

Geschäftsstelle

Kommission  
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe  
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

---

**Beratungsunterlage zu TOP 3 der  
17. Sitzung der Kommission am 19. November 2015**

**Anhörung „Sicherheitsanforderungen des BMU 2010“**

Stellungnahme zur Anhörung  
von Prof. Dr. Barbara Reichert, Steinmann-Institut für Geologie, Mi-  
neralogie und Paläontologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Uni-  
versität Bonn

---

<p><b>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. 135 e</b></p>
---

**Prof. Dr. Barbara Reichert**

53115 Bonn  
Nussallee 8  
Tel.: 0228/73-2490  
Fax: 0228/73-9037  
b.reichert@uni-bonn.de  
www.hydrogeologie.uni-bonn.de

Bonn, 18.11.2015

**Stellungnahme zur Anhörung  
„Sicherheitsanforderungen des BMU 2010“  
der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe gemäß § 3 Standortauswahlgesetz  
Berlin, 19.11.2015**

**Vorbemerkung**

Im Kontext der Stellungnahme werde ich in meiner derzeitigen Funktion als Mitglied der Entsorgungskommission (ESK) und als Vorsitzende des ESK-Ausschusses „Endlagerung radioaktiver Abfälle“ (EL) kurz zur Historie der „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ vom 30.09.2010 durch das BMU [1] innerhalb der beiden Ausschüsse eingehen. Schwerpunkt wird auf den verschiedenen Beratungsthemen des EL liegen, sofern diese die „Sicherheitsanforderungen“ betreffen. Die Ziele des EL sind u.a. die Entwicklung konkretisierender Leitlinien für diese „Sicherheitsanforderungen“, aber auch eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden Modellvorstellungen. Daher gehe ich vorrangig auf die Fragen ein, die unmittelbar mit diesen Themen verknüpft sind: Übertragbarkeit (Frage 2); Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG) (Fragen 3, 6, 7); Wahrscheinlichkeitsklassen (Frage 3); schrittweise Endlagerentwicklung und Fehlerkorrektur (Fragen 8, 11); Stand von Wissenschaft und Technik (Fragen 3, 13, 14).

**Historie**

Mitglieder der Entsorgungskommission (ESK) und des Ausschusses „Endlagerung radioaktiver Abfälle“ (EL) waren frühzeitig in den Entwicklungsprozess der Endfassung der „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ [1] eingebunden. Neben einer Klausurtagung, einer nachfolgenden Stellungnahme seitens des ESK [2] und weiteren Beratungen hat der ESK-Vorsitzende im Januar 2010 in einem Brief [3] u.a. die Verankerung des ewG-Gedankens, die Forderung nach einem Langzeitsicherheitsnachweis nach dem Stand von Wissenschaft und Technik sowie die schrittweise Optimierung begrüßt. Auch wurde die Auffassung geteilt, dass die „Sicherheitsanforderungen“ eine übergeordnete Richtlinie darstellen, die durch entsprechende Leitlinien zu Einzelaspekten konkretisiert werden soll.

Der EL-Ausschuss hat nach der Veröffentlichung der „Sicherheitsanforderungen“ am 30. September 2010 u.a. ergänzende Leitlinien zur Konkretisierung erarbeitet („Menschliches Eindringen in ein Endlager“ [4], „Einordnung in Wahrscheinlichkeitsklassen“ [5] mit einem abweichenden Votum von Herrn Dr. Appel [6]). Die Arbeit an zwei weitere Leitlinien („Behälteranforderung für die Endlagerung“ sowie „Betrieb eines Endlagers“) sind sehr weit gediehen. Mit einem Diskussions- [7] und Thesenpapier [8] zur Rückholung/Rückholbarkeit greift der ESK (EL) Einzelaspekte aus den Sicherheitsanforderungen [1] auf, die zurzeit international intensiv diskutiert werden.

## **Übertragbarkeit (Frage 2)**

Im Kontext eines Beratungsauftrages hat der ESK (EL) eine Stellungnahme für das ERAM, ein Endlager mit gegebenen Randbedingungen und geringem Inventar, verfasst [9]. Ziel war es den vom BfS geführten Langzeitsicherheitsnachweis für das ERAM in Bezug auf den Stand von Wissenschaft und Technik bei der angewandten Methodik zu beurteilen. Bei der Auswahl der Bewertungsmaßstäbe ergab sich das Problem, dass die Sicherheitskriterien aus dem Jahr 1983 [10] nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die „Sicherheitsanforderungen“ aus dem Jahre 2010 [1] sind jedoch auf ein neu zu errichtendes Endlagerbergwerk für wärmeentwickelnde Abfälle ausgerichtet. Da sich nach Auffassung des ESK (EL) grundsätzlich keine Einschränkungen hinsichtlich der Anforderungen an das Sicherheitsniveau oder an die Qualität der Nachweisführung ergeben, wurden die „Sicherheitsanforderungen“ [1] sinngemäß auf das ERAM übertragen. Es zeigte sich, dass einige dieser Anforderungen nicht oder nur eingeschränkt übertragbar waren. Dies betraf nicht nur die in den „Sicherheitsanforderungen“ genannte Ausnahme in Bezug auf die Abfallbehälter [1: Seite 4 oberster Abschnitt], eine direkte Übertragung war auch für die Aspekte Rückholbarkeit/Bergbarkeit, Endlagerauslegung, Entwicklungs- und Optimierungsprozess nicht möglich. Eine Optimierung wurde jedoch im Hinblick auf das gewählte Stilllegungskonzept und dessen Realisierung empfohlen. Auch das Konzept des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs sollte, soweit anwendbar, berücksichtigt werden.

Für die übertragbaren Anforderungen an das Sicherheitsniveau und an die Qualität der Nachweisführung wurde überprüft, ob sie im Falle des ERAM erfüllt sind. War dies nicht oder nur teilweise der Fall, so wurde unter Berücksichtigung der Ausgangslage im Sinne eines „graded approach“ [11, 12] abgewägt, ob Alternativen hinsichtlich des Sicherheitskonzepts bzw. der Nachweisführung bestehen.

## **Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG) (Fragen 3, 6, 7)**

Bereits bei den begleitenden Beratung zur Erstellung der Endfassung der „Sicherheitsanforderungen“ [1] hat der ESK (EL) [z. B. 2,3] begrüßt, dass der ewG „*der Teil eines Endlagersystems*“ ist, „*der im Zusammenwirken mit den technischen Verschlüssen (Schachtverschlüsse, Kammerabschlussbauwerke, Dammbauwerke, Versatz, ...) den Einschluss der Abfälle sicherstellt.*“ [1]. Für den Nachweis der sich daraus ergebenden Anforderungen an den ewG (allenfalls geringfügige Schadstoffmengen dürfen den ewG verlassen, keine Beteiligung des im ewG vorhandenen Porenwassers am hydrologischen Kreislauf, Erhalt der Einschlusseigenschaften über eine Million Jahre) bieten die „Sicherheitsanforderungen“ [1] zwei Möglichkeiten an. Die radiologische Langzeitaussage unter Einbeziehung aller Kompartimente des Gesamtsystems Endlager (ewG, Oberfläche des ewG, Nahbereich (Endlagerbergwerk mit einem Teil des Wirtgesteins), Erdoberfläche und Biosphäre) und eine „*vereinfachte radiologische Langzeitaussage*“. Da es sich bei den „Sicherheitsanforderungen“ um eine übergeordnete Richtlinie handelt, sind für die radiologische Langzeitanalyse keine, für die „*vereinfachte radiologische Langzeitaussage*“ etwas genauere Vorgaben gemacht worden [1]. Hier besteht eindeutig Bedarf für eine Konkretisierung, z.B. mit einer Leitlinie.

In Bezug auf die „vereinfachte radiologischen Langzeitaussage“ ist der EL der Meinung, dass es sinnvoll wäre diese zu streichen bzw. durch eine Rechenvorschrift zur Ermittlung der Toxizitätsverteilung im Gesamtsystem und in den einzelnen Kompartimenten zu ersetzen. Dies hätte den Vorteil, dass damit auch die Integrität und die Einschlusswirksamkeit des Teilsystems ewG nachgewiesen werden könnte. Die Bearbeitung der entsprechenden Rechenvorschriften würde, wie üblich bei Fragen des Strahlenschutzes, in enger Abstimmung mit der Strahlenschutzkommission (SSK) bzw. ihren Ausschüssen erfolgen.

### **Wahrscheinlichkeitsklassen (Frage 3)**

Szenarienentwicklung und Einordnung in Wahrscheinlichkeitsklassen ist sinnvoll für die Auslegung des Endlagers sowie die geforderte Sicherheitsanalyse und gängige internationalen Praxis [11, 13]. Der EL hat eine Konkretisierung der „Sicherheitsanforderungen“ [1] durch die „Leitlinie zur Einordnung von Entwicklungen in Wahrscheinlichkeitsklassen“ [5] vorgenommen. In einem abweichenden Votum sieht Dr. Appel „*methodische Probleme, die mit der normativen Einordnung von Szenarien in quantitativ definierte Wahrscheinlichkeitsklassen und der formalisierten Anwendung unterschiedlicher radiologischer Bewertungskriterien auf Szenarien mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit verbunden sind*“ [6].

Die Leitlinie legt fest, dass nur auf der Basis einer vollständigen FEP-Liste (Englisch: features, events, processes) die Zuordnung von möglichen Entwicklungen (Szenarien) systematisch in quantitativ definierte Wahrscheinlichkeitsklassen erfolgen kann. Eine FEP-Liste beinhaltet eine vollständige Sammlung von standort- und endlagerkonzeptspezifischen Eigenschaften/Merkmalen (features), Ereignissen (events) und Prozessen (processes), die an dem Endlagerstandort vorkommen können. Sicherheitsrelevante FEPs können mit Hilfe von Entscheidungsbäumen in die jeweilige Wahrscheinlichkeitsklasse eingeordnet werden. Zielorientiert muss die Klassifizierung getrennt für die relevanten Eigenschaften/Merkmale und Ereignisse und Prozesse erfolgen. Hierbei wird bei den Ereignissen und Prozessen zusätzlich in Abfall- bzw. Endlager-induziert und natürlichen Ursprungs unterschieden. Kann keine eindeutige Zuordnung einer Entwicklung erfolgen, muss diese in die Klasse mit der höheren Wahrscheinlichkeit eingestuft werden.

Die den Wahrscheinlichkeitsklassen zugeordneten radiologischen Bewertungskriterien von 0,01 mSv für wahrscheinliche und 0,1 mSv für weniger wahrscheinliche Entwicklungen entsprechen den internationalen Standards, und sind insbesondere bei den wahrscheinlichen Entwicklungen deutlich schärfer [14, 15].

### **Schrittweise Endlagerentwicklung und Fehlerkorrektur (Fragen 8, 11);**

Die in den „Sicherheitsanforderungen“ geforderte schrittweise Endlagerentwicklung mit der Möglichkeit einer Optimierung und Fehlerkorrektur (Rückholbarkeit) ist international anerkannter Stand von Wissenschaft und Technik [z.B. 15]. Eine Konkretisierung in Form einer Leitlinie wäre für eine optimale Umsetzung durchaus sinnvoll. Teilaspekte werden bereits in dem vorlie-

genden, noch in Diskussion befindlichen Entwurf für die ESK-Leitlinie „Betrieb eines Endlagers“ aufgenommen.

### **Stand von Wissenschaft und Technik (Fragen 3, 13, 14)**

Als übergeordnete Richtlinie entsprechen die Sicherheitsanforderungen [1] dem Stand von Wissenschaft und Technik (vgl. Vorgaben für die Endlagerung von wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen von IAEA, NEA, WENRA). Es besteht jedoch der Bedarf an konkretisierenden Leitlinien.

### **Literatur**

- [1] BMU (2010): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (Stand 30.09.2010)
- [2] [Stellungnahme zum Entwurf des BMU „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“](#) (29.01.2009; Stellungnahme)
- [3] [Brief des ESK-Vorsitzenden „Zu den Sicherheitsanforderungen des BMU an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle vom Juli 2009“](#) (07.04.2010; Brief)
- [4] [Leitlinie zum menschlichen Eindringen in ein Endlager für radioaktive Abfälle](#) (26.04.2012; Empfehlung)
- [5] [Leitlinie zur Einordnung von Entwicklungen in Wahrscheinlichkeitsklassen \(Revidierte Fassung vom 13.11.2012\)](#)
- [6] [Abweichendes Votum von Herrn Dr. Appel](#) (21.06.2012)
- [7] [Rückholung / Rückholbarkeit hochradioaktiver Abfälle aus einem Endlager - ein Diskussionspapier](#) (02.09.2011; Diskussionspapier)
- [8] [Rückholbarkeit: Thesen für eine öffentliche Diskussion](#) (02.09.2011; Thesenpapier)
- [9] [Langzeitsicherheitsnachweis für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben \(ERAM\)](#) (31.01.2013, Stellungnahme)
- [10] Fachausschuß Brennstoffkreislauf des Länderausschusses für Atomkernenergie Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk Rdschr. des BMI vom 20. April 1983, RS AGK 3 – 515 790/2.
- [11] IAEA 2012. The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guide No. SSG-23. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [12] ICRP 2006. The optimisation of radiological protection: Broadening the process. Annals of the ICRP (3). ICRP Publication 101
- [13] OECD/NEA 2001. Scenario Development and Practice. An evaluation based on the NEA Workshop on Scenario Development, Madrid, May 1999. NEA No. 3059. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris..
- [14] IAEA 2012. Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements No. SSR-5. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [15] 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)