

Geschäftsstelle

**Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
K-Drs. 211**

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

Entwurf des Berichtsteils zu Teil B – Kapitel 6.5.2 (Methodik für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen)

Vorlage der AG 3 für die 26. Sitzung der Kommission am 18. April 2016

ERSTE LESUNG
BEARBEITUNGSSTAND: 14.04.2016

1 **Vorschlag für den Berichtsteil:**

2

3 **6.5 Entscheidungskriterien für das Auswahlverfahren**

4

5 **6.5.1 Methodik für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen** (alte Nummerierung; neue
6 Nummerierung „6.5.2“)

7

8

9

10 Vorbemerkung:

11

12 Der vorliegende Entwurf ist das Ergebnis der Diskussion in der AG 3 am 14.04.2016 auf Ba-
13 sis der K-Drs._AG3-121 und K-Drs._AG3-126

14

15

16

17

18 **6.5.1.1. Inhalt und Kontext von Sicherheitsuntersuchungen**

19

20 Die Endlagerkommission hat die Aufgabe, im Zusammenhang mit den Entscheidungsgrund-
21 lagen für die Standortauswahl für ein Endlager (für insbesondere wärmeentwickelnde radio-
22 aktive Abfälle und ausgediente Brennelemente) Vorschläge für die "Methodik für die durch-
23 zuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen" zu erarbeiten (vgl. § 4 Abs. 2 Nr. 2
24 StandAG /1/).

25

26 Das Standortauswahlgesetz sieht in der Methodik für die durchzuführenden vorläufigen Si-
27 cherheitsuntersuchungen eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die Einengung der
28 Suchräume und die Standortauswahl (vgl. Begründung zum StandAG, Punkt B. zu § 4).

29

30 Nach dieser Begründung wird in einer Sicherheitsuntersuchung das Verhalten des Endlager-
31 systems unter den verschiedensten Belastungssituationen und unter Berücksichtigung von
32 Datenunsicherheiten, Fehlfunktionen sowie zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten im Hin-
33 blick auf die Erfüllung der Sicherheitsfunktionen analysiert. Sie umfasst zudem die Beurtei-
34 lung der Zuverlässigkeit der Erfüllung der Sicherheitsfunktionen und damit auch der Robust-
35 heit dieses Systems.

36

37 Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen eine Bewertung enthalten, welche geolo-
38 gischen Eigenschaften der Standortregionen bzw. des Standorts besonders positive oder auch
39 negative Auswirkungen auf das [End-]Lagersystem haben könnten.

40

41 Unterschiedliche geologische Gesamtsituationen können sehr unterschiedliche Vor- und
42 Nachteile insbesondere für die Langzeitsicherheit haben. Insofern muss bei einem Vergleich
43 von Standortregionen mit eventuell unterschiedlichen geologischen Situationen ermittelt wer-
44 den, welche Eigenschaften für die Langzeitsicherheit eine besondere Bedeutung haben und
45 mit welchen Instrumentarien die sicherheitstechnische Bedeutung im Vergleich bewertet
46 wird. Dies kann für die jeweiligen Schritte des Standortauswahlverfahrens unterschiedlich
47 sein (vgl. Begründung zum StandAG).

48

1 Für die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und der
2 Vergleiche unterschiedlicher Standorte und Wirtsgesteinsformationen ist es notwendig, dass
3 die Methodik der durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sowie der dafür
4 notwendigen Daten und Informationen vor Beginn der vergleichenden Untersuchung be-
5 stimmt werden (vgl. Begründung zum StandAG).

6
7 Eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung unterscheidet sich von einem Langzeitsicherheits-
8 nachweis in einem Genehmigungsverfahren, weil für einen solchen Sicherheitsnachweis um-
9 fassende Daten und Kenntnisse über das [End-]Lagersystem, den einschlusswirksamen Gebirgsbereich (ewG), geologische Barrieren und die geologische Umgebung erforderlich sind,
10 die aber naturgemäß zu Beginn des Auswahlprozesses bzw. in der jeweiligen Phase noch
11 nicht vorliegen (können).

12
13
14 Die abschließende Sicherheitsnachweis / Sicherheitsbewertung (safety case) für den letztlich
15 ausgewählten Standort baut auf einer umfassenden Sicherheitsanalyse auf, für die umfassende
16 Daten/kenntnisse über das [End-]Lagersystem, den einschlusswirksamen Gebirgsbereich
17 (ewG) und die geologische Umgebung erforderlich sind.

18 Der Detaillierungsgrad der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und die Aussagekraft ihrer
19 Ergebnisse nehmen entsprechend dem zunehmenden Informationsgewinn durch die Erkun-
20 dung der Standortregionen / Standorte von Phase zu Phase des Auswahlverfahrens zu. Ent-
21 sprechend sind mit der Weiterentwicklung des Kenntnisstandes das Sicherheitskonzept und
22 das Endlagerkonzept zu überprüfen und weiter zu entwickeln. In der Schlussphase des Aus-
23 wahlverfahrens hat der Vorhabenträger die verbliebenen Standorte auf Grundlage der Prüfkri-
24 terien zur Beurteilung von Ergebnissen der untertägigen Erkundung und umfassender vorläu-
25 figer Sicherheitsuntersuchungen für die Betriebsphase und die Nachverschlussphase zu ver-
26 gleichen und einen Standortvorschlag vorzulegen.

27
28 Alle (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen erfolgen auf dem jeweiligen Stand von Wissen-
29 schaft und Technik. Dazu gehört auch jeweils das Endlagerkonzept (einschließlich Ver-
30 schluss- und Versatzmaßnahmen), das die [beste] Schadensvorsorge nach dem jeweiligen
31 Stand von Wissenschaft und Technik ermöglicht. Es ist selbstverständlich, dass eine Ände-
32 rung des Standes von Wissenschaft und Technik bei nachfolgenden Sicherheitsuntersuchun-
33 gen berücksichtigt werden muss. Dies kann dazu führen, dass (vorläufige) Sicherheitsuntersu-
34 chungen, die bereits Jahre vorher durchgeführt wurden, neu bewertet werden müssen.

35

36 **6.5.1.2 Methodischer Ansatz für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen**

37 **6.5.1.2.1 Sicherheitsuntersuchungen als Instrument im Auswahlprozess**

38
39
40 In dem Standortauswahlverfahren werden die Suchräume für den [End-]Lagerstandort ausge-
41 hend von dem gesamten bundesdeutschen Staatsgebiet in den Phasen des vergleichenden Ver-
42 fahrens jeweils eingeschränkt. Dabei soll in jeder Phase vorrangiges Auswahlkriterium die
43 Einhaltung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen (4.2.2 StandAG), die wirtsgestein-
44 spezifizischen Ausschluss- und Auswahlkriterien (4.2.2 StandAG) und die wirtsgestein-
45 sunabhängigen Abwägungskriterien (4.2.2 StandAG) sein. Die Einhaltung der Sicherheitsan-
46 forderungen (4.2.2 StandAG) muss erwartet werden können. Die Kriterien für eine mögliche
47 Fehlerkorrektur (4.2.3 StandAG) müssen erfüllt sein.

48

Kommentiert [bka1]: alternativ: die erforderliche ...
gewährleistet

1 Der Vorschlag für in Betracht kommende Teilgebiete wird somit im vergleichenden Aus-
2 schluss- und Abwägungsverfahren erarbeitet.

3
4 Für die übrig gebliebenen und damit in Betracht kommenden Teilgebiete hat der Vorhaben-
5 träger jeweils vorläufige Sicherheitsuntersuchungen nach Maßgabe der zuvor durch Bundes-
6 gesetz (§ 4 Absatz 5) festgelegten Methodik und der Kriterien für die vorläufigen Sicherheits-
7 untersuchungen zu erstellen.

8
9 Die BGE hat einen Vorschlag für die in Betracht kommenden Teilgebiete und auf der Grund-
10 lage der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen weitergehend einen Vorschlag für eine Aus-
11 wahl von Standortregionen für die übertägige Erkundung zu erstellen und diese dem BfE zu
12 übermitteln. Dabei wählt die BGE Standortregionen aus, die insbesondere im Hinblick auf
13 das Ziel der bestmöglichen Sicherheit einer übertägigen Erkundung unterzogen werden sollen
14 (vgl. Begründung zum StandAG).

15
16 [Die eigentliche Entscheidung für die übertägige Erkundung beruht auf einer Abwägung.
17 Angesichts der Zielsetzung des Standortauswahlgesetzes muss diese Abwägung auf die
18 bestmögliche Sicherheit ausgerichtet sein. Qualitative und / oder quantitative Abwägungen
19 mehrerer, ggf. auch widersprüchlich zu wertender Sachverhalte sind in vielen Lebensberei-
20 chen erforderlich, hierfür existiert eine Reihe mehr oder minder formalisierter Verfahren.
21 Der Schlüssel für deren Erfolg liegt in der adäquaten, transparenten, wissenschaftsbasierten
22 und glaubwürdigen Würdigung und Wichtung der einzelnen Sachverhalte.¹]

23 24 25 **6.5.1.2.2 Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen der Standortaus-** 26 **wahl**

27
28 In den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens sind (vorläufige) Sicherheitsun-
29 tersuchungen im Zuge der Einengung auf potenziell geeignete Standorte vorgesehen, die be-
30 reits im StandAG sinnvoll festgelegt sind (siehe §13(2) und §16(2) und §18(3)).

31 Verantwortlich für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist der Vor-
32 habenträger (§6, 4). Der Vorhabenträger hat die in dem Standortauswahlverfahren festgeleg-
33 ten Standorte übertägig und untertägig zu erkunden. Dabei hat er regelmäßig an das BfE zu
34 berichten, die Erkundungsergebnisse darzulegen und die Ergebnisse der vorläufigen Sicher-
35 heitsuntersuchungen zusammenzufassen und sie zu bewerten (§12 (1)).

36
37 Der Detaillierungsgrad der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und die Aussagekraft ihrer
38 Ergebnisse nehmen entsprechend dem zunehmenden Informationsgewinn durch die Erkun-
39 dung der Standortregionen bzw. der Standorte und dem sich weiterentwickelnden Sicherheits-
40 und [End-]Lagerkonzept (bzw. der Konzepte, sofern mehrere gleichzeitig verfolgt werden)
41 von Phase zu Phase des Auswahlverfahrens zu.

42
43 ~~Im voranschreitenden Auswahlprozess entwickeln sich die vorläufigen Sicherheitsuntersu-~~
44 ~~chungen iterativ,~~ da mit dem Fortschreiten im Standortauswahlprozess die Kenntnisse über
45 die geologischen Verhältnisse in den Standortregionen wachsen und dafür angepasste Kon-
46 zepte immer konkreter und belastbarer entwickelt werden können.

Kommentiert [MS2]: Hier ist noch ein neuer Formulierungsvorschlag von Niedersachsen angekündigt

¹ siehe auch Prof. Röhlig, K.-Drs. AG3-066.

1
2 Die gewählten Adjektive für die Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen des
3 Auswahlprozesses im StandAG antizipieren diesen Erkenntnisfortschritt bereits, z.B.:

- 4 1. §13(2): repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen,
- 5 2. §16(2): weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen,
- 6 3. §18(3): umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen.

7
8 So hat der Vorhabenträger in Phase 1 des Standortauswahlverfahrens zur Ermittlung in Be-
9 tracht kommender Teilgebiete und zur Auswahl von Standortregionen für die übertägige Er-
10 kundung *repräsentative* vorläufige Sicherheitsuntersuchungen zu erstellen (§13(2)).

11
12 In der Phase 2 werden für die übertägig erkundeten Standortregionen weiterentwickelte vor-
13 läufige Sicherheitsuntersuchungen durch den Vorhabenträger ausgeführt (§16(2)). Auf
14 Grundlage der *weiterentwickelten* vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und weiterer Daten
15 erarbeitet der Vorhabenträger einen Vorschlag, welche Standortregionen bzw. Standorte un-
16 tertägig erkundet werden sollen. Ergänzend schlägt er Prüfkriterien zur Beurteilung der Er-
17 kundungsergebnisse vor. Nach Prüfung durch das BfE werden die vorgeschlagenen Standorte
18 untertägig erkundet.

19 In der Phase 3 werden für die untertägig erkundeten Standorte umfassende vorläufige Sicher-
20 heitsuntersuchungen für die Betriebsphase und die Nachbetriebsphase durch den Vorhaben-
21 träger ausgeführt (siehe §18(3)). Auf Grundlage der umfassenden vorläufigen Sicherheitsun-
22 tersuchungen und weiterer Daten (siehe §19(1)) schlägt das BfE einen Standort für ein [End-
23]Lager für insbesondere Wärme entwickelnde Abfälle vor.

24
25 In allen Phasen hat die Sicherheit des Endlagers oberste Priorität.

26
27 Mit fortschreitendem Auswahlprozess die Art der geforderten Sicherheitsuntersuchungen de-
28 taillierter werden muss. Damit wird auch deutlich, dass ein Standortauswahlverfahren nicht
29 allein auf einen Vergleich der geologischen Merkmale verschiedener potenzieller Regionen
30 und Standorte reduziert werden kann, sondern immer im Kontext mit dem entsprechenden
31 [End-]Lagersystem gesehen werden muss.

32 33 34 **6.5.1.2.3 Grundlagen für Sicherheitsuntersuchungen im Rahmen des Standortaus-** 35 **wahlverfahrens**

36
37 Vor Beginn der Sicherheitsuntersuchungen sollten folgende Festlegungen getroffen werden:

- 38 • Übergeordnete sicherheitliche Ziele der (End-)Lagerung insbesondere hoch radioakti-
39 ver Abfälle in tiefen geologischen Formationen in Abhängigkeit von den charakteristi-
40 schen sicherheitsrelevanten Eigenschaften der nach StandAG in Frage kommenden
41 Wirtsgesteinstypen Salz, Ton und Kristallin: **Vollständiger bzw. sicherer Einschluss**
42 mit allenfalls geringfügiger Freisetzung innerhalb des Nachweiszeitraums von 1 Mil-
43 lion Jahren nach.
- 44 • Generische Sicherheitskonzepte für [End-]lagersysteme bzw. Lagersystemtypen in
45 charakteristischen Erscheinungsformen der Wirtsgesteinstypen.

Kommentiert [PTD(3): sollte in Glossar aufgenommen werden

- 1 • An die zu betrachtenden [End-]Lagersystemtypen und die zugehörigen Sicherheits-
2 konzepte angepasste technische [End-]Lagerkonzepte mit angepassten technischen
3 und geotechnischen Barrieren, die im Laufe des Auswahlverfahrens auf Grundlage des
4 zunehmenden Informations- und Erkenntnisgewinns standortspezifisch weiter zu ent-
5 wickeln sind.

6 Folgende Grundlagen sind für die Sicherheitsuntersuchungen erforderlich:

- 7 a) Genaue und frühzeitige Informationen zu Menge, Art und Eigenschaften der radioak-
8 tiven Abfälle,
9 b) Kenntnisse der geologischen Gegebenheiten in den potenziellen Standortregionen
10 bzw. an den Standorten,
11

12 Entsprechende Informationen müssen in den einzelnen Phasen (siehe Abschnitt 3.1) im je-
13 weils erforderlichen Tiefgang vorliegen oder sind zu erarbeiten, bevor im Rahmen des Aus-
14 wahlverfahrens Entscheidungen, z.B. bezüglich eines Ausschlusses oder einer Rückstellung
15 von potenziellen Standortregionen oder Standorten getroffen werden können. Ausschlüsse
16 aufgrund mangelnder Daten und Informationen sind nicht zulässig.
17

18 Zu a)

19 Informationen über Art und Menge der Wärme entwickelnden radioaktiven Abfälle und aus-
20 gedienten Brennelemente in Deutschland liegen vor, z.B. im Nationalen Entsorgungspro-
21 gramm von Anfang 2015. Sofern der Vorhabenträger die Einlagerung weiterer, vernachlässig-
22 bar Wärme entwickelnder Abfälle am betrachteten Standort vorsieht, müssen diese Abfälle
23 nach Art und Menge spezifiziert werden. Ihre Einlagerung ist im [End-]Lagerkonzept (s. u.)
24 zu berücksichtigen.
25

26 Zu b)

27 Information und Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse in einer Region oder an ei-
28 nem Standort können zunächst entweder aus vorhandenen Daten (Bohrprofilen, geophysikali-
29 schen Aufschlüssen usw.) und Kartenmaterial gewonnen werden, die den Geologischen Lan-
30 desämtern und Bundesbehörden vorliegen. Dabei helfen insbesondere die in der Erdöl- und
31 Erdgasindustrie gewonnenen Erkenntnisse aus seismischen Untersuchungen und aus Explora-
32 tionsbohrungen, sofern diese öffentlich zugänglich sind oder gemacht werden können. Im
33 weiteren Einengungsprozess sind gezielt die geologischen Verhältnisse zu erkunden.
34
35

36 **6.5.1.2.4 Vorgehen bei Sicherheitsuntersuchungen – Vorschlag einer Methodik**

37

38 Ziel der Endlagerung ist es, durch das geeignete Zusammenwirken geologischer, geotechni-
39 scher und technischer Barrieren den vollständigen Einschluss der radioaktiven Abfälle zu
40 gewährleisten, um Freisetzungen in die Biosphäre zu vermeiden bzw. auf ein möglichst nied-
41 riges geringfügiges Niveau unterhalb festgesetzter Grenzwerte zu begrenzen. Gegenstand der
42 (vorläufigen, vorläufig weiterentwickelten und umfassenden) Sicherheitsuntersuchungen ist in
43 diesem Zusammenhang grundsätzlich die Überprüfung, inwieweit dieses Ziel, d. h. der voll-
44 ständige oder langfristig sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der
45 geologischen Standortgegebenheiten gewährleistet werden kann.
46

1 Bei der Standortauswahl müssen die in Betracht kommenden Standortregionen / Standorte
2 bzw. [End-]Lagersysteme an Hand vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen vergleichend ge-
3 genübertestellt werden. Dabei wird die Gesamtheit des [End-]Lagersystems mit allen seinen
4 sicherheitsrelevanten Bestandteilen betrachtet und unmittelbar hinsichtlich seiner Sicherheit
5 bewertet. Soweit auf Grund der phasenabhängigen Informationslage überhaupt möglich /
6 sinnvoll – werden außerdem die Aussichten auf die im weiteren Verfahrensverlauf schrittwei-
7 se zu bestätigende und im Genehmigungsverfahren abschließend zu belegenden Einhaltung der
8 Schutzziele und der weiteren sicherheitlichen Anforderungen gemäß /2/ bewertet.
9

10 Für einen belastbaren Vergleich von [End-]Lagersystemen mittels standortspezifischer Si-
11 cherheitsuntersuchungen sollen nach Stand von Wissenschaft und Technik vorrangig Krite-
12 rien herangezogen werden, die auf Sicherheitsindikatoren beruhen. Hierzu zählen in den Pha-
13 sen 2 und 3 (nicht in Phase 1) auch solche zur Beurteilung möglicher Freisetzungen aus dem
14 [End-]Lager hinsichtlich Menge, Art sowie daraus resultierender radiologischer Konsequen-
15 zen. Ferner müssen zum Zeitpunkt des Vergleiches bestehende Ungewissheiten in die Abwä-
16 gung ebenso miteinfließen wie die Robustheit der Sicherheitsaussage und der Sicherheit des
17 [End-]Lagersystems, d.h. bestehende Sicherheitsreserven. Dabei müssen konservative An-
18 nahmen überall ausgewiesen werden.
19

20 Während die Abfalldaten aufgrund der zeitlich begrenzten Kernenergienutzung in Deutsch-
21 land weitgehend feststehen, unterscheiden sich Art und Umfang der zur Verfügung stehenden
22 Informationen und Kenntnisse zu den jeweiligen geologischen Verhältnissen in den verschie-
23 denen Phasen des Standortauswahlprozesses und für die entsprechenden Sicherheitsuntersu-
24 chungen erheblich.
25

26 Bei (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen wird grundsätzlich
27 vom gleichen, nachfolgend dargelegten Ablauf ausgegangen wie bei den späteren Sicher-
28 heitsanalysen. Daher sollte grundsätzlich auch von einer gleichen Vorgehensweise ausgegan-
29 gen werden, die nachfolgend skizziert und erläutert wird. Auch wenn es zur Durchführung
30 von Sicherheitsuntersuchungen bzw. Sicherheitsanalysen hinsichtlich der Langzeitsicherheit
31 eines [End-]Lagers radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen keinen einheitli-
32 chen Standard gibt, beinhalten sie im Wesentlichen folgende Schritte (aufbauend auf den in
33 Abschnitt 6.5.1.2.2 genannten Grundlagen). Insbesondere die Schritte 1 und 2 laufen dabei
34 nicht zeitlich streng hintereinander ab:
35

- 36 1. Phasengerechte Erstellung eines Sicherheitskonzeptes und eines Nachweiskonzeptes
37 für die jeweilige geologische Situation in Abhängigkeit des Wirtsgesteins.
- 38 2. Erarbeitung eines (vorläufigen) [End-]lagerkonzeptes zur Umsetzung des Sicherheits-
39 konzeptes.
- 40 3. Geowissenschaftliche und klimatische Langzeitprognose: Identifikation und Bewer-
41 tung von Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen geologischen, geo-
42 technischen und technischen Barrieren sowie der Prozesse, die zu Freisetzungen bzw.
43 zur Rückhaltung der Radionuklide führen können.
- 44 4. Bewertung möglicher Freisetzungen hinsichtlich [der Wahrscheinlichkeit ihres Auftre-
45 tens] und ihres Ausmaßes. Bewertung radiologischer Konsequenzen aus möglichen
46 Freisetzungen (nur in Phase 2 und 3, nicht in Phase 1).

Kommentiert [bka4]: Streichen: Auffassung Min. Wenzel,
Dr. Appel und MV;
Mehrheit in der AG3: Beibehalten:

- 1 5. Bewertung von Ungewissheiten und Sicherheitsreserven sowie der Robustheit des
2 [End-]Lagersystems und seiner Sicherheit.
3 6. Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs sowie von Optimierungsmöglichkeiten
4 für das [End-]Lagerkonzept.

5
6 Unter „Bewertung“ wird dabei eine verbal qualitative und teilweise auch quantitative Argu-
7 mentation verstanden, bei der alle relevanten Gesichtspunkte (z.B. hinsichtlich möglicher
8 Freisetzungspfade über technische oder geotechnische und geologische Barrieren) behandelt
9 werden und die insbesondere Bezug auf die lange Zeitdauer des notwendigen sicheren Ein-
10 schlusses nimmt. Werden verschiedene Standortregionen sowohl mit gleichem als auch mit
11 verschiedenem Wirtsgestein miteinander verglichen, erfolgt die Bewertung im Rahmen der
12 Sicherheitsuntersuchungen qualitativ.

13
14 *Zu 1. Erstellung eines Sicherheitskonzeptes für die jeweilige geologische Situation*

15
16 Nach den Sicherheitsanforderungen (BMU 2010) lassen sich als übergeordnete Sicherheits-
17 funktionen „Einschluss“ sowie „Integrität“ (im Sinne des Erhalts der einschlussrelevanten
18 Eigenschaften) ableiten. Diese wären dann entsprechend der geologischen Situation weiter zu
19 spezifizieren. Hinzu kommen auf die Integrität, also den Erhalt dieser einschlusswirksamen
20 Eigenschaften, gerichtete Funktionen und Anforderungen.

21 Das Sicherheitskonzept beschreibt verbalargumentativ, wie die natürlichen Gegebenheiten
22 (das Wirtsgestein), die Prozesse (z.B. die Kompaktion des Salzversatzes unter einem aufkrie-
23 chenden Salzgebirge) und die technischen Maßnahmen (z.B. die Behälter) in ihrer Gesamtheit
24 dazu führen sollen, dass der langzeitsichere Einschluss der endgelagerten Abfälle am betrach-
25 teten Standort bzw. in der Standortregion gewährleistet werden soll.

26
27 Bei der Gestaltung des Sicherheitskonzeptes kann zunächst (insbesondere in der Phase 1) auf
28 bereits vorliegende – teilweise im Ausland entwickelte - Konzepte für Endlager insbesondere
29 hoch radioaktiver Abfälle in verschiedenen Wirtsgesteinsformationen zurückgegriffen wer-
30 den, die den in Deutschland verfolgten Wirtsgesteinstypen annähernd vergleichbar sind, so-
31 weit sie den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik verkörpern.²

32
33 In nachfolgenden Phasen des Standortauswahlprozesses kann das Sicherheitskonzept auf der
34 Grundlage der dann zur Verfügung stehenden geologischen Daten sowie unter Berücksichti-
35 gung der aus vorangegangenen (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen gewonnenen Erkennt-
36 nisse weiterentwickelt werden. Kern des Sicherheitskonzeptes ist die Zuweisung von Sicher-
37 heitsfunktionen (vgl. die Sicherheitsanforderungen des BMU /2/) zu den Systemkomponen-
38 ten.

39
40

² [Hierzu zählen für Tonstein die Endlagerprojekte in der Schweiz und in Frankreich (z.B. Arbeiten der ANDRA (Dossier de Argile, 2005 und 2013)), im Kristallin die Genehmigungsanträge für Endlager für abgebrannte Brennelemente in Schweden (Arbeiten der SKB 2011 am Standort Forsmark) und in der Finnland (Arbeiten von Posiva Oy 2012 am Standort Olkiluoto) sowie in Deutschland im Steinsalz die „Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben 2013“. Darüber hinaus sind im Hinblick auf die in Deutschland zu entsorgenden Wärme entwickelnden radioaktiven Abfälle und herrschenden geologischen Verhältnisse die FuE-Arbeiten im Auftrag des BMWi hervorzuheben]

1 *Zu 2. Erarbeitung eines (vorläufigen) (End-)Lagerkonzeptes zur Umsetzung des Sicherheits-*
2 *konzeptes*

3
4 Neben den direkt auf die Sicherheit gerichteten Anforderungen müssen auch Anforderungen
5 bzgl. der Umsetzbarkeit eines [End-]Lagers abgeleitet werden. Diese können sich z. B. auf die
6 Ausdehnung und Teufenlage des Wirtsgesteins oder die geomechanischen Verhältnisse be-
7 ziehen.

8 Als nächstes ist eine (Konzept-)Planung für das Bauwerk zu erstellen. Dies beinhaltet Kon-
9 zepte für

- 10 a) die Behälter (Art, Größe, technische Barrieren),
11 b) die Art der Einlagerung,
12 c) die Sicherheitsabstände zum Nebengestein,
13 d) die Schachtverschlüsse und Streckenverschlüsse (geotechnischen Barrieren),
14 e) das Versatzkonzept,
15 f) die Abmessungen für den später auszuweisenden einschlusswirksamen Gebirgsbe-
16 reich,
17 g) Überlegungen zum gebirgsschonenden Auffahren der Einlagerungsstrecken,
18 h) sofern auch LAW und MAW Abfälle eingelagert werden: Konzeptplanung für einen
19 zweiten Einlagerungsbereich,
20 i) den zeitlichen Ablauf der Einlagerung

21
22 Die o.g. Aufzählung a) bis i) ist beispielhaft und nicht vollständig. Sie enthält aber die we-
23 sentlichen Punkte.

24
25 In nachfolgenden Phasen des Standortauswahlprozesses ist das [End-]Lagerkonzept auf der
26 Grundlage der dann zur Verfügung stehenden geologischen Daten sowie unter Berücksichti-
27 gung der aus vorangegangenen Sicherheitsuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse weiter-
28 zuentwickeln.

29
30 Dabei muss für jeden Wirtsgesteinstyp ein [End-]Lagerkonzept entworfen werden bzw. die
31 vorhandenen generischen [End-]Lagerkonzepte sind unter Berücksichtigung der Standortge-
32 gebenheiten zu modifizieren. Wenn möglich sollten auch an einem Teilgebiet bzw. an einer
33 Standortregion mehrere [End-]Lagerkonzepte entworfen werden und diese miteinander ver-
34 glichen werden (Variantenvergleich und Optimierung).

35
36
37 *Zu 3. Geowissenschaftliche und klimatische Langzeitprognose: Identifikation und Bewer-*
38 *tung von Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen geologischen, geotechni-*
39 *schen und technischen Barrieren sowie der Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhal-*
40 *tung der Radionuklide führen können*

41
42 Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist die standort- bzw. regionsspezifische geowissen-
43 schaftliche und klimatische Langzeitprognose. Sie beschreibt die wesentlichen zu berücksich-
44 tigenden geologischen und klimatischen Veränderungen im Nachweiszeitraum von einer Mil-
45 lion Jahren mit dem Schwerpunkt möglicher Beeinträchtigungen der einschlusswirksamen

1 Barrieren. Die geowissenschaftliche Langzeitprognose baut vor Beginn der Standorterkun-
2 dung zunächst im Wesentlichen auf der Kenntnis der regionalgeologischen Entwicklung und
3 geeigneten Analogiebetrachtungen auf und ist in nachfolgenden Phasen des Auswahlverfah-
4rens anhand gezielt erhobener Erkundungsdaten fortzuschreiben.
5

6 Die geowissenschaftliche Langzeitprognose fließt unmittelbar in die Szenarienanalyse ein, die
7 mögliche Entwicklungen des [End-]Lagersystems im Betrachtungszeitraum mit dem Schwer-
8 punkt möglicher Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen Barrieren sowie
9 der Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhaltung der Radionuklide führen können,
10 beschreibt und analysiert.
11

12 Aufgrund der geowissenschaftlichen Langzeitprognose kann gefolgert werden, welche Pro-
13 zesse (z. B. Erosion, Subrosion) die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereich ge-
14 fährden könnten. Daraus können sich Anforderungen z. B. zu Sicherheitsabständen, Deckge-
15 birge, Schutz- oder Opferschichten ergeben.
16

17 Dieser Teil von (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen bzw. -analysen setzt sich unmittel-
18 bar damit auseinander, inwieweit das Ziel der Endlagerung, der langfristig sichere Einschluss
19 der Abfälle, gewährleistet werden kann. Hierzu sind sowohl die Wirksamkeit der einschluss-
20 wirksamen geologischen, geotechnischen und technischen Barrieren, deren mögliche Beein-
21 trächtigungen sowie Prozesse, die zur Mobilisierung als auch zur Rückhaltung der Radionuk-
22 lide und anderer Schadstoffe führen können, zu analysieren.
23

24 Hierzu sind zunächst die Einwirkungen, die die Integrität der einschlusswirksamen geologi-
25 schen, geotechnischen und technischen Barrieren und damit deren Wirksamkeit beeinträchti-
26 gen können sowie Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhaltung der Radionuklide
27 führen können zu identifizieren. Dazu ist eine Szenarienanalyse aufzustellen, die auf einer
28 Vielzahl von angenommenen FEPs (features, events, processes) beruht. Entsprechende FEP-
29 Zusammenstellungen sind aus nationalen und internationalen Arbeiten [vergleiche exemplari-
30 sche Zusammenstellung in Fußnote 2] für alle in Betracht kommenden Wirtsgesteine verfü-
31 bar. Ein übergreifender FEP-Katalog wird bei der OECD/NEA geführt und mit deutscher Be-
32 teiligung zu einer Datenbank weiterentwickelt.
33

34 In (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen vor Beginn der Standorterkundung erscheint es
35 jedoch nicht angemessen, eigenständige Szenarienanalysen durchzuführen, sondern auf be-
36 reits vorliegende vergleichbare Sicherheitsanalysen für [End-]Lager in vergleichbaren Wirts-
37 gesteinsformationen zurückzugreifen und zu überprüfen, inwieweit unter Berücksichtigung
38 der jeweiligen Standortgegebenheiten und der vorläufigen geowissenschaftlichen Langzeit-
39 prognose die relevanten Einwirkungen und Prozesse übertragen werden können.
40

41 Für jeden Wirtgesteinstyp soll dazu ein Set relevanter Einwirkungen und Prozesse abgeleitet
42 werden und dafür die jeweiligen standortspezifischen Unterschiede ausgewiesen werden.
43 Grundsätzlich ist es empfehlenswert, für jeden Wirtgesteinstyp eine prototypische Sicher-
44 heitsuntersuchung zu erarbeiten, und auf dieser Grundlage für jeden betrachtenden Standort
45 bzw. für jedes betrachtete Gebiet Differenzbetrachtungen durchzuführen. Anschließend sollen
46 anhand der konkreten standort- bzw. gebietsspezifischen Merkmale die Unterschiede hinsicht-
47 lich der zu untersuchenden Sicherheitsaspekte herausgearbeitet werden.
48

1 Die identifizierten Einwirkungen auf die einschlusswirksamen Barrieren und freisetzungsre-
2 levanten Prozesse (FEPs) sind dahingehend zu bewerten, inwieweit sie zu Freisetzungen in
3 die Biosphäre führen können. Während hierzu in nachfolgenden Sicherheitsuntersuchungen
4 numerische Integritätsanalysen (z. B. mit Überprüfung des Dilatanzkriteriums oder des Flu-
5 iddruckkriteriums) der einschlusswirksamen Barrieren sowie Mobilisierungs- und Transport-
6 rechnungen unverzichtbar sind, werden für Sicherheitsuntersuchungen in der ersten Phase des
7 Standortauswahlverfahrens (vor Beginn von Standorterkundungen) die Nutzung von über-
8 schlägigen Abschätzungen und Analogiebetrachtungen anhand der „zu 1.“ genannten nationa-
9 len und internationalen Arbeiten bereits vorliegender Sicherheitsanalysen als angemessen
10 angesehen.

11 In der Phase 1 gehören beispielhaft zu den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen:

- 12 1. Abschätzung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches und damit der Bereiche, in
13 dem das Fluidruckkriterium und des Dilatanzkriterium eingehalten werden muss
- 14 2. Untersuchungen zum Wärmeeintrag in das Wirtsgestein über die Zeit durch die einge-
15 lagerten Abfälle
- 16 3. Überlegungen und Untersuchungen zur Robustheit der eingesetzten Komponenten
17

18 Als Robustheit wird die Zuverlässigkeit und Qualität und somit die Unempfindlichkeit der
19 Sicherheitsfunktionen des [End-]Lagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und
20 äußeren Einflüssen und Störungen sowie die Unempfindlichkeit der Ergebnisse der Sicher-
21 heitsanalysen gegenüber Abweichungen zur zugrunde gelegten Annahmen bezeichnet.

22 In den Phasen 2 und 3 gehören beispielhaft zusätzlich zu den für Phase 1 genannten Sicher-
23 heitsuntersuchungen, (wobei die nachfolgenden Untersuchungen auch je nach Kenntnisstand
24 in der Phase 1 bereits teilweise sinnvoll sein können):
25

- 26 1. Nachweis der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches [und ggfls. der In-
27 tegrität des Deckgebirges]; Überprüfung des Fluidruckkriteriums und des Dilatanz-
28 kriteriums
- 29 2. Ausweis von Bereichen, in denen außerhalb des einschlusswirksamen Gebirgsberei-
30 ches das Fluidruckkriterium verletzt ist und Ausweis aller Quellen für Porenwasser,
31 Kristallwasser, Lösungseinschlüssen, Klüften und anderen möglichen Quellen für Zu-
32 fuhr von Flüssigkeiten,
- 33 3. Untersuchungen zur Kompaktion des Versatzmaterials über die Zeit
- 34 4. Thermo-Mechanische Auslegungsberechnungen des Grubengebäudes (und damit auch
35 zur Hebung des Geländeoberfläche)
- 36 5. Entwurf Schachtverschluss und Ermittlung von Grundwasserzutrittsraten über die Zeit
37 in Abhängigkeit der Ausbildung des Verschlusses und der umgebenden Auflocke-
38 rungszone
- 39 6. Nachweis der Tragfähigkeit und der Rissebeschränkung bei den Schachtverschlüssen
- 40 7. Untersuchungen zu Einwirkungen von Erdbeben auf das Grubengebäude, speziell die
41 Schachtverschlüsse
- 42 8. Konzeptentwicklung zur Rückholung, Bergung oder Wiederauffindung von Behältern

Kommentiert [bka5]: Vorschläge: Prof. Kudla:streichen.
NMU: wenn es woanders besser passt, Inhalt evtl. verschie-
ben

- 1 9. Untersuchungen zur Gasentwicklung über die Zeit auf Grundlage der Restfeuchte in
2 den Behältern, der Versatzfeuchte (im Tonstein und Kristallingestein zusätzlich: unter
3 Berücksichtigung der Eigenfeuchte und zutretenden Wässern)
- 4 10. Untersuchungen zur Korrosion der Behälter
- 5 11. Radiologische Freisetzungsberechnungen (Ergebnisse sind nur Sicherheitsindikator-
6 ren!)
- 7 12. Untersuchungen zur Mobilisierung von natürlich im [End-]Lagersystem vorkommen-
8 den radioaktiven oder sonstigen grundwasser- oder bodenrelevanten Stoffen
- 9 13. Untersuchung zu radiolytischen Prozessen
- 10 14. Untersuchungen zu dynamischen Prozessen und Selbstorganisation von Prozessen,
- 11 15. Untersuchungen zur Veränderung der geochemischen und katalytischen Bedingungen
12 auf Grund der Temperaturerhöhung im Einlagerungsbereich
- 13 16. Untersuchungen zur Temperaturerhöhung und darauf aufbauend zur Änderung der geo-
14 chemischen Verhältnisse im Grundwasserleiter des Deckgebirges
- 15 17. Untersuchungen zur Kritikalität und Nachweis des Kritikalitätsausschlusses
- 16 18. Überlegungen zur Verhinderung des menschlichen Eindringens nach dem Verschluss
17 (human intrusion)
- 18 19. Untersuchungen zur technische Auslegung und Optimierung der Einlagerungsmaschi-
19 nen
- 20 20. Untersuchungen zur betriebssicherheitlich und strahlenschutztechnisch günstigen Wet-
21 terführung
- 22 21. Überlegungen zu einem Monitoringkonzept
- 23 22. Überlegungen zur Optimierung aller [End-]Lagerkomponenten

24
25 Die genannten Sicherheitsuntersuchungen Nr. 1 bis 22 sind nur beispielhaft aufgelistet und
26 sind auf keinen Fall vollständig! Der Vorhabenträger hat selbst alle Sicherheitsuntersuchun-
27 gen auszuführen, um sämtliche als relevant erkannten Auslegungsfälle zu berücksichtigen und
28 sämtlich in den Sicherheitsanforderungen des BMU /2/ genannten Sicherheitsanforderungen
29 zu erfüllen (jeweils angepasst an die Phase).

30
31 Im Rahmen der Sicherheitsuntersuchungen werden auch Untersuchungen hinsichtlich der
32 Standorteignung der oberirdischen Anlagen und hinsichtlich der Betriebssicherheit durchge-
33 führt. Zur Überprüfung der Standorteignung der oberirdischen Anlagen zählen beispielsweise
34 die Prüfung hinsichtlich des Hochwasserschutzes und des Meeresspiegelanstiegs, hinsichtlich
35 Störfällen aus benachbarten Industrieanlagen, hinsichtlich Flugzeugabsturz usw. . Die Sicher-
36 heitsuntersuchungen zu den genannten Punkten haben damit auch Einfluss auf die Standort-
37 auswahl der oberirdischen Anlagen.

38
39 *Zu 4. Bewertung möglicher Freisetzungen hinsichtlich [der Wahrscheinlichkeit ihres Auftre-
40 tens und] ihres Ausmaßes; Bewertung radiologischer Konsequenzen aus möglichen Freiset-
41 zungen*

42

Kommentiert [bka6]: Meinungen in der AG 3: Streichen:
Auffassung Min. Wenzel, Dr. Appel und MV;
Mehrheit in der AG3: Beibehalten:

1 Für die im vorangegangenen Bearbeitungsschritt ermittelten Fälle der möglichen Entwicklung
2 des [End-]Lagersystems, die zu Freisetzungen in die Biosphäre führen können, ist ihr Ausmaß
3 und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens zu ermitteln.
4

5 [Die Quantifizierung der Wahrscheinlichkeiten stößt in der Regel auf erhebliche Probleme.
6 Daher hat sich in der Praxis und in Analogie zu den Sicherheitsanforderungen des BMU von
7 2010 eine Klassifizierung des Auftretens von Freisetzungen in die Biosphäre in

- 8 • wahrscheinliche Entwicklungen,
- 9 • weniger wahrscheinliche Entwicklungen,
- 10 • unwahrscheinliche Entwicklungen

11
12 bewährt, die aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens der relevanten Entwicklungen und
13 Prozesse, bzw. deren Kombinationswahrscheinlichkeit abgeleitet wird. (Siehe auch Kapitel
14 6.5.0 „Sicherheitsanforderungen“)

15
16 [Für die Bewertung des Ausmaßes von Freisetzungen in die Biosphäre sind in der Regel nume-
17 rische Transport- und Ausbreitungsrechnungen erforderlich. Für (vorläufige) Sicherheits-
18 untersuchungen in der ersten Phase des Standortauswahlverfahrens noch vor Beginn von ge-
19 zielter Erkundungsmaßnahmen muss jedoch davon ausgegangen, dass für eine quantitative
20 Bewertung noch keine geeignete Datenbasis zur Verfügung steht. Anhand von überschlägigen
21 Abschätzungen und Analogiebetrachtungen sind daher eher qualitative Einordnungen zum
22 Ausmaß der in den betrachteten Fällen zu erwartenden Freisetzungen vorzunehmen. Hierzu
23 kann es hilfreich sein, den Anteil des betroffenen Radionuklidinventars sowie den möglichen
24 Zeitpunkt und die mögliche Transportdauer bis zum Erreichen der Biosphäre zusammen mit
25 dem fortschreitenden Zerfall der Radionuklide zu betrachten.]

26
27 [Die Bewertung der aus den möglichen Freisetzungen resultierenden radiologischen Conse-
28 quenzen erfolgt in der Regel, indem die berechneten Dosisraten einschlägigen regulatorischen
29 Grenzwerten gegenübergestellt werden. Hierzu wird meist die hypothetische Exposition einer
30 angenommenen kritischen Gruppe mit bestimmten Lebens- und Verzehrgeohnheiten zu-
31 grunde gelegt. Ungeachtet dessen, dass die so ermittelten Dosiswerte einen wichtigen Sicher-
32 heitsindikator darstellen, sind sie mit erheblichen Prognoseungewissheiten behaftet, da sich
33 weder die Lebens-, noch Verzehrgeohnheiten der Menschen noch die erheblichen Umge-
34 staltungen unterliegenden Ausbreitungspfade im oberen Teil der Geosphäre über einen derart
35 langen Betrachtungszeitraum in geeigneter Weise prognostizieren.]

36
37 Es ist zu klären, welche Informationen in der jeweiligen Phase tatsächlich für den Vergleich
38 zur Verfügung stehen. Nur diese sind heranzuziehen; es ist zu klären, welche Interpretations-
39 spielräume sich aus den Informationen ergeben und welche Sensitivität diese hinsichtlich der
40 Sicherheitsfunktionen aufweisen. Nach OECD/NEA 2015 müssen für den Vergleich Unsicher-
41 heiten (Ungewissheiten?) gewürdigt und angemessen berücksichtigt werden. Solange sich
42 das Verfahren noch in einer generischen Phase befindet ist es jedoch wahrscheinlich, dass
43 sicherheitsbezogene Bewertungen lediglich zur Unterscheidung der vorher getroffenen An-
44 nahmen führen (eigene Übersetzung des Originals „Uncertainties need to be acknowledged
45 and appropriately accounted for when making comparisons. In a generic state, prior to site
46 characterisation it is difficult to use safety assessment results for discrimination between sites,
47 because it is likely to be just discrimination between assumptions.“) (OECD/NEA 2015)).
48

Kommentiert [bka7]: Meinungen in der AG 3:
Streichen: Auffassung Min. Wenzel, Dr. Appel und MV;
Mehrheit in der AG3: Beibehalten:

Kommentiert [bka8]: Meinungen in der AG 3:
Streichen: Auffassung Min. Wenzel, und MV;
Mehrheit in der AG3: Beibehalten:

Kommentiert [bka9]: Meinungen in der AG 3:
Streichen: Auffassung Min. Wenzel,
Mehrheit in der AG3: Beibehalten:

1 Daraus ergibt sich, dass die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen je nach Phase der Standortauswahl noch nicht den Charakter vollwertiger Sicherheitsanalysen haben können. Modellrechnungen können durchaus eine Rolle spielen (z. B. Diffusionsrechnungen zur Abschätzung des Einschlusspotentials von Tonsteinformationen oder thermomechanische Modellrechnungen zur Abschätzung der Integrität einer Steinsalzformation). Solche Modellrechnungen liefern so genannte Indikatoren (z. B. „Status of barriers’ related indicators“ nach OECD/NEA 2012), die in der Kriterienbildung verwendet werden können.

8
9 [Unterschiede in den berechneten Dosiswerten unterhalb der Grenzwerte können nicht zum Vergleich herangezogen werden. Gleichwertigkeit könnte nur bei Berücksichtigung aller sicherheitsrelevanten Eigenschaften der Standortgebiete bzw. Standorte, etwa auf Basis des jeweils abschließenden Langzeitsicherheitsnachweises im Genehmigungsverfahren gezeigt werden].

Kommentiert [MS10]: Hier ist noch ein neuer Formulierungsvorschlag von Niedersachsen angekündigt

15 *Zu 5. Bewertung von Ungewissheiten und Sicherheitsreserven sowie der Robustheit des [End-]Lagersystems und seiner Sicherheit*

17 Wie bereits ausgeführt, können die Bewertung der Sicherheit eines [End-]Lagersystems und insbesondere eine vergleichende Gegenüberstellung nicht ausschließlich anhand möglicher Freisetzen in die Biosphäre und daraus resultierender radiologischer Konsequenzen erfolgen. Im Rahmen der (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen müssen zwangsläufig Ungewissheiten in Kauf genommen werden, die mit zielgerichteten Erkundungsprogrammen abgebaut, aber nicht gänzlich beseitigt werden können. Diese Ungewissheiten sind daher explizit auszuweisen und in die Bewertung und vergleichende Gegenüberstellung mit einzubeziehen. Die (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen bieten ein Gesamtverständnis für das sicherheitsgerichtete Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten des [End-]Lagersystems und dabei auch der Auswirkungen dieser oder jener geologischen Merkmale eines Standortes bzw. einer Region und ihrer Ausprägungen auf seine Sicherheit. Ohne sie ist eine belastbare Gewichtung von auf geologische Merkmale bezogenen Abwägungskriterien, eine geeignete quantitative Klassifizierung und insbesondere eine begründete Abwägung untereinander als nicht zielführend.

33 *Zu 6. Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs sowie von Optimierungsmöglichkeiten für das [End-]Lagerkonzept*

36 Bei der Implementierung von Endlagerprogrammen haben sich international in Übereinstimmung mit entsprechenden Empfehlungen (siehe u. a. The Nature and Purpose of the Post-closure Safety Cases for Geological Repositories, NEA/RWM/R(2013)1, Seite 15; IAEA Safety Standards, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste for protecting people and the environment, No. SSG-23 Specific Safety Guide, Seite 19) vorläufige Sicherheitsuntersuchungen bzw. -analysen, die mit Fortschreiten des Standortauswahlverfahrens bzw. der Endlagerimplementierung sukzessive weiterentwickelt werden als geeignetes Werkzeug bewährt für die

- 44 • zielgerichtete Standorterkundung,
- 45 • Steuerung von FuE-Programmen und
- 46 • Optimierung von [End-]Lagerkonzepten.

1 Bei der Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen werden mehr oder weniger
2 zwangsläufig die maßgeblichen Kenntnisdefizite zur Geologie der betrachtenden Standorte,
3 offene Fragestellungen, die in weiterführenden FuE-Arbeiten zu untersuchen sind, und die
4 Optimierungsmöglichkeiten der angesetzten [End-]Lagerkonzepte offenkundig. Die daraus re-
5 sultierende Steuerungsfunktion der (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen müssen daher in
6 allen Phasen der Standortauswahl zielgerichtet genutzt werden.

7
8

9 **6.5.1.2.5 Bewertung der Sicherheitsuntersuchungen**

10 Als Bewertungsmaßstab für die Sicherheit werden die Sicherheitsanforderungen des BMU
11 folgt zu Grunde gelegt (siehe BMU /2/).

12

13 In der Phase 1 sind die Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nur als orientie-
14 rende Größen zu verstehen, die wegen geringer Kenntnisse zu den standortspezifischen geo-
15 logischen Verhältnissen noch mit Unsicherheiten behaftet sind und damit keine hinreichend
16 robuste Sicherheitsaussage zulassen (weitgehend nur generische Untersuchung).

17

18 Die Ergebnisse der (vorläufig weiterentwickelten oder umfassenden) Sicherheitsuntersuchun-
19 gen in der Phase 2 und 3 (einschließlich Dosisberechnungen) werden zusammen mit der Be-
20 wertung der Abwägungskriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit dargelegt. Auf
21 diese Weise erfolgt eine sicherheitstechnische Gesamtbewertung der Standortregionen bzw.
22 Standorte unter Berücksichtigung der jeweiligen Vor- und Nachteile. Dadurch kann ein Ver-
23 gleich von Standortregionen bzw. Standorten erfolgen. Dabei werden die erwartete Entwick-
24 lung des Gesamtsystems (Nahfeld und Fernfeld, Geosphäre) sowie seine Robustheit berück-
25 sichtigt. Die Variabilität und die Unsicherheit in den Eingangsdaten sind dabei ebenfalls zu
26 berücksichtigen. Des Weiteren sind Modellunsicherheiten darzulegen und aufzuzeigen, wie
27 diesen Rechnung getragen wird.

28

29 [Beim Vergleich von Standorten dürfen Standorte nicht aufgrund von Dosisdifferenzen aus-
30 geschlossen werden, die nur durch Ungewissheiten der zugrunde gelegten Daten verursacht
31 werden.]

32 [Freisetzungs- und Dosisrechnungen, wie sie im Rahmen von vorläufigen Sicherheitsanalysen
33 vorgenommen werden, sind jedoch insbesondere in frühen Phasen des Auswahlverfahrens
34 kaum hilfreich beim Standortvergleich. Die Freisetzungs- und Dosisrechnungen werden led-
35 diglich zur Abschätzung genutzt, ob an einem Standort prinzipiell das Potential zur Erfüllung
36 von Sicherheitsanforderungen besteht.]

37

38 Für die Gesamtbeurteilung von Standortregionen bzw. Standorten im Rahmen des Vergleichs
39 solle eine vierstufige qualitative Bewertungsskala („sehr geeignet“, „geeignet“, „bedingt ge-
40 eignet“, „weniger geeignet“) zu verwenden.]

41

42

43

Kommentiert [bka11]: Meinungen in der AG 3:
beibehalten: 5 mal
streichen: 5 mal
Enthaltung: 2

Kommentiert [bka12]: Meinungen in der AG 3:
beibehalten: 5 mal
streichen: 5 mal
Enthaltung: 2
(andere Personen als beim Meinungsbild zum vorherigen Absatz)

Kommentiert [bka13]: Meinungen in der AG 3:
beibehalten: 7mal
streichen: 3 mal
Enthaltung: 2
(andere Personen als beim Meinungsbild zum vorherigen Absatz)

1 **Literatur**

- 2
- 3 /1/ Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze – (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013
- 4
- 5
- 6
- 7 /2/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand 30. September 2010
- 8
- 9
- 10
- 11 /3/ Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF): Aspekte eines Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle, Köln, Oktober 2014,
- 12
- 13
- 14
- 15 /4/ Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd): Auswahlverfahren für Endlagerstandorte, Empfehlungen des AkEnd , Abschlussbericht, Köln, 2002,
- 16
- 17
- 18 /5/ Bundesamt für Strahlenschutz: Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle. Wirtsgesteine im Vergleich, Salzgitter 2005
- 19
- 20
- 21 /6/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit und Bau (BMUB): Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm), ENTWURF vom 06. Januar 2015
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26 /7/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI (Bericht ENSI 33/075): Anforderungen an provisorische Sicherheitsanalysen und den sicherheitstechnischen Vergleich; Sachplan Geologische Tiefenlager, Etappe 2, Brugg, April 2010
- 27
- 28
- 29
- 30 /8/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI (Bericht ENSI 33/154): Präzisierung zur sicherheitstechnischen Methodik für die Auswahl von mindestens zwei Standortgebieten je für HAA und SMA in Etappe s SGT, Sachplan Geologische Tiefenlager, Etappe 2, Brugg, Januar 2013
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35 und weitere im Text genannte Literatur.