



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Aufruf zu Forschungsbeiträgen

Bestimmung eines vereinfachten Nuklidschemas für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU)

BGE-Forschungsauftragsnummer STAFuE-21-15-Klei

Stand 06.01.2022

Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	Revidierte Seite/Kapitel	Kat. ¹	Erläuterung der Version
00	26.11.2021			Ersterstellung
01	06.01.2022	6/2	S	Verlängerung der Frist zur Einreichung von Projektskizzen vom 07.01.2022 auf den 21.01.2022
			R	Änderung GZ, Objekt-ID und Stand Datum

¹ Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Allgemeines	4
2 Leistungsinhalt	6
2.1 Entwicklung von Relevanzkriterien zur Ermittlung relevanter Radionuklide im Hinblick auf das Dosiskriterium und das Massen-/Stoffmengenkriterium	7
2.2 Anwendung der Kriterien zur Ermittlung eines Nuklidschemas	7
2.3 Validierung und Test des Nuklidschemas	7
2.4 Diskussion möglicher indirekter Wechselwirkungen	7
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	9

1 Allgemeines

Am 21. September 2016 wurde die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) auf Basis des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung aus dem Juli 2016 gegründet.

Die Übertragung der Wahrnehmung der Aufgaben des Bundes nach § 9a Abs. 3 S. 1 des Atomgesetzes (AtG) auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) erfolgte gemäß § 9a Abs. 3 S. 2 AtG am 25.04.2017. Damit ist die BGE Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren nach § 3 Abs. 1 des Standortauswahlgesetzes (StandAG). Am 5. September 2017 erfolgte der offizielle Start des Standortauswahlverfahrens in Berlin.

Das Standortauswahlverfahren gemäß StandAG ist ein iteratives Verfahren, welches mit Festlegung eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle im Jahr 2031 abgeschlossen werden soll. Gemäß § 1 Absatz 2 StandAG soll der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit als Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle ausgewählt werden. § 1 Absatz 2 StandAG [...] „Der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist der Standort, der im Zuge eines vergleichenden Verfahrens aus den in der jeweiligen Phase nach den hierfür maßgeblichen Anforderungen dieses Gesetzes 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.“ [...].

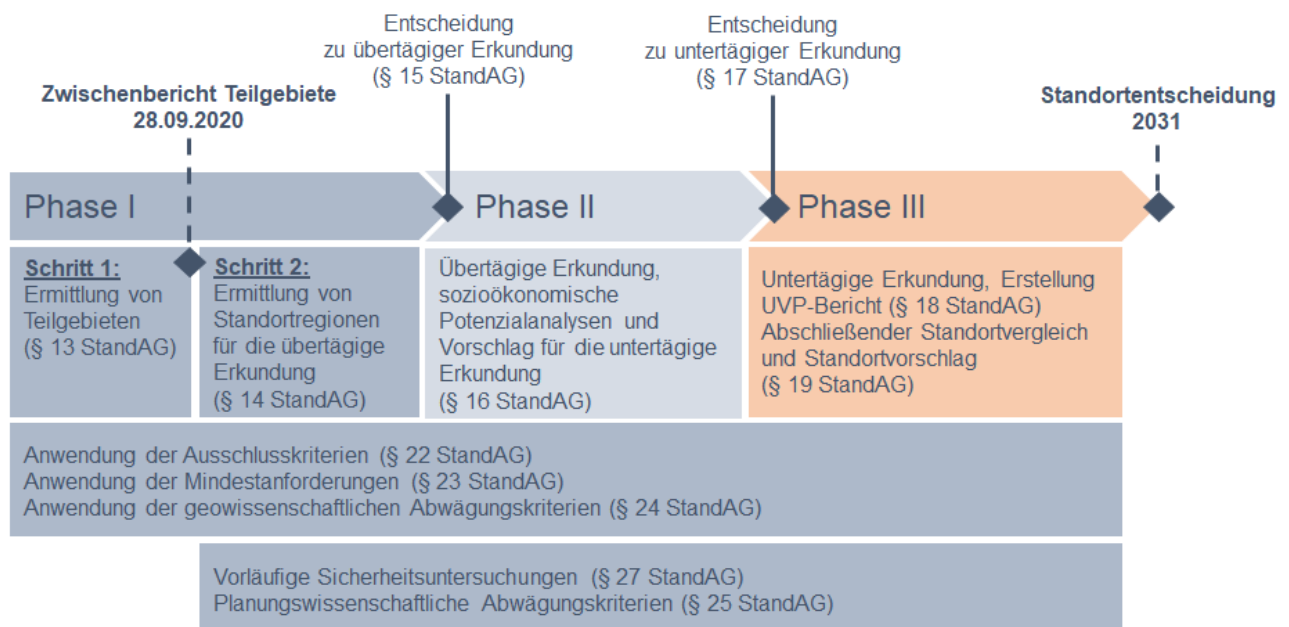


Abbildung 1: Schematischer Ablauf des Standortauswahlverfahrens

Zu Beginn wurde von einer „weißen Landkarte“ Deutschlands ausgegangen. Die Standortauswahl begann im Schritt 1 der Phase I mit der Ermittlung von Teilgebieten (§ 13 StandAG), welche mit der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete am

28.09.2020 (BGE 2020g) und der Ausweisung von 90 Teilgebieten abgeschlossen wurde. Im Schritt 2 der Phase I ermittelt die BGE Standortregionen für die übertägige Erkundung (§ 14 StandAG). Die BGE schlägt dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) Standortregionen nebst standortbezogener Erkundungsprogramme zur übertägigen Erkundung vor. Mit der Ermittlung von Standortregionen werden erstmals vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (vSU) im Rahmen des Standortauswahlverfahrens durchgeführt. Diese werden im Schritt 2 der Phase I (§ 14 StandAG) des Standortauswahlverfahrens in Form von repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU) durchgeführt. In Phase II (§ 16 StandAG) werden auf Basis der gesetzlich festgelegten Standortregionen übertägige Erkundungen durchgeführt und Vorschläge für die untertägige Erkundung von Standorten an das BASE übermittelt. In Phase III (§ 18 StandAG) werden die zuvor gesetzlich festgelegten Standorte untertägig erkundet und ein Standortvorschlag an das BASE übermittelt. Die vSU finden sich in diesem gestuften, iterativen Verfahren dreimal wieder und werden erstmals im Rahmen von § 14 StandAG in Form der rvSU durchgeführt. Mit steigenden Kenntnissen werden im Rahmen von § 16 StandAG weiterentwickelte und im Rahmen von § 18 StandAG umfassende vSU durchgeführt.

Nach § 27 Abs. 1 StandAG dienen die vSU zur Bewertung, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann. Dabei sind die Sicherheitsanforderungen nach § 26 StandAG sowie der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndLSiAnfV) zugrunde zu legen und die Anforderungen an die Durchführung der Sicherheitsuntersuchungen nach Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndLSiUntV) zu berücksichtigen.

Zentraler Bestandteil dieser vSU ist eine umfangreiche Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndLSiUntV), die unter anderem das Verhalten des Endlagersystems im Bewertungszeitraum von einer Million Jahre analysiert (Langzeitsicherheitsanalyse, § 9 EndLSiUntV). Aufgabe ist es das Verhalten des Endlagersystems zu betrachten und entsprechend der darauf einwirkenden Entwicklungen im Hinblick auf den sicheren Einschluss (Integrität und Robustheit) zu bewerten.

Von besonderer Bedeutung sind hier die Kriterien des Massen- und Stoffmengenausstrags (§ 4 EndLSiAnfV) bzw. der Geringfügigkeit der Exposition durch aus dem Endlager entweichende Radionuklide gegenüber der natürlichen Strahlenbelastung (§ 7 EndLSiAnfV). Um festzustellen, ob diese Kriterien eingehalten werden können, sind detaillierte Transportmodelle notwendig, die die den Transport von Radionukliden in und um ein mögliches Endlager bilden. Die einzulagernden Abfälle enthalten hunderte von verschiedenen Radionukliden, die sehr unterschiedliche Halbwertszeiten und Transporteigenschaften aufweisen. Insbesondere für komplexe Transportmodelle birgt die Vielzahl von Nukliden ein Problem im Hinblick auf die notwendige Rechenleistung zur Berechnung des Modells. Daher werden in der nationalen und internationalen Literatur immer wieder Vereinfachungsschemata verwendet, um die Transportmodelle auf diejenigen Nuklide zu verengen, die für den Transport auch tatsächlich relevant sind, so etwa in (Larue et

al. 2013; SKB 2010; Nagra 2002). Diese Vereinfachungen sind oft so gewählt worden, dass sie zur Bewertung eines Dosiskriteriums die Dosisleistung nicht unterschätzen. Damit ist unklar, ob diese Vereinfachungen im Rahmen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Kontext des Standortauswahlverfahrens angewandt werden können, da hier neben dem Dosiskriterium auch das Massen- und Stoffmengenkriterium eingehalten werden muss. So könnte ein besonders mobiles Nuklid für den Stoffmengenausstrag von Relevanz sein, selbst wenn sein Einfluss auf die Dosisleistung geringfügig ist. Zu diesen unmittelbaren Effekten treten auch indirekte Wechselwirkungen zwischen Nukliden. So könnte ein Nuklid, welches selbst von geringer Relevanz für Massenausstrag oder Dosis ist, einen Einfluss auf die Transportchemie anderer Nuklide haben. Diese Möglichkeit besteht nicht nur bei den Radionukliden, sondern auch für stabile Endprodukte der Zerfallsketten.

2 Leistungsinhalt

Mit diesem Forschungsauftrag erbitten wir Projektvorschläge bis zum 21.01.2022, welche mindestens, aber nicht ausschließlich, die im folgenden beschriebenen Leistungsinhalte berücksichtigen sollen, inkl. Terminplanung und Kostenaufstellung.

Im Rahmen dieses Vorhabens soll ein vereinfachendes Nuklidschema entwickelt werden, welches sowohl das Dosiskriterium (§ 4 EndlSiAnfV) als auch das Kriterium des Massen- und Stoffmengenausstrags (§ 7 EndlSiAnfV) berücksichtigt. Für den Massen- und Stoffmengenausstrag sind im Hinblick auf das Nuklidschema dabei drei Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Erhaltung der Gesamtmasse der eingelagerten Radionuklide unter Anwendung des Schemas, etwa, wenn kurzlebige Tochternuklide innerhalb einer komplexen Zerfallskette vernachlässigt werden.
- Die unterschiedlichen Transporteigenschaften der Radionuklide
- Indirekte Wechselwirkungen (s.o.)

Der letzte Aspekt soll dabei nur im Rahmen einer Diskussion betrachtet werden; im Detail wird er ggf. in Folgearbeiten berücksichtigt. Das erarbeitete Nuklidschema ist im Rahmen eines Berichts zu erklären und zu begründen. Das Nuklidschema kann ggf. auf einem bereits existierenden aufbauen. Das zu entwickelnde Nuklidschema soll keine standortspezifischen Anpassungen enthalten, da diese detaillierte Kenntnis der chemischen Verhältnisse vor Ort erfordern.

Die Aufgaben sind nach wissenschaftlichen Standards („good scientific practice“) zu erbringen, insbesondere in Bezug auf Validierung und Qualitätssicherung. Es ist der Stand der Wissenschaft und Forschung zu berücksichtigen und die in der nationalen und internationalen Literatur vorgeschlagenen oder verwendeten Vereinfachungsschemata sollen in geeigneter Form erfasst und diskutiert werden, insbesondere im Hinblick auf die Frage, inwiefern sich ein Aufbau auf diese eignet, um ein akzeptables Schema für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zu entwickeln. Die Ergebnisse sind als Teil des zu veröffentlichenden Abschlussberichts darzulegen, der mit den anderen Ergebnissen

sowie allen zugehörigen Daten und Unterlagen an die BGE zu übergeben ist. Zusätzlich zu diesem Abschlussbericht ist ein Kurzbericht zu erstellen, in dem die Ergebnisse für die interessierte Öffentlichkeit in allgemein verständlicher Form zusammengefasst werden

2.1 Entwicklung von Relevanzkriterien zur Ermittlung relevanter Radionuklide im Hinblick auf das Dosiskriterium und das Massen-/Stoffmengenkriterium

Es ist zu prüfen, nach welchen Kriterien diejenigen Radionuklide auszuwählen sind, die für die Transportmodelle relevant sind. Maßgabe dafür sind die Einhaltung des Dosis- und Stoffmengen-/Massenaustragskriteriums gemäß der §§ 4 und 7 EndlSiAnfV. Neben Nuklideigenschaften kann dabei ggf. auch die einzulagernde Stoffmenge des Nuklids eine Rolle spielen. Indirekte Wechselwirkungen zwischen den Nukliden sollen hierbei nicht betrachtet werden.

2.2 Anwendung der Kriterien zur Ermittlung eines Nuklidschemas

Es ist eine Liste von Nukliden mit ihren jeweiligen Eigenschaften (wie etwa Zerfallskanäle, Halbwertszeiten, ...) anzulegen, die für die Transportmodellierung als relevant eingestuft werden. Dabei ist anhand der entwickelten Relevanzkriterien vorzugehen. In begründeten Einzelfällen kann vom Schema abgewichen werden. Falls die einzulagernde Stoffmenge in die Relevanzkriterien eingeht, sind Annahmen für die jeweiligen Stoffmengen transparent zu machen.

2.3 Validierung und Test des Nuklidschemas

Es ist in geeigneter Form zu demonstrieren, dass das verwendete Nuklidschema weder die Dosis noch den Massen-/Stoffmengenaustag unterschätzt. Dabei kann etwa auf vereinfachte Rechenmodelle für Zerfall und Transport zurückgegriffen werden.

2.4 Diskussion möglicher indirekter Wechselwirkungen

Indirekte Wechselwirkungen zwischen den endzulagernden Nukliden können zusätzlichen Einfluss auf die Relevanz von Radionukliden und stabilen Nukliden für ein Transportmodell haben, wenn sie etwa den pH-Wert verändern oder die Transportchemie in anderer Weise verändern. Die daraus entstehenden Unsicherheiten und die Relevanz dieser Wechselwirkungen soll diskutiert werden, auch im Hinblick auf Unterschiede zwischen den möglichen Wirtsgesteinen eines Endlagers. Ggf. sollen Empfehlungen ausgesprochen werden, wie das entwickelte Nuklidschema wirtsgesteinsspezifisch angepasst werden kann, etwa durch Hinzunahme gewisser Nuklide je nach Wirtsgestein. Dies umfasst auch eine Darstellung der relevanten offenen Forschungsfragen, die zur weiteren Anpassung des Nuklidschemas auf spezifische Standorte zu klären sind.

3 Literaturverzeichnis

- AtG: Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 239 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- BGE (2020g): Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Zwischenbericht_Teilgebiete_barrierefrei.pdf
- EndSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)
- EndSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
- Larue, J., Baltes, B., Fischer, H., Frieling, G., Kock, I., Navarro, M. & Seher, H. (2013): Radiologische Konsequenzenanalyse. Bericht zum Arbeitspaket 10 - Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben GRS-289. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH. Köln. ISBN 9783939355656
- Nagra (2002): Models, Codes and Data for Safety Assessment. Project Opalinus Clay - Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis). TR-02-06. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle. Wettingen, Switzerland
- SKB (2010): Radionuclide transport report for the safety assessment SR-Site. TR-10-50. Svensk Kärnbränslehantering AB. Stockholm, Sweden
- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 05171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de