

Geschäftsstelle

<p style="text-align: center;">Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. 209i</p>
--

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

Entwurf des Berichtsteils zu Teil B – Kapitel 6.5.4 bis 6.5.6 (Geowissenschaftliche Ausschluss-, Mindest- und Abwägungskriterien)

Vorschlag der Kommissionsmitglieder Dr. Detlef Appel und Steffen Kanitz
für Anforderung und Kriterien zum "Schutz des ewG durch günstigen Aufbau des Deckgebirges"
für die 32. Sitzung der Kommission am 20. Juni 2016

1 **Vorschlag Appel / Kanitz, 17.6.2016:**

2 **Anforderung und Kriterien "Schutz des ewG durch günstigen Aufbau des Deckgebirges"**

3

4

5 **Anforderung xxx Schutz des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) durch**

6 **günstigen Aufbau des Deckgebirges - Gewichtungsgruppe [2 / 3]**

7

8 Der einschlusswirksame Gebirgsbereich (ewG) eines Endlagersystems hat für die
9 Langzeitsicherheit eines Endlagers herausragende Bedeutung. Seine Integrität soll deshalb
10 gegen direkte oder indirekte Auswirkungen exogener Vorgänge geschützt werden,
11 insbesondere gegen Erosion und Subrosion. Dies kann durch das Deckgebirge des ewG
12 geleistet werden, also die ihn überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche
13 (BMU 2010)¹⁾. Ein erster Beitrag zum Schutz des ewG durch das Deckgebirge wird dabei durch
14 die Einhaltung der Mindestanforderung Minimale Tiefe des einschlusswirksamen
15 Gebirgsbereichs geleistet (s. Kap. 6.5.5.3xxx). Sie entspricht der geforderten
16 Mindestmächtigkeit des Deckgebirges. Beim Endlagersystemtyp Steinsalz in steiler Lagerung
17 wird diese durch eine Salzscheibe über dem ewG von mindestens 300 m ergänzt.
18 Vereinfachend gilt, dass der ewG umso besser gegen tief greifende Erosion geschützt ist, je
19 tiefer er liegt.

20

21 Neben der Mächtigkeit des Deckgebirges tragen auch sein struktureller Aufbau und seine
22 Zusammensetzung zum Schutz des ewG bei. Die Erfüllung dieser Schutzfunktion des
23 Deckgebirges und ihre Berücksichtigung im Rahmen des abwägenden Vergleichs von
24 Standortregionen und Standorten leisten einen Beitrag zur gesuchten günstigen geologischen
25 Gesamtsituation und damit zur Identifizierung des Standortes mit bestmöglicher Sicherheit.

26

27 Zwischen den zu betrachtenden Endlagersystemtypen²⁾ bestehen hinsichtlich der für sein
28 Schutzpotenzial maßgeblichen Eigenschaften des Deckgebirges deutliche Unterschiede. Sie
29 ergeben sich zum einen aus regionalen Unterschieden zwischen den zu erwartenden und
30 sicherheitlich zu betrachtenden exogenen Prozessen hinsichtlich ihrer Art, Wirkungsweise und
31 Intensität sowie der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens innerhalb des Nachweiszeitraums. Sie

1) Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle - Stand 30. September 2010: „Als Deckgebirge werden die den einschlusswirksamen Gebirgsbereich überlagernden geologischen Schichten bezeichnet.“

2) In Anlehnung an die Definition zu "Endlagersystem" in BMU (2010, s. Fußnote 1) werden Endlagersystemtypen charakterisiert durch den Gesteinstyp des Wirtsgesteins bzw. des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG), seine Erscheinungsform (z.B. steile / flache Lagerung bei Steinsalz), die zugehörigen Endlagerkonzepte und die den ewG umgebenden oder überlagernden sicherheitstechnisch bedeutsamen geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche.

1 hängen zum anderen von der "Empfindlichkeit" des ewG, des Wirtsgesteinskörpers und des
2 Deckgebirges gegenüber solchen Prozessen ab.

3
4 Je nach regionaler Lage eines möglichen Endlagerstandortes ist nicht auszuschließen, dass die
5 Schutzfunktion des Deckgebirges durch tief greifende künftige Erosionsprozesse beeinträchtigt
6 wird oder verloren geht. Damit ist beispielsweise für das norddeutsche Tiefland zu rechnen, wo
7 das Deckgebirge innerhalb des Nachweiszeitraums in künftigen Eiszeiten durch die Entstehung
8 tiefer subglazialer Rinnen örtlich beseitigt oder vollständig umgebildet werden kann. Solche
9 Entwicklungen sind im Rahmen vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen im Detail zu betrachten
10 und zu bewerten. Sie werden allerdings nicht an allen potenziellen Standorten auftreten, so
11 dass der günstige Deckgebirgsaufbau eines Endlagersystems auch erhalten bleiben und für
12 längere Zeiträume eine Schutzfunktion wahrnehmen kann.

13
14 Im Hinblick auf die Bedeutung der für die Langzeitsicherheit eines Endlagers als wichtig
15 angesehenen und durch die Eigenschaften des ewG-Deckgebirges maßgeblich beeinflussbaren
16 exogenen Prozesse, die direkt oder indirekt zur Beeinträchtigung der Integrität des ewG führen
17 können, wird hier vereinfachend zwischen mechanischer Erosion (betrifft alle Wirtsgesteins-
18 bzw. Endlagersystemtypen) und ihren Folgen (Dekompaktion bei Kristallin- und insbesondere
19 Tongestein) und Subrosion (betrifft Steinsalz) unterschieden. Diesen Prozessen können auf
20 Grund ihres Auftretens in der für prognostische Aussagen relevanten geologischen
21 Vergangenheit von mehreren Mio Jahren und der damit verbundenen Folgen
22 wirkungshemmende Eigenschaften der Gesteine des Deckgebirges zugeordnet werden. Im
23 günstigen Fall können sie Grundlage für die Ableitung von Kriterien zur Bewertung der
24 Schutzfunktion des Deckgebirges gegen mechanische Erosion (einschließlich Dekompaktion)
25 und Subrosion sowie nachteiliger Folgen für die Integrität des ewG anhand konkreter
26 Eigenschaften der das Deckgebirge aufbauenden Gesteinsserien sein.

27
28 Allein auf Grund der unterschiedlichen Wasserlöslichkeit der Gesteinstypen ist zwischen
29 Endlagersystemen mit Steinsalz als Wirtsgestein und solchen mit Ton / Tonstein oder Kristallin
30 als Wirtsgestein zu unterscheiden. Solche Unterschiede machen die nach
31 Endlagersystemtypen differenzierte Beurteilung des Schutzvermögens des Deckgebirges
32 erforderlich. Die möglichen sicherheitlichen Auswirkungen des Wärmeeintrags in das Gebirge
33 durch die Einlagerung der Abfälle, wie Rissbildung in der Salinarfolge oder
34 Mineralumwandlungen in Tongestein, bleiben hier unberücksichtigt (s. Kap. 6.5.6.3.2xxx:
35 Anforderung Gute Temperaturverträglichkeit).

36

37 **Kenntnistand zu den zu betrachtenden Endlagersystemtypen**

1 Mit Ausnahme des Endlagersystemtyps "Steinsalz in steiler Lagerung (Salzstöcke)", für das
2 systemtypspezifische Abwägungskriterien bereits abgeleitet worden sind³⁾, liegen die für die
3 Entwicklung entsprechender Abwägungskriterien erforderlichen Kenntnisse und Informationen
4 derzeit nicht zu allen Endlagersystemtypen mit ausreichender Aussagekraft vor. Die der
5 Formulierung spezifischer Kriterien für die einzelnen Endlagersystemtypen entgegen
6 stehenden Erkenntnis- und Informationsdefizite betreffen in unterschiedlicher Weise und in
7 unterschiedlichem Ausmaß die für die Fragestellung relevanten Eigenschaften der einzelnen
8 Endlagersystemtypen, die Art und Intensität der regional zu berücksichtigenden exogenen
9 Prozesse und die das Schutzpotenzial gegen deren Auswirkungen zuverlässig anzeigenden
10 Eigenschaften des jeweiligen Deckgebirges. Derzeit bestehen für die Formulierung
11 differenzierender Abwägungskriterien für die zu betrachtenden Endlagersystemtypen unter den
12 Gesichtspunkten Prozessverständnis und Kenntnis zur Schutzwirkung der geologischen
13 Eigenschaften der Endlagersystemtypen deutliche, auch regionale Unterschiede, die bei der
14 Beurteilung der Schutzfunktion des Deckgebirges und bei der Formulierung und Anwendung
15 entsprechender Kriterien zu beachten sind.

16
17 In verschiedenen Projekten und Forschungsprogrammen wird derzeit an
18 endlagersystembezogenen Themen gearbeitet, deren Ergebnisse für die Entwicklung der
19 differenzierten Abwägungskriterien genutzt werden können bzw. sogar Voraussetzung dafür
20 sind. Beispiele sind die Projekte KOSINA⁴⁾ und u. BASAL⁵⁾, die sich auf den Endlagersystemtyp
21 Steinsalz in flacher Lagerung beziehen, und Untersuchungen im süddeutschen Alpenvorland
22 zum Tiefgang eiszeitlicher Rinnen im Zusammenhang mit dem Endlagersystemtyp Ton /
23 Tonstein als ewG und Wirtsgestein. Die Berücksichtigung der in diesen Projekten bereits
24 erzielten bzw. noch anfallenden Ergebnisse mit Bezug zur Fragestellung bei der
25 Konkretisierung der Kriterien bzw. Indikatoren zur Beurteilung der Schutzfunktion des
26 Deckgebirges und die Initiierung gezielter Studien und Untersuchungen zur Klärung spezieller
27 Fragen muss dem Vorhabenträger aufgetragen werden.

28

29 **Kriterien / Indikatoren**

30 Die nachfolgend formulierten Abwägungskriterien zum Schutz des ewG durch den Aufbau des
31 Deckgebirges sind angelehnt an die in BGR (1995) entwickelten Kriterien für Salzstöcke (s.

3) BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1995): Endlagerung stark
wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands.
Untersuchung und Bewertung von Salzformationen

4) KOSINA - Konzeptentwicklung für ein generisches Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle in flach
lagernden Salzschiefern in Deutschland sowie Entwicklung und Überprüfung eines Sicherheits- und
Nachweiskonzeptes

5) BASAL - Verbreitung und Eigenschaften flach lagernder Salzschiefern in Deutschland

1 Fußnote 3). Sie sollen die Richtung für die auf Abwägungskriterien gestützte vergleichende
 2 Beurteilung von Endlagersystemen im Hinblick auf den Schutz des ewG durch das Deckgebirge
 3 vorgeben, solange differenzierte Kriterien noch nicht abgeleitet und zuverlässig angewendet
 4 werden können. Diese Betrachtungen sind im Rahmen der vorläufigen
 5 Sicherheitsuntersuchungen durch abwägende Würdigung möglicher Faktoren mit Einfluss auf
 6 das Schutzpotenzial des Deckgebirges anhand geeigneter Indikatoren bzw. bereits
 7 bestehender Auswirkungen bestimmter exogener Prozesse auf ein Endlagersystem zu
 8 ergänzen.

9
 10 Auf Grundlage der gegenwärtig vorliegenden Informationen lässt sich in Abhängigkeit vom
 11 Endlagersystemtyp bzw. Wirtsgesteinstyp und unter Berücksichtigung der regionalen
 12 Besonderheiten (s.o.) folgende übergeordnete Anforderung zum Schutz des ewG ableiten:

13
 14 Das Deckgebirge von Endlagersystemen sollte so aufgebaut sein, dass es den
 15 einschlusswirksamen Gebirgsbereich möglichst gut gegen Erosion und / oder Subrosion bzw.
 16 deren indirekte Folgen (insbesondere Dekompaktion) schützt. Folgende Sachverhalte kommen
 17 als allgemein orientierende **Kriterien** bzw. **Indikatoren** für diesen Schutz des ewG durch sein
 18 Deckgebirge in Frage (s. Tab. 1[5-xxx]):

- 19 • Möglichst mächtige **vollständige Überdeckung des einschlusswirksamen**
 20 **Gebirgsbereichs** mit grundwasserhemmenden Gesteinen und möglichst **geschlossene**
 21 **Verbreitung grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge**
- 22 • möglichst mächtige **vollständige Überdeckung des einschlusswirksamen**
 23 **Gebirgsbereichs** und möglichst weiträumige **geschlossene Verbreitung besonders**
 24 **erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge,**
- 25 • möglichst **keine strukturellen Komplikationen im Deckgebirge** (z. B. Störungen,
 26 Scheitelgräben, Karststrukturen), die als Indikatoren für bestehende oder für bei
 27 entsprechender künftiger Entwicklung möglicherweise wirksam werdende subrosive,
 28 hydraulische oder mechanische Beeinträchtigungen für den ewG anzusehen sind.

29
 30
 31 Tab. 1 Schutz des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge:
 32 Eigenschaften, Bewertungsgrößen und Erfüllungsfunktionen der Kriterien

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums [Dimension]	Bewertungsgröße des Kriteriums bzw. Indikators [Dimension]	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums [Dimension]	Bewertungsgröße des Kriteriums bzw. Indikators [Dimension]	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig
Schutz des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches (ewG) durch günstigen Aufbau des Deckgebirges gegen Erosion und Subrosion sowie ihre Folgen (insbesondere Dekompaktion)	Überdeckung des ewG mit grundwasserhemmenden Gesteinen ⁶⁾ , Verbreitung und Mächtigkeit grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge ⁷⁾	mächtige vollständige Überdeckung, geschlossene Verbreitung grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge	flächenhafte, aber lückenhafte bzw. unvollständige Überdeckung, flächenhafte, aber lückenhafte bzw. unvollständige Verbreitung grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge	fehlende Überdeckung, Fehlen grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge
	Verbreitung und Mächtigkeit erosionshemmender Gesteine ⁸⁾ im Deckgebirge des ewG	mächtige vollständige Überdeckung, weiträumige geschlossene Verbreitung besonders erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge	flächenhafte, aber lückenhafte bzw. unvollständige Überdeckung, flächenhafte, aber lückenhafte bzw. unvollständige Verbreitung erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge	fehlende Überdeckung, Fehlen erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge
	Keine Ausprägung struktureller Komplikationen (z. B. Störungen, Scheitelgräben,	Deckgebirge mit ungestörtem Aufbau	strukturelle Komplikationen, aber ohne erkennbare	strukturelle Komplikationen mit potentieller hydraulischer

- ⁶⁾ Als grundwasserhemmend (und zugleich subrosionshemmend) werden hier vereinfachend nichtsalinare Gesteinstypen mit geringer Gebirgsdurchlässigkeit aufgefasst (Geringleiter / Nichtleiter).
- ⁷⁾ Abweichend von der Definition zu Deckgebirge in Fußnote 1) ist bei den Endlagersystemtypen Steinsalz in steiler Lagerung (Salzstöcke) und Steinsalz in flacher Lagerung der nichtsalinare Anteil des jeweiligen Deckgebirges gemeint.
- ⁸⁾ Als besonders erosionshemmend werden hier vereinfachend massige bis dickbankige, feste Sedimentgesteinskörper bzw. massive Kristallingesteinskörper (wie als Wirtsgestein bevorzugt), beide mit weitständiger Klüftung, aufgefasst. Abnehmende Bankmächtigkeit und abnehmende Kluftabstände führen zu abnehmendem Erosionswiderstand.

Bewertungsrelevante Eigenschaft des Kriteriums [Dimension]	Bewertungsgröße des Kriteriums bzw. Indikators [Dimension]	Wertungsgruppe		
		günstig	bedingt günstig	weniger günstig
	Karststrukturen) im Deckgebirge ⁹⁾ , aus denen sich subrosive, hydraulische oder mechanische Beeinträchtigungen für den ewG ergeben könnten		hydraulische Wirksamkeit (z. B. verheilte Klüfte/Störungen)	Wirksamkeit

1

2 **Erläuterung**

3 *Die derzeit zu den für den Schutz des ewG durch das Deckgebirge relevanten Eigenschaften*
4 *verfügbaren Informationen weisen noch nicht für alle zu betrachtenden Endlagersystemtypen*
5 *die für die Kriterienentwicklung und -anwendung benötigte Aussagekraft auf (s.o.). Die*
6 *erforderliche systemtypdifferenzierte Konkretisierung der Abwägungskriterien bzw. der*
7 *zugehörigen Indikatoren auf Grundlage der Charakteristika der verschiedenen*
8 *Endlagersystemtypen unter Beachtung der regional unterschiedlich wahrscheinlichen und*
9 *unterschiedlich wirksamen exogenen Prozesse ist daher gegenwärtig nicht möglich. Die nach*
10 *Endlagersystemtypen differenzierte Formulierung der Kriterien muss daher dem*
11 *Vorhabenträger übertragen werden. Zur Verbesserung der Informationslage sind laufende bzw.*
12 *bereits abgeschlossene Forschungsvorhaben und Untersuchungsprojekte auszuwerten bzw.*
13 *gezielte Studien und Untersuchungen durchzuführen.*

14
15 *Die Abwägungskriterien zur Beurteilung des Schutzes des ewG durch den Aufbau des*
16 *Deckgebirges sind daher bewusst allgemein formuliert. Sie sollen den Rahmen für die*
17 *nachvollziehbare kriteriengestützte Abwägung anhand realer Standortverhältnisse vorgeben. In*
18 *die Abwägung müssen im Zuge der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen mit dem*
19 *Informationsfortschritt jeweils weitere indikative Sachverhalte in die Betrachtung einbezogenen*
20 *werden, die zum Schutz des ewG gegen exogene Beeinträchtigung seiner Integrität und zur*
21 *verlässlichen vergleichenden Bewertung des Schutzniveaus beitragen bzw. zur Beurteilung der*
22 *entsprechenden Sachverhalte herangezogen werden können.*

23

24 *Die dazu benötigten Informationen werden weitgehend erst im Laufe der Standorterkundung*
25 *erarbeitet. Die Befunde und darauf beruhenden Bewertungen sind dann an den mit der*
26 *Anforderung zum Schutz des ewG durch das Deckgebirge und den zugehörigen Kriterien zur*

⁹⁾ Die jeweils zu prüfenden strukturellen Komplikationen sind aus den charakteristischen Eigenschaften der Endlagersystemtypen abzuleiten.

- 1 *Beurteilung des Schutzpotenzials des Deckgebirges gegen Erosion und Subrosion sowie ihre*
- 2 *Folgen (z.B. Dekompaktion) so zu spiegeln, dass die Schutzpotenziale der Deckgebirge der*
- 3 *einzelnen Endlagersysteme und die diesbezüglichen Unterschiede zwischen ihnen anhand der*
- 4 *geologischen Gegebenheiten nachvollzogen werden können.*