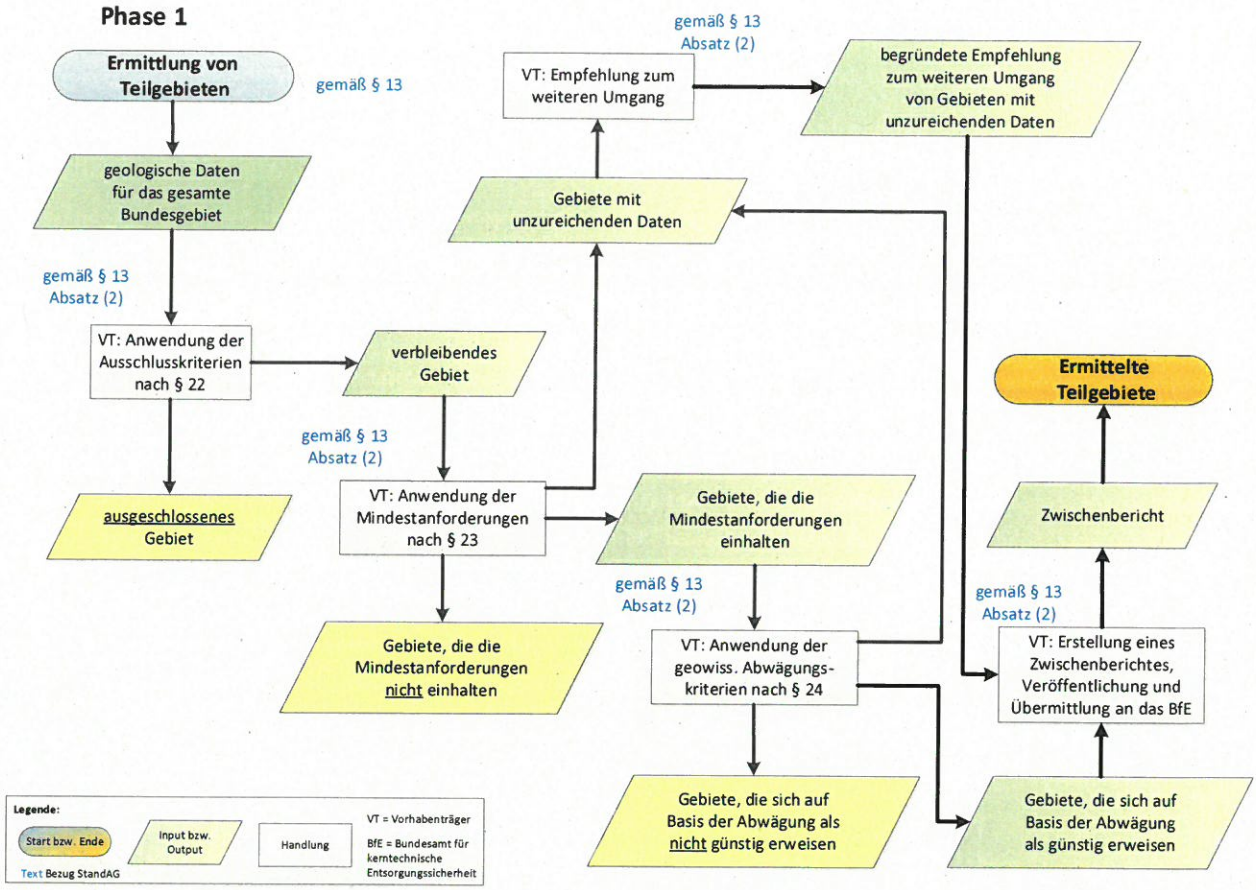


Abb. 3.3 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Ermittlung von Teilgebieten

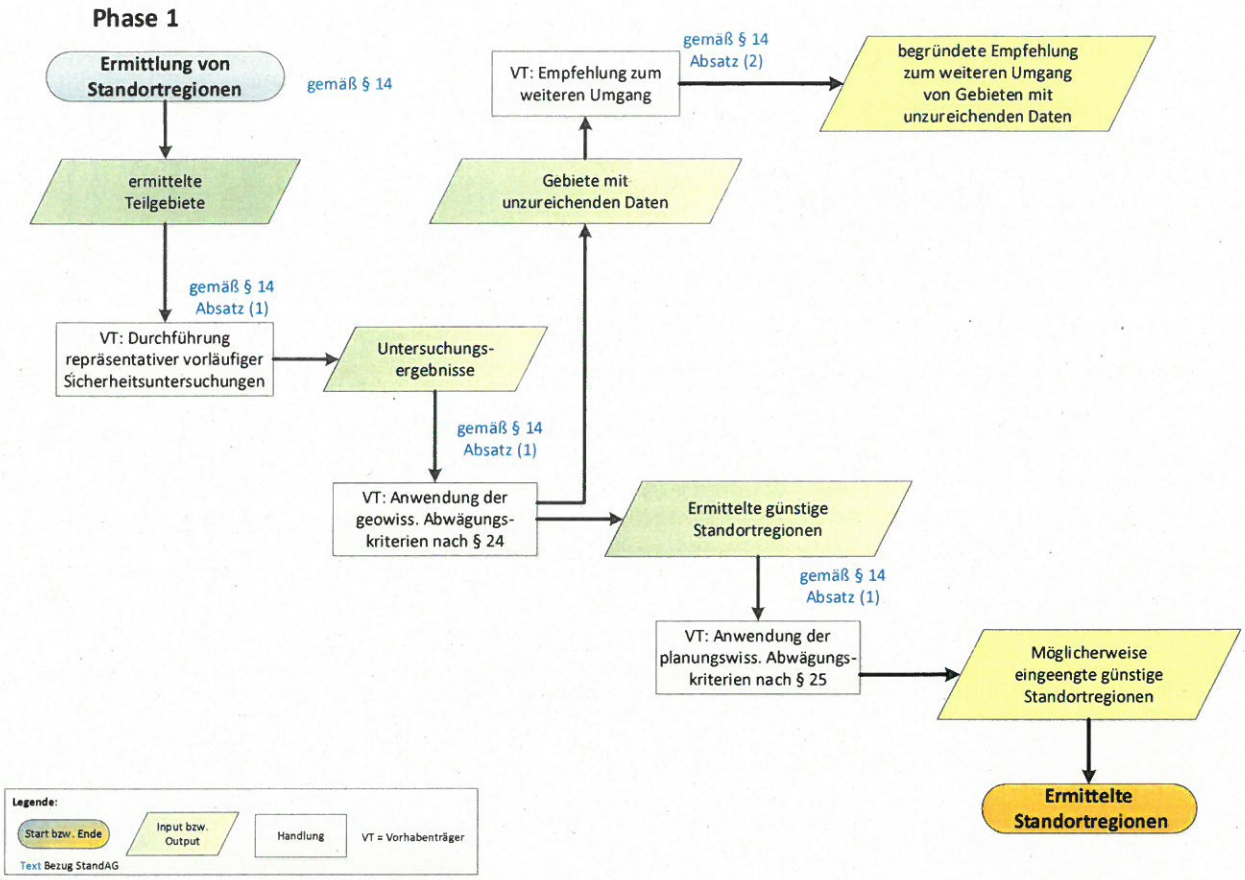


Abb. 3.4 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Ermittlung von Standortregionen

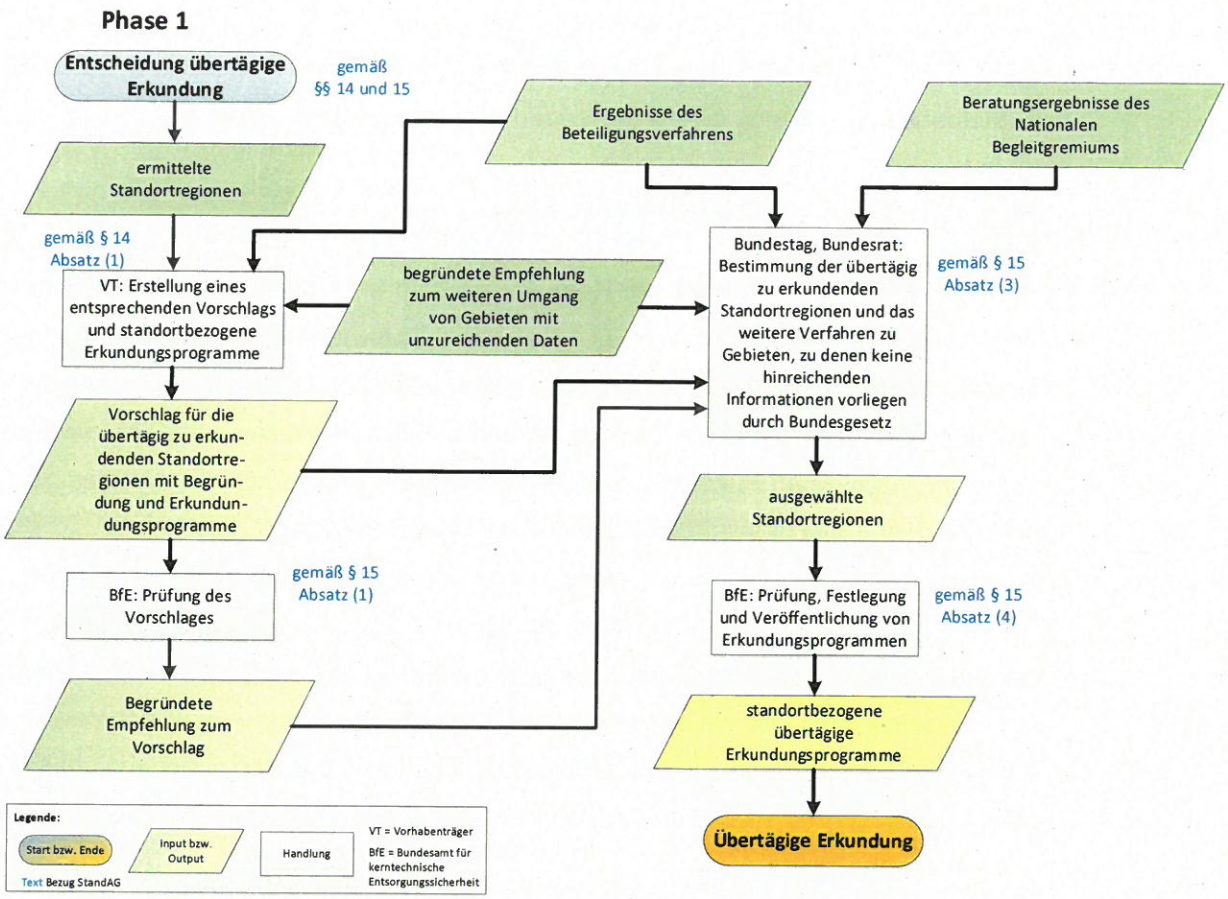


Abb. 3.5 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Entscheidung der übertägig zu erkundenden Standortregionen

3.2 Größenordnung/ Fläche von Teilgebieten

In Kap. 2.5 wurde ausgeführt, dass zu den in Abb. 2.3 dargestellten Teilgebieten keine Flächenangaben recherchiert werden konnten. Aus diesem Grund werden auf der Grundlage vorhandener Informationen und ad-hoc zur Verfügung stehender rechengestützter Programme/Werkzeuge die Flächen ermittelt, um somit im Rahmen der Expertengruppensitzung eine Orientierungshilfe über die zu erwartende Größenordnung von Teilgebieten und Größenverhältnisse von unterschiedlichen Wirtgesteinsbereichen für die weitere Diskussion und Erarbeitung der Verordnung zur Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen vorliegen zu haben.

Die Informationsgrundlage für die weitere Ermittlung der Teilgebietsflächen bildet die Karte in Abb. 2.3. Für die Bestimmung der Teilgebietsflächen wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, die im Folgenden kurz beschrieben werden:

Methode 1: Flächenermittlung mit GeoGebra

In einem ersten Schritt wurde die Karte in Abb. 2.3 in das frei verfügbare Programm GeoGebra Classic 5.0.447.0-d /GEO 18/ über die Zwischenablage eingefügt. Zu jedem Teilgebiet wurde anhand der in der Karte eingezeichneten Umrisse der Teilgebiete die Kontur aufgenommen und als Polygon dargestellt. Das Programm ermittelt selbständig zu jedem Polygon die Flächen einer dimensionslosen Flächeneinheit. Um aus den dimensionslosen Flächeneinheiten in GeoGebra die tatsächliche Fläche in Quadratkilometer zu bestimmen, wurde von der in der Karte angegebenen Vergleichsfläche von 20 km² (Abb. 2.3) ebenfalls die Kontur aufgenommen und als Polygon (in diesem Fall ein Quadrat) abgelegt. Hierzu hat GeoGebra ebenfalls die dimensionslosen Flächeneinheiten bestimmt. Mithilfe der bekannten tatsächlichen Größe in km² der Vergleichsfläche und dessen Größe in GeoGebra in der dimensionslosen Flächeneinheit lässt sich die tatsächliche Fläche der Teilgebiete nach folgender linearer Beziehung ermitteln:

$$T_F = \frac{T_{FE}}{V_{FE}} \cdot V_F$$

T_F	Fläche des Teilgebietes in km²
T_{FE}	Flächen des Teilgebietes in GeoGebra (dimensionslos)
V_{FE}	Flächen der Vergleichsfläche in GeoGebra (dimensionslos)
V_F	Fläche der Vergleichsfloche in km²

Die Abb. 3.6 zeigt die eingebundene Karte in das Programm GeoGebra und die aufgenommene Kontur der Teilgebiete sowie die Vergleichsfläche.

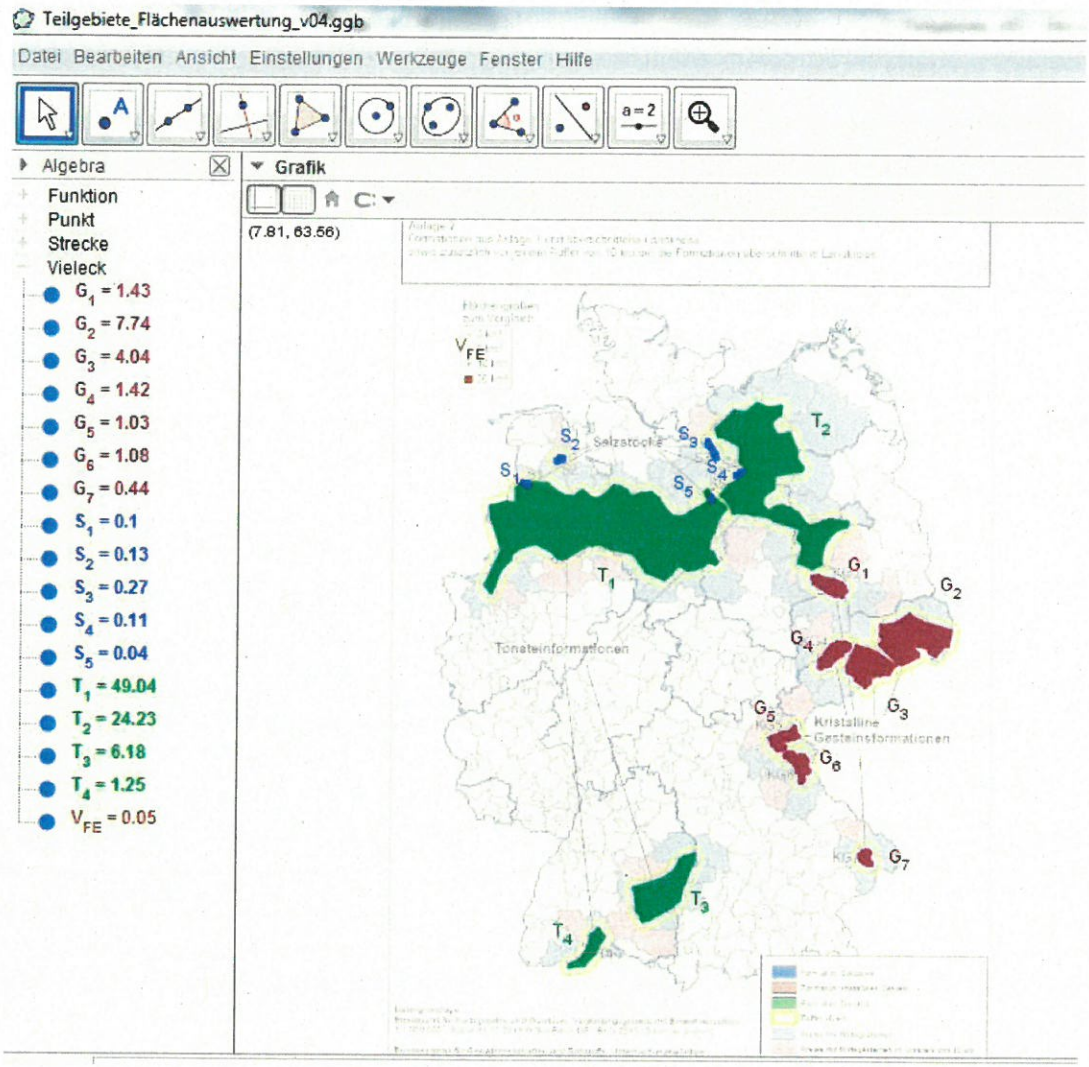


Abb. 3.6 Darstellung der eingebundenen Karte aus Abb. 2.3 in das Programm GeoGebra und der aufgenommenen Kontur zu den Teilgebieten

Methode 2: Flächenbestimmung mit Google Earth

Die Karte in Abb. 2.3 wird als Bilddatei z. B. im BMP- oder JPEG-Format abgelegt. Anschließend wird analog der Methode 1 die Bilddatei in das frei verfügbare Programm Google Earth Pro (Version 7.3.1.4507) /GOO 18/ mittels der Funktion „Bild-Overlay hinzufügen" eingefügt. Die Voraussetzung hierfür ist gegeben, da die Karte auf der Basis von Längen- und Breitengrade vorliegt. Nach dem Einfügen ist die Bilddatei durch Einstellung der Transparenzfunktion und den Verschiebe- und Rotationsmöglichkeiten an die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland anzupassen. Wenn die Anpassung hinreichend genau vorgenommen wurde, kann man mit der Funktion „Polygon hinzufügen" die Konturen der Teilgebietsflächen aufnehmen. Die Bestimmung der Flächen der

Teilgebiete wird analog dem GeoGebra Programm ebenfalls selbständig für die Polygone ermittelt. Diesmal ist jedoch keine Umrechnung in Quadratkilometer notwendig, da die Grundlage der Bilddatei in Längen- und Breitengrade dem Programm Google Earth Pro im Prinzip entspricht.

Die Abb. 3.7 zeigt die eingebundene Karte in das Programm Google Earth Pro und exemplarisch die aufgenommene Kontur der Teilgebiete in Ton.

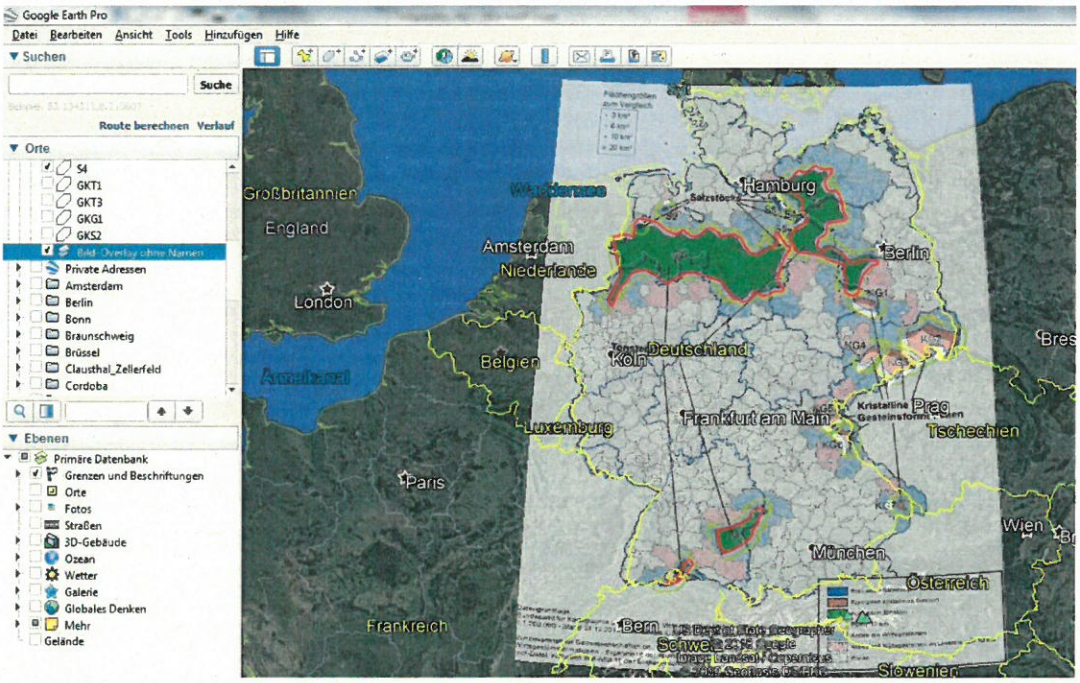


Abb. 3.7 Darstellung der eingebundenen Bilddatei (Karte aus Abb. 2.3) in das Programm Google Earth Pro und der aufgenommenen Kontur zu den Teilgebieten in Ton

Ergebnisse der Teilgebietsflächenbestimmung und Ergebnisdiskussion

In der Tab. 3.1 sind die ermittelten Flächen für die Teilgebiete in Ton, Salz und Kristallin (Granit) nach der Methode 1 aufgeführt. Ermittelte Flächen nach der Methode 2 sind in der Tab. 3.2 wiedergegeben. In beiden Tabellen ist auch der Anteil der Teilgebietsflächen in Ton, Salz und Kristallin zur Summe aller Teilgebietsflächen angegeben.

Tab. 3.1 Bestimmte Teilgebietsflächen und Flächenanteile nach der Methode 1 (für eine aus der Umrissermittlung bestimmte Flächeneinheit der Vergleichsfläche von 0,05)

Methode 1
Flächen ermittelt mittels GeoGebra

	Teilgebiete Ton	Fläche [km²]	Teilgebiete Granit	Fläche [km²]	Teilgebiete Salz	Fläche [km²]
	T1	20.000	G1	600	S1	40
	T2	10.000	G2	3.000	S2	50
	T3	2.500	G3	1.600	S3	110
	T4	500	G4	600	S4	45
			G5	400	S5	15
			G6	400		
			G7	200		
Summe	4	33.000	7	6.800	5	260
gerundet		33.000		7.000		300
gesamt	40.300					
Anteil	4	81,89%	7	17,37%	5	0,74%

Tab. 3.2 Bestimmte Teilgebietsflächen und Flächenanteile nach der Methode 2

Methode 2
Flächen ermittelt mittels Google Earth Pro

	Teilgebiete Ton	Fläche [km²]	Teilgebiete Granit	Fläche [km²]	Teilgebiete Salz	Fläche [km²]
	T1	22.000	G1	600	S1	50
	T2	10.000	G2	3.000	S2	50
	T3	2.500	G3	1.500	S3	100
	T4	500	G4	600	S4	50
			G5	400	S5	15
			G6	400		
			G7	200		
Summe	4	35.000	7	6.700	5	265
gerundet		35.000		7.000		300
gesamt	42.300					
Anteil	4	82,74%	7	16,55%	5	0,71%

Betrachtet man die ermittelten Flächen nach Methode 1 und Methode 2 dann ist festzustellen, dass die Ergebnisse nur geringfügig voneinander abweichen. Das gilt sowohl für die einzelnen Teilgebietsflächen als auch für die Flächenanteile.

Allerdings ist dieses Ergebnis bei eingehender Betrachtung als zufällig zustande gekommen zu werten. Der Grund ist die mit der Methode 1 einhergehende Unsicherheit bei der Bestimmung der Flächeneinheiten zur Vergleichsfläche, da geringe Abweichungen bereits eine große Auswirkung auf die Größe der Teilflächen bei der Umrechnung in Quadratkilometer haben. Das belegen entsprechende durchgeführte Vergleichsrechnungen mit unterschiedlichen Flächeneinheiten der Vergleichsfläche (V_{FE}) von 0,05, 0,06 und 0,07. Abhilfe würde eine größere Vergleichsfläche schaffen, zu der die entsprechende Fläche bekannt ist. Die Anwendung der Methode hat jedoch hinsichtlich der Anteile der Teilgebietsflächen keinen Einfluss, da sich der mögliche Fehler bei der Vergleichsflächenbestimmung gleichbleibend auf die Umrechnung der Flächeneinheiten in Quadratkilometer auswirkt.

Auch mit der Methode 2 ist eine Unsicherheit verbunden, die auf die notwendige Geo-Referenzierung der Bilddatei mit der Kartengrundlage von Google Earth zurückgeführt werden kann. Die verwendete Bilddatei basiert zwar auf Längen- und Breitengrad hat jedoch offensichtlich ein abweichendes Referenzsystem oder die Ausgangsabbildung ist gegenüber der originalen Karte verzerrt. Das ist daran zu erkennen, dass die Grenzen Deutschlands der Bilddatei nicht exakt in Überdeckung mit den entsprechenden Grenzen in Google Earth zu justieren sind (Abb. 3.8).

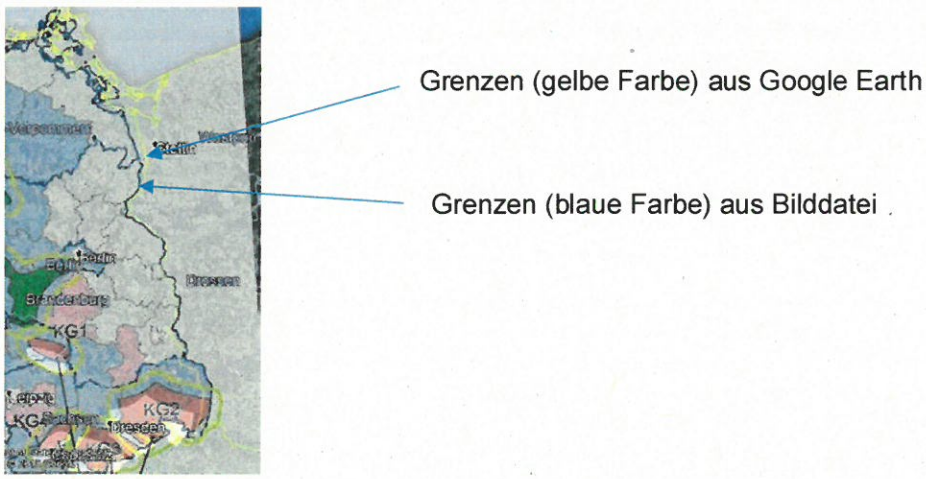


Abb. 3.8 Ausschnitt aus der Abb. 3.7 zur Darstellung der Abweichung der geo-referenzierten Bilddatei zur Kartengrundlage in Google Earth

Verifizierung der Ergebnisse nach Methode 2

Um den möglichen Fehler mit der Methode 2 und der generierten Bilddatei abschätzen zu können, wurde nicht die Kontur des Teilgebietes, sondern der Umriss der durch ein

Teilgebiet betroffenen Gebietskörperschaften aufgenommen, die ebenfalls in der Informationsgrundlage (Abb. 2.3) enthalten sind. Das Programm Google Earth Pro bestimmt zu dem Umriss wiederum selbständig die Fläche. Vergleicht man nun diese Flächen mit den entsprechenden angegeben Flächen in den Referenzen /KUD 16a/ erhält man einen Hinweis über die möglichen Abweichungen bzw. Fehler.

Eine Verifizierung wurde zu ausgewählten Teilgebieten für Ton (T1 und T3), Salz (S2) und Kristallin (G1) vorgenommen. Das Ergebnis hierzu ist in der Tab. 3.3 wiedergegeben.

Tab. 3.3 Vergleich von bestimmten Flächen von Teilgebieten betroffener Gebietskörperschaften nach der Methode 2 zu den in der Referenz /KUD 16a/ bzw. Tab. 2.1 angegebenen Flächen

Betroffene Gebietskörperschaften (GK) zum Teilgebiet (T)	Google Earth [km²]	AG1-63a [km²]
GK zu T1	44.500	42.000
GK zu T3	9.000	9.500
GK zu G1	5.600	5.900
GK zu S2	800	750

Aus der Tab. 3.3 ist zu entnehmen, dass die Abweichungen der Flächen nach der Methode 2 zu den in /KUD 16a/ angegebenen Flächen für die hier zugrundeliegende Zielsetzung, einen Hinweis über die mögliche Größenordnung von Teilgebieten und die Flächenrelation von Teilgebieten mit unterschiedlichen Wirtsgesteinsbezug zueinander zu erhalten, tolerierbar sind.

Fazit zur Flächenbestimmung

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationsgrundlage (Abb. 2.3) ist die Methode 2 gegenüber der Methode 1 vorzuziehen. Die Teilgebietsflächen lassen sich nach der Methode 2 für die hier zugrunde liegende Zielsetzung hinreichend genau bestimmen (Tab. 3.2). Mit beiden Methoden lassen sich Aussagen über die anteilsmäßige Flächenverteilung der Teilgebiete zur gesamten Teilgebietsfläche mit hinreichender Genauigkeit ableiten. Ist eine größere Genauigkeit bei der Flächenbestimmung gefragt, sind andere Methoden bzw. Werkzeuge wie z. B. ein Geografisches Informationssystem (GIS) und Datengrundlagen (Originaldatei der BGR) heranzuziehen.

Anmerkungen zu den bestimmten Teilgebietsflächen

Die Tab. 3.4 enthält eine Gesamtübersicht zu den Teilgebieten aus Abb. 2.3 hinsichtlich der betroffenen Gebietskörperschaften und Einwohner (Tab. 2.1) und die bestimmten Teilgebietsflächen nach der Methode 2 (Tab. 3.2).

Tab. 3.4 Bestimmte Teilgebietsflächen nach der Methode 2 und entsprechende Anzahl betroffener Gebietskörperschaften, Einwohner und Flächen gemäß /KUD 16a/

Wirtsgestein	Teilgebiete gemäß Abbildung 2.3	ermittelte Teilgebietsfläche nach der Methode 2	Betroffene Gebietskörperschaften (GK) zum Teilgebiet (T)		
			GK	Einwohner	Fläche
		[km²]	[]	[]	[km²]
Ton	T1	22.000	35	7.600.000	42.000
	T2	10.000	18	5.800.000	37.000
	T3	2.500	10	1.700.000	9.500
	T4	500	3	570.000	2.700
Salz	S1	50	1	314.000	2.900
	S2	50	1	119.000	750
	S3	100	3	437.000	7.300
	S4	50	2	127.000	3.400
	S5	15	2	258.000	3.900
Kristallines Gestein	KG1	600	3	433.000	5.900
	KG2	3.000	5	1.600.000	8.000
	KG3	1.500	4	1.200.000	7.000
	KG4	600	4	1.000.000	3.900
	KG5	400	3	250.000	3.000
	KG6	400	4	350.000	4.000
	KG7	200	4	430.000	3.500
Summe	16	41.965	102	22.188.000	144.750

Aus den Werten in Tab. 3.4 wird deutlich, dass die Flächen aus den betroffenen Gebietskörperschaften signifikant größer sind als die Teilgebietsflächen. Bei kleinen Teilgebieten wie die beim Wirtsgestein Salz können die Flächen aus den betroffenen Gebietskörperschaften ein Vielfaches der entsprechenden Teilgebietsfläche betragen. Vergleicht man die Teilgebietsflächen nach der Wirtsgesteinsformation so ergeben sich für

- Ton: Flächen von mehreren hundert, tausend bis zehntausend Quadratkilometer (Anteil von ca. 83 % der gesamten Teilgebietsflächen),

- Kristallin: Flächen von mehreren hundert bis tausend Quadratkilometer (Anteil von ca. 16 % der gesamten Teilgebietsflächen) und
- Salz: Flächen von mehreren zehner bis hundert Quadratkilometer (Anteil von ca. 1 % der gesamten Teilgebietsflächen).

Allerdings ist hier zu erwähnen, dass insbesondere die Teilgebiete T1 und T2 bei deren Eingrenzung aus Handhabungsgründen (Kap. 2.5) sehr großzügig bemessen worden sind. Aus der Abb. 2.2 ist zu ersehen, dass innerhalb der genannten Teilgebiete eine Reihe von Gebieten vorliegt, die nicht einer untersuchungswürdigen Wirtsgesteinsformation (in diesem Ton) durch die BGR zugeordnet wurden. Das bedeutet, dass die Fläche der Teilgebiete in Ton gemäß der Abb. 2.2 geringer ausfällt.

Die Gesamtfläche der hier zugrunde gelegten Teilgebiete entspricht ca. 42.000 km², das sind ca. 12 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschlands. Bei diesen Dimensionen wird deutlich, dass selbst die Durchführung von repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen eine enorme Herausforderung darstellt.

4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Vorhabens 4716E03240 wurde der folgenden vereinbarten Aufgabe nachgegangen (Kap. 1):

Zur Orientierung und als Diskussionsgrundlage für die weitere Erarbeitung der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren war eine Übersichtsdarstellung der Schritte in Phase 1 zu erarbeiten. Weiterhin war eine Abschätzung der Größenordnung bzw. Flächen von Teilgebieten vorzunehmen. Hierbei sollten bestehende Ausarbeitungen der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe" zu den Teilgebieten berücksichtigt werden.

Für die Umsetzung der Aufgabe wurde zunächst der vorliegende Sachstand und Informationen zur Phase 1 des Standortauswahlverfahrens und zu bestehenden Ausarbeitungen der Arbeitsgruppen der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe" im Zusammenhang mit Teilgebieten zusammengetragen (Kap. 2).

Hinsichtlich der genannten Aufgabe wurden Darstellungen zur

- Ermittlung von Teilgebieten,
- Ermittlung von Standortregionen und
- Bestimmung der übertägig zu erkundenden Standortregionen und Festlegung von standortbezogenen übertägigen Erkundungsprogrammen

unter Berücksichtigung des StandAG ausgearbeitet (Kap. 3.1).

In Bezug auf die Teilgebiete wurden unter Zugrundelegung der vorliegenden Informationen und des vorliegenden Kartenmaterials die Teilgebietsflächen mittels zwei unterschiedlicher ad-hoc zur Verfügung stehender Methoden bestimmt. Die bestimmten Teilgebietsflächen wurden unter Berücksichtigung möglicher methodischer Unsicherheiten einer Ergebnisdiskussion unterzogen. Im Ergebnis der Diskussion wurde der Methode 2 aufgrund eingeschätzter geringerer Unsicherheiten gegenüber der Methode 1 der Vorzug gegeben. Die durch Anwendung der Methode 2 bestehende Fehlerbandbreite wurde anhand vorliegender Vergleichsmöglichkeiten verifiziert. Hierzu wurde festgestellt, dass die Methode 2 für die hier zugrunde liegende Zielsetzung hinreichend genaue Ergebnisse zu den Teilgebietsflächen liefert (Kap. 3.2).

5 Referenzen

/BGR 14/ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): Der tiefere geologische Untergrund von Deutschland, Kurzübersicht über Verteilung und Dichte geowissenschaftlicher Daten und Informationen, Vorlage für die Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. K-MAT 11, 16 S.: Hannover, Oktober 2014.

/GAß 15/ Gaßner, H.: Ablaufschema Standortsuche zur Identifizierung der Diskussionsschwerpunkte der AG 1, Überarbeitung C. Inkrafttreten novelliertes Standortauswahlgesetz. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. /AG1-60, 3 S.: Berlin, 2. Dezember 2015.

/GAß 16a/ Gaßner, H.: Die Wege sind Weit, Ein Arbeitspapier nicht nur für die AG 1. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. 186 & K-Drs. /AG1-68, 29 S., 7. März 2016.

/GAß 16b/ Gaßner, H.: Ablauf Standortauswahlverfahren nach StandAG, Schematische Ausdifferenzierung der Phasen 1-3 unter Berücksichtigung der Zwischenschritte in §§ 15 und 18 StandAG sowie der Angaben und Veränderungen der Beteiligungsformate, K-Drs. /AG1-68a. Präsentation, Gaßner, Groth, Siederer & Coll., Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Berlin, 9. März 2016.

/GEO 18/ International GeoGebra Institute: GeoGebra Classic. Version 5.0.447.0-d, Windows, 19. März 2018.

/GOO 18/ Google LLC: Google Earth Pro. Version 7.3.1.4507, Windows, 2018.

/KLE 15/ Kleemann, U., Kudla, W., Appel, D., Bräuer, V.: Beratungsunterlage zu TOP 3 der 11. Sitzung am 25. August 2015 Verfahrensschritte und Anwendung von Kriterien im Standortauswahlverfahren, Entwurf. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. /AG3-35, 6 S.: Berlin, 19. August 2015.

/KOM 16/ Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. K-Drs. 268, 683 S.: Berlin, 30. August 2016.

/KUD 16a/ Kudla, W., Weißbach, J.: Exemplarische Ermittlung von betroffenen Teilgebieten / Regionen in der Phase 1 bei einer Standortauswahl für ein Endlager und Auswirkungen auf die Bürgerbeteiligung, Entwurf 2. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. /AG1-63a & K-Drs. /AG3-83a, 19 S.: Berlin, 16. Januar 2016.

/KUD 16b/ Kudla, W., Weißbach, J.: Exemplarische Ermittlung von betroffenen Teilgebieten / Regionen in der Phase 1 bei einer Standortauswahl für ein Endlager und Auswirkungen auf die Bürgerbeteiligung, Entwurf 1. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. /AG1-63 & K-Drs. /AG3-83, 18 S.: Berlin, 11. Januar 2016.

/STA 17/ Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) in der Fassung vom 15. Mai 2017 (BGBl. I 2017 Nr. 26 S. 1074-1102), zuletzt geändert 20. Juli 2017 (BGBl. I 2017 Nr. 52 S. 2808–2838).

6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1 Begriffsbestimmungen zu Gebieten, Regionen und Standorte gemäß dem Standortauswahlgesetz (/STA 17/) 3

Abb. 2.2 Darstellung der „Untersuchungswürdigen Wirtsgesteinsformationen" aus BGR Studien (entnommen aus /KUD 16a/) 9

Abb. 2.3 Darstellung der Einteilung der Teilgebiete für die Wirtsgesteinsformationen Ton, Salz und Kristallin (entnommen aus /KUD 16a/) 10

Abb. 3.1 Schematische Darstellung der Eingrenzung der Gebiete im Standortauswahlverfahren 11

Abb. 3.2 Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Gebieten, Regionen und Standorten 12

Abb. 3.3 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Ermittlung von Teilgebieten 13

Abb. 3.4 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Ermittlung von Standortregionen 14

Abb. 3.5 Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) hinsichtlich der Entscheidung der übertägig zu erkundenden Standortregionen 15

Abb. 3.6 Darstellung der eingebundenen Karte aus Abb. 2.3 in das Programm GeoGebra und der aufgenommenen Kontur zu den Teilgebieten 17

Abb. 3.7 Darstellung der eingebundenen Bilddatei (Karte aus Abb. 2.3) in das Programm Google Earth Pro und der aufgenommenen Kontur zu den Teilgebieten in Ton 18

Abb. 3.8 Ausschnitt aus der Abb. 3.7 zur Darstellung der Abweichung der geo-referenzierten Bilddatei zur Kartengrundlage in Google Earth 20

6.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1 Anzahl betroffener Gebietskörperschaften, Einwohner und Flächen zu entsprechenden ausgewiesenen Teilgebieten (Daten gemäß /KUD 16a/ Anhang 3) 8

Tab. 3.1 Bestimmte Teilgebietsflächen und Flächenanteile nach der Methode 1 (für eine aus der Umrissermittlung bestimmte Flächeneinheit der Vergleichsfläche von 0,05) 19

Tab. 3.2 Bestimmte Teilgebietsflächen und Flächenanteile nach der Methode 2 19

Tab. 3.3 Vergleich von bestimmten Flächen von Teilgebieten betroffener Gebietskörperschaften nach der Methode 2 zu den in der Referenz /KUD 16a/ bzw. Tab. 2.1 angegebenen Flächen 21

Tab. 3.4 Bestimmte Teilgebietsflächen nach der Methode 2 und entsprechende Anzahl betroffener Gebietskörperschaften, Einwohner und Flächen gemäß /KUD 16a/ 22

Anlage 3b

Thema:

Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1) und Bestimmung von Flächen zu Teilgebieten

-Diskussionsgrundlage-

Inhalt

- Zielsetzung
- Ausgangssituation
- Darstellung des Standortauswahlverfahrens (Phase 1)
- Ermittlung von Teilgebietsflächen

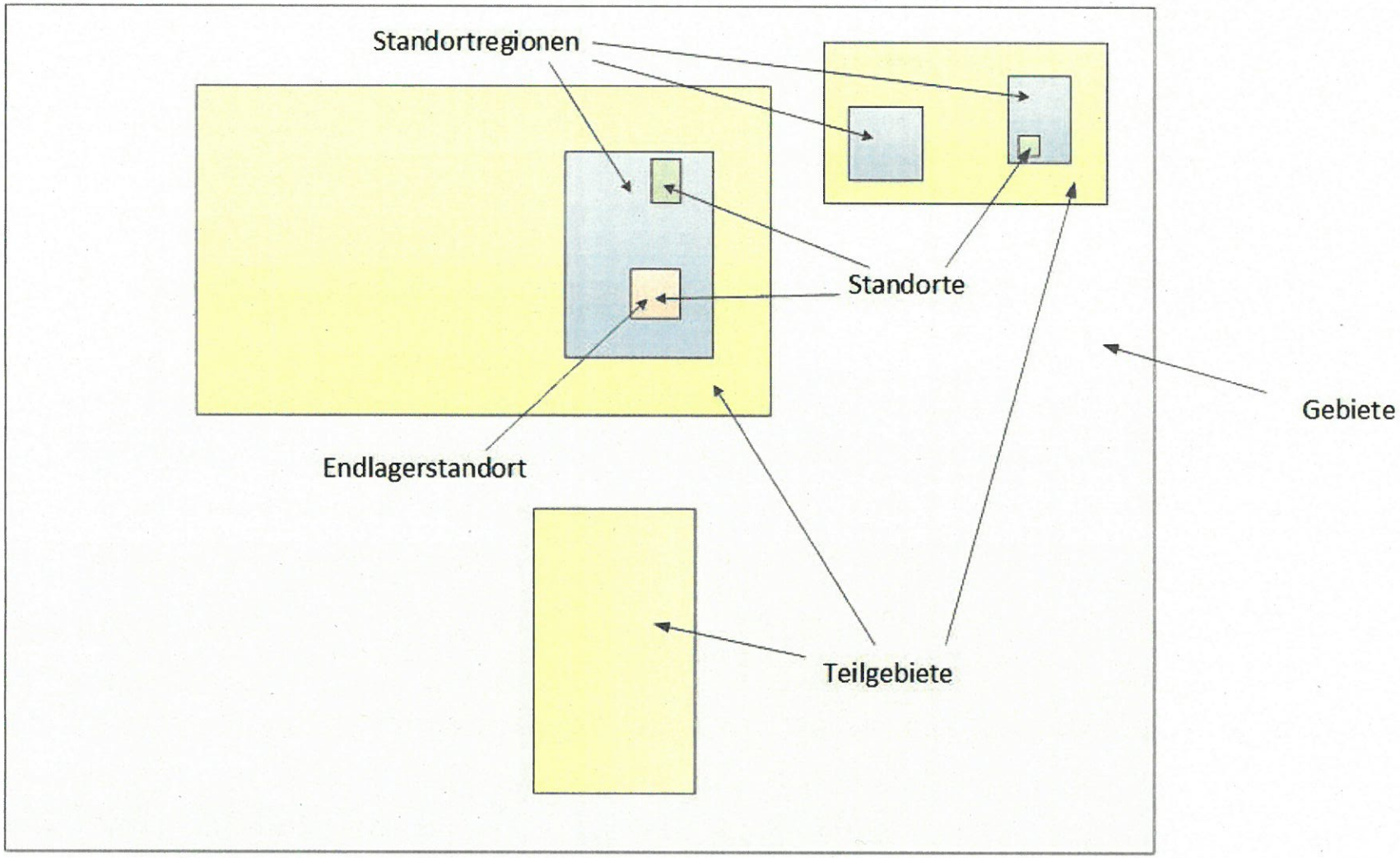
- Zielsetzung
  - Übersichtsdarstellung der Schritte in Phase 1 des Standortauswahlverfahrens
  - Abschätzung der Größenordnung bzw. Flächen von Teilgebieten

Ausgangssituation

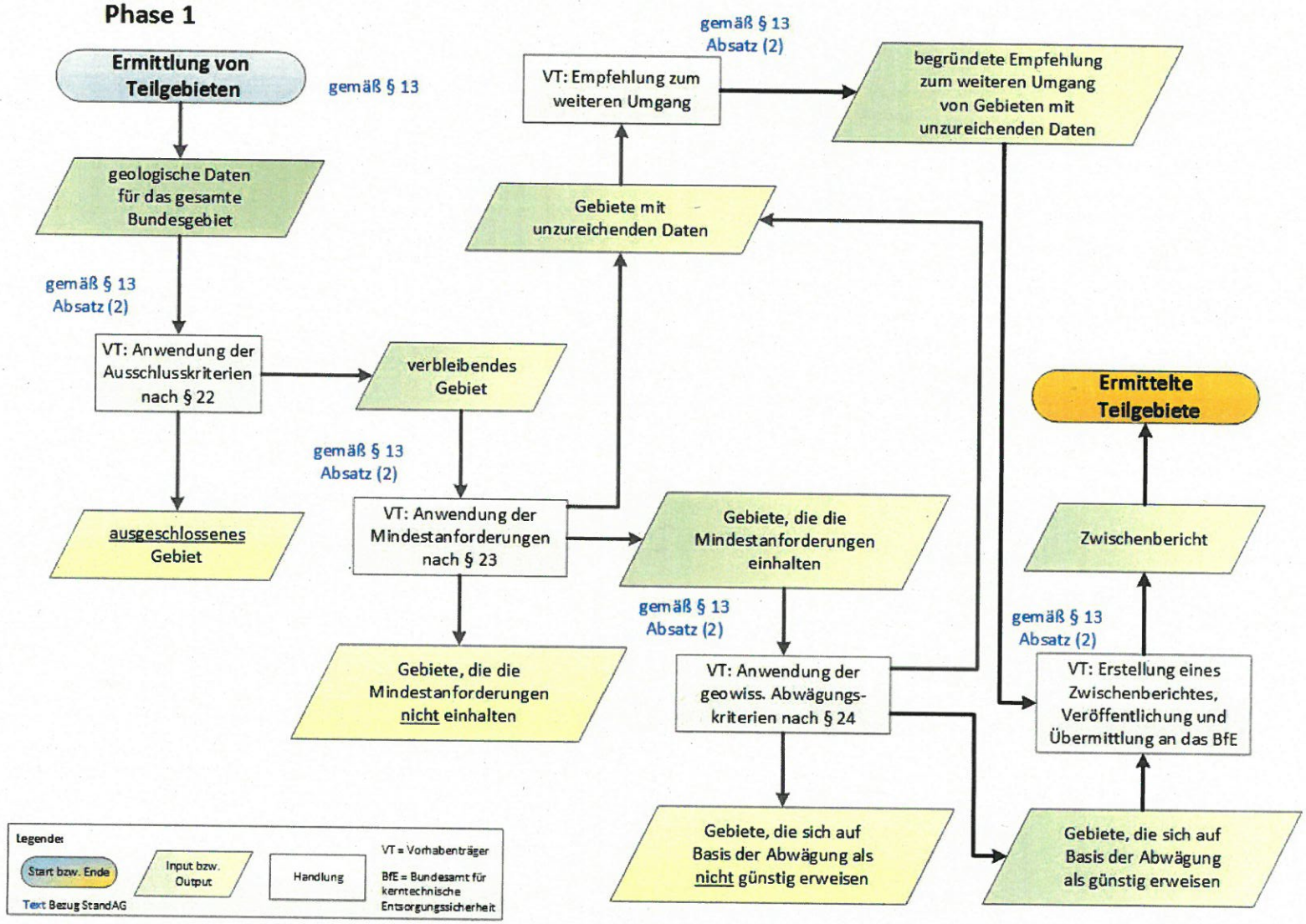
- Für die Darstellung des Standortauswahlverfahrens Phase 1 ist das StandAG mit den §§ 13, 14 und 15 relevant
- Phase 1 umfasst die
  - Ermittlung von Teilgebieten (§ 13),
  - Ermittlung von Standortregionen (§ 14) und
  - Bestimmung der übertägig zu erkundenden Standortregionen und Festlegung von standortbezogenen übertägigen Erkundungsprogrammen (§§ 14 und 15)

- Abschätzung Anzahl von Teilgebieten und Standortregionen (gemäß Kommissionsbericht)
  - Teilgebiete 20 – 30
  - Standortregionen 6 - 8
- Grundlage für die Teilgebietsflächen
  - BGR „Der tiefere geologische Untergrund von Deutschland“
  - Exemplarische Ermittlung von betroffenen Teilgebieten / Regionen in der Phase 1 bei einer Standortauswahl für ein Endlager und Auswirkungen auf die Bürgerbeteiligung Entwurf 2 (AG1-63a und AG3-83a)
  - **Angaben zur Größe der Teilgebietsflächen konnten nicht recherchiert werden**

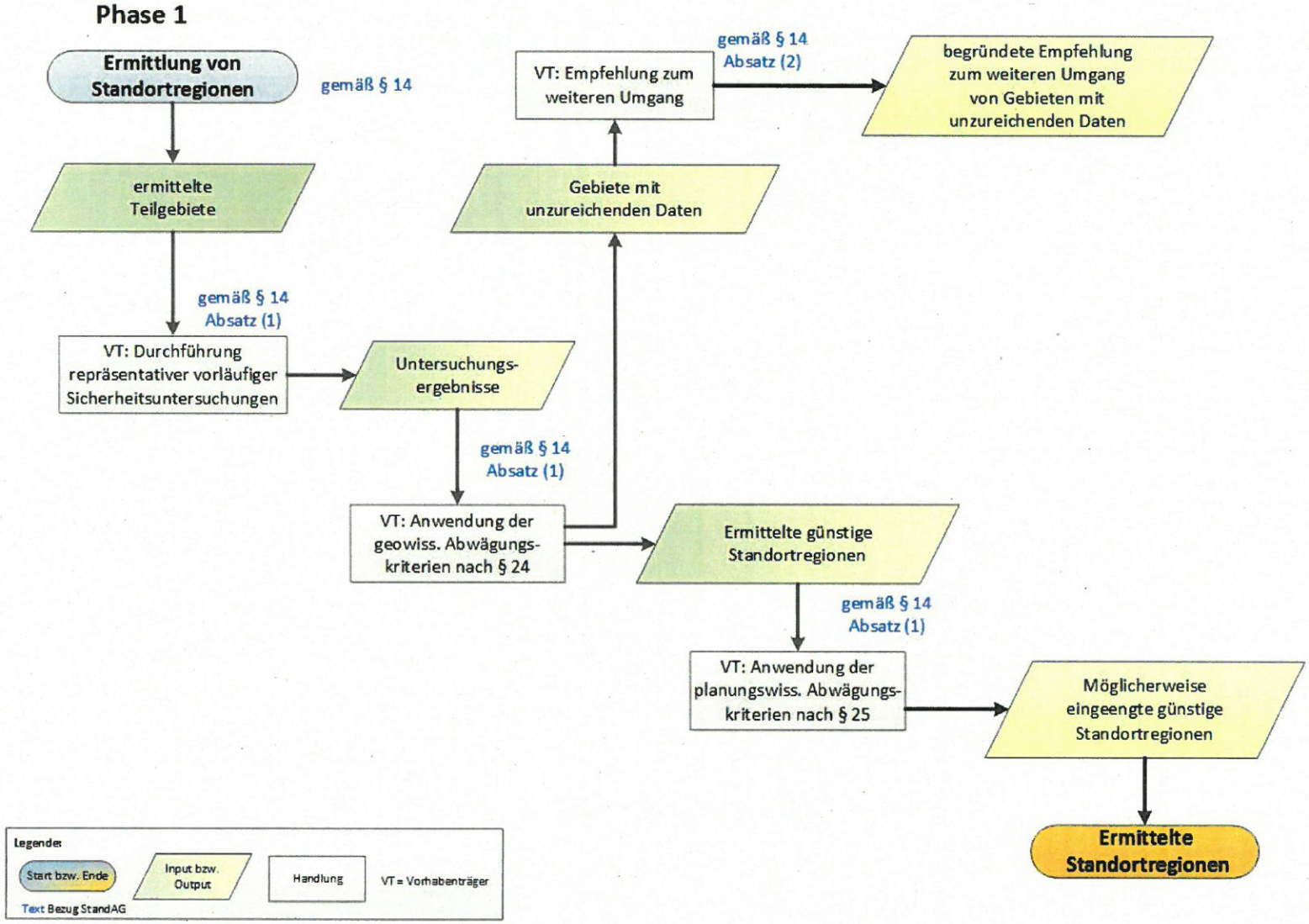
- Ausgangssituation



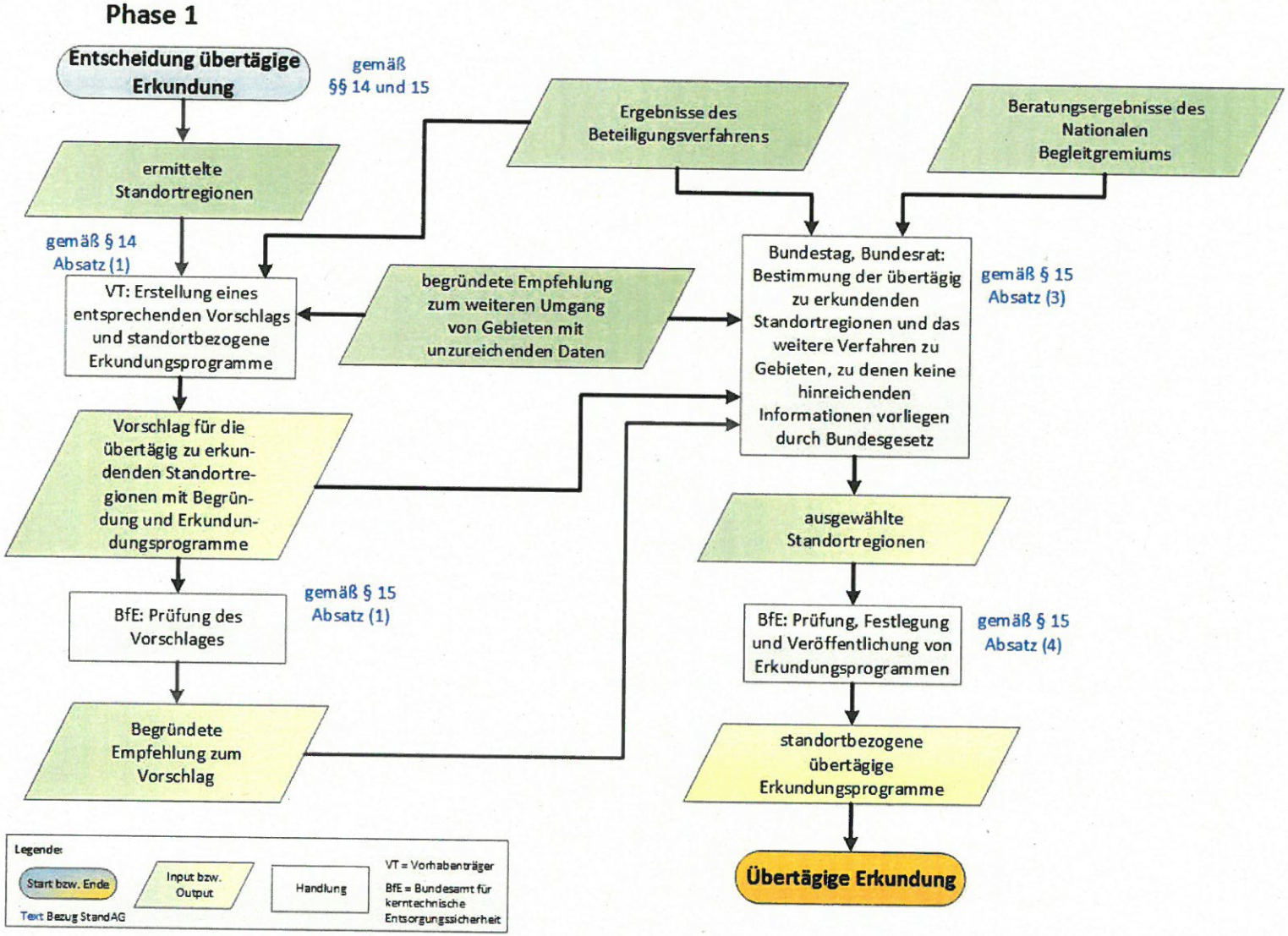
- Darstellung des Standortauswahlverfahrens Phase 1 (Ermittlung von Teilgebieten)



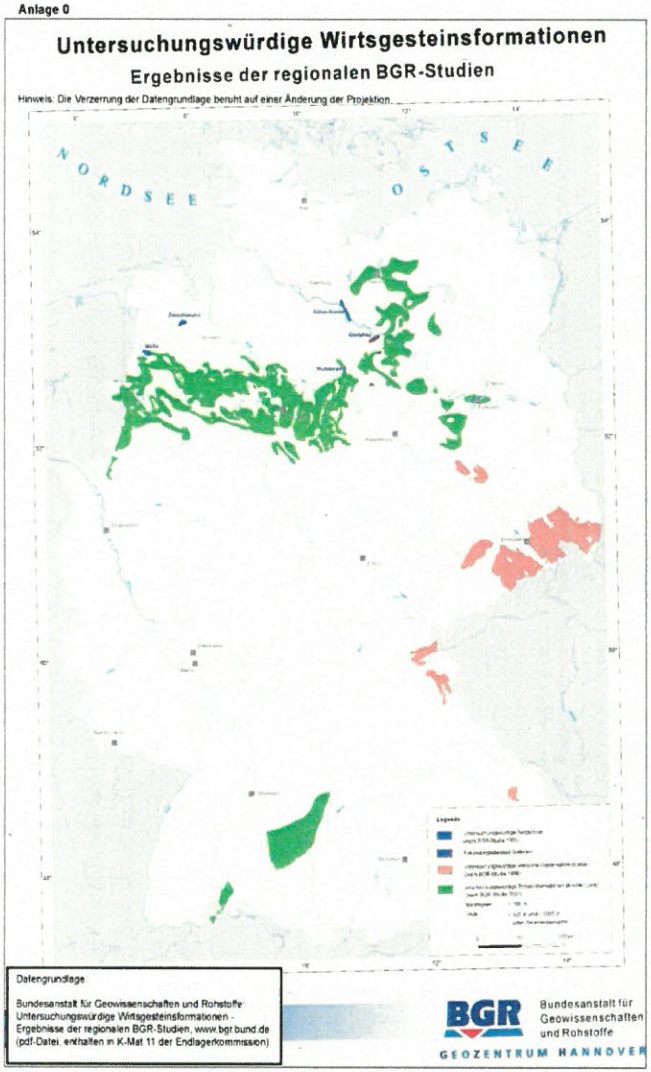
- Darstellung des Standortauswahlverfahrens Phase 1 (Ermittlung von Standortregionen)

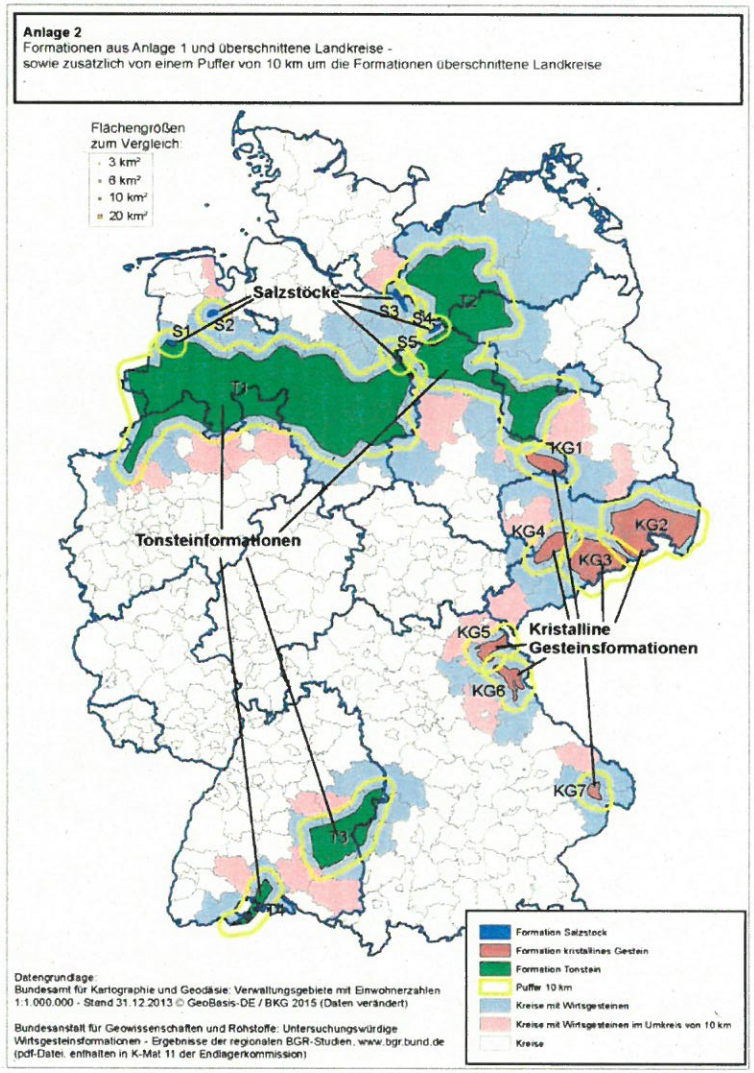


- Darstellung des Standortauswahlverfahrens Phase 1 (Entscheidung der übertägig zu erkundenden Standortregionen)



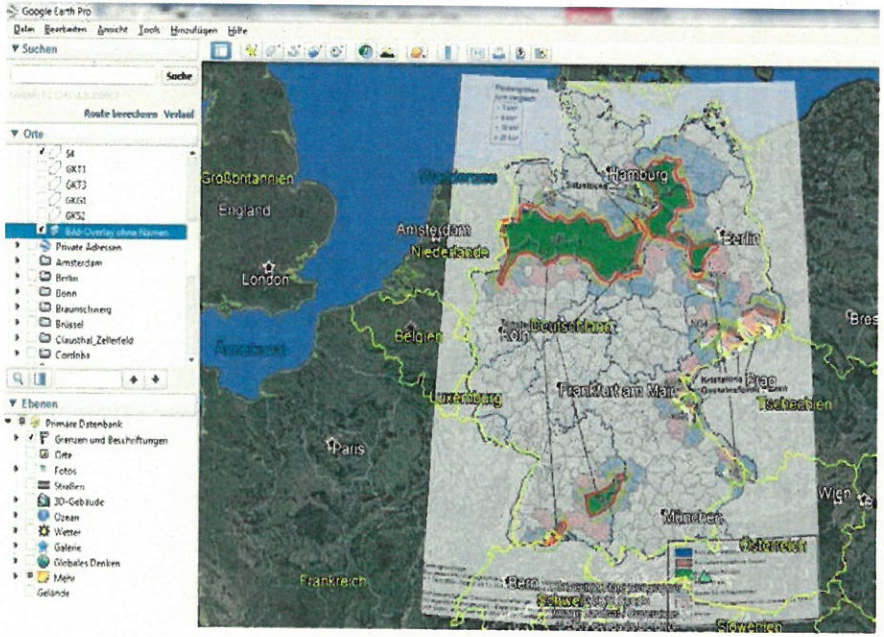
Ermittlung von Teilgebietsflächen





Ermittlung von Teilgebietsflächen

- Teilgebietsflächen wurde anhand von zwei unterschiedlichen Methoden bestimmt, wobei die hier vorgestellte Methode 2 (Nutzung von Google Earth Pro) favorisiert wird



Wirtsgestein	Teilgebiete gemäß Abbildung 2.3	ermittelte Teilgebietsfläche nach der Methode 2	Betroffene Gebietskörperschaften (GK) zum Teilgebiet (T)		
			GK	Einwohner	Fläche
		[km²]	[]	[]	[km²]
Ton	T1	22.000	35	7.600.000	42.000
	T2	10.000	18	5.800.000	37.000
	T3	2.500	10	1.700.000	9.500
	T4	500	3	570.000	2.700
Salz	S1	50	1	314.000	2.900
	S2	50	1	119.000	750
	S3	100	3	437.000	7.300
	S4	50	2	127.000	3.400
	S5	15	2	258.000	3.900
Kristallines Gestein	KG1	600	3	433.000	5.900
	KG2	3.000	5	1.600.000	8.000
	KG3	1.500	4	1.200.000	7.000
	KG4	600	4	1.000.000	3.900
	KG5	400	3	250.000	3.000
	KG6	400	4	350.000	4.000
	KG7	200	4	430.000	3.500
Summe	16	41.965	102	22.188.000	144.750

Ermittlung von Teilgebietsflächen

- Vergleicht man die Teilgebietsflächen nach der Wirtsgesteinsformation so ergeben sich für
  - Ton: Flächen von mehreren hundert, tausend bis zehntausend Quadratkilometer (Anteil von ca. 83 % der gesamten Teilgebietsflächen),
  - Kristallines Gestein: Flächen von mehreren hundert und tausend Quadratkilometer (Anteil von ca. 16 % der gesamten Teilgebietsflächen) und
  - Salz: Flächen von mehreren zehner bis hundert Quadratkilometer (Anteil von ca. 1 % der gesamten Teilgebietsflächen).

- Gesamtfläche der Teilgebiete entspricht ca. 42.000 km², das sind ca. 12 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschlands.

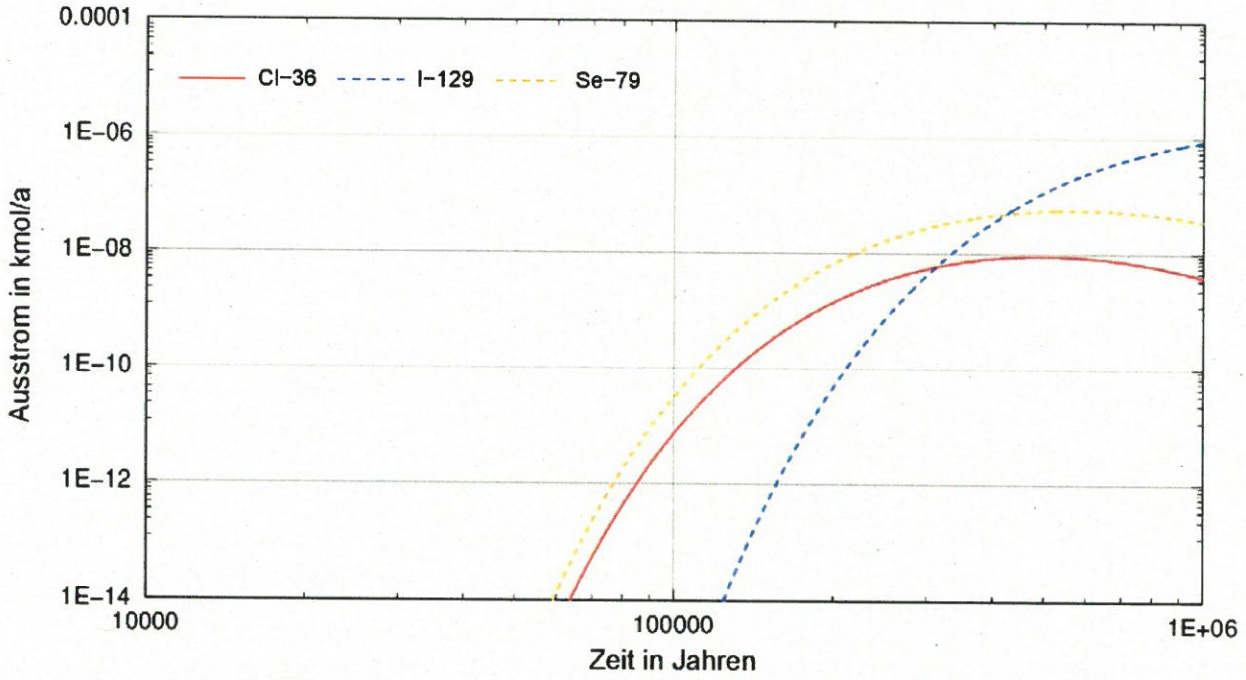
Anlage 3c

Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher massenbezogener Kriterien zum sicheren Einschluss von radioaktiven Abfällen

- Anlass
  - Mögliche Änderung der physikalischen Bezugseinheit: Stoffmenge → Masse
  - Durch Plausibilitätsrechnungen vorgeschlagene Richtwerte wurden für die Stoffmenge n [mol] und **nicht** für die Masse m [kg] bestimmt
  - Berücksichtigung elementspezifischer Molmassen M [g/mol] hat einen Einfluss auf die Werte: $M = \frac{m}{n}$
- Untersuchungsgegenstand
  - Darstellung von massenbezogenen Indikatoren
    - E1: Integraler RN-Massenaustrag im Verhältnis zur eingelagerten RN-Masse
    - E2: RN-Massenstrom pro Jahr im Verhältnis zur eingelagerten RN-Masse
  - Überprüfung der empfohlenen Richtwerte

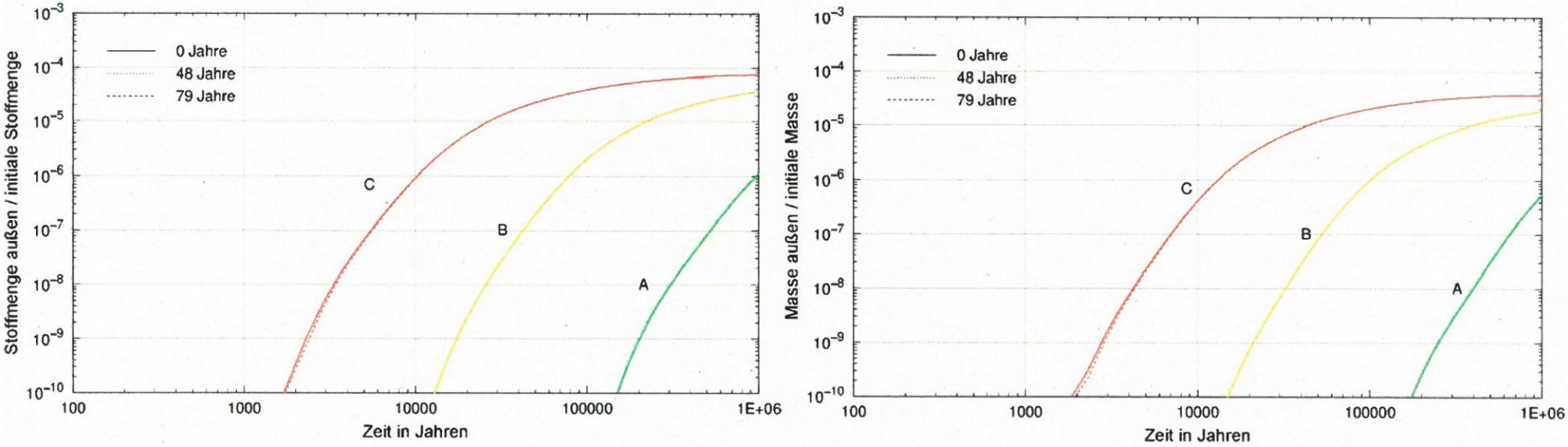
Nachtrag zu den Plausibilitätsrechnungen hinsichtlich möglicher massenbezogener Kriterien zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle

- Eingelagertes initiales Inventar besteht überwiegend aus Uran
  - Molmasse von Uran ca. 238 g/mol
- Austretende Radionuklide besitzen deutlich geringere Molmassen:
  - I-129 ca. 127 g/mol, Se-79 ca. 79 g/mol, Cl-36 ca. 35 g/mol



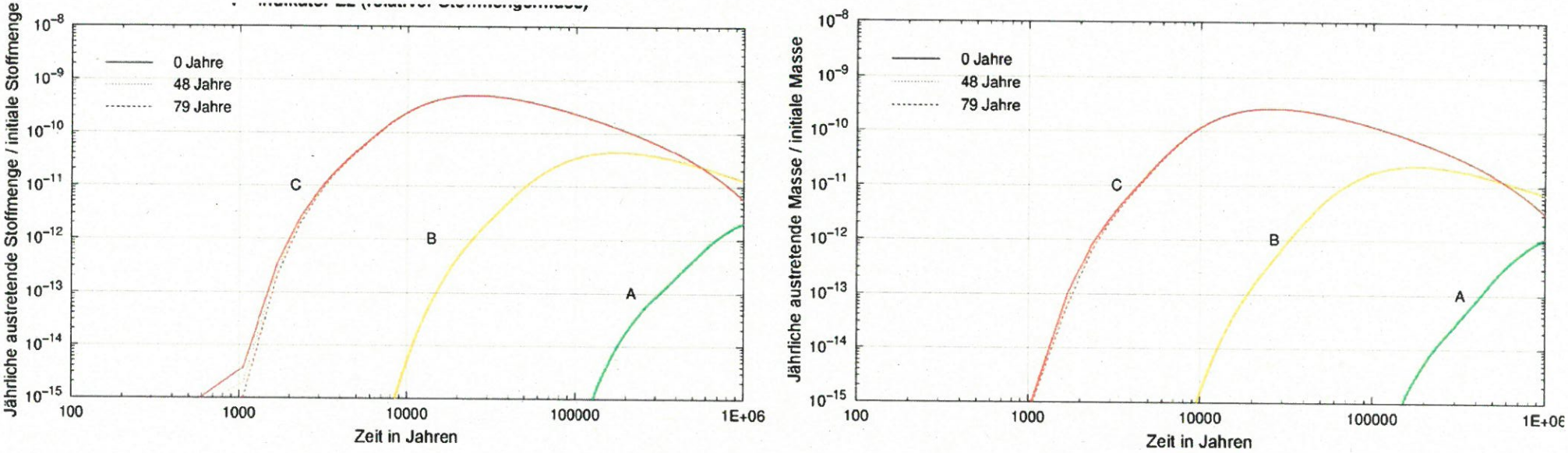
- Erwartung: Indikatorwerte sind durch Einbezug der Molmassen geringer

E1: Integrale Stoffmenge (links) zu integraler Masse (rechts)



- E1 – Vergleich integrale Stoffmenge/Masse
  - C: max. $7 \cdot 10^{-05}$ mol/mol bzw. $4 \cdot 10^{-05}$ kg/kg
  - B: max. $4 \cdot 10^{-05}$ mol/mol bzw. $2 \cdot 10^{-05}$ kg/kg
  - A: max. $1 \cdot 10^{-06}$ mol/mol bzw. $6 \cdot 10^{-07}$ kg/kg
- → Indikatorwerte ca. Faktor 2 geringer

E2: Jährliche Stoffmenge (links) zu Masse (rechts)



- E2 – Vergleich jährliche Stoffmenge/Masse
  - C: max. $6 \cdot 10^{-10}$ mol/mol bzw. $3 \cdot 10^{-10}$ kg/kg
  - B: max. $4 \cdot 10^{-11}$ mol/mol bzw. $2 \cdot 10^{-11}$ kg/kg
  - A: max. $2 \cdot 10^{-12}$ mol/mol bzw. $1 \cdot 10^{-12}$ kg/kg
- → Indikatorwerte ca. Faktor 2 geringer

Zusammenfassung

- Änderung der physikalischen Bezugseinheit von der Stoffmenge auf die Masse senkt die Indikatorwerte ungefähr um den Faktor 2
  - Faktor 2 ist plausibel, da die Molmasse des austretenden Radionuklids mit dem höchsten Stoffmengenanteil (I-129) ca. der Hälfte der Molmasse der Radionuklid mit dem höchsten initialen Stoffmengenanteil (U-238) entspricht
- Unterschiede sind kleiner als eine Größenordnung, daher **keine** Neuanpassung der Richtwerte erforderlich
  - E1: 10^{-04}
  - E2: 10^{-09}

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Diskussion des Entwurfs der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung (Stand 16.05.2018)

Bezug: 10. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 17.05.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.424

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 16:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU (Frau Breyer)

Teilnehmer: 10 (s. Anlage 1)

Tagesordnung: (s. Anlage 2)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer (s. Anlage 1) wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (s. Anlage 2) und mit den Teilnehmern abgestimmt.

Das BMU teilt mit, dass die vorab zugeschickten Anmerkungen der Teilnehmer der Expertengruppe in einem überarbeiteten Entwurf der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung berücksichtigt wurden (Stand 16.05.2018). Mithilfe dieser Anmerkungen wurden Themencluster mit Diskussionsbedarf identifiziert, die im ersten Teil der Sitzung am Vormittag besprochen wurden (TOP 1). Im zweiten Teil der Sitzung am Nachmittag (TOP 2) wurde die Entwurfsfassung durch das BMU vorgestellt, die vorab an die Teilnehmer der Expertengruppe verschickt wurde. Im Rahmen der Präsentation der Entwurfsfassung wurden seitens der Teilnehmer der Expertengruppe weitere Vorschläge zur Überarbeitung eingebracht.

TOP 1: Entwurf der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung als Diskussionsgrundlage für die 3. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Zu Beginn der Sitzung wurden die Themen benannt, die im Rahmen des ersten Tagesordnungspunktes verstärkt diskutiert werden sollten. Die Nummerierung der Paragraphen bezieht sich auf die Gliederung der Entwurfsfassung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung (Stand 16.05.18). Zu den Themen gehören (in chronologischer Reihenfolge)

- der Anwendungsbereich der Verordnung in Bezug auf die Endlagerung von schwach- bis mittel radioaktiven Abfällen, insbesondere des § 18 (Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebinde),
- eine inhaltliche Diskussion zu möglichen Anforderungen an Vorsorgemaßnahmen zur Bergung von hoch radioaktiven Abfällen (§ 19),
- Vorschläge zur Ausformulierung des § 25 (Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung),
- Vorschläge zur Ausformulierung des § 23 (Optimierung des Endlagersystems),
- der Anhang zu § 8 (Ausschluss von Kritikalität),
- Diskussionen zur Verwendung der Begrifflichkeit „Nachweis" in Verbindung mit Aspekten der Langzeitsicherheit,

- die mögliche Forderung nach einem Forschungsprogramm seitens des Vorhabenträgers,
- und Unsicherheitsanalysen in § 20 (Sicherheitsnachweis).

Anwendungsbereich der Verordnung in Bezug auf die Endlagerung von schwach- bis mittel radioaktiven Abfällen, insbesondere des § 18

Es wurde einvernehmlich festgehalten, dass sich die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung mit Ausnahme von § 17 (Entsorgung von sonstigen radioaktiven Abfällen am selben Standort) auf die Endlagerung von hoch radioaktiven Abfällen beschränkt und keine Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen definiert (s. auch § 1 Anwendungsbereich). Demnach dürfen sich Formulierungen in § 18 (Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebinde) nicht auf schwach- und mittelradioaktive Abfälle beziehen bzw. keinen Interpretationsspielraum zulassen. Hiervon ausgenommen sind geringe Abfallmengen, die während des Betriebs des Endlagers für hoch radioaktive Abfälle anfallen und nicht „Konrad-gängig" sind oder aus dem Abfallstrom von hoch radioaktiven Abfällen resultieren und bei der Konditionierung anfallen (verpresste Strukturteile). Für diese Abfälle soll auch § 18 gelten.

§ 17 definiert lediglich, dass die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am selben Standort keine unzulässigen Auswirkungen auf die Sicherheit der Endlagerung der hoch radioaktiven Abfälle haben darf. § 17 definiert demnach keine Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung für schwach- und mittelradioaktive Abfälle.

Anforderungen an Vorsorgemaßnahmen zur Bergung von hoch radioaktiven Abfällen (§ 19)

Es wurde angemerkt, dass die Forderung im Entwurfstext nach einer Gasdichtheit der Behälter im Falle einer Bergung nicht zutreffend ist, da rein technisch keine Gasdichtheit existiert. Vielmehr soll die Formulierung im Abschlussbericht der Kommission Endlagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe aufgegriffen werden: Behälter sollen technisch so ausgelegt sein, dass sie mechanisch stabil sind, sodass eine Handhabung möglich ist und eine Aerosolfreisetzung nicht zu besorgen ist bzw. vermieden wird.

Es ist zu prüfen inwiefern der Strahlenschutzgrundsatz nach § 6 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung

zur Rechtfertigung von Tätigkeitsarten bereits durch § 1 Anwendungsbereich abgedeckt wird oder in § 19 separat benannt werden muss oder sollte.

Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung (§ 25)

In § 25 soll die Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung während der Explorations- und Betriebsphase geregelt werden.

Für eine mögliche Überwachung in der Nachbetriebsphase wurde auf den Zielkonflikt hingewiesen, dass eine Überwachung im Widerspruch zur Wartungsfreiheit eines Endlagers steht. Der Begriff „Überwachung" ist daher ggfls. durch einen besser geeigneten Begriff zu ersetzen. Die Ausformulierung von § 25 dürfe weiterhin nicht dazu führen, dass der Vorhabenträger über den gesamten Nachweiszeitraum bestimmte Parameter überwachen muss. Eine Überwachung in der Nachbetriebsphase sollte frühestmöglich erfolgen und darf keinesfalls die Langzeitsicherheit beeinträchtigen. Es wurde angemerkt, dass die Überwachung nicht mit dem Ziel erfolgen soll, Messwerte zur Auslösung einer Bergung zu ermitteln.

§ 23 (Optimierung des Endlagersystems)

Es wurden die folgenden Aspekte für eine Ausformulierung des § 23 vorgeschlagen:

- Die Ausformulierung sollte dem Vorhabenträger eine eigenständige, regelmäßige Optimierung erlauben, die im Einklang mit der Genehmigung steht. Dies entspricht dem Gedanken des kerntechnischen Regelwerkes.
- Ein Ansatz zur Ausformulierung liefert bereits § 15(2) im letzten Satz. Der in § 15 formulierte Optimierungsansatz sollte sich weiterhin in § 16 zur Auslegung eines Endlagers wiederfinden. In § 15(2) sollte der Satz zu § 3 verschärft/spezifiziert werden, sodass die Entwicklungen eines Endlagers entsprechend § 3 zu berücksichtigen sind.
- Die Realisierung von Maßnahmen zur Optimierung eines Endlagers sollte auf Grundlage des § 23 vom Vorhabenträger eingefordert werden können.

Anhang zu § 8 (Ausschluss von Kritikalität)

Es wurde einvernehmlich vereinbart, dass die inhaltliche Diskussion für einen Anhang zu § 8 erst nach der Verteilung der Ausarbeitung der GRS bzgl. des Themas Kritikalität erfolgen soll. Das BMU wird hierzu den Entwurf der GRS im Nachgang der Sitzung an die Teilnehmer der Expertengruppe verschicken, sodass die Diskussion im Rahmen der Sitzung im Oktober (s. TOP 3) erfolgen kann.

Verwendung der Begrifflichkeit „Nachweis" im Zusammenhang mit der Langzeitsicherheit

Es wurde angemerkt, dass der Begriff „Nachweises" im Zusammenhang mit der Langzeitsicherheit (insbesondere die Begrifflichkeit „Nachweiszeitraum" ggfls. unpassend oder (in der Öffentlichkeit) missverständlich sein könnte. Dennoch wurde festgehalten, dass dieser Begriff in der Verordnung verwendet wird, da das StandAG diesen vorschreibt. Eine Änderung des Begriffs müsse seitens des Gesetzgebers im StandAG erfolgen.

Forderung nach einem Forschungsprogramm

Seitens des BfE wurde darauf hingewiesen, dass die aktuelle Entwurfsfassung keine Regelung zur Erstellung eines regelmäßig vorzulegenden Forschungsprogramms bzw. -konzeptes seitens des Vorhabenträgers enthält. Dies sei in gängigen internationalen Regelwerken der Fall.

In der Diskussion wurde vorgebracht, dass eine solche Regelung durch die Verordnungsermächtigung in § 26 StandAG nicht abgedeckt ist. Die Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung regeln die Genehmigungsfähigkeit eines Endlagers für hoch radioaktive Abfälle nach der Festlegung des Standortes nach StandAG. BfE sieht diesen Punkt als noch nicht abschließend geklärt an, ggfls. kann der Aspekt „Forschungsprogramm" unter § 24 Sicherheitsmanagement eingebracht werden.

Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen in § 22 (Langzeitsicherheitsanalyse)

Es soll geprüft werden, ob die in § 22 Absatz 3 enthaltenen Regelungen zu Unsicherheitsanalysen entsprechend Kap. 7.3 der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung aus 2010 konkretisiert werden können.

TOP 2: Aktueller Stand und weiteres Vorgehen zu der Verordnung über Sicherheitsanforderungen

Im Rahmen dieses Tagesordnungspunktes wurde der aktuelle Stand der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung (Entwurfsfassung vom 16.05.18) seitens des BMU präsentiert. Hierbei wurden diverse, im Wesentlichen redaktionelle Änderungen des Verordnungstextes vorgeschlagen.

TOP 3: Sitzungstermine im 2. Halbjahr 2018

Die nächste Sitzung der Expertengruppe soll am **06. Juni 2018** im BMU in Bonn stattfinden. Thematisch soll die Verordnung zur Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Vordergrund stehen. Im Rahmen der Sitzung am 06. Juni 2018 soll ermittelt werden, in welchem Umfang unterstützende Arbeiten der GRS im Rahmen des Vorhabens zur Diskussionsgrundlage der nächsten Sitzung am **28. September 2018** erfolgen sollen.

Weiterhin wurden die Sitzungstermine am **19. Oktober 2018** (u. a. mit einer geplanten Anhörung der GRS zum Thema Kritikalität bzgl. § 8, s. TOP 1), am **07. November 2018** sowie am **07. Dezember 2018** vereinbart.

Anlage 1: Teilnehmerliste

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 10. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
17.05.2018 im BMU, Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMU	[redacted]
		GRS	
		GRS	
		TUC	
		BMU S III 2	
		S III 2	
		S II 5	
		BfE	
		BfE	
		Öko-Institut	[redacted]

über VK KRA

Anlage 2: Tagesordnung

10. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Donnerstag, 17. Mai 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 2.424 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Entwurf der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung als Diskussionsgrundlage für die 3. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG
- Aktueller Stand und weiteres Vorgehen zu der Verordnung über vorläufige Sicherheitsanforderungen
- Sitzungstermine im 2. Halbjahr 2018

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 11. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 06.06.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.424

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 14:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 10 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1) abgestimmt. Es wurde vereinbart, dass zusätzlich noch die Aspekte „Gasdichtheit" und „Kritikalität" in die Tagesordnung aufzunehmen sind. Die Reihenfolge der zu besprechenden Tageordnungspunkte und die Nummerierung wurden wie folgt modifiziert:

Top 1: Ergebnisse der 3. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Top 2: Zusätzliche zu besprechende Aspekte

- Top 2a: Gasdichtheit
- Top 2b: Kritikalität

Top 3: Arbeitsplanung für den Sommer 2018

Top 4: Verschiedenes

Top 1: Ergebnisse der 3. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

Rückblickend auf die am 29. – 30. Mai 2018 stattgefundene Bund-Länder-Besprechung in Berlin wurden vom BMU die folgenden wesentlichen Ergebnisse bzw. Diskussionspunkte, Aussagen und Wahrnehmungen aus dieser Sitzung den Teilnehmern mitgeteilt:

- Insgesamt wurde dem Entwurf zur Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle gefolgt.
- Struktur des Entwurfes bzw. die Reihenfolge einiger Paragraphen sollten hinsichtlich einer inhaltlich logischen Abfolge geprüft werden.
- Begriffe sind vor der ersten Benennung im Text einzuführen bzw. zu bestimmen.
- Technische und geotechnische Barrieren als wesentliche Barrieren gemäß § 6 sind hinsichtlich der Konsistenz zum StandAG zu prüfen.

- Inhalte aus den § 5 „Einschlusswirksamer Gebirgsbereich als wesentliche Barriere“ und § 6 „Technische und geotechnische Barrieren als wesentliche Barrieren“ sollten je nach Endlagerkonzept auf Widerspruchsfreiheit geprüft werden.
- Ausführungen in § 1 und § 17, hinsichtlich der möglichen zu entsorgenden sonstigen radioaktiven Abfälle am Endlagerstandort, sind zu prüfen.
- Zur Rückholbarkeit § 18 und Bergung §19 gab es keine größeren Anmerkungen.
- Abschnitt 7. Sicherheitsnachweis sollte an das Ende der Verordnung verschoben werden.
- Der Punkt Optimierung wurde ausführlich besprochen. Hier bestand allgemein die Auffassung, dass die Durchführung von Optimierungen bei bestehenden kerntechnischen Anlagen eine gängige Praxis darstellt. Es wurde empfohlen, sich bei der Behandlung des § 23 „Optimierung des Endlagersystems“ an die bestehenden Anforderungen zu den KKW zu orientieren.
- Insgesamt wurde die Diskussion in der Bund-Länder Sitzung als förderlich und konstruktiv erachtet.

Top 2a) Gasdichtheit

In Bezug auf den § 19 „Möglichkeit einer Bergung“ wurde insbesondere die Forderung nach der Gasdichtheit von eingelagerten Endlagergebinden für 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers als problematisch angesehen. In der Diskussion wurden Aspekte der Nachweisführung und der allgemeinen Notwendigkeit für eine solche Forderung thematisiert. Darüber hinaus wurden mögliche Alternativen angesprochen, wie die Ausführungen aus den bestehenden Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit der Vermeidung der Freisetzung von radioaktiven Aerosolen und die Forderung nach einer Beständigkeit der Behältermaterialien gegenüber Lochfraßkorrosion. Insgesamt wurde festgehalten, dass der bestehende Text zu diesem Punkt einer Anpassung bedarf. Das BMU wird hierzu einen entsprechenden Textvorschlag für den nächsten Verordnungsentwurf vorlegen.

Top 2b) Kritikalität

Der Aspekt Kritikalität wurde im Rahmen einer Ausarbeitung der GRS dokumentiert. In diesem Zusammenhang wurde empfohlen, die Ergebnisse aus diesem Dokument auf die wesentlichen endlagerrelevanten Punkte zu reduzieren und diese in einem Anhang

zur Verordnung zu übernehmen. Insbesondere die Phase nach dem Verschluss des Endlagers wird als wesentlich erachtet.

In der Diskussion wurden weitere Aspekte wie die Forderung nach dem Nachweis eines Kritikalitätsausschlusses für erwartete und abweichende Entwicklungen analog der bestehenden Sicherheitsanforderungen (Paragraph 7.2.4) und der Unterstellung der Kritikalität und daraus resultierender Konsequenzen im Sinne von What-If-Szenarien angesprochen.

Zur weiteren Vorgehensweise wurde vorgeschlagen, auf der Sitzung am 19. Oktober 2018 die Thematik Kritikalität nochmals aufzugreifen und vertieft, unter Berücksichtigung einer geplanten (siehe folgenden Top 3), für einen Anhang zur Verordnung konformen Ausarbeitung zu diskutieren.

Top 3: Arbeitsplanung für den Sommer 2018

Die nächste Expertengruppensitzung wird wegen der angespannten Personalsituation im Referat S III 2 erst im September 2018 (siehe Top 4) stattfinden. Um die Zeit bis dahin zu nutzen, wurde vom BMU die folgende Arbeitsplanung für den Sommer 2018 für Ausarbeitungen zu bestimmten Aspekten bzw. Paragraphen, getrennt nach den zu erstellenden Verordnungen mit Benennung der entsprechenden verantwortlichen Bearbeiter bzw. Organisation, ausgegeben:

<u>Verordnung zu Sicherheitsanforderungen</u>

- Struktur der Verordnung (Reihenfolge der Paragraphen, Sinnhaftigkeit)
  (Bearbeitung durch Hr. Röhlig)
- Kritikalität Anlage zur Verordnung
  (Bearbeitung durch GRS)
- §25 Monitoring Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung (Was ist sinnvoll zu überwachen?; keine Gefährdung des Einschlusses)
  (Bearbeitung wird federführend durch Hr. Sailer vorgenommen und Zuarbeit bzw. Durchsicht durch GRS)
- §24 Sicherheitsmanagement (orientierend an kerntechnischem Regelwerk und bestehenden Sicherheitsanforderungen) und § 26 Kompetenz- und Wissenserhalt (Prüfung, ob § 24 und § 26 zusammengefasst werden können)
  (Bearbeitung durch Hr. Sailer)

Verordnung zu vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

- Langzeitprognose/ Identifikation und Bewertung von Einwirkungen auf die Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems
  (Bearbeitung durch GRS)
- Besonderheiten der Sicherheitsuntersuchungen in den Phasen 1 und 2 (Ggf. Spiegelung an vergleichbaren nationalen Standortauswahlprozessen und dem Überblick aus DAEF Bericht; Datenqualität in den Phasen; notwendiger Kenntnisstand z. B. Standort, Endlagerkonzept etc.)
  (Bearbeitung federführend durch GRS und Zuarbeit bzw. Durchsicht durch Hr. Röhlig)

Die Ausarbeitungen zur Verordnung zu vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sind vor der nächsten Expertengruppensitzung am 28. September 2018 vorzulegen.

Top 4: Verschiedenes

Termine

Die nächste Expertengruppensitzung findet wie vereinbart am 28. September 2018 bei dem BMU in Bonn statt.

Die nächste Bund-Länder Sitzung findet wie vereinbart am 10. – 11. Dezember 2018 in Berlin statt.

Im April/Mai 2019 ist ein Workshop geplant, in dem die Inhalte der Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG der Öffentlichkeit vermittelt werden sollen.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 11. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
06.06.2018 im BMU, Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		GRS	
		BMU	
		BMU	
		Öko-Institut	
		GRS	
		BMU	
		BMU	per VK
		BfE	i.A. [redacted]
		BfE	

Anlage 2: Tagesordnung

11. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Mittwoch, 06. Juni 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 2.424 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Ergebnisse der 3. Sitzung des FA VE-Arbeitskreises zu den Verordnungen nach §§ 26 und 27 StandAG

- Arbeitsplanung für den Sommer 2018

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 12. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 28.09.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 8 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Hierbei orientiert sich der Ablauf an die Vorstellung und Diskussion der im Vorfeld der Sitzung verschickten Unterlagen (Anlage 3). Hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs der Sitzung wurde vereinbart, die Themen mit Bezug zu den Sicherheitsanforderungen vormittags und die Themen mit Bezug zu den Sicherheitsuntersuchungen nachmittags zu behandeln.

Neben den zu behandelnden Themen wurde die Planung hinsichtlich der Anzahl kommender Sitzungen im Zeitraum vom 01.11.2018 bis 31.10.2019 bekannt gegeben. So wird insgesamt von 11 Expertengruppensitzungen und 2 FA VE-Arbeitskreissitzungen ausgegangen.

Es wurde darauf hingewiesen, dass es sich aktuell nicht um die 13. sondern um die 12. Sitzung der Expertengruppe handelt.

Top 1: Information über den Stand der Ausarbeitungen zu den Sicherheitsanforderungen

1) Struktur der Verordnung

Gemäß dem abgestimmten Arbeitsprogramm vom 06.06.2018 war die Struktur der Verordnung auf der Grundlage des Entwurfs vom Mai 2018 hinsichtlich einer konsistenten und schlüssigen Reihenfolge der thematischen Aspekte und Paragraphen zu sichten. Bei Bedarf sind entsprechende Vorschläge für eine Umordnung auszuarbeiten. Das Ergebnis dieser Arbeit (siehe Anlage 3.1.1a) wurde vorgestellt (siehe Anlage 3.1.1b) und diskutiert.

Insgesamt wurde von den Teilnehmern dem vorgestellten Ergebnis mit entsprechenden Vorschlägen für eine Umordnung der Verordnungsstruktur gefolgt. Es wurde vereinbart, die Detaildiskussion zur Struktur in einer der nächsten Sitzungen zu führen.

Das BMU sagt zu, für die nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Verordnung vorzulegen. Diese Fassung wird die Ergebnisse der Ausarbeitung zur Umordnung der Verordnungsstruktur und der geführten Diskussion hierzu berücksichtigen.

Vor der geplanten FA VE-Arbeitskreissitzung im Dezember in Berlin soll eine abgestimmte Fassung vorliegen und verteilt werden.

2) Kritikalität (Anlage zur Verordnung)

Es wurde das Dokument zum Aspekt „Ausschluss von Kritikalität" (siehe Anlage 3.1.2) vorgestellt und diskutiert.

In der Diskussion wurde festgehalten, dass das Dokument als Anlage zur Verordnung dienen soll und daher der Bezug zur Leitlinie im Titel des Dokumentes entfallen kann. Weiterhin wurde angemerkt, dass das Dokument alle essenziellen Aspekte zur Kritikalität anspricht jedoch als Anlage zur Verordnung zu umfangreich ist. Im Zusammenhang mit der Frage, in wie weit das Thema Datenbanken und Stoffdaten eine Rolle für die Darstellung des Kritikalitätsaspektes spielt, wurde festgehalten, dass aufgrund des erwarteten Langzeitbestandes dieser Verordnung von mehreren Jahrzehnten die Frage der konkreten Datenbanken nicht relevant ist. Allerdings hat die Verordnung darauf einzugehen, dass die jeweils verwendeten Datenbanken dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen müssen.

Es wurde vereinbart, dass eine Reduzierung des Dokumentes im Sinne von anlagenrelevanten Inhalten in Abstimmung zwischen Hr, Sailer und Hr. Fischer-Appelt vorzunehmen ist und dieser Vorschlag auf der nächsten Sitzung zur Diskussion vorgelegt wird.

3) Monitoring des Endlagers und seiner Umgebung

Im Folgenden wurde der Aspekt Monitoring des Endlagers und seiner Umgebung (siehe Anlage 3.1.3) als Entwurf zu § 25 Monitoring der Verordnung besprochen.

Zu Absatz (1) im Entwurfstext wurden insbesondere die Begriffe „Monitoring – und Beweissicherungsprogramm" und deren Zweck diskutiert. Im Ergebnis der Diskussion wurde vereinbart, die Begriffe Monitoring und Beweissicherung durch den Begriff Monitoring zu ersetzen. Darüber hinaus wurde festgehalten, dass das Monitoring zur Nachweisführung hinsichtlich der Einhaltung von Eingangsdaten, Annahmen und Aussagen in Sicherheitsanalysen einen zu hohen Anspruch darstellt. Das Monitoring ist eher im Sinne einer vertrauensbildenden Maßnahme zu sehen und daher ist der Satz entsprechend im Entwurfstext umzuformulieren.

Zu Absatz (3) wurde ausgeführt, dass folgende Ergänzung aufzunehmen ist:

„Das Monitoring-Programm ist dem BfE vorzulegen."

Es sollte allgemein eine Prüfung über den gesamten Verordnungstext dahingehend vorgenommen werden, dass wenn der Vorhabenträger entsprechende Konzepte entwickelt, diese auch dem BfE zur Kenntnisnahme bzw. Prüfung vorlegt.

4) Sicherheitsmanagement

Als nächster Aspekt wurde der Entwurf zum § 24 Sicherheitsmanagement (siehe Anlage 3.1.4) vorgestellt und besprochen. Bei der Vorstellung wurde darauf hingewiesen, dass die Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 eine substanzielle Vorlage für den Entwurf darstellen, allerdings ist die darin behandelte Thematik Sicherheitsmanagement für einen Verordnungstext zu umfangreich.

In der Diskussion wurde angemerkt, dass im § 24 Sicherheitsmanagement Querverbindungen zu dem Aspekt Kompetenz und Wissenserhalt aufgenommen werden sollten. Zusätzlich wurde festgehalten, dass in Absatz (2) des Entwurfstextes noch auf die gleichzeitige Wahrung der Unabhängigkeit und Rollen der Akteure einzugehen ist.

5) Kompetenz- und Wissenserhalt

Abschließend zu Top 1 wurde der Entwurf zu § 26 Kompetenz- und Wissenserhalt (siehe Anlage 3.1.5) vorgestellt und diskutiert.

In der Diskussion zu dem Aspekt Kompetenz- und Wissenserhalt wurde festgehalten, dass hierzu ein enger Bezug zur erstellenden Verordnung nach StandAG § 38 Dokumentation bestehen wird. In dem § 26 Kompetenz- und Wissenserhalt ist daher ein entsprechender Querverweis vorzusehen.

Weiterhin bestand Einvernehmen darüber, dass mögliche inhaltliche Überschneidungen und/ oder fehlende Aspekte zwischen den Verordnungen erst nach Vorliegen eines fortgeschrittenen Entwurfs der Verordnung zur „Dokumentation" geprüft werden können.

Top 2: Information über den Stand der Ausarbeitungen zu den Sicherheitsuntersuchungen

1) Langzeitprognose/Identifikation und Bewertung von Einwirkungen auf die Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems

Hinsichtlich der Verordnung zu den Sicherheitsuntersuchungen wurde das Thema „Geowissenschaftliche Langzeitprognose und Prognose endlagerinduzierter Prozesse" (siehe Anlage 3.2.1) vorgestellt und diskutiert.

Im Ergebnis der Diskussion wurde festgehalten, dass die Zusammenstellung zur geowissenschaftliche Langzeitprognose und zur Prognose endlagerinduzierter Prozesse die zu berücksichtigenden wesentlichen Informationen enthält. In Bezug auf die Verordnung wurde die Festlegung getroffen, den ersten Absatz, der sich auf die Erstellung der geowissenschaftlichen Langzeitprognose durch den Vorhabenträger bezieht, aufzunehmen und die darüber hinaus gehenden Textteile in den Begründungstext zur Verordnung zu übernehmen.

2) Besonderheiten der Sicherheitsuntersuchungen in den Phasen 1 und 2

Im Folgenden wurden die dokumentierten Ausführungen zu den Besonderheiten der Sicherheitsuntersuchungen in den Phasen 1 und 2 (siehe Anlage 3.2.2) besprochen.

In der Diskussion wurde nochmals die geplante Reihenfolge der Phasen in der Verordnung (Phase 3, 2 und 1) und die damit verbundene Schwierigkeit daraus die wesentlichen Inhalte für die Phasen 1 und 2 durch Differenzbetrachtungen zur Phase 3 abzuleiten, angesprochen. Es wurde festgehalten, dass es zur Einhaltung der geplanten Reihenfolge erforderlich ist, alle entscheidenden Aspekte der Phase 3 zu kennen und zu berücksichtigen.

Auch das Thema Abwägungskriterien im Zusammenhang mit der zweimaligen Anwendung in der Phase 1 wurde nochmals aufgegriffen. Hierzu wurde festgehalten, dass bei der zweiten Anwendung der Abwägungskriterien keine gegenüber der ersten Anwendung hinausgehenden essenziellen Informationen vorliegen, jedoch werden strengere Beurteilungsmaßstäbe in der Anwendung der Kriterien anzulegen sein.

Darüber hinaus wurde der Begriff Sicherheitsnachweis im Zusammenhang mit den Sicherheitsuntersuchungen thematisiert. Es bestand in der Diskussion Einvernehmen darüber, dass man für die Verordnung zu Sicherheitsuntersuchungen den Begriff Sicherheitsbewertung und für die Verordnung zu Sicherheitsanforderungen den Begriff Sicherheitsanalyse verwenden sollte.

Insgesamt wurde festgehalten, dass die vorliegende Dokumentation zu der Phase 1 eine solide Grundlage für den auszuformulierenden Verordnungstext darstellt. Die Phase 2 in der Dokumentation soll weiter ausgebaut werden. Die Diskussion zur Phase 1 und 2 soll bei der übernächsten Sitzung nochmals aufgenommen werden.

Abschließend wird vom BMU ausgeführt, einen ersten Verordnungstext zu den Sicherheitsuntersuchungen auf der Basis der bisher geführten Diskussionen zu erstellen.

Top 3: Verschiedenes

Termine

Die nächste Expertengruppensitzung findet wie vereinbart am 19.10.2018 bei dem BMU in Bonn statt.

Inhaltliche Schwerpunkte

Für die kommenden Expertengruppensitzungen hat das BMU folgende inhaltliche Schwerpunkte genannt:

- Am 7. November 2018 steht die Diskussion des Verordnungsentwurfes zu Sicherheitsanforderungen für die geplante FA VE-Arbeitskreissitzung im Dezember im Vordergrund.
- Am 7. Dezember 2018 sollen insbesondere die Verordnung zu den Sicherheitsuntersuchungen und der Vorschlag des BfE zu „Berechnungsgrundlage zur Dosisabschätzung für mögliche Freisetzungen aus einem Endlager“ thematisiert werden.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 13. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
27.09.2018 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		ÖKO	
		GRS	
		BMU / S III 2	

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 13. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
27.09.2018 im BMU, VK-Raum KRA 4.431 ab 09:30 Uhr mit DG RSP

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		BMU	[redacted]
		B/E	
		B/E	
		TU C	

Anlage 2: Tagesordnung

13. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, den 28. September 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Bitte beachten Sie den abweichenden Sitzungsraum! Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Information über den Stand der Ausarbeitungen zu den Sicherheitsanforderungen
    1) Struktur der Verordnung
    2) Kritikalität (Anlage zur Verordnung)
    3) Monitoring des Endlagers und seiner Umgebung
    4) Sicherheitsmanagement
    5) Kompetenz- und Wissenserhalt

- Information über den Stand der Ausarbeitungen zu den Sicherheitsuntersuchungen
    1) Langzeitprognose/Identifikation und Bewertung von Einwirkungen auf die Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems
    2) Besonderheiten der Sicherheitsuntersuchungen in den Phasen 1 und 2

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

3.1.1b) Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung gemäß § 26 StandAG: Vorschläge zur Struktur der Verordnung (Reihenfolge der Paragraphen, Sinnhaftigkeit)
- Folien -

TU Clausthal

Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung gemäß § 26 StandAG: Vorschläge zur Struktur der Verordnung (Reihenfolge der Paragraphen, Sinnhaftigkeit)

Klaus-J. Röhlig, Institut für Endlagerforschung

28.9.2018

Analyse des Bestehenden: Zuordnung zu Themenkomplexen

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit): Was soll *materiell* zum *Erreichen* der Sicherheit getan werden?
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit): *Wie* soll die erreichte Sicherheit *nachgewiesen* werden?
- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung
- Endlagerkonzept (-auslegung)
- Querschnittsthemen

Umordnung: Grundideen

- Zusammenhängende Abfolge innerhalb jedes Themenkomplexes (Sprünge vermeiden)
- Logik hinter der Reihenfolge sollte sein:
  - Vom „Prinzipiellen“ (Allgemeines, Begriffsbestimmungen, Sicherheitsprinzipien) …
  - über das „Materielle“ (Sicherheitskonzept, Auslegung, Vorgehensweisen, incl. des Themas „sonstige Abfälle“) …
  - zu den Nachweisen.
  - Anschließend „Querschnittsthemen“ (Optimierung, Sicherheitsmanagement, …).
- Ähnliche Wünsche auf 3. Sitzung des FAVE-Arbeitskreises geäußert(?)

Vorschläge

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung
- Endlagerkonzept (-auslegung)
- Querschnittsthemen

Vorschläge (1)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung
- Endlagerkonzept (-auslegung)
- Querschnittsthemen



Vorschläge (1)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung

- Querschnittsthemen



Vorschläge (2)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)

- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung

- Querschnittsthemen



Vorschläge (2)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)



- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Querschnittsthemen

Vorschläge (3)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)

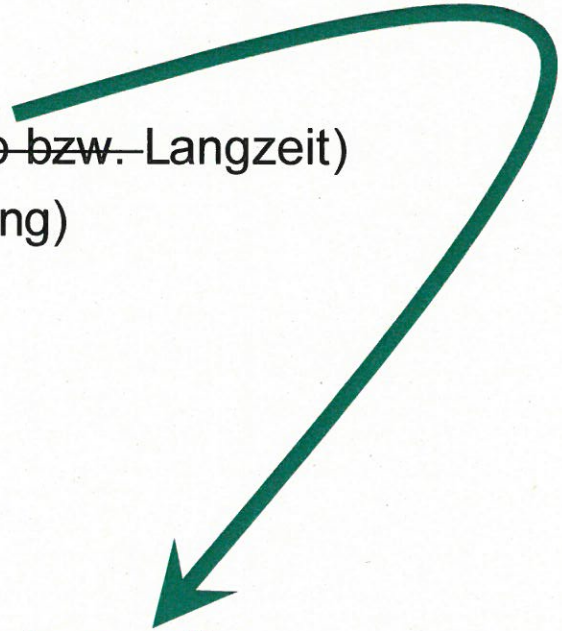
- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb
  - Stilllegung
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Querschnittsthemen

Scheinbar inkonsistent mit Umordnungs-Strategie, aber sinnvoll:

- Betriebssicherheit hat viel mit Sicherheit von Handlungen zu tun,
- Langzeitsicherheit bezieht sich eher auf zu erreichende Zustände
- Außerdem: So wird das Vorgehen minimal-invasiv

Vorschläge (3)

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (~~Betrieb bzw.~~ Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)



- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb (incl. Sicherheitskonzept)
  - Stilllegung
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Querschnittsthemen

Vorschläge: Neue Reihenfolge

- Allgemeines
- Begriffsbestimmungen
- Sicherheitsprinzipien
- Sicherheitskonzept (————————Langzeit)
- Endlagerkonzept (-auslegung)

- Vorgehensweise:
  - Erkundung
  - Errichtung
  - Betrieb (incl. Sicherheitskonzept)
  - Stilllegung
- Nachweiskonzept (Betrieb bzw. Langzeit)
- Querschnittsthemen

Die wichtigsten Auswirkungen

- §4 (4) Nachweis des sicheren Einschlusses für zu erwartende Entwicklungen → Nach jetzigen § 22 verschieben
- § 5 Nachweispflichten für ewG-Konzept → Nach jetzigen § 22 verschieben
- § 6 Nachweispflichten für technische und geotechnische Barrieren als wesentliche Barrieren → Nach § jetzigen 22 verschieben
- § 7 Dosiswerte → Nach jetzigen § 22 verschieben
- § 8 Kritikalitätssicherheit → Nach jetzigen § 22 verschieben

- § 16 Endlagerkonzept (-auslegung) → an jetzigen § 4 anschließen
- § 18 Rückholbarkeit → an jetzigen § 4 anschließen
- § 16 Bergung → an jetzigen § 4 anschließen

- … und einige kleinere Angleichungen

Allerdings:

- §4 (3) müsste ergänzt werden: „Der sichere Einschluss muss innerhalb der wesentlichen Barrieren nach Absatz 2 für die zu erwartenden Entwicklungen so erfolgen, dass die Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen weitestgehend am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung verbleiben. Den diesbezüglichen Nachweis regelt § x (y).“

- Der Einschub „für die zu erwartenden Entwicklungen“ ist eine inhaltliche Änderung, die sich nach Auffassung des Autors jedoch durch die Unterscheidung zwischen (3) und (5) logisch ergibt. Allerdings bleibt die Frage, ob und wenn ja welchen Nachweis es bzgl. (5) geben sollte.

3.2.2) Besonderheiten der Sicherheitsuntersuchungen in den Phasen 1 und 2

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Anforderungen an Sicherheitsuntersuchungen

September 2018

Auftrags-Nr.: 856504

Anmerkung:

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

GRS-XXX
ISBN 978-3-946607-

Deskriptoren

x;

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	Inhaltsverzeichnis	I
1	**Einleitung**	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	Literaturverzeichnis	19
	Abbildungsverzeichnis	21
	Tabellenverzeichnis	23
	Abkürzungsverzeichnis	24
A	**Anhang**	25

Allgemeine Anmerkung zur Phase 1 (Außerhalb des Verordnungstextes)

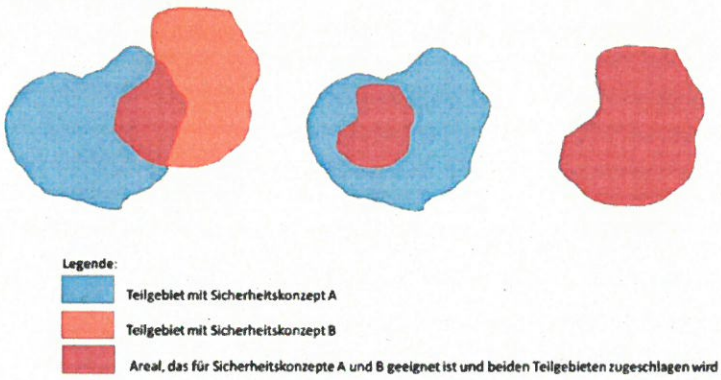
Kommentiert [KJR1]: Ich finde diese Liste super und habe sie an einigen Stellen ergänzt. Ich finde aber auch, dass sie sich (leider) nicht so direkt in den nachfolgenden Kapiteln spiegelt. Ich kann da leider nicht so gut den Finger drauflegen. Die nachfolgenden Kapitel sind schon ok, aber die nummerierte Liste hier bringt vieles irgendwie besser auf den Punkt. Insofern macht mich die Anmerkung „außerhalb des Verordnungstextes" etwas traurig. Im Gegenteil: Viele dieser Formulierungen sollten wir in die Verordnung „retten".

1. In der gesamten Phase 1 wird ausschließlich auf bestehenden Kenntnisstand zurückgegriffen.
2. Phase 1 ist in 2 Teile gegliedert:
   a) Teil A (§ 13 StandAG): Ausweisung von Teilgebieten durch Ausschluss von Gebieten, die die Ausschlusskriterien erfüllen und / oder die Mindestanforderungen nicht erfüllen. Erstmalige Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien.
   b) Teil B (§ 14 StandAG): Ausweisung von Standortregionen zur übertägigen Erkundung auf der Grundlage der Ergebnisse von repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und erneute Abwägung aufgrund geowissenschaftlicher (§ 24) und nachfolgend planungswissenschaftlicher Abwägungskriterien (§ 25)
3. Um am Ende der Phase 1, Teil B Standortregionen zur übertägigen Erkundung ausweisen zu können, ist innerhalb der Teilgebiete Regionen-spezifisch zu bewerten, ob günstige, bedingt günstige oder weniger günstige geologische Verhältnisse im Hinblick auf die Einschlusswirksamkeit von potentiellen Endlagersystemen vorliegen und ob, diese Verhältnisse über den Nachweiszeitraum gesehen von Dauer sind.
4. Daher kann eine weitere Einengung von Teilgebieten zu Standortregionen nur dann erfolgen, wenn geowissenschaftliche Kenntnisse zu den Teilgebieten vorliegen und sich diese Regionen-spezifisch differenzieren lassen. Geht man nur mit generischen Daten in die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, macht die Nutzung von Kriterien und Sicherheitsuntersuchungen für Phase1, Teil B keinerlei Sinn und Teil B wäre nicht auf die Zielsetzung „Standort mit bestmöglicher Sicherheit" gerichtet.
5. Es ist wahrscheinlich, dass aufgrund der Existenz geologischer Karten die regionalgeologische Situation in Deutschland flächendeckend bekannt ist. Insofern sollten die Abwägungskriterien 2, 3, 4 und 11 nach § 24 teilgebiets-spezifisch (Phase 1A) bzw. regionen-spezifisch (Phase 1B) beurteilt werden können. Weiterhin sollte die Informationslage ausreichend gut sein, um die planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien anlegen zu können. Gleiches gilt für Flächen der Teilgebiete die für eine Errichtung übertägiger Anlagen von Endlagern definitiv ungeeignet sind. Weiterhin lassen sich geowissenschaftliche Langzeitprog-

nosen für die Teilgebiete mit ausreichender Sicherheit durchführen, da die Ergebnisse eher regionaler als lokaler Natur sind.

6. Grundlage vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen sind vorläufige Sicherheits- und Endlagerkonzepte, die im Laufe des Standortauswahlverfahrens entsprechend des Kenntnisstandes schrittweise angepasst und konkretisiert werden. Aus praktischen Gründen erscheint es angemessen, die Teilgebiete bzw. Standortregionen so zu definieren, dass innerhalb eines Teilgebiets der jeweils selbe Wirtsgesteinstyp vorliegt und auch vom selben vorläufigen Sicherheits- und Endlagerkonzept ausgegangen wird.

Sollte für ein Areal mehr als ein Sicherheits- und Endlagerkonzept betrachtet werden, so erscheint es sinnvoll, dieses Areal dann auch mehr als einem Teilgebiet zuzuschlagen. Dies erschwert zwar möglicherweise die Kommunikation des Vorgehens in der interessierten Öffentlichkeit, ermöglicht aber eine formal saubere Vorgehensweise.



6.7. Aufgrund des geringen Kenntnisstandes wird das durchführen einer umfassenden Szenarienentwicklung ebenso wenig für sinnvoll gehalten wie die Durchführung von Dosisberechnungen (aufgrund mangelnder Aussagekraft und die Gefahr von Missverständnissen bei der Kommunikation nach außen). Jedoch sollten Bewertungen zu den für das jeweilige Sicherheitskonzept maßgeblichen Sicherheitsfunktionen (verbalargumentativ und / oder rechnerisch) und insbesondere Abschätzungen zu den Einschlusskriterien gem. §4, Abs. 3 EndlagerSiAnfV für die zu erwartende Entwicklung vorgenommen werden, wobei die für die jeweiligen Teilgebiete zu unterstellenden Bandbreiten der Parameter abgedeckt werden sollten. Dies kann z. B. durch Rechnungen mit optimistischen Werten, besten Schätzungen und pessimistischen Werten geschehen, wobei

Kommentiert [FAP2]: erweitert

Kommentiert [KJR3]: Ggf. könnte man verschiedene denkbare Konstellationen zeichnerisch verdeutlichen. Unten ein Vorschlag.

Kommentiert [FAP4]: Verstehe ich noch nicht ganz

Formatiert: Einzug: Links: 1,27 cm, Keine Aufzählungen oder Nummerierungen

Kommentiert [KJR5]: Ich grübele hier noch: Ideal wäre eine Art deterministische Sensitivitätsanalyse, bei der alle denkbaren Kombinationen ausgeschöpft werden. Bei n unabhängigen Parametern wäre man bei 2^n+1 Rechnungen. Ist das zu viel?

Abhängigkeiten zwischen Parametern zu berücksichtigen sind. Außerdem sollen abweichende Entwicklungen benannt und hinsichtlich der Sicherheitsfunktionen, insbesondere der Einwirkungen auf die einschlusswirksamen Barrieren und die freisetzungsrelevanten Prozesse verbalargumentativ bewertet werden. Damit kann folgendes erreicht werden:

a. Sind die Ergebnisse auch für die zu erwartenden Entwicklungen und optimistische Werte unbefriedigend, ist dies eine Rechtfertigung, das Teilgebiet auszuschließen.
b. Grundlage für die Auswahl bzw. Zurückstellung von Teilgebieten sollen, wie bei Optimierungsprozessen üblich, die Rechnungen und Bewertungen mit besten Schätzungen sein.
c. Die Gesamtheit der Rechnungen ermöglicht eine Einschätzung der Sensitivität der Eingangsparameter. Diese gibt zum einen Hinweise für die Einordnung der Abwägungskriterien vor dem Hintergrund der Konzepte (sowohl im Auswahlprozess als auch in dessen Kommunikation nach außen): Welche Kriterien sind wichtig, welche weniger wichtig? Welche Kriterien – z. B. Gebirgsdurchlässigkeit und Abstandsgeschwindigkeit – sind voneinander abhängig, welche interagieren? Zum anderen ergeben sich Hinweise auf die zu erstellenden Erkundungsprogramme.

~~7.~~8. Kapitelnummern gegen Paragrafen tauschen

Kommentiert [KJR6]: Nix verstehn. Bezieht sich das auf den nachfolgenden Text? Diesbezüglich habe ich die Befürchtung, dass er für eine Verordnung zu umfangreich ist, aber das soll das BMU sagen.

1 Anforderungen an repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (Phase 1)

1.1 Zielsetzung

Der Vorhabenträger hat nach § 14 auf der Grundlage des bestehenden Kenntnisstandes repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 durchzuführen Die Ergebnisse der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen für die gemäß § 13 ermittelten Teilgebiete dienen der Identifizierung von Standortregionen für die übertägige Erkundung, in dem für die ermittelten Teilgebiete erneut die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien gemäß § 24 angewendet werden.

Der Vorhabenträger hat als Grundlage für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sämtliche von den zuständigen Behörden des Bundes und der Länder zur Verfügung gestellten geowissenschaftlichen Informationen zu den jeweiligen Teilgebieten auszuwerten. Hierzu gehören unter anderem Schichtenverzeichnisse von Tiefbohrungen, geologische Kartenwerke, existierende petrologische, geochemische und hydraulische Versuche an Bohrkernproben.

Die Ergebnisse der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen dienen, soweit dies der vorliegende Kenntnisstand zulässt, der erneuten Beurteilung von mindestens den folgenden Abwägungskriterien:

- Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper (Anlage 2 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit (Anlage 3 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse (Anlage 4 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches durch das Deckgebirge (Anlage 11 zu § 24, Abs. 3 StandAG)

Da sich ohne Erkundungsmaßnahmen der Kenntnisstand bzgl. der o. g. Abwägungskriterien gegenüber der erstmaligen Anwendung nicht verändert hat, kann die erneute Beurteilung dieser Abwägungskriterien folgendes beinhalten:

Kommentiert [FAP7]: Vertieften? Wo ist der Unterschied zwischen der Bewertung der Abwägungskriterien im Teil 1 und Teil 2 der Phase 1. Was bringen die Sicherheitsuntersuchungen hierbei für einen Vorteil?

Geht es vorwiegend um die Herausarbeitungen von Sicherheitsreserven?

Kommentiert [KJR8R7]: Meiner Meinung nach acht die nochmalige Anwendung schon Sinn, und zwar, weil sich durch die ganzheitliche Beurteilung in den SichUnt'en die Chance ergibt, die Wichtigkeit der einzelnen Abwägungskriterien zu beurteilen, vgl. was ich im Vorspann unter Punkt 7 ergänzt habe. Die Preisfrage ist aber die, die Ihr unter Punkt 4 gestellt habt: „...wenn geowissenschaftliche Kenntnisse zu den Teilgebieten vorliegen und sich diese Regionen-spezifisch differenzieren lassen ...". Das kann ich leider nicht einschätzen.

Die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ergeben einen Sachstand, der gegenüber der reinen Einzelabwägungen umfassender ist und insofern als fortgeschrittener Erkenntnisstand in die Abwägung mit einfließen kann.

Zusätzlich ermöglichen die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen die Herausarbeitung von potenziellen Vor- und Nachteilen eines Teilgebiets. Bei der erneuten Anwendung der Abwägungskriterien wird neben der notwendigen Einhaltung dieser Kriterien weitergehend abgewogen, in welchem Maße diese Kriterien erfüllt sind. Die ganzheitliche Betrachtung in den Sicherheitsuntersuchungen ermöglicht eine Priorisierung der Abwägungskriterien mit Blick auf das jeweilige Konzept. Außerdem können sich in einem Vergleich von Teilgebieten für einzelne Regionen aus den Sicherheitsuntersuchungen Sicherheitsreserven ergeben, die zu einer Einengung auf Standortregionen führen kann.

Kommentiert [KID9]: Klaus, hier habe ich versucht meine Gedanken zu Sicherheitsreserven zu Papier zu bringen.

Kommentiert [FAP10]: OK, ist aber eher ein Kommentar und kein Verordnungstext. Lasse dies aber als Diskussionspunkt erst mal so stehen.

Sofern es die bestehende Datenlage zulässt, sollen auch die weiteren Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG beurteilt werden. wenn geowissenschaftliche Kenntnisse zu den Teilgebieten vorliegen und sich diese Regionen-spezifisch differenzieren lassen

Bestehen aufgrund der heterogenen geologischen Verhältnisse in einem Teilgebiet Unterschiede hinsichtlich der Eingangsdaten von Sicherheitsuntersuchungen, so sind die Ergebnisse der repäsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen entsprechend der geologischen Situationen in Einzelregionen zu differenzieren.

Kommentiert [FAP11]: Ein erster notwendiger Schritt zur Ausweisung von Standortregionen

Für Teilgebiete, bei denen absehbar ist, dass kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann, die sich jedoch möglicherweise für die Realisierung eines Endlagersystems eignen, dessen Einschlussvermögen im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht, sind die oben angeführten Abwägungskriterien sinnentsprechend anzuwenden. Insbesondere ist zu beurteilen, ob

- die geologische Situation ausreichend Platzbedarf für ein Endlager bietet, dessen Einschlussvermögen im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht, wobei auch der für den Integritätserhalt erforderliche, das Endlagerbergwerk umgebende Wirtsgesteinssaum zu berücksichtigen ist, und

- nach Stand von W+T technische und geotechnische Verschlusssysteme realisierbar erscheinen, bei denen davon ausgegangen werden kann, dass diese im Verbund mit dem jeweiligen Wirtsgestein eine ausreichende Einschlusswirkung gemäß der Vorgaben der EndlagerSiAnfV erfüllen.

1.2 Sicherheits- ~~und Nachweis~~konzepte

Der Vorhabenträger hat als Grundlage für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen Wirtsgesteinstyp-spezifische, nicht jedoch standortspezifische Sicherheitskonzepte zu erstellen. Bei der Entwicklung kann auf bereits bestehende Sicherheitskonzepte zurückgegriffen werden, solange diese dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, zum einzulagernden Inventar passen bzw. entsprechend angepasst werden können und für die Standortregion als geeignet erscheinen. Soweit Kenntnisse zu den Eigenschaften der in den Teilgebieten vorliegenden potenziellen Wirtsgesteinen bestehen, sind diese unbedingt mit einzubeziehen.

Im Sicherheitskonzept ist für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (Phase 1) verbal-argumentativ darzulegen, wie die EndlagerSiAnfV für ein gegebenes Wirtsgestein mit einem generischen ebenfalls wirtsgesteinsspezifischen technischen Endlagerkonzept erfüllt werden könnten.

Im Sicherheitskonzept ist darzulegen, wie die Sicherheitsfunktionen wirken und insbesondere, dass die verschiedenen Barrieren eines Endlagersystems so im Verbund wirken, dass über den gesamten Nachweiszeitraum die Einschlusswirkung gemäß den Vorgaben der EndlagerSiAnfV gegeben ist.

Dem Sicherheitskonzept sind folgende Informationen zu Grunde zu legen:

- der prognostizierte Bestand an hoch radioaktiven Abfällen gemäß dem aktuellen Verzeichnis radioaktiver Abfälle zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Endlagers
- generische wirtsgesteinsspezifische technische Endlagerkonzepte einschließlich der zugehörigen Verschlusskonzepte

Kommentiert [FAP12]: Ich glaube nicht, dass man in der Phase 1 schon vollständige Nachweise führen kann. Es sind eher abschätzende (Plausibilitäts-) Betrachtungen. Man sollte in der Phase 1 daher nur auf die wirtsgesteinsspezifischen Sicherheitskonzepte eingehen.

Kommentiert [KJR13R12]: Zweifel. Es ist zwar richtig, dass man noch keine Nachweise führen kann, aber ein Nachweis-KONZEPT muss man doch bereits in Grundzügen entwickeln, sonst weiß man gar nicht, wie die Sicherheitsuntersuchungen laufen sollen.

Kommentiert [FAP14]: Was wir in der Phase 1 treiben, sind aber keine Nachweise

Kommentiert [FAP15]: Begriff zulässig? Im StandAG wird nicht von Phasen gesprochen

Kommentiert [KID16]: Doch, StandAG spricht auch von Phasen, §27 Abs. 3

Kommentiert [WT17]: Nur „Phase 1" gibt es im StandAG nicht mehr (nur im Endlagerkommissionsbericht). Würde ich streichen, da die repräsentativen eh nur für die gemeinte Phase 1 gelten.

Kommentiert [BT18]: Das ist schon richtig das der Begriff Phase im StandAG auftaucht. Nur das StandAG kennt die Phase 1 nicht. Analog verhält es sich zur Phase 2 und Phase 3.

- Ergebnisse der Teilgebiets-spezifischen geowissenschaftlichen Langzeitprognose.
- Generisch ermittelte Mindestausdehnung des ewG (bei ewG-Konzepten), wobei möglichst teilgebietsspezifische Werte für die Eingangsdaten, insbesondere für die die Einschlusswirksamkeit charakterisierenden Parameter im Sinne einer Min/Max-Betrachtung anzusetzen sind
- Aufgrund des Platzbedarfs des Endlagerbergwerks erforderliche Mindestausdehnung des Wirtsgesteins bei Endlagersystemen, deren Einschlussvermögen im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht

1.3 Technische Endlagerkonzepte

Der Vorhabenträger hat im Vorfeld der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen generische Endlagerkonzepte für alle im Rahmen der Standortauswahl in Betracht zu ziehenden Wirtsgesteinstypen zu entwerfen. Bei der Ableitung der vertikalen und lateralen Ausdehnung des Endlagerbergwerks ist der Platzbedarf der für das endzulagernde Abfallinventar erforderlichen Endlagerbehälter zu ermitteln. Dabei sind auch die erforderlichen Abstände der Endlagerbehälter untereinander sowie der Einlagerungsgrubenbaue durch thermische Auslegungsrechnungen für ein generisches wirtsgesteinsspezifisches Endlagerbergwerk abzuschätzen. Weiterhin ist der Platzbedarf der für den Endlagerbetrieb erforderlichen untertägigen Infrastruktur zu berücksichtigen. Sofern auch LAW und MAW Abfälle eingelagert werden sollen, ist ebenfalls der Platzbedarf für ein zweites Endlagersystem zu berücksichtigen. In entsprechender Weise ist der Platzbedarf für die übertägigen Anlagenteile abzuschätzen. Maßnahmen die für eine Rückholung der Abfälle erforderlich sein könnten, sind, soweit in der Phase 1 absehbar, mit einzubeziehen.

Im Einzelnen sind folgende Aspekte den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zu Grunde zu legen:

- wirtsgesteinsspezifische generische Behälterkonzepte
- die Art der Einlagerung (wie z. B. Streckenlagerung / Bohrlochlagerung),
- sofern ableitbar: geomechanisch/thermisch erforderliche Sicherheitsabstände zum Nebengestein,

Kommentiert [FAP19]: Besser Plural auch für die anderen Phasen

Kommentiert [KJR20]: Ich weiß, dass im StandAG nur „Wirtsgesteine" steht. Finde den Begriff „Wirtsgesteinstypen" angemessener. Ünrigens auch deshalb, weil es ja vielleicht mehr als drei Typen geben kann (z. B. Steinsalz in unterschiedlicher Lagerung).

Kommentiert [BT21]: Das ist richtig. Nur spätestens hier müssen wir uns die Frage stellen, wann im Verfahren sind LAW und MAW einzubeziehen.
Vorstellbar wäre, dass in den Phasen 1, 2 und 3 und somit auch in den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen diese Abfälle unberücksichtigt bleiben.
Wenn der Vorhabenträger an einem zur Endlagerung von hochaktiven Abfällen geeigneten Standort auch LAW und MAW einlagern möchte, dann ist die Maßgabe nach §1 Absatz (6) zu belegen.

Kommentiert [KJR22R21]: Aber das Gesetz macht doch da eindeutige Vorgaben. Diese interpretiere ich so: Man muss IN JEDEM FALL den Platzbedarf für LAW/MAW ermitteln (§27(5)). Allerdings sagt das Gesetz nicht, ob es ein Nachteil ist, wenn der Platz dann nicht da ist oder die Einlagerung aus anderen Gründen nicht geht. Aber checken muss man es.

Kommentiert [FAP23]: Inkl. Eingangslager?

Kommentiert [KJR24R23]: Das muss der Vorhabenträger entscheiden, ggf. nach einer Policy-Vorgabe durch BMU und natürlich in Abstimmung mit BGZ.

- ein generisches, wirtsgesteinsspezifisches Verschlusskonzept (Schacht- und Streckenverschlüsse, Versatz)
- eine initiale Abschätzung der Abmessungen für den später auszuweisenden einschlusswirksamen Gebirgsbereich bzw. des Platzbedarfs eines Endlagersystems, dessen Einschlusswirkung im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht
- eine initiale Abschätzung der Mindestteufe der Oberfläche des später auszuweisenden einschlusswirksamen Gebirgsbereiches bzw. des Endlagerbergwerks bei Endlagersystemen, deren Einschlusswirkung im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht. Hierbei sind insbesondere die Ergebnisse der geowissenschaftlichen Langzeitprognose zu berücksichtigen.
- der auf generischer Grundlage abgeschätzte Flächenbedarf für übertägige Anlagenteile

1.4 Identifikation und Bewertung / Abschätzung des Einschlussvermögens des Endlagersystems

Aufgrund der frühen Phase im Standortauswahlprozess sind die Ergebnisse der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in aller Regel nur als orientierende Größen zu werten, da sie wegen des noch geringen und heterogenen Kenntnisstandes zu den in den Teilgebieten vorliegenden geologischen Verhältnissen noch mit hohen Ungewissheiten behaftet sind und aufgrund von generischen Annahmen keine hinreichend zuverlässige Sicherheitsaussage zulassen.

Die Ergebnisse der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen soweit wie möglich auf teilgebietsspezifischen Erkenntnissen beruhen, wobei regionale Unterschiede auszuweisen sind.

In der Synthese und Bewertung der Ergebnisse der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen hat der Vorhabenträger darzulegen, ob in den betrachteten Teilgebieten geologische Verhältnisse existieren, die die Erfüllung der Vorgaben der EndlagerSiAnfV aussichtsreich erscheinen lassen.

Kommentiert [FAP25]: Beide Kapitel müssen zusammengefasst werden. Gilt auch für die anderen Phasen, Diskussionsbedarf

Kommentiert [KJR26]: Der Kommissionsbericht spricht hier allgemeiner von Sicherheitsfunktionen. Warum gehen wir dahinter zurück?

Kommentiert [FAP27]: Sinngemäß übernommen aus Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe (Kapitel 6.5.2.2.4)

Kommentiert [FAP28]: Das ist m.E. extrem wichtig, da wir sonst in der Phase 1 keine Abwägung zwischen Teilgebieten hinbekommen und auch keine Einengung auf Standortregionen

Kommentiert [KJR29R28]: In der Tat!

Ebenso ist darzulegen, ob Teilgebiete existieren, bei denen bereits zum Zeitpunkt der Phase 1 Erkenntnisse bestehen, die erheblich gegen die Erfüllung der Vorgaben der EndlagerSiAnfV sprechen.

Kommentiert [BT30]: Benennung der Phasen?

Sofern aufgrund variierender geologischer Verhältnisse bei erneuter Anwendung der Abwägungskriterien die oben erwähnten Aussagen nur für bestimmte Regionen innerhalb eines Teilgebietes getroffen werden können oder je nach Region unterschiedlich ausfallen, sind diese Teilgebiete Regionen-spezifisch zu bewerten.

Im Einzelnen hat der Vorhabenträger

- darzulegen, ob bzw. an welchen Stellen innerhalb der Teilgebiete aufgrund der geologischen Situation ein das projektierte Endlagerbergwerk umgebender einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann. Dabei sollte eine Vorstellung der erforderlichen Größe des Endlagers einschließlich der umgebenden Barrieren existieren.
- eine auf der Grundlage der in § 4, Abs. 3 EndlagerSiAnfV genannten Einschlusskriterien vorgenommene Abschätzung vorzunehmen, ob ein sicherer Einschluss der Radionuklide innerhalb der wesentlichen Barrieren für die zu erwartende Entwicklung aussichtsreich erscheint oder bereits aufgrund des bestehenden Kenntnisstandes auszuschließen ist. Hierbei sind mögliche Sicherheitsreserven auszuweisen und getroffenen (konservativen Annahmen) begründet darzulegen. Für Endlagersysteme bei denen der einschlusswirksame Gebirgsbereich die wesentliche Barriere darstellt ist diese Abschätzung, soweit es die geologische Situation in einem Teilgebiet erfordert und es die bestehende Informationslage zulässt, für verschiedene Regionen eines Teilgebietes differenziert auszuführen.
- eine Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit (Anlage 3 zu § 24, Abs. 3 StandAG) vorzunehmen. Hierbei ist auf die Variationsbreite und die räumliche Verbreitung der Wirtsgesteinsformationen im Endlagerbereich, Fazieswechsel sowie auf das Ausmaß an tektonischer Überprägung einzugehen.
- eine auf die geowissenschaftliche Langzeitprognose gestützte Aussage zur langfristigen Stabilität der geologischen Verhältnisse in den betrachteten Teilgebieten zu treffen. Dies gilt insbesondere für Wirtsgesteinsformationen in der Teufe eines möglichen einschlusswirksamen Gebirgsbereiches. Hierbei ist auch

die Schutzfunktion des Deckgebirges für ein Endlagersystem gegenüber oberflächennahen Einflüssen zu berücksichtigen. Bei Endlagersystemen, deren Einschlusswirkung im Wesentlichen auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht, gilt oben genanntes für das das Endlagerbergwerk umgebende Wirtsgestein einschließlich desjenigen Wirtsgesteinssaumes, welcher für die dauerhafte Integrität dieser Barrieren erforderlich ist.

- die Robustheit des für die verschiedenen Wirtsgesteine projektierten Verschlusssystems zu bewerten. Hierbei sind auch Aussagen zur Realisierbarkeit und Dauerhaftigkeit der projektierten Verschlusssysteme zu treffen.
- darzulegen, ob es in den Teilgebieten aufgrund der geologischen Verhältnisse möglich ist, neben hoch radioaktiven Abfälle auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle an einem Standort einzulagern
- solche Regionen innerhalb der Teilgebiete auszuweisen, bei denen nach bestehendem Kenntnisstand besondere Gefahren durch externe Einflüsse für einen Endlagerbetrieb bestehen. Hierzu gehören beispielsweise Gebiete, bei denen erhebliche Einwirkungen durch Hochwässer auftreten können oder solche, bei denen erhebliche Beeinträchtigungen durch Störfälle in nahegelegenen Industrieanlagen nicht ausgeschlossen werden können. Weiterhin sind solche Gebiete auszuweisen, die sich offensichtlich nicht oder nur sehr bedingt für die Errichtung der übertägigen Anlagen eines Endlagers eignen. Hierzu gehören neben den infrastrukturell Aspekten (z.B. Verkehrsflächen, Wohngebiete oder Naturschutzgebiete) solche, die aufgrund der natürlichen Gegebenheiten gegen eine Errichtung dieser Anlagen sprechen, wie z. B. Wasserflächen, Moor-, Sumpf-, und Überschwemmungsgebiete oder morphologisch ungünstige Situationen (Steilhänge).

Kommentiert [FAP31]: Richtiger ingenieurtechnischer Begriffe?

Kommentiert [KJR32R31]: Die Dauerhaftigkeit ist eine Anforderung an ein zu errichtendes Bauwerk (bzw. einzelne Bauteile), um über den geplanten Nutzungszeitraum sicherzustellen, dass zeitabhängige Veränderungen der Eigenschaften das Verhalten des Tragwerkes nicht unvorhergesehen verändern (DIN EN 1990 2010). So ist bspw. die Abdichtung im Bereich von Durchdringungen, Übergängen und An- und Abschlüssen so auszuführen oder abzudecken, dass vorhersehbare Nutzungs-beanspruchungen oder Lage- und Längenänderungen (auch von angrenzender Schutzschichten und Beläge) nicht zu Beschädigungen oder zu einem frühzeitigen Versagen führen (DIN 18195-9 2010).
Den Begriff gibt es also, man könnte aber auch von Lebensdauer und diesbzgl. Prognosen sprechen.

Kommentiert [WT33]: Es darf überhaupt nur dann ein Vorteil sein, wenn die „gleiche bestmögliche Sicherheit" gewährleistet ist. Ich glaube, dass man das in Phase 1 noch gar nicht wissen kann.

Kommentiert [KJR34R33]: Den Kommentar verstehe ich nicht. Der Punkt ist m. E. richtig formuliert.

Kommentiert [FAP35]: Das kann man in Phase1 mit Sicherheit machen, daher hier ausführlicher

Kommentiert [FAP36]: Bin mir nicht sicher, ob ich da im Sinne des StandAG richtig liege…

1.5 Ungewissheiten und Sicherheitsreserven

Der Vorhabenträger hat ausführlich darzulegen, auf welcher Datengrundlage die im Zusammenhang mit Kapitel 1.3 getroffenen Aussagen beruhen und hieraus deren Qualitätsgüte und Gültigkeitsbereiche zu beurteilen.

Insbesondere ist darzulegen, in welchem Verhältnis der für die Teilgebiete bestehende Kenntnisstand zur Heterogenität des geologischen Strukturaufbaus im Hin-

blick auf seine räumliche Charakterisierbarkeit steht. Weiterhin ist aus der geowissenschaftlichen Langzeitprognose die Prognostizierbarkeit der zukünftigen Entwicklung eines Endlagersystems innerhalb eines Teilgebietes abzuleiten.

Kommentiert [FAP37]: Kern der VerSi-Methodik zur Robustheitsbewertung

Zu jeder im Zusammenhang mit Kapitel 1.3 getroffenen Aussage

- sind die aufgrund nicht ausreichenden Kenntnisstandes getroffenen Annahmen darzulegen und zu begründen,
- ist herauszustellen, welche Auswirkungen die vorliegenden Ungewissheiten auf die Aussagekraft der Ergebnisse der repräsentativen Sicherheitsuntersuchungen haben. Dies betrifft vor allen Ungewissheiten zu den Standortverhältnissen und bei der Prognose der zukünftigen natürlichen Entwicklungen in den Teilgebieten. Ebenso sind Ungewissheiten im Zusammenhang mit den Endlagerkonzepten zu bewerten, insbesondere bezüglich der Realisierbarkeit und Dauerhaftigkeit der geotechnischen und technischen Barrieren und
- ist abzuschätzen, durch welche Maßnahmen der Kenntnisstand, falls erforderlich, maßgeblich verbessert werden kann.

Im Ergebnis der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sind weiterhin diejenigen Teilgebiete herauszustellen, bei denen die Datenlage zu gering ist, um vorläufige Sicherheitsaussagen treffen zu können. Diese sind deutlich auszuweisen.

Kommentiert [FAP38]: Teilgebiete, bei denen das Einschlussvermögen der projektierten generischen Endlagersysteme hauptsächlich aufgrund des zu geringen Kenntnisstandes der Daten nicht gezeigt werden kann, dürfen nicht aus diesem Grund aus dem weiteren Verfahren ausgeschlossen werden. Vielmehr sind hier Erkundungsprogramme für die übertägigen Untersuchungen so zu planen, dass die jeweiligen Kenntnislücken im nachfolgenden Verfahrensschritt geschlossen werden können.

1.6 Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

Aus den Erfahrungen aus den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und insbesondere mit den in diesem Zusammenhang identifizierten Ungewissheiten und Sensitivitäten hat der Vorhabenträger den zukünftigen Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs auszuweisen. Insbesondere sind begründete Aussagen dahingehend zu treffen

Kommentiert [KJR39]: Ich finde dieses Kapitel etwas rudimentär. M. E. geht es auch nicht nur um die gegenwärtige Phase (Bei welchen Teilgebieten weiß ich DERZEIT zu wenig), sondern auch für die Erkundungsprogramme der nachfolgenden Phase (vgl. Punkt 7 des Vorspanns).
Außerdem können auch Schlussfolgerungen zur Optimierung der Endlagerkonzepte abgeleitet werden, das sollte benannt werden.

Kommentiert [KJR40]: Hie könnten wir Formulierungen aus dem numerierten Vorspann (Punkt 7) verwenden.

Kommentiert [FAP41]: Was genau möchtest du da übernehmen?

- bei welchen Teilgebieten oder Regionen der Kenntnisstand so gering ist, dass die Sicherheitsaussagen für die Phase 1 (Kap. 1.3) weitestgehend erst nach übertägiger Erkundung getroffen werden können. Die entsprechenden Kenntnislücken sind dabei auszuweisen,

- bei welchen der unter 1.1 genannten Abwägungskriterien der Kenntnisstand ohne Teilgebiets- oder Regionen-spezifische Untersuchungen noch zu gering ist, sodass belastbare Aussagen erst nach der übertägigen Erkundung getroffen werden können,
- welcher Kenntnisstand erforderlich ist, um die weiteren Abwägungskriterien (Anlagen 1 sowie 5 bis 10 zu § 24, Abs. 3 StandAG) nach Durchführung der übertägigen Untersuchungen bewerten zu können,
- welche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich sind, um offene wissenschaftliche oder technische Fragen beantworten zu können, die sich vor allem auf die natürliche Entwicklung von Teilgebieten oder Regionen, endlagerinterne Prozesse oder auf die Machbarkeit und Dauerhaftigkeit von technischen und geotechnischen Endlagerkomponenten beziehen,
- durch welche Maßnahmen die generischen wirtsgesteinsspezifischen Endlagerkonzepte an die in den Teilgebieten oder Regionen vorgefundenen geologischen Verhältnisse angepasst bzw. generell weiter optimiert werden können.

Die Informationen zu den oben genannten Aspekten dienen der Definition des auf die nächsten Phasen ausgerichteten Forschungs- und Entwicklungsbedarfs bzw. der Erarbeitung von Erkundungsprogrammen für die übertägige Erkundung gemäß § 14, Abs. 1.

2 Phase 2

Hier zunächst noch generelle Überlegungen. Hintergrund ist, dass es sich bei der Bearbeitung der Phase 1 gezeigt hat, dass noch grundsätzliche Fragen bestehen ohne deren Klärung die Bearbeitung der Phase 2 wenig sinnvoll ist:

2.1 Zielsetzung

- Sicherheitstechnische und planungswissenschaftliche Einengung von Standortregionen(Flächen) auf einige wenige (2-3) Standorte (Punkte)
- Ausgleich von unterschiedlicher Kenntnistiefe in der Phase 1 bei Standortregionen
- Nachuntersuchung von Teilgebieten, bei denen in der Phase 1 der Kenntnisstand zu gering war um Aussagen/Bewertungen treffen zu können
- Weiterentwicklung und Optimierung Endlagerkonzepte

Um eine weitere Einengung der Anzahl potenziell endlagergeeigneter Standortregionen zu erreichen sowie innerhalb potenziell endlagergeeigneter Standortregionen einzelne Standorte für die untertägige Erkundung ausweisen zu können, ist für die Phase 2 davon auszugehen, dass sich die geologischen Erkundungsmaßnahmen von Übertage aus vor allem auf die Detektion von Inhomogenitäten im geologischen Strukturbau konzentrieren werden. Hierdurch können weniger geeignete Standortregionen von der weiteren Berücksichtigung ausgeschlossen werden oder die Flächen von Standortregionen, ggf. bis auf Standortgröße weiter verkleinert werden. Letzteres könnte beispielsweise dann der Fall sein, wenn bei Tonsteinformationen, welche lokale Sandlinsen enthalten, die entsprechenden Teilregionen für die weitere Standortsuche ausgeschlossen werden. Ähnliches gilt wenn innerhalb der Phase 1 nicht bekannte Störungen detektiert werden, die eine Standortregion ganz oder teilweise durchziehen.

Erkundungsprogramme:

- Regionenspezifische Untersuchungsprogramme
- Ermittlung des Internbaus von Salzstöcken, Konkretisierung des Schichtmächtigkeitsverlaufs bei Tonsteinen, Ausdehnung und petrologische Beschaffenheit von Kristallin-Plutonen

- Annahme: in dieser Phase wird vor allem nach nachteiligen Inhomogenitäten im Bereich der Standortregion gesucht, die für den Ausschluss von Standorten innerhalb einer Region dienen. Ziel ist die weitere Verkleinerung bzw. Aufsplitterung von Standortregionen um Standorte auszuweisen.

Wirtsgestein:

Allgemein

- Geometrie und Stratigraphie/Petrologie des Wirtsgesteins (Tonstein)
- Geometrie, mineralog. Internstruktur, (Kristallinplutone)
- Geometrie, Internstruktur (Salz)
- Regionale Tektonik, insb. regionales Spannungsfeld (alle, soweit nicht schon aus Phase 1 bekannt)

Inhomogenitäten:

- Trennflächen im 100er m-Bereich und größer (alle)
- Beschaffenheit der Trennflächenfüllungen (Tonstein, Kristallin)
- Sand- und Siltlinsen und -lagen (Tonstein)
- Bereiche geringen Smectit-Gehalts und hoher Illitisierung, z.B. kontaktmetamorphe Bereiche (Tonstein)
- Bereiche starker synsedimentärer Mächtigkeitsschwankungen (Tonstein)
- Erstarrungsbedingte Trennflächenstruktur (Kristallin)
- Postplutonistische Inhomogenitäten, z.B. Gänge, Vererzungen (Kristallin)
-

Deck- und Nebengebirge:

- Geometrie und Stratigraphie/Petrologie
- Festigkeitseigenschaften (mechanischer Widerstand gegenüber Einwirkungen an der Erdoberfläche, z.B. Erosion, glazigene Beanspruchungen)
- Glazigene Beanspruchungsspuren: Exarationstiefen, glazigene Rinnen (Tonstein, Salz)
- Nicht endlager-geeignete Salzgesteine in Salzstöcken (Salz)
- Kohlenwasserstoff-Lagerstätten in Randsenken von Salzstöcken (Salz)

Erneute Überprüfung der Abwägungskriterien. Hierbei müssen neben den Ausschlusskriterien und den Mindestanforderungen auch die Abwägungskriterien erneut behandelt werden, insbesondere diejenigen, die in Phase 1 aufgrund mangelnden Kenntnistandes nicht beurteilt werden konnten. Im Einzelnen sind dies:

- Bewertung des Transports radioaktiver Stoffe (Anlage 1 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften (Anlage 5 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten (Anlage 6 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der Gasbildung (Anlage 7 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der Temperaturverträglichkeit (Anlage 8 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung des Rückhaltevermögens im ewG (Anlage 9 zu § 24, Abs. 3 StandAG)
- Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse (Anlage 10 zu § 24, Abs. 3 StandAG)

Kommentiert [FAP42]: Hier geht es um den Wassergehalt im Einlagerungsbereich. M.E. kann man das zuverlässig nur im Zuge der untertägigen Erkundung überprüfen

2.2 Sicherheits- und Nachweiskonzepte

In Phase 2 sollte ein erstes Nachweiskonzept, inkl. überschlägigem radiologischem Nachweis und einem Integritätsnachweis erstellt werden. Auch erstmalige Betrachtungen zum Ausschluss einer Rekritikalität sollten erfolgen.

2.3 Technische Endlagerkonzepte

- Weiterentwicklung und Optimierung der Auffahrungs-, Einlagerungs- und Verschlusskonzepte
- Für die Standortauswahl in Phase 3 muss festgelegt sein, ob der Zugang ins Endlager über Schächte und / oder Rampen erfolgen sollt.
- Behältertypen müssen wirtsgesteinsspezifisch festgelegt werden, erste Nachweise zum Integritätserhalt bei Behältern für Kristallinkonzepte
- Grobes betriebliches Sicherheitskonzept sollte erstellt werden
- Erste Überlegungen zu Brandschutz und Wetterführung
- Zur Bewertung der Temperaturverträglichkeit (Anlage 8 zu § 24, Abs. 3 StandAG) muss das Endlager thermisch ausgelegt sein

2.4 Identifikation und Bewertung / Abschätzung des Einschlussvermögens des Endlagersystems

Es werden zum dritten Mal die Abwägungskriterien angelegt, diesmal jedoch auf der Basis eines besseren und ausgeglicheneren Kenntnisstandes, da durch die übertägige Erkundung Kenntnislücken geschlossen werden können.

Die Iteration von Standortregionen (Flächen) auf Standorte (Punkte) erfolgt bei Tonsteinregionen und ggf. auch Kristallinregionen wahrscheinlich hauptsächlich auf der Grundlage planungswissenschaftlicher Kriterien (Infrastruktur, Entfernung von Bebauung etc.)

2.5 Ungewissheiten und Sicherheitsreserven

Interpretationsungewissheiten bei geophysikalischen Methoden (Auflösungsgenauigkeit, Repräsentanz der Untersuchungstiefe) Interpolation zwischen Bohrungen

2.6 Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

Tabellenverzeichnis

Tab. 9.1 Modellinventar mit Massenkonzentrationen für 19 DWR-UO_2-BE**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tab. 9.2 Modellinventar mit Massenkonzentrationen für 52 SWR-MOX-BE**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tab. 9.3 Modellinventar mit Massenkonzentrationen für 52 SWR-UO_2-BE**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tab. 9.4 Verwendete thermodynamische Daten aus /THO 14/**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abkürzungsverzeichnis

VerSi	vergleichende Sicherheitsanalyen
VSG	Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben

A Anhang

...

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 13. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 19.10.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 13:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Hierbei orientiert sich der Ablauf an die Vorstellung und Diskussion der im Vorfeld der Sitzung verschickten Unterlagen (Anlage 3). Die drei diskutierten Tagesordnungspunkte sind:

- Anlage zu § 23 (ehem. § 8) Kritikalitätssicherheit
- §§ 24 – 26 (Monitoring, Sicherheitsmanagement, Wissenserhalt)
- Umstrukturierung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen

Es wurde darauf hingewiesen, dass [redacted] das Referat S III 2 kommissarisch in den nächsten sechs Monate leiten wird.

Top 1: Anlage zu § 23 (ehem. § 8) Kritikalitätssicherheit

Die Diskussion der vergangenen 12. Expertengruppensitzung zum Aspekt „Ausschluss von Kritikalität" wurde fortgeführt.

Es wurde angemerkt, dass das Dokument alle essenziellen Aspekte zur Kritikalität enthält, allerdings als Anlage zum Verordnungsparagraphen zu umfangreich ist. Die Ausarbeitung der GRS soll in Bezug auf die Regelung des genannten Verordnungsparagraphen gekürzt werden. Herr Sailer wird eine Sichtung zu Unterschieden bzw. Gemeinsamkeit zwischen dem Entwurf der GRS und der DIN 25472 vornehmen.

Es wurde vereinbart, dass eine Reduzierung des Dokumentes im Sinne von für eine Anlage zu einer Verordnung relevanten Inhalten in Abstimmung zwischen Hr. Sailer und Hr. Fischer-Appelt vorgenommen wird. Abschließend wird dem BMU eine überarbeitete Fassung von der GRS übersandt.

Top 2: §§ 24 – 26 (Monitoring, Sicherheitsmanagement, Wissenserhalt)

Gemäß dem abgestimmten Arbeitsprogramm der vorangegangenen Sitzungen wurden die Paragraphen §§ 24 – 26 zu Monitoring, Sicherheitsmanagement und Wissenserhalt überarbeitet und zur Diskussion gestellt (s. Anlage 3).

Zunächst wurde der überarbeitete Entwurf zum § 24 Sicherheitsmanagement vorgestellt und besprochen. Die Vorlage aus den Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 wurde in ihrem Umfang reduziert. Es wurde festgehalten, dass die Sicherheit in allen Phasen der Endlagerung die oberste Priorität besitzt und daher in diesem Verordnungsparagraphen als zentraler Aspekt genannt wird.

Der Verordnungsparagraph § 25 zur Überwachung eines Endlagers wurde hinsichtlich seines Bezugs auf die Verordnung anstatt auf das StandAG angepasst. Es wurde festgehalten, dass die zehnjährige Überprüfung des Monitorings im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung erfolgen sollte.

Abschließend wurde der Entwurf zu § 26 Kompetenz- und Wissenserhalt vorgestellt und diskutiert. Es wurde festgehalten, dass ein enger Bezug zur erstellenden Verordnung nach StandAG § 38 Dokumentation bestehen wird, die konkreten Inhalte der Verordnung zur Dokumentation allerdings noch nicht bekannt sind. Mögliche inhaltliche Überschneidungen und/oder fehlende Aspekte zwischen beiden Verordnungen können erst nach Vorliegen eines fortgeschrittenen Entwurfs der Verordnung zur Dokumentation geprüft werden. Es wurde festgehalten, dass ein einheitlicher und umfassender Begriff für alle Dokumentationssysteme (analog, digital) gefunden werden sollte.

Auf Basis der Diskussion wird das BMU einen überarbeiteten Textentwurf zu den drei genannten Verordnungsparagraphen erstellen. In diesem Zusammenhang soll auch juristisch geprüft werden, ob Anforderungen aus dieser Verordnung, die grundsätzlich den Betreiber eines Endlagers adressiert, im Einzelfall auch auf andere Verfahrensbeteiligte übertragen werden können.

Top 3: Umstrukturierung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen

Der von Herrn Röhlig erstellte Entwurf zur Umstrukturierung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen wurde noch nicht abschließend von allen Teilnehmern der Expertengruppe gesichtet. Weiterhin wurde festgehalten, dass die Kommentare der letzten FA VE-Arbeitskreissitzung noch nicht vollständig in den aktuellen Verordnungsentwurf eingearbeitet wurden. Das BMU schlägt daher vor, auf Basis dieser beiden Aspekte einen überarbeiteten Verordnungsentwurf zu erstellen und an die Teilnehmer der Expertengruppe zu verteilen. Detaildiskussionen zur Struktur sollen anschließend in einer der nächsten Sitzungen geführt werden.

Die GRS hat weiterhin eine teilweise Überarbeitung der Integritätskriterien thematisiert. Insbesondere die Forderung zum Ausschluss der Bildung von Fluidwegsamkeiten sollte dahingehend konkretisiert werden, dass Fluidwegsamkeiten gemeint sind, die zu mehr als einer geringfügigen Austragung führen. Es wurde festgehalten, dass die GRS derzeit im Rahmen eines Eigenforschungsvorhabens einen Bericht erstellt, der die Integritätskriterien der Sicherheitsanforderungen von 2010 thematisiert. Insbesondere die mögliche Anwendung für die Wirtsgesteine Tonstein und Kristallin wird diskutiert. Nach derzeitigem Planungsstand wird eine Entwurfsfassung Ende 2018 fertiggestellt und kann der Expertengruppe zur Diskussion zur Verfügung gestellt werden.

Ende April soll zur Öffentlichkeitsbeteiligung in Berlin der aktuelle Stand der Überarbeitung der beiden Verordnungen zu Sicherheitsanforderungen und -untersuchungen vorgestellt werden.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur ~~14.~~ 13 Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
19.10.2018 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMU / SIII2	[redacted]
		u	
		TUC	
		GRS	

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 14. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
19.10.2018 im BMU, VK-Raum KRA 4.431 ab 09:30 Uhr mit DG RSP

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		[redacted]	[redacted]

Anlage 2: Tagesordnung

13. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, den 19. Oktober 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, geben. Voraussichtliches Ende der Sitzung ist 15:00 Uhr.

- Anhang zur Kritikalitätssicherheit (Vorschläge zur Textstraffung von Herrn Sailer und Herrn Röhlig)
- Überarbeitete Fassung der §§ zu Monitoring, Sicherheitsmanagement und Wissenserhalt (s. Anlage)
- Vorschläge zur Umstrukturierung der Verordnung über Sicherheitsanforderungen

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 14. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 07.11.2018

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 16:30 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerlisten siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Die Schwerpunkte dieser Sitzung waren auf die Diskussion der Entwürfe der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG (Top 1) und der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG (Top 2) ausgerichtet.

Bezüglich der Reihenfolge der Themen wurde Top 2 vorgezogen und anschließend Top 1 behandelt.

Zum Top 1 wurde im Vorfeld der Sitzung eine aktualisierte Fassung als Diskussionsgrundlage ausgegeben (siehe Anlage 3). Hinsichtlich Top 2 stand primär die Diskussion zur inhaltlichen Struktur der Verordnung im Fokus.

Neben den zu behandelnden Themen wurden weitere Termine für kommende Expertengruppensitzungen vereinbart. Darüber hinaus wurden mögliche Termine für eine weitere Sitzung des FA VE-Arbeitskreises und dem geplanten Workshop eingegrenzt (siehe hierzu Top 3 Verschiedenes).

Top 1: Überarbeiteter Entwurf der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG

Der im Vorfeld ausgegebene aktualisierte Entwurf der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG wurde von einem Expertenmitglied (Hr. Röhlig) kommentiert und vor der Sitzung dem BMU zugestellt. Diese kommentierte Fassung vom 06.11.2018 wurde als Grundlage für die weitere Diskussion herangezogen. Die in der Diskussion abgestimmten Korrekturen und identifizierten Textstellen, die einer Änderung oder weiteren Überarbeitung bedürfen, wurden direkt im Dokument mittels Revisionsmarkierung vorgenommen bzw. kenntlich gemacht. Auf die einzelnen Änderungen bzw. Aspekte wird nicht näher eingegangen, sondern auf die nächste aktualisierte Fassung, die vom BMU noch vor der nächsten Sitzung des FA VE-Arbeitskreises am 10. – 11. Dezember 2018 verteilt wird, verwiesen.

Aus zeitlichen Gründen konnten nicht alle Inhalte des Verordnungsentwurfes besprochen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass bestehende Anmerkungen zu dem Dokument bis zum Ende der nächsten Woche (16.11.2018) dem BMU einzureichen sind, um diese für die Erstellung einer aktualisierten Fassung, als Grundlage für die Sitzung des FA VE-Arbeitskreises, noch berücksichtigen zu können.

Das BMU informiert in der Diskussion über folgende beabsichtigte wesentliche Neuerungen:

- Die Verordnung soll dahingehend modifiziert werden, dass von einer entkoppelten Genehmigung von Anlagenteilen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle und die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, soweit diese am selben Standort wie die hochradioaktiven Abfälle eingelagert werden sollen, auszugehen ist.
- Einem Vorschlag der ESK folgend, wird die Einführung eines Ansatzes zur Gewichtung der aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren ausgetragenen Aktivität nach Anlage 2. des Verordnungsentwurfes präferiert.

Top 2: Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG

Die Diskussion zum Verordnungsentwurf erfolgte entlang der in der Sitzung präsentierten inhaltlichen Struktur. Auf durchgeführte Änderungen gegenüber dem vorherigen Entwurf wurde vom BMU hingewiesen. Ziel der Diskussion war es, mögliche strukturelle Defizite wie z. B. Reihenfolge, Redundanz und fehlende Aspekte zu den Überschriften der Gliederung inklusive der dazu aufgeführten Stichpunkte zu identifizieren und entsprechende Korrekturvorschläge/ Modifizierungen bzw. die weitere Vorgehensweise zu erörtern.

Der in der Diskussion festgestellte Änderungsbedarf wurde zur Kenntnis genommen und festgehalten. Auf die einzelnen Änderungsvorschläge bzw. Aspekte wird nicht näher eingegangen, sondern auf die nächste aktualisierte Fassung, die nach Auskunft vom BMU noch vor der nächsten Expertensitzung am 07. Dezember 2018 verteilt wird, verwiesen.

In der Diskussion wurden folgende allgemeine Sachverhalte und Aspekte festgehalten:

- Die arbeitstechnische Vorgehensweise wird bekräftigt, zunächst die Inhalte und Anforderungen zur Phase 3 (umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen) auszuarbeiten und dann die Unterschiede zur Phase 1 und 2 herauszustellen.
- In Bezug auf den Anwendungsbereich der Verordnung wird die Berücksichtigung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle in den Sicherheitsuntersuchungen als übergeordnete Fragestellung angesehen, die noch nicht ausreichend geklärt wurde.
- Bezüglich der Erwartungshaltung an die Phase 3 besteht Konsens darüber, dass auf der Grundlage der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, die Entscheidung für eine Festlegung auf einen Endlagerstandort möglich sein muss.
- Insgesamt wurde festgestellt, dass die Inhalte der Phase 3 weitgehend mit den entsprechenden Inhalten der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG übereinstimmen sollten. Daher ist ein entsprechender Abgleich über den gesamten Verordnungstext vorzunehmen und im gegebenen Fall ein Querverweis zum entsprechenden Paragraphen der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vorzusehen.

Top 3: Verschiedenes

Termine

Die nächste Expertengruppensitzung findet wie vereinbart am 07.12.2018 bei dem BMU in Bonn statt.

Folgende weitere Termine zu Expertengruppensitzungen wurden festgelegt:

- 25.01.2019,
- 08.02.2019,
- 22.02.2019,
- 15.03.2019 und
- 01.04.2019.

Die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises findet am 10. und 11. Dezember 2018 bei dem BMU in Berlin (Stresemannstraße) statt.

Eine mögliche weitere Sitzung des FA VE-Arbeitskreises wird für März 2019 in Betracht gezogen.

Der geplante gemeinsame Workshop mit Öffentlichkeitsbeteiligung soll frühestens ab April 2019 stattfinden.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 14. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
07.11.2018 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMU	[redacted]
		GRS	
		TuC	
		BMU	
		GRS	
		Öko-Institut	

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 14. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
07.11.2018 im BMU, VK-Raum KRA 4.431 ab 09:30 Uhr mit DG RSP

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BfE	[redacted]
		BfE	
		BMU	

Anlage 2: Tagesordnung

14. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Mittwoch, 07. November 2018 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Überarbeiteter Entwurf der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG
- Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG

Voraussichtliches Ende der Sitzung ist 15:00 Uhr. Für eine kurze Rückmeldung, ob Sie an der Besprechung teilnehmen, wäre ich Ihnen dankbar.

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Verordnung zu Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zur Verordnung über Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 16. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 25.01.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 14:30 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 7 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Allgemeines

Nach Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Die drei diskutierten Tagesordnungspunkte sind:

- Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG
- Stand der Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG mit Diskussion zu Indikatoren für die Geringfügigkeit möglicher Freisetzung aus einem Endlager
- Termine

Es wurde darauf hingewiesen, dass seit Beginn des Jahres Fr. MinR'in Elisabeth Meyer zu Rheda das Referat S III 2 leitet.

Top 1: Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG

Das BMU hat zu Beginn des Tagesordnungspunktes den aktuellen Stand es Entwurfs der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG vorgestellt.

Zum besseren Verständnis der Anforderungen an die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen können ggf. Textelemente aus dem Bericht der Endlagerkommission genutzt werden. Zudem sollte die inhaltliche Abgrenzung zur Anwendung der Abwägungskriterien deutlicher herausgearbeitet werden. Es wurde vereinbart, dass Herr Sailer einen Vorschlag mit entsprechenden Erläuterungsebenen entwirft und diesen an die GRS zwecks Kommentierung und ggfls. Korrekturanmerkungen weiterleitet. Ein Entwurf soll bis zur übernächsten Sitzung am 22.02.19 vorliegen.

Das BfE weist darauf hin, dass die Regelungen nach § 1 (3) und § 23 (1) StandAG weitere Wirtsgesteine neben Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein nicht ausschließen. BMU wird bis zur nächsten Sitzung eine Klärung des Sachverhaltes veranlassen.

Anschließend wurde die Definition zum „Untersuchungsraum" diskutiert. Im Ergebnis der Diskussion wurde festgehalten, dass für jeden Untersuchungsraum genau ein Sicherheitskonzept gelten soll. Die Ausweisung mehrerer, auch überlappender, Untersuchungsräume in einem Teilgebiet in Phase 1 bzw. Standortregionen in Phase 2 soll grundsätzlich ermöglicht werden.

Zu den gesonderten Anforderungen an das Sicherheits- und Nachweiskonzept wurde festgelegt, dass für die im allgemeinen Teil und in den entsprechenden Stellen der EndlagerSiAnfV formulierten Anforderungen für die erste Phase des Standortauswahlverfahrens geprüft wird, in welchem Umfang diese in Phase 1 umzusetzen sind. Zu den diskutierten Aspekten gehörten beispielsweise der Nachweis für den sicheren Betrieb, die Ausweisung des ewG und die Beschreibung möglicher zu erwartender und abweichender Entwicklungen.

Top 2: Stand der Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung nach § 26 StandAG mit Diskussion zu Indikatoren für die Geringfügigkeit möglicher Freisetzung aus einem Endlager

Einschlusskriterien nach § 4 Sicherer Einschluss der radioaktiven Abfälle

Anknüpfend an die Diskussion in der 73. ESK-Sitzung wurden die Kriterien für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle in § 4 des Verordnungsentwurfes erneut behandelt und dabei folgende Ergebnisse festgehalten:

- Die Einschlusskriterien sollen keinen Bezug zur Strahlenexposition besitzen, daher wird für den aktivitätsbezogenen Indikator keine Gewichtung der Aktivitäten vorgenommen.
- Es soll sowohl ein flussbezogener als auch ein integraler Indikator verwendet werden. Es besteht die Möglichkeit entweder beides innerhalb eines Indikators mit der gleichen physikalischen Bezugseinheit zu verknüpfen oder wie ursprünglich verfolgt einen massen- und einen aktivitätsbezogenen Indikator zu verwenden.
- Der Begriff der Geringfügigkeit soll von den Einschlussindikatoren entkoppelt und entsprechend der Ermächtigungsnorm in § 26 Abs. 1 Nr. 1 StandAG mit den zulässigen Dosiswerten verbunden werden. Die Indikatoren sollen den Einschluss innerhalb der wesentlichen Barrieren und somit den Nachweis des Sicherheits-

gedankens *concentrate and confine* erbringen und nicht eine potentielle Schädigung durch austretende Schadstoffe bewerten. Hierzu wird das BMU einen Textvorschlag erarbeiten.

Integritätskritieren nach § 20 ewG als wesentliche Barriere

Die GRS hat eine Ausarbeitung zu den Integritätskriterien für einen ewG und ihrer möglichen Anwendung auf Tongestein erstellt. Neben der Ausarbeitung wurden konkrete Vorschläge zur Änderung des Verordnungsparagraphen in der aktuellen Entwurfsfassung vorgeschlagen. Die Änderungsvorschläge wurden durch die GRS kurz vorgestellt und sollen durch das BMU aufgegriffen in die Erarbeitung eines neuen Verordnungsentwurfes einfließen.

Ausschluss von Kritikalität nach § 6

Der Stand der Arbeiten zur Anlage für § 6 zum Ausschluss von Kritikalität wurde thematisiert. Das BMU wird den aktuellen Entwurf der GRS hierzu an die Mitglieder der Expertengruppe verteilen.

Top 3: Termine

Es wurden die folgenden Termine für die Expertengruppensitzungen vereinbart:

- Fr., 08.02.19
- Fr., 22.02.19
- Fr., 15.03.19
- Mo., 25.03. und Di., 26.03.19 (FAVE-Sitzung in der GRS-Köln)
- Fr., 12.04.19 (anstatt am ursprünglich eingeplanten Mo., 01.04.)
    - Teilnahme von Herrn Röhlig vorbehaltlich der Planungen zur Konferenz EGU 2019
- Do, 02.05.19

Eine Öffentlichkeitsbeteiligung zum Entwurf der beiden Verordnungen ist im Mai 2019 angedacht.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 16. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
25.01.2019 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	BMU - S III 2	[redacted]
		BMU - S III 2	
		BfE - Institut	
		GRS	
		GRS	
		TUC	
		BMU	

VK Berlin

[redacted]

BfE

Anlage 2: Tagesordnung

16. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 25. Januar 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Folgende Themen sollen auf der Sitzung besprochen werden:

- Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG
- Indikatoren für die Geringfügigkeit möglicher Freisetzungen aus einem Endlager
- Termine

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 17. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 08.02.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

An dieser Sitzung hat die neue Leiterin des Referates S III 2 Fr. MinR'in Elisabeth Meyer zu Rheda teilgenommen und sich den Teilnehmern vorgestellt. Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Der Schwerpunkt dieser Sitzung war auf die Diskussion des Entwurfes der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG (Top 1) ausgerichtet.

Zum Top 1 wurde im Vorfeld der Sitzung eine aktualisierte Fassung als Diskussionsgrundlage ausgegeben (siehe Anlage 3).

Top 1: Entwurf der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG

Es wurde vereinbart, dass der Entwurf paragraphenweise durchgesprochen wird, wobei das BMU auf neue, ergänzte bzw. aktualisierte Textpassagen im Entwurf während des Diskussionsverlaufes hinweist.

Die Festlegungen bzw. Kommentierungen zum Text wurden direkt in das Dokument mittels Revisionsmarkierung eingefügt. Hierzu wurde als Dokumentgrundlage, auf die bereits vor der Sitzung kommentierte und zur Verfügung gestellte Fassung von Herrn Röhlig aufgesetzt.

Konkrete Änderungsvorschläge aufgrund der Diskussion werden bei der Überarbeitung berücksichtigt. Während der Diskussion wurden insbesondere folgende wesentliche Sachverhalte erläutert und Festlegungen getroffen:

- Auf der letzten Expertengruppensitzung am 25.01.2019 wurde ausgeführt, dass die Regelungen nach § 1 (3) und § 23 (1) StandAG weitere Wirtsgesteine neben Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein möglicherweise nicht ausschließen. Das BMU hat sich hierzu beraten und vertritt die Auffassung, dass nur die im StandAG genannten Wirtsgesteine Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein für die Standortsuche in Betracht zu ziehen sind.
- Der Begriff Ungewissheiten wurde im Entwurf unter § 2 noch nicht näher bestimmt. Die GRS wird hierzu entsprechende Informationen z. B. aus der VSG

selektieren und an die Teilnehmer bis zur nächsten Expertengruppensitzung versenden. Dieser Beitrag soll dann als Diskussionsbasis für eine im Rahmen der Verordnung geltende Begriffsbestimmung dienen.

- Die §§ 2 (Begriffsbestimmungen) und 3 (Zweck der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen) sollen erst nach Vorlage des Gesamtentwurfs geprüft und erst dann ggf. ergänzt werden.
- Zu § 7 Absatz (2) überarbeitet das BMU seinen Vorschlag hinsichtlich der Grenztemperatur an der Behälteroberfläche.
- Hinsichtlich § 8 Absatz (4) wird im Zusammenhang mit den Abwägungskriterien vereinbarungsgemäß Hr. Sailer einen entsprechenden Textvorschlag erstellen und diesen an die GRS zwecks Kommentierung und ggf. Korrekturanmerkungen weiterleiten (siehe auch Ergebnisvermerk vom 25.01.2019).
- Es wurde vereinbart, den § 10 thematisch hinsichtlich Ungewissheiten und Sicherheitsreserven sowie Robustheit in zwei Paragraphen aufzuteilen. Die Nummerierung der nachfolgenden Paragraphen erhöht sich entsprechend um Eins. Die Textvorschläge von § 10 (neu) und § 11 (neu) werden von den Experten Hr. Sailer, Hr. Röhlig und Hr. Fischer-Appelt erarbeitet.
- Entsprechend der vorgenannten Festlegung ist der § 17 (alt) mit einem Bezug zu § 10 (alt) durch die festgelegte Aufspaltung des § 10 anzupassen. Auch hierzu wird von den Experten Hr. Sailer, Hr. Röhlig und Hr. Fischer-Appelt ein Textvorschlag erstellt.

Top 2: Verschiedenes

Termine

Die nächste Expertengruppensitzung findet wie vereinbart am 22.02.2019 beim BMU in Bonn statt.

Die nächste Sitzung des FA VE-Arbeitskreises findet am 25. und 26. März 2019 bei der GRS in Köln statt. Hierzu wurde der Sitzungsraum 611 reserviert.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 17. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
08.02.2019 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		BMU SII 2	
		"	
		"	
		"	
		"	
		BGE	
		BGE	in Berlin
		Öko-Institut	[redacted]

Anlage 2: Tagesordnung

17. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 08. Februar 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Die Tageordnung zur 17. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen beinhaltet den folgenden Tagesordnungspunkt:

- Diskussion des Entwurfes der Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG.

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 18. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 22.02.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 9 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Die Schwerpunkte dieser Sitzung waren auf die Diskussion zum Begriff „Ungewissheiten" (Top 1), Anpassung der §§ 10 und 11 (Top 2) und anforderungsspezifische Inhalte zur Phase II (Top 3) in Bezug auf die Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG ausgerichtet. Darüber hinaus wurden im Top 4 die Aspekte Aktivitätsindikator und Festlegung eines Zeitpunktes für das Anfangsaktivitätsinventar besprochen.

Zum Top 1 und Top 3 wurden im Vorfeld der Sitzung Beiträge der GRS als Diskussionsgrundlage ausgegeben (siehe Anlage 3a und 3b).

Neben den zu behandelnden Themen wurden Termine für kommende Expertengruppensitzungen und Sitzungen des FA VE-Arbeitskreises abgestimmt (Top 5).

Top 1: Begriff „Ungewissheiten"

Die zu diesem Tagesordnungspunkt ausgegebene Diskussionsgrundlage (siehe Anlage 3a) wurde den Teilnehmern von der GRS als Einführung zu Top 1 in kondensierter Form erläutert.

In der Diskussion wurde festgelegt, dass der Begriff „Ungewissheit" nicht explizit im Verordnungstext unter § 2 Begriffsbestimmungen aufzunehmen ist. Allerdings kam man in der Diskussion überein, dass die übergeordnete Rolle des Begriffes „Ungewissheiten" insbesondere im Zusammenhang mit dem oftmals synonym verwendeten Begriff „Unsicherheiten" herausgestellt werden sollte. Hierzu wurde vorgeschlagen, im Begründungstext zur Verordnung eine entsprechende Beschreibung zum Begriff „Ungewissheiten" aufnehmen. Darüber hinaus ist im Verordnungstext durchgehend der Begriff „Ungewissheiten" zu verwenden.

Top 2: §§ 10 und 11 des Verordnungsentwurfes

Es wurden die überarbeiteten §§ 10 und 11 diskutiert. Die in der Diskussion abgestimmten Änderungskorrekturen wurden direkt im Dokument vorgenommen. Die Dokumentgrundlage hierfür war der überarbeitete Entwurf aus der vorangegangenen Expertengruppensitzung vom 08.02.2019.

Während der Diskussion wurden insbesondere folgende wesentliche Sachverhalte erläutert und Festlegungen getroffen:

- Es wurde festgehalten, dass mit dem § 10 auch latente Sicherheitsfunktionen im Sinne von Sicherheitsreserven abgedeckt sind. Das sollte im Begründungstext stärker herausgestellt werden.
- Die Begriffe Sicherheitsreserve und Robustheit sind in § 2 Begriffsbestimmungen aufzunehmen.
    - Der erste Teil aus § 10 (erster und zweiter Satz) ist in dem aufzunehmenden Begriff Sicherheitsreserve zu verschieben.
    - Für den Begriff Robustheit existiert bereits eine Begriffsbestimmung in den bestehenden Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010.
- In der Diskussion wurde bekräftigt, an dem Begriff „sicherheitsgerichtet" in § 11 festzuhalten, obwohl dessen Verwendung z. T. kontrovers betrachtet wird.
- In dem Begründungstext sollte der Aspekt der möglichen Verkettung von Ungewissheiten thematisiert werden.
- Die §§ 10 und 11 sollten sich sinngemäß auch in der Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen wiederfinden.
- Der § 18 kann unter Einbeziehung von Absatz 1 in den §§ 10 und 11 gestrichen werden.

Top 3) Charakteristika der Phase 2

Zum Top 3 wurde von der GRS die erarbeitete Diskussionsgrundlage (siehe Anlage 3b) vorgestellt.

Die Diskussion hat folgende wesentliche Aspekte beleuchtet und Festlegungen ergeben:

- Es werden in der Phase 2 erstmalig Erkundungsmaßnahmen durchgeführt.

- Das Sicherheitskonzept muss einen deutlicheren Bezug zur Standortregion aufweisen.
- Der Umgang mit Grenztemperaturen ist darzulegen.
- Es sind erstmalig Dosisberechnungen durchzuführen.
- Es sind erste betriebliche Störfallbetrachtungen vorzunehmen.
- Entwicklungen zu den Konzepten wie Sicherheitskonzept, technisches Endlagerkonzept und Behälterkonzept sind voranzutreiben und zu dokumentieren
- Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in der Phase 2 sollten eine Einengung der Standortregionen ermöglichen.
- Der § „Bewertung von Ungewissheiten" (§11 neu) sollte um einen voranzustellenden Absatz ergänzt werden, der eine Formulierung zur Erstellung eines Konzeptes zum Umgang mit Ungewissheiten enthalten sollte.
- Vor der Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sollte eine Ausgangsplanung zu F&E vorliegen, die dann in den jeweiligen Phasen fortschreibend anzupassen ist.

Das BMU wird unter Berücksichtigung der geführten Diskussion der letzten Expertengruppensitzung vom 08.02.2019 und Top 1 bis 3 der aktuellen Expertengruppensitzung einen überarbeiteten Verordnungsentwurf über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle vorlegen.

Top 4: Aktivitätsbezogener Einschlussindikator

In Bezug auf die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle wurde in Top 4 der Aspekt „aktivitätsbezogener Einschlussindikator" thematisiert.

Das BMU informierte die Teilnehmer darüber, dass im Rahmen eines Arbeitsgespräches bei der GRS in Köln am 20.02.2019 über den Referenzzeitpunkt (Nenner im aktivitätsbezogenen Einschlussindikator) für die Festlegung des Ausgangsaktivitätsinventars diskutiert wurde.

Hintergrund ist, dass in den bisherigen Rechnungen der GRS der Referenzzeitpunkt auf das Jahr 2075, der in der VSG zugrunde gelegte Zeitpunkt für die Nachverschlussphase, bezogen wurde.

Dieser Referenzzeitpunkt soll nach gegenwärtigen Diskussionen auf den 31.12.2022, dem Stichtag, an dem keine Kernkraftwerke mehr im Betrieb sind, festgelegt werden. Zu diesem Zeitpunkt liegen dann z. T. nicht verbrauchte Brennelemente vor, die einen großen Einfluss auf das Ausgangsaktivität haben. Dieser Einfluss nimmt allerdings in einem relativ kurzen Zeitraum von wenigen Jahren stark ab. Dies bedeutet, dass der Referenzzeitpunkt wesentlich für die Ermittlung des aktivitätsbezogenen Indikatorwertes ist. In diesem Zusammenhang wurde diskutiert, welcher Referenzzeitpunkt für den aktivitätsbezogenen Indikator sinnvoll erscheint. Hierbei wurde festgehalten, dass als übergeordnete Rahmenbedingung ein fixer d. h. nicht veränderlicher Zeitpunkt zu wählen ist.

In der Diskussion wurde festgelegt, dass die GRS zunächst eine Rechnung vom Zeitpunkt 31.12.2022 bis zum Ende dieses Jahrhunderts vornehmen soll. Unter Berücksichtigung dieser Rechnung werden dann weitere wenige Zeitpunkte (ggf. aus dem flachen Kurvenverlauf) für abschließende Rechnungen bestimmt.

Das BMU wird hierzu einen entsprechenden Arbeitsauftrag an die GRS ausgeben.

Top 5: Verschiedenes

Termine

Die nächste Sitzung (19. Expertengruppensitzung) findet wie vereinbart am 15.03.2019 beim BMU in Bonn statt.

Das BMU weist auf die Möglichkeit hin, dass sich der geplante Termin für den 25. – 26. März 2019 zur Sitzung des FA VE-Arbeitskreises verschieben könnte. Vorsorglich wurde hierzu ein Ersatztermin für den 27. – 28. Mai 2019 festgelegt. Der Veranstaltungsort ist bei beiden Terminen die GRS in Köln.

Darüber hinaus wurde vom BMU darauf hingewiesen, dass sich bei einer möglichen Terminverschiebung der FA VE-Sitzung auch der geplante gemeinsame Workshop mit Öffentlichkeitsbeteiligung, der frühestens im April 2019 stattfinden sollte, verschieben wird.

Die folgenden bereits festgelegten weiteren Termine für die Expertengruppensitzungen wurden von den Teilnehmern bestätigt:

- 20. Sitzung der Expertengruppe am 12.04.2019 um 9:30 Uhr bei dem BMU in Bonn und
- 21. Sitzung der Expertengruppe am 02.05.2019 um 9:30 Uhr bei dem BMU in Bonn.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn und BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 18. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
22.02.2019 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		[illegible]	
		BMU SIII 2	
		BMU SIII 2	
		"	
		THC	
		GRS	
		BfE FA2	per VK
		BfE SV2	[redacted]

Anlage 2: Tagesordnung

18. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 22. Februar 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Die Tageordnung zur 18. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen beinhaltete die folgenden Tagesordnungspunkte:

- Begriff „Ungewissheiten"
- §§ 10 und 11 des Verordnungsentwurfes
- Charakteristika der Phase II
- Aktivitätsbezogener Indikator
- Verschiedenes

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

Anlage 3a) Informationssammlung zum Begriff Ungewissheiten

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Informationssammlung zum Begriff Ungewissheiten

Arbeitsdokument

Stand: 18.02.2019

[redacted]

Februar 2019

Auftrags-Nr.: 800046

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unter dem Kennzeichen 4716E03240 durchgeführt.

Die Arbeiten wurden von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH ausgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) übereinstimmen.

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Deskriptoren

Ungewissheiten; Unsicherheiten; StandAG; vorläufige Sicherheitsuntersuchungen; Verordnung

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis II

1 Einleitung/ Zielsetzung 3

2 Allgemein 4

3 Spezifisch (endlagerbezogen) 7

4 Fazit 11

5 Referenzen: 13

1 Einleitung/ Zielsetzung

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) wird gemäß dem Standortauswahlgesetz (StandAG) /STA 17/ ermächtigt, durch Rechtsverordnungen die Sicherheitsanforderungen für die Endlagerung § 26 Absatz (3) festzulegen und die geltenden Anforderungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren § 27 Absatz (6) zu bestimmen. Im Rahmen des Vorhabens 4716E03240 unterstützt die GRS durch Mitwirkung in einer einberufenen Expertengruppe das BMU bei der Umsetzung der erforderlichen Arbeiten bezüglich der o. g. Rechtsverordnungen bzw. bei deren Erstellung.

Im Rahmen einer Expertengruppensitzung wurde vereinbart, zum Begriff „Ungewissheiten", der im Verordnungsentwurf über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle unter § 2 Begriffsbestimmungen aufgenommen werden soll, vorliegende Informationen zusammenzutragen. Als primäre Informationsquelle wurde in der Diskussion die Berichtsgrundlage zur VSG genannt.

Die GRS wird hierzu entsprechende Informationen selektieren und in einem Beitrag zusammenstellen. Diese Informationszusammenstellung soll dann als Diskussionsbasis für eine im Rahmen der Verordnung geltenden Begriffsbestimmung für den Begriff „Ungewissheiten" dienen.

Hinsichtlich der Begriffsbestimmung zu „Ungewissheiten" werden im Folgenden sog. allgemeine Definitionen und anschließend spezifische, d. h. endlagerbezogene bzw. auf die Sicherheitsanalyse ausgerichtete Definitionen behandelt. Abschließend wird in einem Fazit kurz der Informationsstand zur Begriffsbestimmung zu „Ungewissheiten" in kondensierter Form wiedergegeben und mögliche Optionen zur weiteren Behandlung des Begriffes aufgezeigt. Die für die Informationszusammenstellung herangezogenen Referenzen werden benannt und aufgelistet.

2 Allgemein

Im Folgenden werden allgemeine Definitionen zu dem Begriff „Ungewissheit" aufgelistet und die entsprechenden Quellen angegeben:

- *„das Ungewisssein; Zustand, in dem etwas nicht feststeht"* (Duden)
- *„Unter Ungewissheit versteht man in der Entscheidungstheorie die mangelnde Kenntnis über die künftige Entwicklung eines Umweltzustands. Mangelnde Kenntnis beschreibt einen Informationsgrad, bei dem die möglichen Umweltzustände und die Ergebnisse bei Wahl einer bestimmten Handlungsalternative und Eintritt eines bestimmten Umweltzustandes bekannt sind, aber die (subjektiven und objektiven) Eintrittswahrscheinlichkeiten der Umweltzustände unbekannt sind. Sie ist eine Unterart der Unsicherheit. Sprachlich ist Ungewissheit die Negation von Gewissheit."* (Wikipedia)
- *„Unsicherheit hinsichtlich der Geltung oder Entwicklung von etwas"* (https://www.wortbedeutung.info/Ungewissheit/)
- *„der Zustand, dass man nicht weiß, wie sich etwas entwickeln wird"* (https://de.thefreedictionary.com/Ungewissheit)
- *„Allg. entscheidet man hinsichtlich der Zukunftserwartungen eines Entscheiders Sicherheit und Unsicherheit. Bei Sicherheit kann der Entscheider das Ergebnis einer Aktion eindeutig vorhersagen, bei Unsicherheit dagegen gibt es mehrere mögliche Ergebnisse. Unsicherheit wird unterschieden in Unsicherheit i.e.S. (auch: Ungewissheit) und Risiko. Bei Unsicherheit i.e.S. sind keine Eintrittswahrscheinlichkeiten verfügbar; vgl. Ellsberg-Paradoxon. In Risikosituationen dagegen kann der Entscheider Eintrittswahrscheinlichkeiten für Ergebnisse bzw. Umweltzustände angeben."* (https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/unsicherheit-49831)
- *„Eine Ungewißheit liegt vor, wenn keine Information über die Eintrittswahrscheinlichkeiten von möglichen Datenkonstellationen oder Umweltbedingungen in einer Entscheidungssituation gegeben sind."* (http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/ungewissheit/ungewissheit.htm)
- *„Im Rahmen der Entscheidungstheorie werden drei verschiedene Zustände der Zukunft unterschieden, welche bei der Entscheidung jeweils unterschiedlich zu berücksichtigen sind. Entweder liegen dem Entscheidungsträger sichere Informationen über die Zukunft vor (Entscheidung bei Sicherheit) oder die Zukunft ist unsicher*

(Unsicherheit). Bei der Unsicherheitssituation werden zwei weitere Situationstypen, die Risikosituation und die Ungewissheitssituation unterschieden. Bei einer Risikosituation liegen dem Entscheidungsträger noch Informationen über die Wahrscheinlichkeiten des Eintreffens bestimmter Zustände vor, während bei einer Entscheidung bei Ungewissheit keinerlei Wahrscheinlichkeitsaussagen über die Zukunft vorliegen, d. h. die Zukunft völlig unsicher ist. Je nach Entscheidungssituation lassen sich bei Vorliegen eines Entscheidungsmodells unterschiedliche Entscheidungsregeln anwenden (Abbildung E-6).“

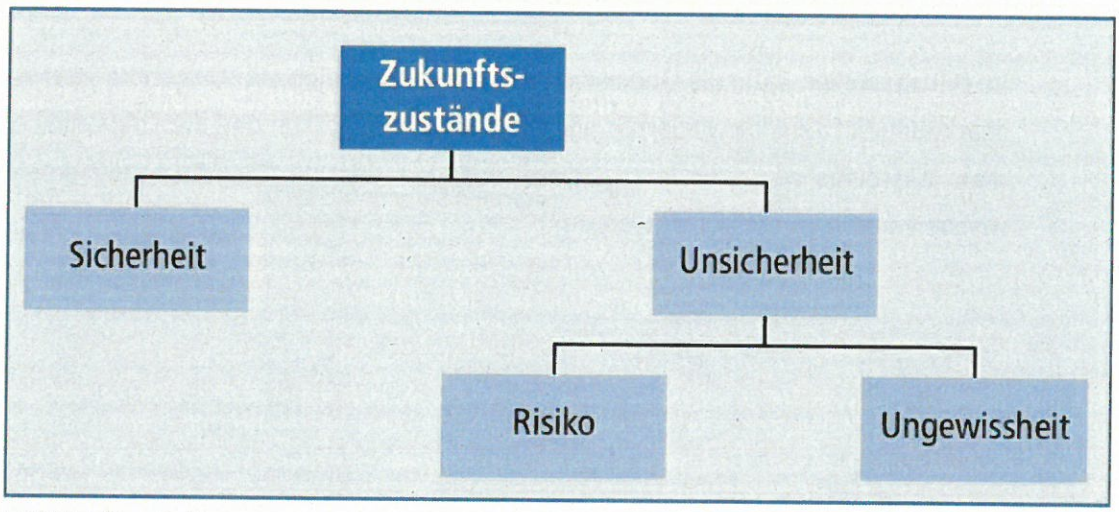


Abb. E-6: Entscheidungssituationen

(https://www.finanzen.net/wirtschaftslexikon/Entscheidungssituationen)

- *„Die bekannten Unterscheidungen von Risiko, Ungewissheit und Unsicherheit aus der Entscheidungstheorie sollen zusätzlich berücksichtigt werden [10]. Dort heißt es: „Können Eintrittswahrscheinlichkeiten ermittelt (objektive durch Datenauswertung, subjektive durch Schätzung und Erfahrung) und diese bei einer Entscheidung zugrunde gelegt werden, handelt es sich um eine Entscheidung unter Risiko. Gibt es hingegen keine Eintrittswahrscheinlichkeiten, liegt eine Entscheidung unter Ungewissheit vor.“ „* (http://gpm-blog.de/unsicherheit-ungewissheit-und-risiko-ein-diskussionsbeitrag/)

Zusammenfassend aus der obigen Aufstellung von allgemeinen Definitionen zu Ungewissheiten ist festzuhalten, dass keine einheitliche Begriffsbestimmung vorliegt, jedoch insbesondere in der Entscheidungstheorie von folgendem Zusammenhang zwischen **Unsicherheit**, **Risiko** und **Ungewissheit** ausgegangen wird:

Die **Unsicherheit** ist dadurch gekennzeichnet, dass über einen Umstand bzw. eine Situation hinsichtlich dessen Entwicklung keine ausreichende Kenntnis bzw. eine gewisse Unkenntnis vorliegt. Können über diese Entwicklung zusätzlich Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit gemacht werden, wird der Begriff **Risiko** verwendet. Sind jedoch neben der unzureichenden Kenntnis auch keine Angaben zur Eintrittswahrscheinlichkeit möglich, dann spricht man allgemein von **Ungewissheit**. Hieraus lässt sich folgende Aussage zur Ungewissheit ableiten.

- Ungewissheiten sind dann gegeben, wenn über Umstände bzw. Situationen nur unzureichende Kenntnisse zu dessen Entwicklung vorliegen und keine Angaben zur Eintrittswahrscheinlichkeit möglich sind.

Im Prinzip stellen darin die Ungewissheiten eine Teilmenge von Unsicherheiten dar. Die Unsicherheiten setzen sich wiederum aus der Menge der Risiken und der Ungewissheiten zusammen. Allerdings war auch festzustellen, dass teilweise die Begriffe Unsicherheit und Ungewissheit synonym betrachtet werden.

3 Spezifisch (endlagerbezogen)

Eine spezifizierte Begriffsbestimmung zu Ungewissheiten hinsichtlich der Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen im Zusammenhang mit Sicherheitsanalysen ist in den Dokumenten zur VSG als angesprochene primäre Referenz nicht vorzufinden. Auch in weiteren entsprechenden nationalen sowie internationalen Dokumenten konnten bisher keine expliziten Definitionen gefunden werden. Die Ausnahme bildet ein Bericht zum Vorhaben ISIBEL /BUH 10/ mit der nachstehenden Erläuterung zu Ungewissheiten, die dem o. g. allgemeinen Erklärungsansatz in der Entscheidungstheorie in Teilen folgt:

- *„Der Begriff Ungewissheit wird hier im Zusammenhang mit Informationslagen verwendet, in denen die Eigenschaften oder Zustände von (Umwelt-)Systemen nur mit endlicher Genauigkeit bekannt sind oder nicht exakt vorhergesagt werden können. Er bezeichnet diejenigen Teile der Eigenschaften oder Zustände, die nicht bekannt oder nicht vorhersagbar sind."*

Allerdings war in der Recherche festzustellen, dass im Gegensatz zur Begriffsbestimmung von Ungewissheiten umfangreiche Informationen zum Umgang mit Ungewissheiten vorliegen. So wird z. B. in dem VSG Bericht GRS-271 „Grundzüge des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes" (Kapitel 4) /MÖN 11/ dargestellt, wie mit den verschiedenen Ungewissheiten umzugehen ist. Aus diesem Bericht ist zu entnehmen, dass die Ungewissheiten in der Regel in Szenarienungewissheiten (Ungewissheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung des Endlagersystems), Daten- und Parameterungewissheiten und Modellungewissheiten eingeteilt werden.

Im Folgenden werden Informationen im Zusammenhang mit Ungewissheiten und dessen Begriffsbestimmung aus ausgewählten Dokumenten, die für die Erarbeitung der Verordnungen nach § 26 und § 27 des StandAG /STA 17/ relevant sein können, zusammengestellt:

Standortauswahlgesetz - StandAG /STA 17/:

Unter § 2 Begriffsbestimmung des StandAG /STA 17/ ist der Begriff „Ungewissheiten" nicht aufgeführt. Ebenso fehlen in der Begriffsbestimmung die Begriffe „Unsicherheiten" und „Risiko". Die Suche nach diesen Begriffen im weiteren Text hat nur für die Begriffe „Unsicherheiten" und „Risiko" in zusammengesetzter Form wie Datenunsicherheit und Störfallrisiko eine Übereinstimmung ergeben.

Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe /KOM 16/:

Es werden sowohl der Begriff „Ungewissheiten" als auch der Begriff „Unsicherheiten" verwendet. Der Abschlussbericht /KOM 16/ beinhaltet kein gesondertes Kapitel zu Begriffsbestimmung. Gleichwohl existieren Begriffsdefinitionen bei bestimmten Themen wie z. B. Rückholung und Bergung sowie Abwägungskriterien. Die Begriffe „Ungewissheiten" und „Unsicherheiten" wurden jedoch nicht definiert.

Teilweise entsteht der Eindruck, dass die Begriffe „Ungewissheiten" und „Unsicherheiten" synonym benutzt werden. Insgesamt heben die Textstellen wie in anderen Berichten auch, auf die Charakterisierung und Behandlung von Ungewissheiten und Unsicherheiten ab.

Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle /BMU 10/:

Die Sicherheitsanforderungen /BMU 10/ verwenden den Begriff „Ungewissheiten" nicht. Allerdings findet der Begriff „Unsicherheiten" Verwendung, der jedoch nicht in Kapitel 2 „Begriffsdefinitionen und -erläuterungen" als Begriff aufgenommen wurde. Aus dem Kontext der jeweiligen Sicherheitsanforderungen kann jedoch der Schluss gezogen werden, dass der Begriff „Unsicherheiten" dem Begriff „Ungewissheiten" in jüngeren Berichten wie z. B. in dem VSG Bericht GRS-271 /MÖN 11/ entspricht.

Abschlussbericht des AkEnd /AKE 02/:

In dem AkEnd Bericht /AKE 02/ wird der Begriff „Ungewissheiten" nicht verwendet. Allerdings findet der Begriff „Unsicherheiten" Verwendung. Hier werden wie in den anderen Berichten auch, Aussagen zur Charakterisierung und Behandlung sowie Beurteilung von Unsicherheiten gemacht. Da sich diese Beschreibung mit denen aus jüngeren Berichten teilweise deckt, ist zu vermuten, dass der verwendete Begriff „Unsicherheiten" im AkEnd Bericht /AKE 02/ dem Begriff „Ungewissheiten" z. B. im VSG Bericht GRS-271 /MÖN 11/ entspricht. Jedoch wird auch im AkEnd Abschlussbericht /AKE 02/ keine Begriffsbestimmung in diesem Fall zu dem Begriff „Unsicherheiten" ausgeführt.

European Handbook Kapitel 13 „Uncertainty management and uncertainty analysis" /EC 11/:

In diesem Handbuch /EC 11/ ist eine Beschreibung zu Uncertainty enthalten, die im Folgenden aufgeführt ist:

- *"Uncertainty is inherent to all kind of safety assessments. In general, uncertainties arise from imperfect knowledge of the system to be assessed and its evolution. In the case of geological disposal, there are specific characteristics which enhance the relevance of uncertainties for the post-closure safety assessment."*

Weiterhin wird in dem EU Handbuch /EC 11/ eine entsprechende Aussage aus dem European Pilot Project [Vigfusson, 2007] zitiert, die im Folgenden wiedergegeben wird:

- *„Uncertainties concerning the safety of repositories are unavoidable due to the complexity of the phenomena of concern and the scales in time and space under consideration, and their management is central when developing a repository system and assessing its safety."*

Allerdings ist mit den obigen Zitaten keine Begriffsbestimmung verbunden. Zudem ist auch nicht ganz eindeutig, ob der Begriff „Uncertainty" mit dem deutschen Begriff „Ungewissheit" gleichgesetzt werden kann, da „Uncertainty" sowohl als „Ungewissheit" als auch mit „Unsicherheit" übersetzt wird.

Das Kapitel 13 im EU Handbuch /EC 11/ enthält ein Unterkapitel 13.3 Terminology, in dem jedoch keine expliziten Definitionen zu Uncertainties enthalten sind. Allerdings werden Begriffe wie z. B. „Uncertainty analysis", „Sensitivity analysis", „Risk" und „Exepted dose" beschrieben.

European Pilot Study /VIG 07/:

Aufgrund des o. g. Zitates aus dem EU Handbuch zum European Pilot Project [Vigfusson, 2007] wurde in die Recherche der Bericht „Uncertainties and their Management" der European Pilot Study /VIG 07/ einbezogen. Das folgende Zitat aus diesem Bericht /VIG 07/ entspricht schon eher einer Begriffsbestimmung zu Ungewissheiten, obwohl der Text nicht explizit als Begriffsbestimmung und/oder Definition ausgewiesen ist:

- *"In general, uncertainty about the performance of a system comes from the absence of specific knowledge or data regarding one or more of the components of the system, or from the variable character of certain phenomena. For the performance of a deep geological disposal system for radioactive waste, it usually involves lack of knowledge of parameter values, limited understanding of certain mechanisms, modelling difficulties, or the general difficulty of predicting the future."*

MeSa /NEA 12/:

Der MeSa Bericht /NEA 12/ enthält eine Vielzahl von Textstellen, die die Thematik „Uncertainty" aufgreifen. In den meisten Fällen geht es um die verschiedenen Arten, Quellen, Charakterisierung und Behandlung von „Uncertainties". So ist z. B. in der Zusammenfassung folgende Aussage zu finden:

- "*Internationally, there is now a consensus on the types and sources of uncertainties in safety assessments, although somewhat different terminology may be used. Typically, the uncertainties considered in safety assessment are classified into scenario uncertainties, model uncertainties, and data and parameter uncertainties.*"

In dem MeSa Bericht /NEA 12/ werden in Kapitel 16. „Treatment of uncertainties" eine Reihe von Aussagen insbesondere zur Behandlung und Berücksichtigung von Ungewissheiten (Unsicherheiten) ausgeführt. Einige wenige beziehen sich auf Erläuterungen von Begriffen. So werden z. B. Begriffsbestimmungen zu reduzierbaren und nicht reduzierbaren Ungewissheiten (Unsicherheiten) gegeben:

- "*It is widely recognised that each uncertainty has a specific nature regardless of its classification. In this respect, irreducible and reducible uncertainties can be distinguished*:
  - *Irreducible uncertainties are those related to the inherent randomness of events that may occur in the future (e.g. the timing of major earthquakes). These uncertainties are irreducible because no amount of knowledge will determine when or if a chance event will occur. Irreducible uncertainties are sometimes also called aleatory, stochastic, or Type A uncertainties. In other publications, they are termed variation, variability, or statistical inexactness.*
  - *Reducible uncertainties reflect the state of knowledge about relevant processes and the appropriate values to use in quantifying those processes in safety or performance assessment. In principle, such uncertainties can be reduced by carrying out more site characterisation activities, laboratory experiments, making more measurements etc. Reducible uncertainties are sometimes also called epistemic, subjective, or Type B uncertainties. Elsewhere, they are simply called uncertainties (as opposed to variation or variability), imprecise knowledge/ignorance or inexactness due to human judgement.*"

4 Fazit

Aus der obigen Recherche wird deutlich, dass keine einheitliche Begriffsbestimmung zu „Ungewissheiten" sowohl bei allgemeinen als auch spezifischen bzw. endlagerbezogenen Definitionen vorliegt. Allenfalls im Fachgebiet der Entscheidungstheorie ist eine einheitliche Erläuterung des Zusammenhanges zwischen Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit in der Begriffsbeschreibung erkenntlich. Dieser Zusammenhang macht deutlich, dass Ungewissheiten dann vorliegen, wenn über Umstände bzw. Situationen nur unzureichende Kenntnisse zu dessen Entwicklung vorhanden und auch keine Angaben zur Eintrittswahrscheinlichkeit möglich sind. Bei einer möglichen angestrebten Adaption dieser Definition müsste eine entsprechende Übertragbarkeit auf die spezifischen Verhältnisse der Endlagerung bzw. Sicherheitsanalyse erst geprüft bzw. belegt werden.

In beiden Ansätzen, d. h. „Allgemein" und „Spezifisch" war festzustellen, dass die Begriffe Unsicherheit und Ungewissheit teilweise synonym betrachtet werden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass in Bezug auf die Endlagerung nur sehr wenige konkrete Beschreibungen des Begriffes „Ungewissheiten" auszumachen waren. Nur in den Referenzen /VIG 07/ und /BUH 10/ konnten Erläuterungen identifiziert werden, die man als Definition im weiteren Sinne bzw. als Ausgangsbasis für eine Begriffsbestimmung heranziehen könnte. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass es sich im Falle von /BUH 10/ um eine für den entsprechenden Bericht zugrunde gelegte Arbeitsdefinition handelt und damit keine offizielle Definition des Begriffes „Ungewissheiten" darstellt. Im Fall von /VIG 07/ ist noch zu klären, ob der Begriff „Uncertainty" mit dem Begriff „Ungewissheit" gleichgesetzt werden kann.

Unter Berücksichtigung des dargestellten Sachstandes, dass keine aus der Recherche offizielle sowohl national als auch international getragene Begriffsbestimmung zu dem Begriff „Ungewissheiten" im Zusammenhang mit der Endlagerung bzw. Sicherheitsanalyse identifiziert wurde, sollte möglicherweise die Recherche weiter ausgedehnt und/oder die Notwendigkeit bzw. Erfordernis für die Aufnahme einer entsprechenden Begriffsbestimmung in die Verordnung nochmals hinterfragt werden.

Bei Feststellung einer gegebenen Notwendigkeit bzw. Erfordernis steht man dann vor der Aufgabe, eine entsprechende Begriffsbestimmung abzuleiten, womit eine Vorreiterrolle mit allen damit verbundenen Vor- und Nachteilen verbunden ist.

Darüber hinaus ist zu hinterfragen, ob die Begriffsbestimmung zu „Ungewissheiten“ nicht auch oder sogar nur in der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle nach § 26 aufzunehmen ist.

5 Referenzen:

/AKE 02/ Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd): Auswahlverfahren für Endlagerstandorte, Empfehlungen des AkEnd - Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte, Abschlussbericht. 260 S.: Köln, Dezember 2002.

/BMU 10/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. 22 S.: Bonn, 30. September 2010.

/BUH 10/ Buhmann, D., Mönig, J., Wolf, J., Keller, S., Mrugalla, S., Weber, J. R., Krone, J., Lommerzheim, A.: Behandlung von Ungewissheiten im Langzeitsicherheitsnachweis für ein HAW-Endlager im Salzgestein, Überprüfung und Bewertung des Instrumentariums für eine sicherheitliche Bewertung von Endlagern für HAW ISIBEL. GRS, BGR, DBE TECHNOLOGY GmbH (DBETEC), April 2010.

/EC 11/ European Commission (EC): European Handbook of the state-of-the-art of safety assessments of geological repositories, PAMINA - Performance Assessment Methodologies in Application to Guide the Development of the Safety Case, Final Report. 31. Januar 2011.

/KOM 16/ Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Abschlussbericht, Verantwortung für die Zukunft - Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes. Drucksache der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Drs. 268, 683 S.: Berlin, 30. August 2016.

/MÖN 11/ Mönig, J., Buhmann, D., Rübel, A., Wolf, J. W., Baltes, B., Peiffer, F., Fischer-Appelt, K.: Grundzüge des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes, Bericht zum Arbeitspaket 4, Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-271, 55 S., ISBN 978-3-939355-47-2: Köln, 2011.

/NEA 12/ Organization for Economic Co-operation and Development - Nuclear Energy Agency (OECD-NEA): Methods for Safety Assessment of Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, Outcomes of the NEA MeSA Initiative.

Radioactive Waste Management, Bd. 6923, 238 S., ISBN 978-92-64-99190-3: Issy-les-Moulineaux, 2012.

/STA 17/ Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) in der Fassung vom 5. Mai 2017 (BGBl. I 2017, Nr. 26, S. 1074-1100), zuletzt geändert 20. Juli 2017 (BGBl. I 2017, Nr. 52, S. 2808–2838).

/VIG 07/ Vigfusson, J., Maudoux, J., Raimbault, P., Röhlig, K.-J., Smith, R. E.: European Pilot Study on The Regulatory Review of the Safety Case for Geological Disposal of Radioactive Waste Case Study, Uncertainties and their Management. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle – L'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (FANC – AFCN), Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), Environment Agency (EA): Köln, 1. Januar 2007.

Anlage 3b) Allgemeine Charakteristika der weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (Phase 2)

1 Allgemeine Charakteristika der weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (Phase 2)

1.1 Charakteristika

In der Phase 2 werden erstmalig Erkundungsmaßnahmen durchgeführt.

Diese dienen dazu

- den Kenntnisstand innerhalb der Standortregionen generell zu verbessern
- Informationsdefizite zu beseitigen
- Unterschiedliche Informationstiefen zwischen den Standortregionen auszugleichen
- Standortregionen auf Einzelstandorte einzuengen
-

1. Um am Ende der Phase 2 Standorte zur übertägigen Erkundung ausweisen zu können, ist innerhalb der Standortregionen zu bewerten, ob günstige, bedingt günstige oder weniger günstige geologische Verhältnisse im Hinblick auf die Einschlusswirksamkeit von potentiellen Endlagersystemen vorliegen und ob, diese Verhältnisse über den Nachweiszeitraum gesehen von Dauer sind.
2. Ziel ist eine weitere Einengung von Standortregionen zu Standorten. Diese kann aber nur dann erfolgen, wenn geowissenschaftliche Kenntnisse zu den Standortregionen in so weit differenziert werden können.

Einzelziele:

- Sicherheitstechnische und planungswissenschaftliche Einengung von Standortregionen(Flächen) auf einige wenige (2-3) Standorte (Punkte)
- Ausgleich von unterschiedlicher Kenntnistiefe in der Phase 1 bei Standortregionen
- Nachuntersuchung von Teilgebieten, bei denen in der Phase 1 der Kenntnisstand zu gering war um Aussagen/Bewertungen treffen zu können
- Weiterentwicklung Endlagerkonzepte
- Weiterentwicklung der Behälterkonzepte
- Etc.

1.2 Erkundung

Die nachfolgenden Überlegungen zu den Erkundungsmaßnahmen und -zielen spielen für die Verordnung nur eine indirekte Rolle. Es ist m.E. trotzdem wichtig, dass wir uns ein Bild darüber machen, was in der Phase 2 alles erkundet werden kann/sollte, da dies bestimmt, mit welcher Informationsgrundlage wir bei den Sicherheitsuntersuchungen rechnen können.

Um eine weitere Einengung der Anzahl potenziell endlagergeeigneter Standortregionen zu erreichen sowie innerhalb potenziell endlagergeeigneter Standortregionen einzelne Standorte für die untertägige Erkundung ausweisen zu können, ist für die Phase 2 davon auszugehen, dass sich die geologischen Erkundungsmaßnahmen von Übertage aus vor allem auf die Detektion von Inhomogenitäten im geologischen Strukturbau konzentrieren werden. Hierdurch können weniger geeignete Standortregionen oder Teile dieser von der weiteren Berücksichtigung ausgeschlossen werden.

Generell müssen die Flächen von Standortregionen bis auf Standortgröße weiter verkleinert werden. Letzteres könnte beispielsweise dann der Fall sein, wenn bei Tonsteinformationen, welche lokale Sandlinsen enthalten, die entsprechenden Teilregionen für die weitere Standortsuche ausgeschlossen werden. Ähnliches gilt, wenn innerhalb der Phase 1 vorab nicht bekannte Störungen detektiert werden, die eine Standortregion ganz oder teilweise durchziehen.

Erkundungsprogramme:

- Regionenspezifische Untersuchungsprogramme
- Annahme: in dieser Phase wird vor allem nach nachteiligen Inhomogenitäten im Bereich der Standortregion gesucht, die für den Ausschluss von Standorten innerhalb einer Region dienen. Ziel ist die weitere Verkleinerung bzw. Aufsplitterung von Standortregionen um Standorte auszuweisen.

Wirtsgestein:

Allgemein

- Geometrie und Stratigraphie/Petrologie des Wirtsgesteins (Tonstein)
- Geometrie, mineralog. Internstruktur, (Kristallinplutone)
- Geometrie, Internstruktur (Salz)

- Regionale Tektonik, insb. regionales Spannungsfeld (alle, soweit nicht schon aus Phase 1 bekannt)

Inhomogenitäten:

- Trennflächen im 100er m-Bereich und größer (alle)
- Beschaffenheit der Trennflächenfüllungen (Tonstein, Kristallin)
- Sand- und Siltlinsen und -lagen (Tonstein)
- Bereiche geringen Smectit-Gehalts und hoher Illitisierung, z.B. kontaktmetamorphe Bereiche (Tonstein)
- Bereiche starker synsedimentärer Mächtigkeitsschwankungen (Tonstein)
- Erstarrungsbedingte Trennflächenstruktur (Kristallin)
- Postplutonistische Inhomogenitäten, z.B. Gänge, Vererzungen (Kristallin)
-

Deck- und Nebengebirge:

- Geometrie und Stratigraphie/Petrologie
- Festigkeitseigenschaften (mechanischer Widerstand gegenüber Einwirkungen an der Erdoberfläche, z.B. Erosion, glazigene Beanspruchungen)
- Glazigene Beanspruchungsspuren: Exarationstiefen, glazigene Rinnen (Tonstein, Salz)
- Nicht endlager-geeignete Salzgesteine in Salzstöcken (Salz)
- Kohlenwasserstoff-Lagerstätten in Randsenken von Salzstöcken (Salz)

Erneute Überprüfung der Abwägungskriterien. Hierbei müssen neben den Ausschlusskriterien und den Mindestanforderungen auch die Abwägungskriterien erneut behandelt werden, insbesondere diejenigen, die in Phase 1 aufgrund mangelnden Kenntnistandes nicht beurteilt werden konnten.

1.3 Sicherheitskonzepte

In Phase 2 werden die generischen wirtsgesteinsspezifischen Sicherheitskonzepte in regionenspezifische überführt. Wesentlich hierfür ist die Berücksichtigung einschlusswirksamer Parameter, die im Rahmen der übertägigen Erkundung ermittelt wurden. Ebenfalls ist die sicherheitsgerichtete Wirkung von geologischen Strukturen außerhalb des Wirtsgestein zu bewerten.

Bei Salzstandorten ist nach Kenntnis ihres Internbaus ein (vorläufiger ewG auszuweisen. Die Lage von „sensiblen Strukturen (z.B. temperaturempfindlicher Carnallitit, Laugentaschen, spröder Anhydrit) ist auszuweisen. Es ist darzustellen, wie diesbezüglich schädliche Einflüsse auf das Einschlussvermögens des Endlagersystems vermieden / minimiert werden können

Bei Tonsteinstandorten ist ein prototypischer für die Tonsteinregion repräsentativer ewG auszuweisen, wobei bei ausgedehnten Tonsteinformationen die Zone möglicher Lagen des ewG zu kennzeichnen ist.

Bei Kristallinstandorten ist die Rückhaltewirkung des Kristallinvorkommens zu bewerten. Auf der Grundlage der übertägigen Erkundungsergebnisse sind ggf. in einem Kristallinkomplex ungestörte Teilvorkommen auszuweisen, die für das Endlager/die Einlagerungsbereiche in Frage kommen könnten.

Das Sicherheitskonzept sollte die Sicherheitsfunktionen der verschiedenen Endlagersystemelemente und ihr Zusammenwirken beschreiben (ggf. wichtig für VerSi-ähnlichen Vergleichsansatz)

1.4 Sicherheitsnachweise

- Einschlussnachweis nach §4 SiAnf
- Erstmaliger überschlägiger radiologischer Nachweis
- Weiterentwickelter Integritätsnachweis unter Berücksichtigung der durch die übertägige Erkundung verbesserten Kenntnis zum geologischen Strukturbau inkl. Abschätzung der Schutzwirkung des Deckgebirges
- Erstmalige Betrachtungen zum Ausschluss einer Kritikalität.

Kommentiert [FKD1]: Diskussionsbedarf

1.5 Technische Endlagerkonzepte

- Weiterentwicklung der Auffahrungs-, Einlagerungs- und Verschlusskonzepte
- Für die Standortauswahl in Phase 3 muss festgelegt sein, ob der Zugang ins Endlager über Schächte und / oder Rampen erfolgen sollt.
- Behältertypen müssen wirtsgesteinsspezifisch festgelegt werden, erste Nachweise zum Integritätserhalt bei Behältern insb. für Kristallinkonzepte im Sinne einer Machbarkeitsstudie, die den jeweils geforderten Wirkungszeitraum im Auge hat

- Grobes betriebliches Sicherheitskonzept, z.B. erste Überlegungen zu Brandlasten und Wetterführung, Platzierung verschiedener Abfallarten, grobes Einlagerungsregime, erste konzeptionelle betriebliche Sicherheits- und Störfallanalysen/betrachtungen
- Zur Bewertung der Temperaturverträglichkeit (Anlage 8 zu § 24, Abs. 3 StandAG) muss das Endlager (überschlägig) thermisch ausgelegt werden
- Konzept zur Sicherstellung von Rückholbarkeit und Bergbarkeit Machbarkeitsnachweis zum Erreichen entsprechender Behälterstabilitäten
- Überlegungen zum gebirgsschonenden Auffahren

1.6 Identifikation und Bewertung / Abschätzung des Einschlussvermögens des Endlagersystems

s. Sicherheitsnachweise

Es werden zum dritten Mal die Abwägungskriterien angelegt, diesmal jedoch auf der Basis eines besseren und ausgeglicheneren Kenntnisstandes, da durch die übertägige Erkundung Kenntnislücken geschlossen werden können.

im Falle des § 4 Absatz 2 Nummer 1 SiAnf die Integrität und Robustheit des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches nach § 20 oder im Falle des § 4 Absatz 2 Nummer 2 die Integrität und Robustheit der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren nach § 21 sowie die Robustheit der weiteren Barrieren und sonstigen Komponenten des Endlagersystems,

Szenarienanalyse: Hier sollten erstmalig auch endlagerinterne Prozesse berücksichtigt werden, die in Phase 1 ausgeblendet wurden. Die Frage ist: Was ist machbar?

1.7 Ungewissheiten und Sicherheitsreserven

Kommentiert [FKD2]: trennen

Interpretationsungewissheiten bei geophysikalischen Methoden (Auflösungsgenauigkeit, Repräsentanz der Untersuchungstiefe) Interpolation zwischen Bohrungen

Sicherheitsreserven u.a. aus Deckgebirgsuntersuchung

Im Prinzip gilt hier sinngemäß der Text zur Phase 2

1.8 Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 19. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 15.03.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 10 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Der Schwerpunkt dieser Sitzung war auf die Diskussion des überarbeiteten Entwurfes zur Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG ausgerichtet.

Im Zusammenhang mit der geplanten Öffentlichkeitsbeteiligung wurde darauf hingewiesen, dass hierzu ein Erläuterungstext, der u. a. die Einordnung des Regelungstextes im Gesamtkontext und die Lesbarkeit unterstützen soll, vorgesehen ist. Weiterhin wurde angemerkt, dass dem Begründungstext zu den Verordnungen und dem genannten Erläuterungstext eine unterschiedliche Bedeutung und Zielsetzung zukommt.

Zum Top 1 wurde den Teilnehmern im Vorfeld der Sitzung ein überarbeiteter Entwurf vom BMU zugestellt (siehe Anlage 3).

Top 1: Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG

Zur Einführung in die Diskussion wurden die wesentlichen Unterschiede der Aktualisierung zum letzten Entwurf angesprochen. Es wurde vereinbart, die vorliegende Fassung insgesamt durchzugehen und zu diskutieren, wobei das BMU dann detailliert auf neue, ergänzte bzw. aktualisierte Textpassagen im Entwurf während des Diskussionsverlaufes hinweist.

Die Festlegungen bzw. Kommentierungen zum Text wurden direkt in das Dokument mittels Revisionsmarkierung eingefügt. Hierzu wurde als Dokumentgrundlage, auf die bereits vor der Sitzung zur Verfügung gestellte Fassung aufgesetzt.

Konkrete Änderungsvorschläge aufgrund der Diskussion wurden bei der Überarbeitung berücksichtigt. So wurden insbesondere Redundanzen identifiziert und ggf. aus dem Text gestrichen. Auch Hinweise zur textlichen Anpassung unter Berücksichtigung der EndlagerSiAnfV wurden aufgenommen. Darüber hinaus wurden in der Diskussion insbesondere folgende wesentliche Sachverhalte erläutert und Festlegungen getroffen:

- Zum Begriff „Wirtsgesteinstypen“ in § 2 „Begriffsbestimmungen“ wurde angemerkt, dass dieser Begriff im Text nur einmal vorkommt und daher auch direkt an der betreffenden Textstelle (§ 13 Absatz (1)) beschrieben werden könnte.
- Es sollte in § 2 der Begriff „Sicherheitskonzept“ aufgenommen werden.
- In der Diskussion wurde herausgestellt, dass anstelle des Begriffes „Endlagersystem“ teilweise der Begriff „Endlagerbergwerk“ verwendet werden sollte. Allerdings ist die jeweilige Verwendung der genannten Begriffe kontextabhängig. Daher sollte im gesamten Text eine entsprechende Prüfung erfolgen.
- In § 3 Absatz (7) ist zu prüfen, ob der Begriff „Standort“ durch den Begriff „Gebiet“ analog dem StandAG zu ersetzen ist.
- Zu den in § 4 Absatz (5) (aufgrund von Streichungen ist das aktuell der Absatz (3)) genannten „Wesentlichen Änderungen ...“ wird im Begründungstext näher einzugehen sein. Hier ist beispielsweise auf die möglichen Auswirkungen und auf die Abschichtung zwischen den wesentlichen Änderungen einzugehen.
- Es wurde in § 6 auf den zum Nachweiskonzept ersetzenden Begriff Nachweisstrategie hingewiesen, der von den Teilnehmern allgemeine Zustimmung gefunden hat.
- Hinsichtlich § 8 sollte eine Anpassung der Überschrift im Zusammenhang mit den darin vorliegenden Ausführungen geprüft werden.
- Es sollte geprüft werden, ob Absatz (6) in § 3 berücksichtigt werden sollte, wenn § 3 bestehen bleibt.
- In § 9 Absatz (1) soll neben dem § 5 auch der Bezug zu § 4 aufgenommen werden.

Die Durchsprache des Entwurfes erfolgte bis einschließlich § 9 „Bewertung möglicher Freisetzungen von Radionukliden“. Es wurde vereinbart, mögliche Kommentare und Korrekturanmerkungen zu dem nicht durchgesprochenen Entwurfsteil dem BMU bis zum 25.03.2019 zuzustellen. Vom BMU wurde zugesagt, im Nachgang zu dieser Sitzung, das Entwurfsdokument mit den während der Diskussion eingefügten Änderungen und Kommentaren den Teilnehmern als Überarbeitungsgrundlage zur Verfügung zu stellen.

Das BMU wird bis zur nächsten Sitzung auf der Basis der Kommentare und Korrekturanmerkungen eine Aktualisierung des Entwurfes vornehmen. Auf der nächsten Sitzung wird dann die Diskussion ab der zuletzt besprochenen Textstelle aus dieser Sitzung fortgesetzt.

Top 2: Verschiedenes

Termine

Die nächste Sitzung (20. Expertengruppensitzung) findet wie vereinbart am 12.04.2019 beim BMU in Bonn statt.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn und BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 19. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
15.03.2019 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]	[redacted]	GRS	[redacted]
		BMU	
		BMU	
		BMU	
		GRS	
		BMU	
		Öko-Institut	
		TU Clausthal	per VK
		BfE	[redacted]
		BfE	

Anlage 2: Tagesordnung

19. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 15. März 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Thema der Sitzung wird die Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG sein. Ein überarbeiteter Entwurf wird rechtzeitig vor der Sitzung versandt.

Top 1) Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG

Top 2) Verschiedenes

Ergebnisvermerk

Status: Entwurf

Thema: Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung und Arbeiten zu Anforderungen für die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren

Bezug: 20. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 12.04.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 2.532, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 15:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: 7 (Teilnehmerliste siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach der Begrüßung der Teilnehmer wurde der Tagesordnungsablauf erläutert (siehe Anlage 2) und mit den Teilnehmern (siehe Anlage 1 BMU Bonn und BMU Berlin) abgestimmt. Der Schwerpunkt dieser Sitzung war auf die Diskussion des überarbeiteten Entwurfes zur Verordnung über die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 StandAG ausgerichtet (Top 1).

Zum Top 1 wurde den Teilnehmern im Vorfeld der Sitzung ein überarbeiteter Entwurf vom BMU zugestellt (siehe Anlage 3).

Neben dem zu behandelnden Thema unter Top 1 wurden die für die kommende Expertengruppensitzung zu besprechenden Aspekte abgestimmt und der Termin bestätigt (Top 2).

Das BMU teilt mit, dass beide Verordnungen in einer sog. Artikelverordnung aufgenommen werden.

Top 1: Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG

Zur Einführung in die Diskussion wurde auf einige wenige Kommentare zum letzten Entwurf eingegangen. Anschließend wurde gemäß der Vereinbarung auf der letzten Sitzung vom 15.03.2019 die Diskussion ab der zuletzt besprochenen Textstelle mit § 10 (Bewertung von Sicherheitsreserven sowie der Robustheit) fortgesetzt.

Die Festlegungen bzw. Kommentierungen zum Text wurden direkt in das Dokument mittels Revisionsmarkierung eingefügt. Hierzu wurde als Dokumentgrundlage, auf die o. g. im Vorfeld der Sitzung zur Verfügung gestellte Fassung aufgesetzt.

Konkrete Änderungsvorschläge aufgrund der Diskussion wurden bei der Überarbeitung berücksichtigt. So wurden insbesondere Textpassagen bzw. Paragraphen identifiziert, die aus fachlicher Sicht entbehrlich sind.

Hierzu zählen die folgenden Paragraphen:

- § 13 Gesonderte allgemeine Anforderungen an die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen
- § 14 Gesonderte Anforderungen an das Sicherheitskonzept und die Nachweisstrategie
- § 18 Gesonderte Anforderungen an das Sicherheitskonzept und die Nachweisstrategie
- § 19 Gesonderte Anforderungen an die vorläufige Planung des Endlagers

Auch Hinweise zur textlichen Anpassung unter Berücksichtigung der EndlagerSiAnfV und des StandAG wurden aufgenommen. Darüber hinaus wurden in der Diskussion insbesondere folgende wesentliche Sachverhalte erläutert und Festlegungen getroffen:

- Sicherer Einschluss ist in § 8 und Dosis in § 9 zu behandeln.
- § 2 Begriffsbestimmungen Nr. 7 „Sicherheitskonzept"
  Den Begriff „Festlegung" ändern in „Grundlegende systematische Beschreibung" und hinter dem Text „der radioaktiven Abfällen" noch die Ergänzung „im Untersuchungsraum" aufnehmen.
- § 9 Bewertung möglicher Austragungen von Radionukliden
  In Anlehnung an Absatz (2) für den ewG eine einheitliche Methodik zum Ausmaß fordern (z. B. ewG sollte nur so groß wie nötig sein). Hierbei sind auch die anderen Barrieren einzubeziehen. Eine Minimierungsforderung sollte besser in der EndlagerSiAnfV aufgenommen werden.
- § 12 Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs
  Der Absatz (2) erscheint in dem vorgenannten Kontext von Absatz (1) ohne eine entsprechende Überleitung unvermittelt. Das BMU wird hierzu eine entsprechende Formulierung erarbeiten.
- In der Diskussion wurde erläutert, dass F&E auch in Phase 3 zu thematisieren ist. Dieser Aspekt ist im Begründungsteil aufzunehmen.
- § 13 Gesonderte allgemeine Anforderungen an die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen
  Absatz (1) und (2) soll in den allgemeinen Teil aufgenommen werden, da die Anforderungen nicht nur für die Teilgebiete, sondern auch für Standortregionen und Standorte gelten.
- § 20 Gesonderte Anforderungen an die Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs BMU

Es wurde diskutiert, dass die Ausführungen unter dem Absatz vom gedanklichen Aufbau eher in umgekehrter Darstellung erfolgen sollte. Das BMU wird hierzu einen Formulierungsvorschlag erarbeiten.

Top 2: Verschiedenes

Themen

Für die kommende Expertengruppensitzung wurde vereinbart, die folgenden Aspekte zu thematisieren:

- Inhaltliche Gesichtspunkte aus der derzeitigen Überarbeitung der Schweizer Regularien G03 „Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis", die möglicherweise auch für die EndlagerSiAnfV wesentlich sein können.
- Diskussion des Anhanges zur Kritikalität der EndlagerSiAnfV.
- Minimierungsforderung zum ewG der EndlagerSiAnfV.

Insgesamt wurde es für sinnvoll erachtet, auf der nächsten Expertengruppensitzung ausschließlich die EndlagerSiAnfV zu besprechen.

Termin

Die nächste Sitzung (21. Expertengruppensitzung) findet wie vereinbart am 02.05.2019 beim BMU in Bonn statt.

Sonstiges

Das BMU sagt zu, die während der Sitzung eingearbeiteten Änderungen und Kommentare in den Entwurf zur Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG den Teilnehmern zuzustellen. Es wurde beschlossen, dass eine Kommentierung dieses Entwurfes nicht erfolgt, sondern erst bei der nächsten Aktualisierung.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis (BMU Bonn und BMU Berlin)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 20. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
12.04.2019 im BMU, VK-Raum RSP 2.532 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		GRS	[redacted]
		BMU - S III 2	
		"	
		GRS	
		TUC	
		BfE	zur VK Berlin [redacted]
		Öko Institut	

Anlage 2: Tagesordnung

20. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Freitag, 12. April 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 2.532
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Thema der Sitzung wird die Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG sein. Einen überarbeiteten Entwurf finden Sie im Anhang.

Top 1) Verordnung über Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren nach § 27 StandAG

Top 2) Verschiedenes

Ergebnisvermerk

Status: Abgestimmt

Thema: Verordnung zu den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung EndlSiAnfV

Bezug: 21. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen

Datum: 02.05.2019

Sitzungsort: Dienstgebäude des Bundesumweltministeriums, Raum 4.206, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn und Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431

Beginn: 09:30 Uhr

Ende: 14:00 Uhr

Sitzungsleitung: BMU

Teilnehmer: (siehe Anlage 1)

Tagesordnung: (siehe Anlage 2)

Sitzungsbeiträge: (siehe Anlage 3)

Allgemeines

Nach Begrüßung der Teilnehmer (s. Anlage 1) wurde der Tagesordnungsablauf (s. Anlage 2) vom BMU erläutert und abgestimmt. Die vier Tagesordnungspunkte sind:

- Anlage I (zu § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV) „Kritikalitätssicherheit"
- Aktivitätsbezogener Indikator für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (§ 4 Abs. 3 EndlSiAnfV)
- Inhalte der Schweizer Richtlinie ENSI-G03, welche die EndlSiAnfV adressieren könnten
- Termine

Im Vorfeld der Sitzung wurde die Entwurfsfassung der EndlSiAnfV zum Bearbeitungsstand 09.04.2019 an die Teilnehmer verschickt, die markierte Änderungen zur FAVE-Fassung vom 28.11.2018 enthält. Dieser wurde der Entwurf des Begründungsteils beigefügt. Es wurde beschlossen, dass der Begründungsteil aufgrund seines Umfangs nicht in der Sitzung diskutiert wird, sondern die Mitglieder der Expertengruppe ihre Änderungsvorschläge und Kommentierungen dem BMU im Nachgang der Sitzung übersenden.

Top 1: Anlage I (zu § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV) „Kritikalitätssicherheit"

Der aktuelle Entwurf zur Anlage für § 4 Abs. 5 zum Ausschluss von Kritikalität wurde von Herrn Sailer vorgestellt. Dieser basiert auf dem Entwurf der GRS zum Stand 04.12.2018 und enthält Änderungsvorschläge, die im Vorfeld der Sitzung mit der GRS bilateral abgestimmt wurden. Der Entwurf wurde im Vorfeld der Sitzung zur Diskussionsgrundlage an die Mitglieder der Expertengruppe durch das BMU verteilt (s. Anlage 3). Die folgenden Änderungen wurden diskutiert und eingearbeitet:

- In Teil A wurde der Satz „Die Anwendung nicht begründeter Überkonservativitäten ist nicht zulässig" zur Bekräftigung des Absatzes bzgl. dem Verwenden von Konservatitiväten hinzugefügt.
- Eine Textstelle bzgl. der Nachweisführung zur Bestimmung der „reaktivsten Anordnung" wurde dahingehend konkretisiert, dass ausschließlich Randbedingungen der jeweils unterstellten zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen verwendet werden dürfen.

- Ein Satz zur Berücksichtigung des Stofftransportes und der möglichen Akkumulation von Spaltstoffen wurde gestrichen, da dieser Prozess bereits durch andere Formulierungen im Anhang abgedeckt ist.
- Der letzte Absatz wurde vorgezogen, sodass der ursprünglich vorletzte Absatz gekürzt werden konnte.

Im Teil B der Anlage wurden die Begrifflichkeiten „Ungewissheits- und Unsicherheitsanalyse" diskutiert. Das BfE präferiert den Begriff „Ungewissheitsanalyse". In der Diskussion wurde beschlossen, dass der Wortlaut „Unsicherheitsanalyse" in der gesamten Verordnung verwendet wird. Im Begründungstext wird darauf verwiesen, dass diese Unsicherheitsanalyse die verschiedenen Typen von Ungewissheiten berücksichtigt.

Top 2: Aktivitätsbezogener Indikator für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle (§ 4 Abs. 3 EndlSiAnfV)

Zu Beginn des zweiten Tagesordnungspunktes wurde von der GRS ein Foliensatz vorgestellt, der im Vorfeld der Sitzung an die Mitglieder der Expertengruppe verschickt worden war. Dieser beinhaltet den zeitlichen Aktivitätsverlauf des Gesamtinventars an wärmeentwickelnden Abfällen bis zum Jahr 2100 mit Darstellung der jeweils für die Gesamtaktivität relevanten Radionuklide.

Aus den Ergebnissen der Präsentation wurde in der Diskussion entschieden, den aktvitätsbezogenen Indikator in der aktuellen Entwurfsfassung der EndlSiAnfV nach § 4 Abs. 3 in einen massebezogenen Indikator umzuwandeln. Grund hierfür ist, dass die Gesamtaktivität der hochradioaktiven Abfälle in den ersten Jahren und Jahrzehnten nach ihrer Entnahme aus einem Kernreaktor stark abfällt und dadurch die Wahl eines geeigneten zeitlichen Referenzpunktes für die zu Grunde zu legende „ursprüngliche" Gesamtaktivität stark erschwert. Die Masse der hochradioaktiven Abfälle bleibt hingegen während des Nachweiszeitraumes weitestgehend konstant.

Zum Nachweis des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle sollen somit zwei massenbezogene Indikatoren verwendet werden, einmal als integrales Kriterium über den gesamten Nachweiszeitraum und einmal als Kriterium mit jährlichem Bezug. Hierbei wird auch den Anmerkungen der ESK in ihrer 73. Sitzung gefolgt. Hierdurch wird sichergestellt, dass integral über den gesamten Nachweiszeitraum nur ein sehr geringer

Massenanteil an Radionukliden den Bereich der wesentlichen Barrieren verlassen darf und gleichzeitig keine unzulässigen Peaks in kleinen Zeitintervallen auftreten dürfen.

Im noch zu erstellenden Begründungstext wird darauf hingewiesen, dass der Anteil, der die Ausgangsmasse an Radionukliden infolge des Alpha-Zerfalls und der Bildung stabiler Endprodukte reduziert, vernachlässigbar gering ist und somit die Masse der eingelagerten Radionuklide über den Nachweiszeitraum verhältnismäßig konstant bleibt.

Top 3: Inhalte der Schweizer Richtlinie ENSI-G03 mit Diskussion des aktuellen Entwurfs der EndlSiAnfV

Herr Röhlig hat die Schweizer Richtlinie ENSI-G03, die sich derzeit in Überarbeitung befindet, gesichtet, um mögliche Ergänzungen für die Regelungsinhalte der EndlSiAnfV abzuleiten. Insgesamt wurden fünf Aspekte identifiziert und in der Sitzung diskutiert:

- In ENSI-G03 wird der Aussschluss von Kritikalität als Ziel im Sicherheitskonzept definiert, im aktuellen Entwurf der EndlSiAnfV hingegen nicht. In der Diskussion bestand Einigkeit, dass dies durch die Anforderungen an die Nachweisführung zum Kritikalitätsausschluss in der EndlSiAnfV abgedeckt wird.
- Nach ENSI-G03 müssen die Abluft bzw. die anfallenden Abwässer aus dem Betrieb des Endlagers radiologisch überwacht werden. Es wird davon ausgegangen, dass dies in Deutschland im Regelungsbereich des Strahlenschutzgesetzes abgedeckt wird und somit nicht in der EndlSiAnfV geregelt werden muss.
- Nach ENSI-G03 müssen bei einem betrieblichen Störfall die kontaminierten Abwässer in einem gesonderten Auffangort gesammelt werden. Es wird davon ausgegangen, dass dies im Regelungsbereich des Strahlenschutzgesetzes abgedeckt wird und somit nicht in der EndlSiAnfV geregelt werden muss.
- Nach ENSI-G03 müssen zugängliche Bereiche für den operativen Betrieb so dimensioniert sein, dass die strahlenschutzrechtlichen Maßnahmen gewährleistet werden können. Es wird davon ausgegangen, dass dies im Regelungsbereich des Strahlenschutzgesetzes abgedeckt wird und somit nicht in der EndlSiAnfV geregelt werden muss.
- In ENSI-G03 werden Anforderungen an den konventionellen Arbeitsschutz und den Brandschutz gestellt. Es wird davon ausgegangen, dass dies in Deutschland im Regelungsbereich des Bergrechtes abgedeckt wird und somit nicht in der EndlSiAnfV geregelt werden muss. Das BMU wird hierzu mit den zuständigen Referaten Rücksprache halten.

Insgesamt ergibt sich aus der Sichtung der ENSI-G03 kein konkreter Handlungsbedarf für die EndlSiAnfV. Es sind lediglich die o. g. Schnittstellen zu anderen Regelwerken zu klären.

Top 4: Termine

Die FAVE-Sitzung wird vom 27. - 28. Mai 2019 in der GRS-Köln stattfinden. Hierzu wird das BMU im Vorfeld die aktuellen Entwürfe der beiden Verordnungen mit Begründungstexten an die Teilnehmer verteilen.

Zur Diskussion der Rückmeldungen aus der FAVE-Sitzung wurde eine Expertengruppensitzung für den 19. Juni 2019 vereinbart.

Die Öffentlichkeitsbeteiligung zu den Entwürfen der beiden Verordnungen soll vom 14. - 15. September 2019 durchgeführt werden. Es sind aktive Rollen des BMU und BfE angedacht, das genaue Format ist noch auszuarbeiten und abzustimmen.

Zur Diskussion der Rückmeldungen aus der Öffentlichkeitsbeteiligung wurde eine optionale Expertengruppensitzung für den 16. Oktober 2019 vereinbart.

Anlage 1: Teilnehmerverzeichnis

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

S III 2 -

Teilnehmerliste

zur 21. Sitzung der Expertengruppe
Sicherheitsanforderungen / Sicherheitsuntersuchungen
am
02.05.2019 im BMU, VK-Raum RSP 4.206 ab 09:30 Uhr mit DG KRA

Name	Vorname	Behörde / Institut	Unterschrift
[redacted]		GRS	[redacted]
		GRS	
		ÖKO-Institut	
		BMU - SIII 2	
		BMU - SIII 2	
		TU Clausthal	per VK
		BGE - FA2	[redacted] 9/5

Anlage 2: Tagesordnung

21. Sitzung der Expertengruppe zu Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen
Donnerstag, 2. Mai 2019 um 09:30 Uhr
in Raum 4.206
des Dienstgebäudes des Bundesumweltministeriums
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Zusätzlich wird es eine Videokonferenzverbindung zum Berliner Dienstsitz des BMU, Krausenstraße 17-18, 10117 Berlin, Raum 4.431 geben.

Thema der Sitzung wird die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle nach § 26 StandAG sein. Insbesondere sollen folgende Fragestellungen thematisiert werden:

- Anhang zur Kritikalitätssicherheit (Herr Sailer/Herr Fischer-Appelt)
- Inhalte der Schweizer Richtlinie ENSI-G03, die evtl. in der Verordnung zu adressieren wären (Herr Röhlig)
- Aktivitätsverlauf des deutschen Inventars an hochradioaktiven Abfällen (GRS/Herr Weyand)

Anlage 3: Sitzungsbeiträge

- Anlage I (zu § 4 Abs. 5) „Kritikalitätssicherheit“ zum Stand 29.04.2019
- Foliensatz zum Aktivitätsverlauf des Inventars an hochradioaktiven Abfällen
- Entwurf der EndlSiAnfV zum Stand 09.04.2019

Einzelbeauftragung Aktivitätsinventar 2022-2100

- Anlass
  - Bezugswert (Nenner) des aktivitätsbezogenen Einschlussindikators ist die Aktivität des Gesamtinventars, die infolge des radioaktiven Zerfalls abhängig von der zeitlichen Festlegung ist
- Untersuchungsgegenstand
  - Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Aktivität der wärmeentwickelnden radioaktiven Abfälle bis 2100 mit radionuklidspezifischer Aufschlüsselung

Datengrundlage zur Bestimmung des Aktivitätsinventars

- Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben (VSG)
  - Prognose von Juli 2011 zum Jahr 2035 (Beginn Einlagerung)
  - Tabellenwerke mit Altersklassen der radioaktiven Abfälle mit radionuklidspezifischen Aktivitäten
  - Konkretes Radionuklidinventar für Transportrechnungen wurde zum Jahr 2075 (Beginn Nachverschlussphase) bestimmt
- NAPRO / Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Stand 31.12.2017)
  - Prognose von Dezember 2017 zum Jahr 2022
  - Keine radionuklidspezifische Aktivitätsbestimmung
  - Nutzung zum Vergleich der Abfallprognosen

Bestand an wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen

- Ist-Zustand 2017: 8.839 tSM
- Abfallprognosen für Brennelemente zum Jahr 2022:
  - VSG (2011): 10.445 tSM
  - Prognose (2017): 10.100 tSM
- Aktivität zum Jahr 2025
  - Brennelemente aus Leistungsreaktoren $1{,}7 \cdot 10^{21}$ Bq
  - Verglaste Kokillen aus Wiederaufarbeitung $1{,}7 \cdot 10^{19}$ Bq
  - Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren $3{,}1 \cdot 10^{17}$ Bq

→ Brennelemente aus Leistungsreaktoren sind maßgeblich für Gesamtaktivität

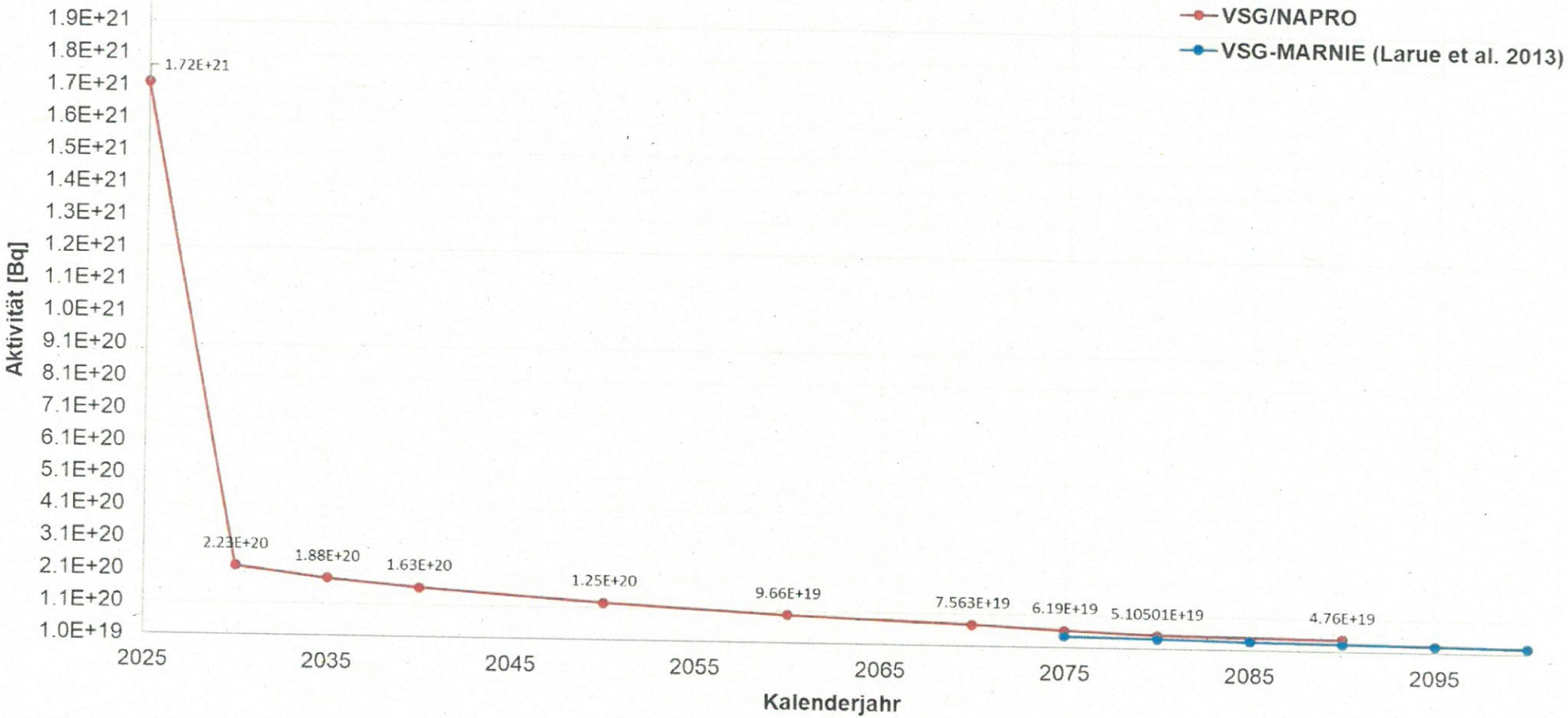
→ Abweichungen in den Prognosen für Brennelemente gering (< 5 %), Änderungen im Bestand an Glaskokillen (weniger CSD-V und CSD-B) führen zu keiner nennenswerten Änderung der Gesamtaktivität

Abfallprognose zum Jahr 2025

Abfallart	Anzahl Brennelemente/Kokillen sortiert nach Abklingzeit (Altersklassen) in Jahren ab 2025							
	0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25-29	30 -34	35-39
CSD-V					500	360	1,310	1,565
CSD-B					41	30	109	128
CSD-C					550	395	1,445	1,714
DWR UO2	1,220	1,580	2,150	3,200	2,550	1,600	150	
DWR MOX	60	100	160	700	450	50		
SWR UO2	780	1,730	2,190	5,450	3,550	450	200	
SWR MOX	110		340	350	450			
WWER-DWR							5,050	

- Genauigkeit beträgt 5 Jahre (Altersklassen)
- Ist-Bestand 2017
  - 31.228 Brennelemente aus Leistungsreaktoren (erwartet 34.620)
  - 3.164 verglaste Kokillen aus Wiederaufarbeitung
  - 461 beladene Behälter aus Versuchs- und Demonstrationsreaktoren
  - 18 beladene Behälter aus Forschungsreaktoren

Aktivitätsprognose 2025-2100 mit „Validierung“ (VSG-MARNIE)



- Schnelle Abnahme der Aktivität um eine Größenordnung
  - Anteil „frischer Brennelemente“ mit sehr kurzlebigen Radionukliden
- Erinnerung: Zwischen 2075 und 2275 sinkt die Aktivität um eine weitere Größenordnung (s. Anhang)

Wesentliche Radionuklide (zum Jahr 2025)

Radionuklid	Aktivität [Bq]	Halbwertszeit [a]
Np-239	1.40E+20	2,3 d
Rh-103m	6.08E+19	1 h
Ru-103	6.02E+19	40 d
Ce-141	5.48E+19	32 d
Zr-95	5.24E+19	64 d
Nb-95	5.16E+19	50 d
Pu-241	4.34E+19	14.4 a
Pr-144	4.20E+19	17 min
Ce-144	4.16E+19	0.78 a
Cs-137	4.03E+19	30,2 a
U-237	3.93E+19	6 d
Ba-137m	3.80E+19	2 min
Y-91	3.45E+19	58 d
Rh-106	2.87E+19	30 s
Ru-106	2.67E+19	1.02 a
Pu-243	2.59E+19	330 ns
Sr-89	2.55E+19	50 d
Sr-90	2.52E+19	41.9 a

- Hohe Aktivitäten von Radionukliden mit Halbwertszeiten << 1 Jahr
  - teils von „frischen Brennelementen“ ohne Abklingzeit im Kühlbecken
  - beinhaltet Radionuklide, die nicht im Endlager eingelagert werden

Vorgehen „Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Stand Dezember 2017)“

- Mindestabklingzeit der Brennelemente beträgt 1 Jahr
  - Aktivität sinkt um ca. halbe Größenordnung innerhalb des ersten Jahres
  - Aktivität Brennelemente Dezember 2017: $2{,}6 \cdot 10^{20}$ Bq

Das in den abgebrannten Brennelementen (Stichtag: 31. Dezember 2017) an den Reaktoren sowie in den Behälterlagern vorhandene Aktivitätsinventar kann mit Hilfe folgender Annahmen abgeschätzt werden:

Es wird in erster Näherung nur von Urandioxid-Brennstoff ausgegangen. Die Brennelemente in den Kernkraftwerkslagern werden in Altersstufen eingeteilt. Für Brennelemente, die bis 1998 angefallen sind, werden 40 GWd/Mg SM mittlerer Entladeabbrand unterstellt, für die Jahre 1999 bis 2006 45 GWd/Mg SM und ab 2007 50 GWd/Mg SM. Des Weiteren wird eine Mindestabklingzeit von einem Jahr für die letzte Entladung angenommen. Die zu Grunde liegenden Zahlen werden mit Hilfe eines international anerkannten Abbrandprogramms ermittelt.

Damit lassen sich folgende radioaktive Inventare zum 31. Dezember 2017 abschätzen:

- KKW-Lagerinventare an abgebrannten Brennelementen (entsprechend 3.167 Mg SM) $1{,}6 \cdot 10^{20}$ Bq
- Abgebrannte Brennelemente in Behältern und Zwischenlagern (entsprechend 5.672 Mg SM) $9{,}2 \cdot 10^{19}$ Bq

Das Gesamtaktivitätsinventar aller gelagerten abgebrannten Brennelemente liegt somit bei rund $2{,}6\ 10^{20}$ Bq.

[2] Megagramm Schwermetall (Mg SM) ist die Einheit der Schwermetallmasse und damit ein Maß für den Brennstoffgehalt (Uran, Plutonium und Thorium) eines Brennelements.

Wesentliche Radionuklide (zum Jahr 2075)

Radionuklid	Aktivität [Bq]	Halbwertszeit [a]
Cs-137	1.47E+19	30,2 a
Ba-137m	1.39E+19	2 min
Y-90	8.67E+18	2 d
Sr-90	8.67E+18	41.9 a
Pu-241	2.48E+18	14.4 a
Am-241	1.74E+18	432 a
Pu-238	1.07E+18	87 a
Cm-244	3.66E+17	18.1 a
Pu-240	2.23E+17	6.6 a
Sm-151	1.24E+17	90 a

- Entspricht VSG-MARNIE-Inventar zur Transportmodellierung
  - Berücksichtigung von Spalt- und Aktivierungsprodukten mit $T_{1/2}$ > 20 a sowie kurzlebigere Radionuklide der Th/Np/U/Act.-Zerfallsreihen
- Überwiegend Radionuklide mit größeren Halbwertszeiten
- Radionuklide mit geringen Halbwertszeiten sind Teil der o.g. Zerfallsreihen
  - Ba-137m (2 min) Zerfallsprodukt von Cs-137
  - Y-90 (2 d) Zerfallsprodukt von Sr-90 (41,9 a)
  - Pu-240 (6,6 a) Teil der Thorium-Zerfallsreihe

Wesentliche Radionuklide (Transportrechnungen)

Radionuklid	Halbwertszeit [a]	Aktivität 2075 [Bq]
I-129	1.57E+07	2.76E+13
Cl-36	3.01E+05	1.58E+13
Se-79	2.95E+05	3.84E+13
(Cs-135)	2.30E+06	4.02E+14
(Ca-41)	1.02E+05	8.51E+11

- Summe relevanter (mobiler) Radionuklide initial: $4{,}84 \cdot 10^{14}$ Bq
  - 6-7 Größenordnungen geringer als das eingelagerte Gesamtinventar
- Hohe Halbwertszeiten (geringer Beitrag zur Gesamtaktivität)
- Austrag der Radionuklide unabhängig vom gewählten Bezugszeitpunkt im aktivititätsbezogenen Einschlussindikator

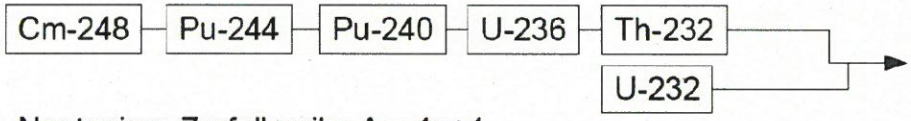
Zusammenfassung

- Radionuklidinventar nimmt innerhalb weniger Jahre um eine Größenordnung ab
  - Maßgeblich sind kurzlebige Radionuklide von „frischen Brennelementen“
- Eine tagesgenaue Angabe der Aktivität von Radionukliden mit Halbwertzeiten zwischen Sekunden bis Tagen suggeriert ggfls. eine Genauigkeit, die nicht vorhanden ist
  - Übliche Vorgehensweise sind sog. „Altersklassen“ (Genauigkeit 5 Jahre)
- Vorgehensweise VSG
  - Berücksichtigung von Spalt- und Aktivierungsprodukten mit $T_{1/2} > 20$ a und kurzlebigere Radionuklide der Th/Np/U/Act.-Zerfallsreihen
- Bezugszeitpunkt 31.12.2021 stellt ein „fiktives“ Radionuklidinventar dar, das in dieser Form/Aktivität nicht in ein Endlager (nach 2031) eingelagert werden wird

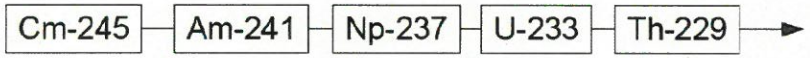
Anhang

Wesentliche Zerfallsreihen

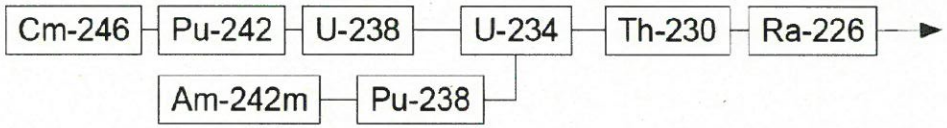
Thorium-Zerfallsreihe A = 4n



Neptunium-Zerfallsreihe A = 4n+1



Uran-Zerfallsreihe A = 4n+2



Actinium-Zerfallsreihe A = 4n+3



	Radionuklid	Halbwertszeit [a]	Radionuklid	Halbwertszeit [a]
Spalt- und Aktivierungsprodukte	Be-10	$1{,}60 \cdot 10^{+06}$	Mo-93	$3{,}50 \cdot 10^{+03}$
	C-14	5.730	Tc-99	$2{,}10 \cdot 10^{+05}$
	Cl-36	$3{,}00 \cdot 10^{+05}$	Pd-107	$6{,}50 \cdot 10^{+06}$
	Ca-41	$1{,}03 \cdot 10^{+05}$	Ag-108m	418
	Ni-59	$7{,}50 \cdot 10^{+04}$	Sn-126	$2{,}35 \cdot 10^{+05}$
	Ni-63	100	I-129	$1{,}57 \cdot 10^{+07}$
	Se-79	$4{,}80 \cdot 10^{+05}$	Cs-135	$2{,}00 \cdot 10^{+06}$
	Rb-87	$4{,}80 \cdot 10^{+10}$	Cs-137	30,17
	Sr-90	28,64	Sm-147	$1{,}06 \cdot 10^{+11}$
	Zr-93	$1{,}50 \cdot 10^{+06}$	Sm-151	93
	Nb-94	$2{,}00 \cdot 10^{+04}$	Ho-166m	1.200
Thorium Reihe (4N)	Cm-248	$3{,}40 \cdot 10^{+05}$	U-236	$2{,}34 \cdot 10^{+07}$
	Pu-244	$8{,}0 \cdot 10^{+07}$	Th-232	$1{,}41 \cdot 10^{+10}$
	Pu-240	6.563	U-232	68,9
Neptunium Reihe (4N + 1)	Cm-245	8.500	U-233	$1{,}59 \cdot 10^{+05}$
	Am-241	432,2	Th-229	7.880
	Np-237	$2{,}14 \cdot 10^{+06}$		
Uran Reihe (4N + 2)	Cm-246	4.730	Pu-238	87,74
	Pu-242	$3{,}75 \cdot 10^{+05}$	U-234	$2{,}46 \cdot 10^{+05}$
	U-238	$4{,}47 \cdot 10^{+09}$	Th-230	$7{,}54 \cdot 10^{+04}$
	Am-242m	141	Ra-226	1.600
Actinium Reihe (4N + 3)	Cm-247	$1{,}56 \cdot 10^{+07}$	U-235	$7{,}04 \cdot 10^{+08}$
	Am-243	7.370	Pa-231	$3{,}28 \cdot 10^{+04}$
	Pu-239	$2{,}41 \cdot 10^{+04}$	Ac-227	21,773

Aktivitätsverlauf 2075 - 2275

