



Die vorliegende Stellungnahme gibt nicht die Auffassung des Ausschusses wieder, sondern liegt in der fachlichen Verantwortung des/der Sachverständigen. Die Sachverständigen für Anhörungen/Fachgespräche des Ausschusses werden von den Fraktionen entsprechend dem Stärkeverhältnis benannt.

TU Clausthal

Klaus-Jürgen Röhlig, Institut für Endlagerforschung
Adolph-Roemer-Str. 2A, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Deutscher Bundestag
Ausschuss für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit
Ausschussdrucksache
19(16)361-C
öAn am 29.06.20
26.06.2020

Stellungnahme anlässlich der öffentlichen Anhörung zu der Verordnung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, BT-Drs. 19/19291 (Verordnung über Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle)

Vorbemerkung

Der Autor weist darauf hin, dass er das BMU bei der Erarbeitung des Referentenentwurfs zur o. g. Verordnung im Rahmen des Drittmittelvorhabens „Unterstützung bei der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle“ beraten hat. Daher wird er in der nachfolgenden Stellungnahme keine Bewertungen vornehmen, sondern erläuternd auf ausgewählte Aspekte der Verordnung eingehen. Die (subjektive) Auswahl orientiert sich an Themen, die nach Eindruck des Autors im Prozess der Öffentlichkeitsbeteiligung zum Referentenentwurf im Herbst 2019 eine besondere Bedeutung hatten, die also in Online-Kommentaren, Gutachten und Stellungnahmen besonders häufig und / oder besonders kontrovers diskutiert wurden.

Rahmenbedingungen

Die Verordnungsermächtigungen nach §§26 und 27 des Standortauswahlgesetzes (StandAG 2019) ermöglichen die Schaffung wichtiger Werkzeuge auf dem Weg zum „Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für eine Anlage zur Endlagerung nach § 9a Absatz 3 Satz 1 des Atomgesetzes in der Bundesrepublik Deutschland“: Die Sicherheitsanforderungen (Artikel 1 der Verordnung nach Drucksache 19/19291) konkretisieren das Verständnis, was unter Sicherheit in diesem Kontext zu verstehen ist und fixieren somit eine wichtige Zielgröße des Standortauswahlverfahrens. Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (Artikel 2) sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage auf dem Weg zu den Vorschlägen der Vorhabenträgerin an drei entscheidenden Punkten des Verfahrens: nach § 14 (Vorschlag für übertägig zu erkundende Standortregionen), § 16 (Vorschlag für untertägige Erkundung) und § 19 (Standortvorschlag). Die gesetzlich festgelegte Funktion der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen „Bewertung, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann“ (§ 27 (1)) führt auf folgende Notwendigkeiten:

1. **Ganzheitliche Bewertung als Entscheidungsgrundlage:** Der sichere Einschluss soll durch das Zusammenwirken der Komponenten des Endlagersystems erreicht werden. Die Einzelheiten dieses Zusammenwirkens ergeben sich aus dem (ggf. vorläufigen) Sicherheitskonzept und der (ggf. vorläufigen) technischen Auslegung, die von der Vorhabenträgerin zu erarbeiten und im Laufe des Verfahrens im Sinne eines

lernenden Verfahrens weiterzuentwickeln und zu optimieren sind. Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zielen daher auf eine ganzheitliche Bewertung des Endlagersystems einschließlich der technischen und geotechnischen Komponenten und geben in diesem Zusammenhang auch Aufschluss über die (vom Konzept abhängige) Relevanz der im Verfahren anzuwendenden Abwägungskriterien (Artikel 2 § 7 der Verordnung).

2. **Aussicht auf Genehmigungsfähigkeit:** Ziel des Verfahrens ist die Ermittlung eines Standortes, für den ein Genehmigungsverfahren nach AtG (2020) § 9b (1a) durchgeführt werden soll. Dies erfordert die Erfüllung der Sicherheitsanforderungen nach Artikel 1 der Verordnung. Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach Artikel 2 geben für jede betrachtete Standortregion bzw. jeden betrachteten Standort Auskunft zu den diesbezüglichen Chancen und Risiken angesichts des zum jeweiligen Zeitpunkt des Verfahrens vorliegenden Wissens- und Erkundungsstandes.

Gleichbehandlung potentieller Wirtsgesteine

Laut StandAG kommen in Deutschland „grundsätzlich für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle die Wirtsgesteine Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein in Betracht“. Die derzeit bekannten bzw. in Entwicklung befindlichen Sicherheitskonzepte für diese Wirtsgesteine unterscheiden sich deutlich, vgl. z. B. Röhlig et al. (2012). Das StandAG würdigt diesen Sachverhalt im Falle von „Endlagersystemen, die wesentlich auf geologischen Barrieren beruhen“ durch die Verwendung des Konzepts eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) einerseits (§ 2) und erlaubt andererseits in § 23 (1): „Für das Wirtsgestein Kristallingestein ist [...] für den sicheren Einschluss ein alternatives Konzept zu einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich möglich, das deutlich höhere Anforderungen an die Langzeitintegrität des Behälters stellt.“

Im Verordnungstext wird für beide Optionen der verallgemeinernde Begriff der wesentlichen Barrieren eingeführt: „die Barrieren, auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle beruht“ (Artikel 1 § 2). Dies sind der oder die ewG bzw. „für die jeweilige geologische Umgebung geeignete technische und geotechnische Barrieren“ (Artikel 1 § 4).

Ein zentrales Ziel der Verordnung ist es, Anforderungen zu formulieren, die ein Endlager zu erfüllen hat (Artikel 1) – unabhängig davon, in welchem Wirtsgestein es errichtet werden wird. Bei Auswahlentscheidungen im Verfahren ist entsprechend dieser Anforderungen im Rahmen von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (Artikel 2) u. a. zu ermitteln, welches Einschlussvermögen die Endlager an den verschiedenen jeweils zur Wahl stehenden Regionen oder Standorten hätten, wie integer und robust die jeweiligen Barrierensysteme wären und wie gewiss oder ungewiss die diesbezüglichen Aussagen angesichts des jeweils aktuellen Wissensstands sind.

Diese Informationen sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage bei der Standortauswahl. Die entsprechenden Anforderungen (z. B. zum Einschlussvermögen oder zur Integrität) wurden für die beiden oben skizzierten Varianten (ewG bzw. „alternatives Konzept“) gleich bzw. analog formuliert und stellen somit keine Ungleichbehandlung von Wirtsgesteinen dar. Im Gegenteil ist es ein wichtiges Verfahrensziel, in einem „fairen“ und durch die Verordnung gestützten Vergleich zu ermitteln, ob und in welcher Qualität diese Anforderungen von Endlagern an den jeweiligen Regionen bzw. Standorten überhaupt erfüllbar, und wo sie bestmöglich erfüllbar sind. Die Frage, welche Wirtsgesteine in Deutschland „besser“ oder „schlechter“ sind, soll also standortspezifisch im Laufe des Verfahrens und nicht schon vorab beantwortet werden.

Sicherer Einschluss und Rolle der wesentlichen Barrieren

Die oben erläuterte Gleichbehandlung potentieller Wirtsgesteine und Konzepte gilt auch hinsichtlich der Anforderungen an das Einschlussvermögen der wesentlichen Barrieren (Artikel 1 § 4 der Verordnung, insbesondere (5)). Diese wurde mit der Zielsetzung formuliert, auf das zu definierende Sicherheitskonzept einzuwirken: Die Einhaltung der Dosiswerte gemäß Artikel 1 § 7 soll wesentlich durch den Einschluss der Radionuklide und ihr weitestgehendes Verbleiben „am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung“ (Artikel 1 § 4) gewährleistet werden, nicht jedoch auf einer Verdünnung und Verteilung außerhalb der wesentlichen Barrieren.

Dies geht mit dem Vorteil einher, dass die in mehreren hundert Metern unter der Erdoberfläche liegenden wesentlichen Barrieren in weit geringerem Maße Störungen und Beeinträchtigungen durch von der Erdoberfläche her wirkende Einflüsse (z. B. in Zusammenhang mit Eiszeiten) ausgesetzt sind als andere Komponenten des Endlagersystems wie z. B. das weniger tief gelegene Deckgebirge.

Entsprechend wird in Artikel 1 §§ 5 und 6 gefordert, die Integrität (also den Erhalt der einschlussrelevanten Eigenschaften) der wesentlichen Barrieren im Bewertungszeitraum von einer Million Jahre zu prüfen und darzustellen. Eine ähnliche Darstellung dürfte für andere Komponenten, z. B. das Deckgebirge, je nach geologischer Gesamtsituation sehr schwierig werden oder gar nicht gelingen.

Die in Artikel 1 § 4 (5) formulierten quantitativen Kriterien zum sicheren Einschluss in den wesentlichen Barrieren sollen dazu beitragen, dass Sicherheitskonzepte wie oben beschrieben von der Vorhabenträgerin entwickelt und verwendet werden. Nach Einschätzung des Autors sind an geeigneten Standorten durchaus Konzepte denkbar, die auch geringere Austragungen gewährleisten können. Es wäre jedoch nicht im Sinne des Standortauswahlgesetzes, auch die Kriterien in Artikel 1 § 4 (5) schärfer zu formulieren:

Für die zu erwartenden Entwicklungen sollte allenfalls eine durch Diffusionsprozesse dominierte Austragung erfolgen, durch Flüssigkeitsströmung getragene Bewegungen der Schadstoffe (Advektion) sollten dagegen vernachlässigbar sein. Die den Kriterien zugrundeliegenden Rechnungen (Navarro et al. 2019) unterstellen nunmehr eine solche Diffusion. Mit einer diffusionsdominierten und durch die Gesteinseigenschaften bestimmten Austragung wird voraussichtlich insbesondere bei Endlagern in Ton und Tonstein zu rechnen sein. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die in Artikel 1 § 4 (5) formulierten Kriterien dieses Wirtsgestein bevorzugen oder benachteiligen, sie sind unabhängig für jedes betrachtete Wirtsgestein und Konzept zu erfüllen.

Einige Abwägungskriterien des Standortauswahlgesetz sind relevant für den Transport von Schadstoffen im Untergrund. In den den Kriterien zugrundeliegenden Rechnungen wurden Parameterwerte verwendet, die zu Einstufungen hinsichtlich dieser Abwägungskriterien als „weniger günstig“ passen. Es wäre nicht gesetzeskonform und auch nicht zielführend, die Kriterien schärfer zu formulieren und dadurch Regionen und Standorte, die hinsichtlich dieser Kriterien als „weniger günstig“ eingestuft werden, aus dem Verfahren auszuschließen: Diese könnten ja hinsichtlich anderer Abwägungskriterien oder Bewertungen durchaus besser abschneiden, letztlich ist die Gesamtheit der Kriterien und Ergebnisse von Sicherheitsuntersuchungen zu würdigen.

Vor diesem Hintergrund wird auch deutlich, dass die in Artikel 1 § 4 (5) formulierten quantitativen Kriterien für sich genommen noch nicht auf eine Geringfügigkeit der

Austragungen im radiologischen Sinne zielen. Diese ist zusätzlich unter Anwendung der dosisbezogenen Kriterien nach Artikel 1 § 7 zu zeigen.

Entwicklungen des Endlagersystems und Dosiswerte

Nach Artikel 1 § 3 der Verordnung sind die verschiedenen möglichen Entwicklungen des Endlagersystems (Synonym: „Szenarien“) in Kategorien einzuordnen (zu erwartende, abweichende, hypothetische Entwicklungen sowie Entwicklungen auf der Grundlage zukünftiger menschlicher Aktivitäten). Derartige Einordnungen entsprechen der international etablierten und üblichen Vorgehensweise, wobei die Kategorien in den verschiedenen Sicherheitsanalysen mit unterschiedlichen – nicht vollständig synonymen – Termini belegt werden (OECD/NEA 2016, IAEA 2012a). Diese Kategorisierung erlaubt eine Fokussierung der Entwicklung und Optimierung der technischen Auslegung auf das Wesentliche, ohne dass weniger erwartbare Entwicklungen vernachlässigt werden. Dies spiegelt sich in der Wahl der dosisbezogenen Kriterien nach Artikel 1 § 7, die sich für zu erwartende und für abweichende Entwicklungen um den Faktor 10 unterscheiden.

Eine derartige Stufung der Grenzwerte wird in einigen ausländischen Sicherheitsanforderungen vorgenommen, in anderen ist sie implizit (über Formulierung eines Risikokriteriums) enthalten, eine dritte Gruppe kennt sie nicht (vgl. Fischer-Appelt 2014). Der Autor weist ausdrücklich darauf hin, dass bereits die Festlegung von 100 Mikrosievert (0,1 Millisievert) pro Jahr für die abweichenden Entwicklungen um den Faktor 3 kleiner ist als das, was von ICRP und IAEA für **alle**, also auch die zu erwartenden Entwicklungen empfohlen wird (0,3 Millisievert pro Jahr, IAEA 2012b, ICRP 2013) liegt. Daher stellt die Festlegung von 10 Mikrosievert (0,01 Millisievert) eine erhebliche Verschärfung im Vergleich zum international Empfohlenen dar. Eine weitere Verschärfung ist nach Auffassung des Autors nicht zu empfehlen.¹

Eine Vorgabe von Dosiswerten für hypothetischen Entwicklungen ist nicht sinnvoll, da diese „nach menschlichem Ermessen auszuschließen sind“ (Artikel 1 § 3 (6) der Verordnung) und lediglich ein Werkzeug zur Optimierung und zur Demonstration der Funktionalität einzelner Barrieren sind.

Entwicklungen auf der Grundlage zukünftiger menschlicher Aktivitäten entziehen sich aufgrund der Unvorhersagbarkeit menschlichen Verhaltens und gesellschaftlicher Entwicklungen einer systematischen und wissenschaftlich begründeten Ableitung. Jede Entsorgungslösung, die auf dem Konzentrieren und Einschließen gefährlicher Stoffe (radioaktiver oder z. B. auch chemotoxischer Abfälle) beruht, kann letztlich durch individuelles oder gesellschaftliches (Fehl-)Verhalten in der Zukunft gefährdet werden, für einen Einschluss im tiefen Untergrund ist ein solches Risiko jedoch deutlich geringer als bei einem Verbleib an der Erdoberfläche. Es fragt sich nunmehr, in wie weit und in welcher Weise ein Endlager gegen diese Art von Risiken ausgelegt werden sollte: Beliebige Spekulation hinsichtlich individueller

¹ Zum Vergleich: „Die gesamte natürliche Strahlenbelastung in Deutschland oder genauer die effektive Dosis einer Einzelperson in Deutschland beträgt durchschnittlich 2,1 Millisievert im Jahr. Je nach Wohnort, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten reicht sie von 1 Millisievert bis zu 10 Millisievert.“ https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/natuerliche-strahlenbelastung/natuerliche-strahlenbelastung_node.html, zuletzt aufgesucht am 25.06.2020

Eine zusätzliche jährliche Dosis im Bereich der in Artikel 1 § 7 vorgegebenen Werte ist also klein im Vergleich zur Änderung der natürlichen Strahlenbelastung, die Menschen in Deutschland bei Änderung ihres Wohnorts oder ihrer Lebensgewohnheiten erfahren.

und gesellschaftlicher Verhaltensweisen (vgl. hierzu etwa Hora & Winterfeldt (1997)) würden auch zu immer absurderen Optimierungsmaßnahmen führen, die Optimierung bzgl. des Prognostizierbaren (zu erwartende und abweichende Entwicklungen) würde aus dem Auge verloren. Es erscheint daher angemessen, solche Entwicklungen nur in einem wohl definierten Rahmen zu betrachten. Sinnvoll und international gebräuchlich ist in diesem Zusammenhang die Unterstellung heutiger Praktiken (OECD/NEA 2016, IAEA 2012a), wie dies in Artikel 1 § 3 (7) der Verordnung vorgesehen ist. Weiter erscheint es daher sinnvoll, die Optimierung nachrangig durchzuführen (Artikel 1 § 12 (3)), also die Optimierung bzgl. anderer Entwicklungen nicht zu beeinträchtigen oder zu gefährden.

Untersuchungsräume für Sicherheitsuntersuchungen

In Artikel 2 § 3 der Verordnung wird der Begriff des Untersuchungsraums verwendet. Es handelt sich hier nicht um eine Modifikation oder Einschränkung der im Standortauswahlgesetz verwendeten Begriffe Teilgebiet, Standortregion bzw. Standort. Der Begriff wurde vielmehr eingeführt, um dem Umstand gerecht zu werden, dass die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen an Wirtsgesteine und Sicherheitskonzepte gebunden und daher für jedes Wirtsgestein und für jedes Sicherheitskonzept separat durchzuführen sind. Es kann zum Beispiel vorkommen, dass eine Standortregion mehr als ein Wirtsgestein anbietet oder dass die Mächtigkeit einer Wirtsgesteinsformation in einer Standortregion in einer Weise variiert, dass sich in einem Teil eine Einlagerung in senkrechten Bohrlöchern, in einem anderen in waagrechten Bohrlöchern oder Strecken anbietet. In solchen Fällen sind die Untersuchungsräume passend zu den Wirtsgesteinen bzw. zu den Konzepten zu definieren, dies bedeutet jedoch keinesfalls, dass eine solche Definition zum Ausschluss von Teilen von Standortregionen führt (Artikel 2 § 3 (3)).

Literatur

AtG (2020) Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 3a des Gesetzes vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 960) geändert worden ist

Fischer-Appelt K. (2014) Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle im internationalen Vergleich. 6. Sitzung der Kommission Lagerung radioaktiver Abfälle 05.12.2014, Berlin. Klaus Fischer-Appelt, GRS.

http://www.bundestag.de/blob/354650/83aaf1884c3eb78aa92c23c5f370a78c/zu-drs_64-data.pdf

Hora S. C. & von Winterfeldt D. (1997) Nuclear waste and future societies: A look into the deep future. Technological Forecasting and Social Change Volume 56, Issue 2, October 1997, Pages 155-170, [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(97\)00075-9](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(97)00075-9)

IAEA (2012a) The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guide No. SSG-23. International Atomic Energy Agency, Vienna. http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1553_web.pdf

IAEA (2012b) Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements No. SSR-5. International Atomic Energy Agency, Vienna. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1449_web.pdf

ICRP (2013) Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 122, Ann. ICRP 42 (1)

Navarro M, Weyand T., Eckel J., Fischer H. (2019) Indikatoren zur Bewertung des Einschlusses und der Isolation mit exemplarischer Anwendung auf ein generisches Endlagersystem mit dem Wirtsgestein Tongestein. GRS - A – 3985, <https://www.grs.de/sites/default/files/pdf/grs-a-3985.pdf>

OECD/NEA (2016) Scenario Development Workshop Synopsis. Integration Group for the Safety Case. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris. NEA/RWM/R(2015)3, March 2016. <https://www.oecd-nea.org/rwm/docs/2015/rwm-r2015-3.pdf>

Röhlig K.-J., Geckeis H., Mengel K. (2012) Endlagerung radioaktiver Abfälle. Chemie in unserer Zeit, Volume 46, Issue 3. Online ISSN: 1521-3781, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ciuz.201200578>

StandAG (2019) Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510) geändert worden ist