

**Geschäftsstelle**

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

Kommission  
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe  
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

---

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

Vorlage der Vorsitzenden der AG 3 für die 32. Sitzung der Kommission am 20. Juni 2016

---

**ERNEUT DRITTE LESUNG**  
BEARBEITUNGSSTAND: 17.06.2016

1 **Bearbeitungsstand: Nach 31. Sitzung der Kommission**  
2 **Stand: 17.06.2016**

## 3 4 5 **6.5 Entscheidungskriterien für das Auswahlverfahren**

### 6 7 **6.5.2 Methodik für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen**

#### 8 9 **6.5.2.1. Inhalt und Kontext von Sicherheitsuntersuchungen**

10 Die Kommission hat die Aufgabe, im Zusammenhang mit den Entscheidungsgrundlagen für  
11 die Standortauswahl für ein Endlager (für insbesondere wärmeentwickelnde radioaktive Ab-  
12 fälle und ausgediente Brennelemente) Vorschläge für die "Methodik für die durchzuführen-  
13 den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen" zu erarbeiten (vgl. § 4 Abs. 2 Nr. 2 StandAG  
14 /1/).

15  
16 Das Standortauswahlgesetz sieht in der Methodik für die durchzuführenden vorläufigen Si-  
17 cherheitsuntersuchungen eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die Einengung der  
18 Suchräume und die Standortauswahl (vgl. Begründung zum StandAG, Punkt B. zu § 4).

19  
20 Nach dieser Begründung wird in einer Sicherheitsuntersuchung das Verhalten des Endlager-  
21 systems unter den verschiedensten Belastungssituationen und unter Berücksichtigung von  
22 Datenunsicherheiten, Fehlfunktionen sowie zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten im Hin-  
23 blick auf die Erfüllung der Sicherheitsfunktionen analysiert. Sie umfasst zudem die Beurtei-  
24 lung der Zuverlässigkeit der Erfüllung der Sicherheitsfunktionen und damit auch der Robust-  
25 heit dieses Systems.

26  
27 Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen eine Bewertung enthalten, welche geolo-  
28 gischen Eigenschaften der Standortregionen bzw. des Standorts besonders positive oder auch  
29 negative Auswirkungen auf das Endlagersystem haben könnten.

30  
31 Unterschiedliche geologische Gesamtsituationen können sehr unterschiedliche Vor- und  
32 Nachteile insbesondere für die Langzeitsicherheit haben. Insofern muss bei einem Vergleich  
33 von Standortregionen mit eventuell unterschiedlichen geologischen Situationen ermittelt wer-  
34 den, welche Eigenschaften für die Langzeitsicherheit eine besondere Bedeutung haben und  
35 mit welchen Instrumentarien die sicherheitstechnische Bedeutung im Vergleich bewertet  
36 wird. Dies kann für die jeweiligen Schritte des Standortauswahlverfahrens unterschiedlich  
37 sein (vgl. Begründung zum StandAG).

38  
39 Für die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und der  
40 Vergleiche unterschiedlicher Standorte und Wirtsgesteinsinformationen ist es notwendig, dass  
41 die Methodik der durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sowie der dafür  
42 notwendigen Daten und Informationen vor Beginn der vergleichenden Untersuchung be-  
43 stimmt werden (vgl. Begründung zum StandAG).

44  
45 Eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung unterscheidet sich von einem Langzeitsicherheits-  
46 nachweis in einem Genehmigungsverfahren, weil für einen solchen Sicherheitsnachweis um-  
47 fassende Daten und Kenntnisse über das Endlagersystem, den einschlusswirksamen Gebirgs-  
48 bereich (ewG), geologische Barrieren und die geologische Umgebung erforderlich sind, die

1 aber naturgemäß zu Beginn des Auswahlprozesses bzw. in der jeweiligen Phase noch nicht  
2 vorliegen (können).

3  
4 Die abschließende Sicherheitsnachweis/Sicherheitsbewertung (safety case) für den letztlich  
5 ausgewählten Standort baut auf einer umfassenden Sicherheitsanalyse auf, für die umfassende  
6 Daten/Kenntnisse über das Endlagersystem, den einschlusswirksamen Gebirgsbereich (ewG)  
7 und die geologische Umgebung erforderlich sind.

8 Der Detaillierungsgrad der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und die Aussagekraft ihrer  
9 Ergebnisse nehmen entsprechend dem zunehmenden Informationsgewinn durch die Erkun-  
10 dung der Standortregionen/Standorte von Phase zu Phase des Auswahlverfahrens zu. Entspre-  
11 chend sind mit der Weiterentwicklung des Kenntnisstandes das Sicherheitskonzept und das  
12 Endlagerkonzept zu überprüfen und weiter zu entwickeln. In der Schlussphase des Auswahl-  
13 verfahrens hat der Vorhabenträger die verbliebenen Standorte auf Grundlage der Prüfkriterien  
14 zur Beurteilung von Ergebnissen der untätigen Erkundung und umfassender vorläufiger  
15 Sicherheitsuntersuchungen für die Betriebsphase und die Nachverschlussphase zu vergleichen  
16 und einen Standortvorschlag vorzulegen.

17  
18 Alle (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen erfolgen auf dem jeweiligen Stand von Wissen-  
19 schaft und Technik. Dazu gehört auch jeweils das Endlagerkonzept (einschließlich Ver-  
20 schluss- und Versatzmaßnahmen), das die bestmögliche Schadensvorsorge nach dem jeweili-  
21 gen Stand von Wissenschaft und Technik ermöglicht. Es ist selbstverständlich, dass eine Än-  
22 derung des Standes von Wissenschaft und Technik bei nachfolgenden Sicherheitsuntersu-  
23 chungen berücksichtigt werden muss. Dies kann dazu führen, dass (vorläufige) Sicherheitsun-  
24 tersuchungen, die bereits Jahre vorher durchgeführt wurden, neu bewertet werden müssen.

## 25 26 27 **6.5.2.2 Methodischer Ansatz für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen**

### 28 29 **6.5.2.2.1 Sicherheitsuntersuchungen als Instrument im Auswahlprozess**

30  
31 In dem Standortauswahlverfahren werden die Suchräume für den Endlagerstandort ausgehend  
32 von dem gesamten bundesdeutschen Staatsgebiet in den Phasen des vergleichenden Verfah-  
33 rens jeweils eingeschränkt. Dabei soll in jeder Phase vorrangiges Auswahlkriterium die Ein-  
34 haltung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen (4.2.2 StandAG), die wirtsge-  
35 steinsspezifischen Ausschluss- und Auswahlkriterien (4.2.2 StandAG) und die wirtsgestein-  
36 sunabhängigen Abwägungskriterien (4.2.2 StandAG) sein. Die Einhaltung der Sicherheitsan-  
37 forderungen (4.2.2 StandAG) muss erwartet werden können. Die Kriterien für eine mögliche  
38 Fehlerkorrektur (4.2.3 StandAG) müssen erfüllt sein.

39  
40 Der Vorschlag für in Betracht kommende Teilgebiete wird somit im vergleichenden Aus-  
41 schluss- und Abwägungsverfahren erarbeitet.

42  
43 Für die übrig gebliebenen und damit in Betracht kommenden Teilgebiete hat der Vorhaben-  
44 träger jeweils vorläufige Sicherheitsuntersuchungen nach Maßgabe der zuvor durch Bundes-  
45 gesetz (§ 4 Absatz 5) festgelegten Methodik und der Kriterien für die vorläufigen Sicherheits-  
46 untersuchungen zu erstellen.

47  
48 Die BGE hat einen Vorschlag für die in Betracht kommenden Teilgebiete und auf der Grund-  
49 lage der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen weitergehend einen Vorschlag für eine Aus-

1 wahl von Standortregionen für die übertägige Erkundung zu erstellen und diese dem BfE zu  
2 übermitteln. Dabei wählt die BGE Standortregionen aus, die insbesondere im Hinblick auf  
3 das Ziel der bestmöglichen Sicherheit einer übertägigen Erkundung unterzogen werden sollen  
4 (vgl. Begründung zum StandAG).

#### 5 6 7 **6.5.2.2.2 Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen der Standortaus-** 8 **wahl**

9  
10 In den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens sind (vorläufige) Sicherheitsun-  
11 tersuchungen im Zuge der Einengung auf potenziell geeignete Standorte vorgesehen, die be-  
12 reits im StandAG sinnvoll festgelegt sind (siehe §13(2) und §16(2) und §18(3)).

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

18  
19 Der Detaillierungsgrad der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und die Aussagekraft ihrer  
20 Ergebnisse nehmen entsprechend dem zunehmenden Informationsgewinn durch die Erkun-  
21 dung der Standortregionen bzw. der Standorte und dem sich weiterentwickelnden Sicherheits-  
22 und Endlagerkonzept (bzw. der Konzepte, sofern mehrere gleichzeitig verfolgt werden) von  
23 Phase zu Phase des Auswahlverfahrens zu.

24  
25  
26 Die gewählten Adjektive für die Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen des  
27 Auswahlprozesses im StandAG antizipieren diesen Erkenntnisfortschritt bereits, z.B.:

- 28 1. §13(2): repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen,
- 29 2. §16(2): weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen,
- 30 3. §18(3): umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen.

31  
32 So hat der Vorhabenträger in Phase 1 des Standortauswahlverfahrens zur Ermittlung in Be-  
33 tracht kommender Teilgebiete und zur Auswahl von Standortregionen für die übertägige Er-  
34 kundung *repräsentative* vorläufige Sicherheitsuntersuchungen zu erstellen (§13(2)).

35  
36 In der Phase 2 werden für die übertägig erkundeten Standortregionen weiterentwickelte vor-  
37 läufige Sicherheitsuntersuchungen durch den Vorhabenträger ausgeführt (§16(2)). Auf  
38 Grundlage der *weiterentwickelten* vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und weiterer Daten  
39 erarbeitet der Vorhabenträger einen Vorschlag, welche Standortregionen bzw. Standorte un-  
40 tertägig erkundet werden sollen. Ergänzend schlägt er Prüfkriterien zur Beurteilung der Er-  
41 kundungsergebnisse vor. Nach Prüfung durch das BfE werden die vorgeschlagenen Standorte  
42 untertägig erkundet.

43 In der Phase 3 werden für die untertägig erkundeten Standorte umfassende vorläufige Sicher-  
44 heitsuntersuchungen für die Betriebsphase und die Nachbetriebsphase durch den Vorhaben-  
45 träger ausgeführt (siehe §18(3)). Auf Grundlage der umfassenden vorläufigen Sicherheitsun-  
46 tersuchungen und weiterer Daten (siehe §19(1)) schlägt das BfE einen Standort für ein Endla-  
47 ger für insbesondere Wärme entwickelnde Abfälle vor.

1 In allen Phasen hat die Sicherheit des Endlagers oberste Priorität.

2  
3 Mit fortschreitendem Auswahlprozess muss die Art der geforderten Sicherheitsuntersuchun-  
4 gen detaillierter werden. Damit wird auch deutlich, dass ein Standortauswahlverfahren nicht  
5 allein auf einen Vergleich der geologischen Merkmale verschiedener potenzieller Regionen  
6 und Standorte reduziert werden kann, sondern immer im Kontext mit dem entsprechenden  
7 Endlagersystem gesehen werden muss.

8  
9  
10 **6.5.2.2.3 Grundlagen für Sicherheitsuntersuchungen im Rahmen des Standortaus-**  
11 **wahlverfahrens**

12  
13 Vor Beginn der Sicherheitsuntersuchungen sollten folgende Festlegungen getroffen werden:

- 14 • Übergeordnete sicherheitliche Ziele der Endlagerung insbesondere hoch radioaktiver  
15 Abfälle in tiefen geologischen Formationen in Abhängigkeit von den charakteristi-  
16 schen sicherheitsrelevanten Eigenschaften der nach StandAG in Frage kommenden  
17 Wirtsgesteinstypen Salz, Ton und Kristallin: Vollständiger bzw. sicherer Einschluss  
18 mit allenfalls geringfügiger Freisetzung innerhalb des Nachweiszeitraums von 1 Mil-  
19 lion Jahren.
- 20 • Generische Sicherheitskonzepte für Endlagersysteme bzw. Lagersystemtypen in cha-  
21 rakteristischen Erscheinungsformen der Wirtsgesteinstypen.
- 22 • An die zu betrachtenden Endlagersystemtypen und die zugehörigen Sicherheitskon-  
23 zepte angepasste technische Endlagerkonzepte mit angepassten technischen und geo-  
24 technischen Barrieren, die im Laufe des Auswahlverfahrens auf Grundlage des zu-  
25 nehmenden Informations- und Erkenntnisgewinns standortspezifisch weiter zu entwi-  
26 ckeln sind.

27 Folgende Grundlagen sind für die Sicherheitsuntersuchungen erforderlich:

- 28 a) Genaue und frühzeitige Informationen zu Menge, Art und Eigenschaften der radioak-  
29 tiven Abfälle,
- 30 b) Kenntnisse der geologischen Gegebenheiten in den potenziellen Standortregionen  
31 bzw. an den Standorten,

32  
33 Entsprechende Informationen müssen in den einzelnen Phasen im jeweils erforderlichen Tief-  
34 gang vorliegen oder sind zu erarbeiten, bevor im Rahmen des Auswahlverfahrens Entschei-  
35 dungen, z.B. bezüglich eines Ausschlusses oder einer Rückstellung von potenziellen Standort-  
36 regionen oder Standorten getroffen werden können. Ausschlüsse aufgrund mangelnder Daten  
37 und Informationen sind nicht zulässig.

38  
39 Zu a)  
40 Informationen über Art und Menge der Wärme entwickelnden radioaktiven Abfälle und aus-  
41 gedienten Brennelemente in Deutschland liegen vor, z.B. im Nationalen Entsorgungspro-  
42 gramm von 2015. Sofern der Vorhabenträger die Einlagerung weiterer, vernachlässigbar  
43 Wärme entwickelnder Abfälle am betrachteten Standort vorsieht, müssen diese Abfälle nach  
44 Art und Menge spezifiziert werden. Ihre Einlagerung ist im Endlagerkonzept (s. u.) zu be-  
45 rücksichtigen.

46

1 Zu b)

2 Information und Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse in einer Region oder an einem Standort können zunächst entweder aus vorhandenen Daten (Bohrprofilen, geophysikalischen Aufschlüssen usw.) und Kartenmaterial gewonnen werden, die den Geologischen Landesämtern und Bundesbehörden vorliegen. Dabei helfen insbesondere die in der Erdöl- und Erdgasindustrie gewonnenen Erkenntnisse aus seismischen Untersuchungen und aus Explorationsbohrungen, sofern diese öffentlich zugänglich sind oder gemacht werden können. Im weiteren Einengungsprozess sind gezielt die geologischen Verhältnisse zu erkunden.

9

10

#### 11 **6.5.2.2.4 Vorgehen bei Sicherheitsuntersuchungen – Vorschlag einer Methodik**

12

13 Ziel der Endlagerung ist es, durch das geeignete Zusammenwirken geologischer, geotechnischer und technischer Barrieren den vollständigen Einschluss der radioaktiven Abfälle zu gewährleisten, um Freisetzungen in die Biosphäre zu vermeiden bzw. auf ein möglichst niedriges geringfügiges Niveau unterhalb festgesetzter Grenzwerte zu begrenzen. Gegenstand der (vorläufigen, vorläufig weiterentwickelten und umfassenden) Sicherheitsuntersuchungen ist in diesem Zusammenhang grundsätzlich die Überprüfung, inwieweit dieses Ziel, d. h. der vollständige oder langfristig sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten gewährleistet werden kann.

21

22 Bei der Standortauswahl müssen die in Betracht kommenden Standortregionen/Standorte bzw. Endlagersysteme an Hand vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen vergleichend gegenübergestellt werden. Dabei wird die Gesamtheit des Endlagersystems mit allen seinen sicherheitsrelevanten Bestandteilen betrachtet und unmittelbar hinsichtlich seiner Sicherheit bewertet. Soweit auf Grund der phasenabhängigen Informationslage überhaupt möglich/sinnvoll – werden außerdem die Aussichten auf die im weiteren Verfahrensverlauf schrittweise zu bestätigende und im Genehmigungsverfahren abschließend zu belegenden Einhaltung der Schutzziele und der weiteren sicherheitlichen Anforderungen gemäß /2/ bewertet.

30

31 Für einen belastbaren Vergleich von Endlagersystemen mittels standortspezifischer Sicherheitsuntersuchungen sollen nach Stand von Wissenschaft und Technik vorrangig Kriterien herangezogen werden, die auf Sicherheitsindikatoren beruhen. Hierzu zählen in den Phasen 2 und 3 (nicht in Phase 1) auch solche zur Beurteilung möglicher Freisetzungen aus dem Endlager hinsichtlich Menge, Art sowie daraus resultierender radiologischer Konsequenzen. Ferner müssen zum Zeitpunkt des Vergleiches bestehende Ungewissheiten in die Abwägung ebenso miteinfließen wie die Robustheit der Sicherheitsaussage und der Sicherheit des Endlagersystems, d.h. bestehende Sicherheitsreserven. Dabei müssen konservative Annahmen überall ausgewiesen werden.

40

41 Während die Abfalldaten aufgrund der zeitlich begrenzten Kernenergienutzung in Deutschland weitgehend feststehen, unterscheiden sich Art und Umfang der zur Verfügung stehenden Informationen und Kenntnisse zu den jeweiligen geologischen Verhältnissen in den verschiedenen Phasen des Standortauswahlprozesses und für die entsprechenden Sicherheitsuntersuchungen erheblich.

46

47 Bei (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen wird grundsätzlich vom gleichen, nachfolgend dargelegten Ablauf ausgegangen wie bei den späteren Sicherheitsanalysen. Daher sollte grundsätzlich auch von einer gleichen Vorgehensweise ausgegan-

48

1 gen werden, die nachfolgend skizziert und erläutert wird. Auch wenn es zur Durchführung  
2 von Sicherheitsuntersuchungen bzw. Sicherheitsanalysen hinsichtlich der Langzeitsicherheit  
3 eines Endlagers radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen keinen einheitlichen  
4 Standard gibt, beinhalten sie im Wesentlichen folgende Schritte (aufbauend auf den in Ab-  
5 schnitt 6.5.2.2.3 genannten Grundlagen). Insbesondere die Schritte 1 und 2 laufen dabei nicht  
6 zeitlich streng hintereinander ab:

- 8 1. Phasengerechte Erstellung eines Sicherheitskonzeptes und eines Nachweiskonzeptes  
9 für die jeweilige geologische Situation in Abhängigkeit des Wirtsgesteins.
- 10 2. Erarbeitung eines (vorläufigen) Endlagerkonzeptes zur Umsetzung des Sicherheits-  
11 konzeptes.
- 12 3. Geowissenschaftliche und klimatische Langzeitprognose: Identifikation und Bewer-  
13 tung von Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen geologischen, geo-  
14 technischen und technischen Barrieren sowie der Prozesse, die zu Freisetzungen bzw.  
15 zur Rückhaltung der Radionuklide führen können.
- 16 4. Bewertung möglicher Freisetzungen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit<sup>1</sup> ihres Auftre-  
17 tens und ihres Ausmaßes. Bewertung radiologischer Konsequenzen aus möglichen  
18 Freisetzungen (nur in Phase 2 und 3, nicht in Phase 1).
- 19 5. Bewertung von Ungewissheiten und Sicherheitsreserven sowie der Robustheit des  
20 Endlagersystems und seiner Sicherheit.
- 21 6. Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs sowie von Optimierungsmöglichkeiten  
22 für das Endlagerkonzept.

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

#### 30 *Zu 1. Erstellung eines Sicherheitskonzeptes für die jeweilige geologische Situation*

31  
32  
33 Nach den Sicherheitsanforderungen (BMU 2010) lassen sich als übergeordnete Sicherheits-  
34 funktionen „Einschluss“ sowie „Integrität“ (im Sinne des Erhalts der einschlussrelevanten  
35 Eigenschaften) ableiten. Diese wären dann entsprechend der geologischen Situation weiter zu  
36 spezifizieren. Hinzu kommen auf die Integrität, also den Erhalt dieser einschlusswirksamen  
37 Eigenschaften, gerichtete Funktionen und Anforderungen.

38  
39  
40 Das Sicherheitskonzept beschreibt verbalargumentativ, wie die natürlichen Gegebenheiten  
41 (das Wirtsgestein), die Prozesse (z.B. die Kompaktion des Salzversatzes unter einem aufkrie-  
42 chenden Salzgebirge) und die technischen Maßnahmen (z.B. die Behälter) in ihrer Gesamtheit

---

<sup>1</sup> Hier ist zu beachten, dass in der Praxis die „Wahrscheinlichkeiten“ aufgrund einer qualifizierten Expertenein-  
schätzung ermittelt werden, eine numerische Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten ist aufgrund der fehlenden  
statistisch gesicherten Erfahrungsbasis nicht möglich.

1 dazu führen sollen, dass der langzeitsichere Einschluss der endgelagerten Abfälle am betrach-  
2 teten Standort bzw. in der Standortregion gewährleistet werden soll.

3  
4 Bei der Gestaltung des Sicherheitskonzeptes kann zunächst (insbesondere in der Phase 1) auf  
5 bereits vorliegende – teilweise im Ausland entwickelte - Konzepte für Endlager insbesondere  
6 hoch radioaktiver Abfälle in verschiedenen Wirtsgesteinsformationen zurückgegriffen wer-  
7 den, die den in Deutschland verfolgten Wirtsgesteinstypen annähernd vergleichbar sind, so-  
8 weit sie den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik verkörpern.<sup>2</sup>

9  
10 In nachfolgenden Phasen des Standortauswahlprozesses kann das Sicherheitskonzept auf der  
11 Grundlage der dann zur Verfügung stehenden geologischen Daten sowie unter Berücksichti-  
12 gung der aus vorangegangenen (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen gewonnenen Erkennt-  
13 nisse weiterentwickelt werden. Kern des Sicherheitskonzepts ist die Zuweisung von Sicher-  
14 heitsfunktionen (vgl. die Sicherheitsanforderungen des BMU /2/) zu den Systemkomponen-  
15 ten.

16  
17 *Zu 2. Erarbeitung eines (vorläufigen) Endlagerkonzeptes zur Umsetzung des Sicherheitskon-*  
18 *zeptes*

19  
20 Neben den direkt auf die Sicherheit gerichteten Anforderungen müssen auch Anforderungen  
21 bzgl. der Umsetzbarkeit eines Endlagers abgeleitet werden. Diese können sich z. B. auf die  
22 Ausdehnung und Teufenlage des Wirtsgesteins oder die geomechanischen Verhältnisse be-  
23 ziehen.

24  
25 Als nächstes ist eine (Konzept-)Planung für das Bauwerk zu erstellen. Dies beinhaltet Kon-  
26 zepte für

- 27 a) die Behälter (Art, Größe, technische Barrieren),
- 28 b) die Art der Einlagerung,
- 29 c) die Sicherheitsabstände zum Nebengestein,
- 30 d) die Schachtverschlüsse und Streckenverschlüsse (geotechnischen Barrieren),
- 31 e) das Versatzkonzept,
- 32 f) die Abmessungen für den später auszuweisenden einschlusswirksamen Gebirgsbe-  
33 reich,
- 34 g) Überlegungen zum gebirgsschonenden Auffahren der Einlagerungsstrecken,
- 35 h) sofern auch LAW und MAW Abfälle eingelagert werden: Konzeptplanung für einen  
36 zweiten Einlagerungsbereich,
- 37 i) den zeitlichen Ablauf der Einlagerung,
- 38 j) ein Konzept für die Rückholung bzw. Bergung.

---

<sup>2</sup> 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 für Steinsalz die in Deutschland dafür diskutierten Konzepte. 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.

**Kommentiert [MS1]:** Vorschlag für die geänderte Fußnote unten. Geändert ist der dort gelb markierte Bereich.

Die Alternative wäre die Streichung der gesamten Fußnote.

1  
2 Die o.g. Aufzählung a) bis j) ist beispielhaft und nicht vollständig. Sie enthält aber die wesentlichen Punkte.  
3

4  
5 In nachfolgenden Phasen des Standortauswahlprozesses ist das Endlagerkonzept auf der  
6 Grundlage der dann zur Verfügung stehenden geologischen Daten sowie unter Berücksichtigung  
7 der aus vorangegangenen Sicherheitsuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse weiterzuentwickeln.  
8  
9

10 Dabei muss für jeden Wirtsgesteinstyp ein Endlagerkonzept entworfen werden bzw. die vorhandenen  
11 generischen Endlagerkonzepte sind unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten zu modifizieren.  
12 Wenn möglich sollten auch an einem Teilgebiet bzw. an einer Standortregion mehrere Endlagerkonzepte  
13 entworfen werden und diese miteinander verglichen werden (Variantenvergleich und Optimierung).  
14

15  
16 *Zu 3. Geowissenschaftliche und klimatische Langzeitprognose: Identifikation und Bewertung von  
17 Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen geologischen, geotechnischen und  
18 technischen Barrieren sowie der Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhaltung der Radionuklide  
19 führen können*  
20

21 Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist die standort- bzw. regionsspezifische geowissenschaftliche  
22 und klimatische Langzeitprognose. Sie beschreibt die wesentlichen zu berücksichtigenden  
23 geologischen und klimatischen Veränderungen im Nachweiszeitraum von einer Million Jahren  
24 mit dem Schwerpunkt möglicher Beeinträchtigungen der einschlusswirksamen Barrieren. Die  
25 geowissenschaftliche Langzeitprognose baut vor Beginn der Standorterkundung zunächst im  
26 Wesentlichen auf der Kenntnis der regionalgeologischen Entwicklung und geeigneten Analogie-  
27 betrachtungen auf und ist in nachfolgenden Phasen des Auswahlverfahrens anhand gezielt  
28 erhobener Erkundungsdaten fortzuschreiben.  
29

30 Die geowissenschaftliche Langzeitprognose fließt unmittelbar in die Szenarienanalyse ein, die  
31 mögliche Entwicklungen des Endlagersystems im Betrachtungszeitraum mit dem Schwerpunkt  
32 möglicher Einwirkungen auf die Integrität der einschlusswirksamen Barrieren sowie der  
33 Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhaltung der Radionuklide führen können,  
34 beschreibt und analysiert.  
35

36 Aufgrund der geowissenschaftlichen Langzeitprognose kann gefolgert werden, welche Prozesse  
37 (z. B. Erosion, Subrosion) die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereich gefährden  
38 könnten. Daraus können sich Anforderungen z. B. zu Sicherheitsabständen, Deckgebirge,  
39 Schutz- oder Opferschichten ergeben.  
40

41 Dieser Teil von (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen bzw. -analysen setzt sich unmittelbar  
42 damit auseinander, inwieweit das Ziel der Endlagerung, der langfristig sichere Einschluss  
43 der Abfälle, gewährleistet werden kann. Hierzu sind sowohl die Wirksamkeit der einschluss-  
44 wirksamen geologischen, geotechnischen und technischen Barrieren, deren mögliche Beeinträchtigungen  
45 sowie Prozesse, die zur Mobilisierung als auch zur Rückhaltung der Radionuklide und anderer  
46 Schadstoffe führen können, zu analysieren.  
47

48 Hierzu sind zunächst die Einwirkungen, die die Integrität der einschlusswirksamen geologischen,  
49 geotechnischen und technischen Barrieren und damit deren Wirksamkeit beeinträchtigen

1 gen können sowie Prozesse, die zu Freisetzungen bzw. zur Rückhaltung der Radionuklide  
2 führen können zu identifizieren. Dazu ist eine Szenarienanalyse aufzustellen, die auf einer  
3 Vielzahl von angenommenen FEPs (features, events, processes) beruht. Entsprechende FEP-  
4 Zusammenstellungen sind aus nationalen und internationalen Arbeiten [(vergleiche exempla-  
5 rische Zusammenstellung in Fußnote 2)] für alle in Betracht kommenden Wirtsgesteine ver-  
6 ffügbar. Ein übergreifender FEP-Katalog wird bei der OECD/NEA geführt und mit deutscher  
7 Beteiligung zu einer Datenbank weiterentwickelt.

8  
9 In (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen vor Beginn der Standorterkundung erscheint es  
10 jedoch nicht angemessen, eigenständige Szenarienanalysen durchzuführen, sondern auf be-  
11 reits vorliegende vergleichbare Sicherheitsanalysen für Endlager in vergleichbaren Wirtsgeste-  
12 steinsformationen zurückzugreifen und zu überprüfen, inwieweit unter Berücksichtigung der  
13 jeweiligen Standortgegebenheiten und der vorläufigen geowissenschaftlichen Langzeitprog-  
14 nose die relevanten Einwirkungen und Prozesse übertragen werden können.

15  
16 Für jeden Wirtsgesteinstyp soll dazu ein Set relevanter Einwirkungen und Prozesse abgeleitet  
17 werden und dafür die jeweiligen standortspezifischen Unterschiede ausgewiesen werden.  
18 Grundsätzlich ist es empfehlenswert, für jeden Wirtsgesteinstyp eine prototypische Sicher-  
19 heitsuntersuchung zu erarbeiten, und auf dieser Grundlage für jeden betrachtenden Standort  
20 bzw. für jedes betrachtete Gebiet Differenzbetrachtungen durchzuführen. Anschließend sollen  
21 anhand der konkreten standort- bzw. gebietsspezifischen Merkmale die Unterschiede hinsicht-  
22 lich der zu untersuchenden Sicherheitsaspekte herausgearbeitet werden.

23  
24 Die identifizierten Einwirkungen auf die einschlusswirksamen Barrieren und freisetzungswir-  
25 relevanten Prozesse (FEPs) sind dahingehend zu bewerten, inwieweit sie zu Freisetzungen in  
26 die Biosphäre führen können. Während hierzu in nachfolgenden Sicherheitsuntersuchungen  
27 numerische Integritätsanalysen (z. B. mit Überprüfung des Dilatanzkriteriums oder des Flu-  
28 iddruckkriteriums) der einschlusswirksamen Barrieren sowie Mobilisierungs- und Transport-  
29 rechnungen unverzichtbar sind, werden für Sicherheitsuntersuchungen in der ersten Phase des  
30 Standortauswahlverfahrens (vor Beginn von Standorterkundungen) die Nutzung von über-  
31 schlägigen Abschätzungen und Analogiebetrachtungen anhand der „zu 1.“ genannten nationa-  
32 len und internationalen Arbeiten bereits vorliegender Sicherheitsanalysen als angemessen  
33 angesehen.

34  
35 In der Phase 1 gehören beispielhaft zu den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen:

- 36 1. Abschätzung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches und damit der Bereiches, in  
37 dem das Fluidruckkriterium und des Dilatanzkriterium eingehalten werden muss
- 38 2. Untersuchungen zum Wärmeeintrag in das Wirtsgestein über die Zeit durch die einge-  
39 lagerten Abfälle
- 40 3. Überlegungen und Untersuchungen zur Robustheit der eingesetzten Komponenten

41  
42 Als Robustheit wird die Zuverlässigkeit und Qualität und somit die Unempfindlichkeit der  
43 Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und äußeren  
44 Einflüssen und Störungen sowie die Unempfindlichkeit der Ergebnisse der Sicherheits-  
45 analysen gegenüber Abweichungen zur zugrunde gelegten Annahmen bezeichnet.

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

**Kommentiert [JSe2]:** Auflösung der eckigen Klammer  
oder Entfall des Textes abhängig von der Lösung auf Seite 7.

- 1
- 2 1. Nachweis der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches **und des hinrei-**
- 3 **chenden Erhalts der Schutzfunktion des Deckgebirges**]; Überprüfung des Fluiddruck-
- 4 kriteriums und des Dilatanzkriteriums
- 5 2. Ausweis von Bereichen, in denen außerhalb des einschlusswirksamen Gebirgsberei-
- 6 ches das Fluiddruckkriterium verletzt ist und Ausweis aller Quellen für Porenwasser,
- 7 Kristallwasser, Lösungseinschlüssen, Klüften und anderen möglichen Quellen für Zu-
- 8 fuhr von Flüssigkeiten,
- 9 3. Untersuchungen zur Kompaktion des Versatzmaterials über die Zeit
- 10 4. Thermo-mechanische Auslegungsberechnungen des Grubengebäudes (und damit auch
- 11 zur Hebung des Geländeoberfläche)
- 12 5. Entwurf Schachtverschluss und Ermittlung von Grundwasserzutrittsraten über die Zeit
- 13 in Abhängigkeit der Ausbildung des Verschlusses und der umgebenden Auflocke-
- 14 rungszone
- 15 6. Nachweis der Tragfähigkeit und der Rissebeschränkung bei den Schachtverschlüssen
- 16 7. Untersuchungen zu Einwirkungen von Erdbeben auf das Grubengebäude, speziell die
- 17 Schachtverschlüsse
- 18 8. Konzeptentwicklung zur Rückholung, Bergung oder Wiederauffindung von Behältern
- 19 9. Untersuchungen zur Gasentwicklung über die Zeit auf Grundlage der Restfeuchte in
- 20 den Behältern, der Versatzfeuchte (im Tonstein und Kristallingestein zusätzlich: unter
- 21 Berücksichtigung der Eigenfeuchte und zutretenden Wässern)
- 22 10. Untersuchungen zur Korrosion der Behälter
- 23 11. Radiologische Freisetzungsberechnungen (Ergebnisse sind nur Sicherheitsindikato-
- 24 ren!)
- 25 12. Untersuchungen zur Mobilisierung von natürlich im Endlagersystem vorkommenden
- 26 radioaktiven oder sonstigen grundwasser- oder bodenrelevanten Stoffen
- 27 13. Untersuchung zu radiolytischen Prozessen
- 28 14. Untersuchungen zu dynamischen Prozessen und Selbstorganisation von Prozessen,
- 29 15. Untersuchungen zur Veränderung der geochemischen und katalytischen Bedingungen
- 30 auf Grund der Temperaturerhöhung im Einlagerungsbereich
- 31 16. Untersuchungen zur Temperaturerhöhung und darauf aufbauend zur Änderung der geo-
- 32 chemischen Verhältnisse im Grundwasserleiter des Deckgebirges
- 33 17. Untersuchungen zur Kritikalität und Nachweis des Kritikalitätsausschlusses
- 34 18. Überlegungen zur Verhinderung des menschlichen Eindringens nach dem Verschluss
- 35 (human intrusion)
- 36 19. Untersuchungen zur technische Auslegung und Optimierung der Einlagerungsmaschi-
- 37 nen
- 38 20. Untersuchungen zur betriebssicherheitlich und strahlenschutztechnisch günstigen Wet-
- 39 terführung
- 40 21. Überlegungen zu einem Monitoringkonzept

**Kommentiert [JSe3]:** Zurückgestellt. Auflösung der eckigen Klammer abhängig von der Lösung bei Kapitel B.6.5.6.

1 22. Überlegungen zur Optimierung aller Endlagerkomponenten

2 23. [Untersuchungen zum Deckgebirge].

3  
4 Die genannten Sicherheitsuntersuchungen Nr. 1 bis [23] sind nur beispielhaft aufgelistet und  
5 sind auf keinen Fall vollständig! Der Vorhabenträger hat selbst alle Sicherheitsuntersuchun-  
6 gen auszuführen, um sämtliche als relevant erkannten Auslegungsfälle zu berücksichtigen und  
7 sämtlich in den Sicherheitsanforderungen des BMU /2/ genannten Sicherheitsanforderungen  
8 zu erfüllen (jeweils angepasst an die Phase).

9  
10 Im Rahmen der Sicherheitsuntersuchungen werden auch Untersuchungen hinsichtlich der  
11 Standorteignung der oberirdischen Anlagen und hinsichtlich der Betriebssicherheit durchge-  
12 führt. Zur Überprüfung der Standorteignung der oberirdischen Anlagen zählen beispielsweise  
13 die Prüfung hinsichtlich des Hochwasserschutzes und des Meeresspiegelanstiegs, hinsichtlich  
14 Störfällen aus benachbarten Industrieanlagen, hinsichtlich Flugzeugabsturz usw. Die Sicher-  
15 heitsuntersuchungen zu den genannten Punkten haben damit auch Einfluss auf die Standort-  
16 auswahl der oberirdischen Anlagen.

17  
18 *Zu 4. Bewertung möglicher Freisetzungen hinsichtlich [der Wahrscheinlichkeit ihres Auftre-*  
19 *tens und] ihres Ausmaßes; Bewertung radiologischer Konsequenzen aus möglichen Freiset-*  
20 *zungen*

21  
22 Für die im vorangegangenen Bearbeitungsschritt ermittelten Fälle der möglichen Entwicklung  
23 des Endlagersystems, die zu Freisetzungen in die Biosphäre führen können, ist ihr Ausmaß  
24 und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens zu ermitteln.

25  
26 Die Quantifizierung der Wahrscheinlichkeiten stößt in der Regel auf erhebliche Probleme.  
27 Daher wird in der Praxis und in Analogie zu den Sicherheitsanforderungen des BMU von  
28 2010 bislang eine Klassifizierung des Auftretens von Freisetzungen in die Biosphäre in

- 29
- wahrscheinliche Entwicklungen,
  - 30 • weniger wahrscheinliche Entwicklungen,
  - 31 • unwahrscheinliche Entwicklungen
- 32

33 vorgenommen, die aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens der relevanten Entwicklungen  
34 und Prozesse, bzw. deren Kombinationswahrscheinlichkeit abgeleitet wird. Diese Einstufun-  
35 gen basieren nicht auf quantitativen Rechnungen sondern auf Einstufungen aufgrund von Ex-  
36 pertenschätzungen. Hinsichtlich des von der Kommission gesehenen Änderungsbedarfs an  
37 den Sicherheitsanforderungen wird auf das Kapitel 6.5.1 „Sicherheitsanforderungen“ verwie-  
38 sen.

39  
40 Für die Bewertung des Ausmaßes von Freisetzungen in die Biosphäre sind in der Regel nu-  
41 merische Transport- und Ausbreitungsrechnungen erforderlich. Für (vorläufige) Sicherheits-  
42 untersuchungen in der ersten Phase des Standortauswahlverfahrens noch vor Beginn von ge-  
43 zielter Erkundungsmaßnahmen muss jedoch davon ausgegangen, dass für eine quantitative  
44 Bewertung noch keine geeignete Datenbasis zur Verfügung steht. Anhand von überschlägigen  
45 Abschätzungen und Analogiebetrachtungen sind daher eher qualitative Einordnungen zum  
46 Ausmaß der in den betrachteten Fällen zu erwartenden Freisetzungen vorzunehmen. Hierzu  
47 kann es hilfreich sein, den Anteil des betroffenen Radionuklidinventars sowie den möglichen

**Kommentiert [JSe4]:** Zurückgestellt. Auflösung der eckigen Klammer abhängig von der Lösung bei Kapitel B.6.5.6.

1 Zeitpunkt und die mögliche Transportdauer bis zum Erreichen der Biosphäre zusammen mit  
2 dem fortschreitenden Zerfall der Radionuklide zu betrachten.

3  
4 Die Bewertung der aus den möglichen Freisetzungen resultierenden radiologischen Konse-  
5 quenzen erfolgt in der Regel, indem die berechneten Dosisraten einschlägigen regulatorischen  
6 Grenzwerten gegenübergestellt werden. Hierzu wird meist die hypothetische Exposition einer  
7 angenommenen kritischen Gruppe mit bestimmten Lebens- und Verzehrgeohnheiten zu-  
8 grunde gelegt. Ungeachtet dessen, dass die so ermittelten Dosiswerte einen wichtigen Sicher-  
9 heitsindikator darstellen, sind sie mit erheblichen Prognoseungewissheiten behaftet, da sich  
10 weder die Lebens-, noch Verzehrgeohnheiten der Menschen noch die erheblichen Umge-  
11 staltungen unterliegenden Ausbreitungspfade im oberen Teil der Geosphäre über einen derart  
12 langen Betrachtungszeitraum in geeigneter Weise prognostizieren.

13  
14 Es ist zu klären, welche Informationen in der jeweiligen Phase tatsächlich für den Vergleich  
15 zur Verfügung stehen. Nur diese sind heranzuziehen; es ist zu klären, welche Interpretations-  
16 spielräume sich aus den Informationen ergeben und welche Sensitivität diese hinsichtlich der  
17 Sicherheitsfunktionen aufweisen. Nach OECD/NEA 2015 müssen für den Vergleich Unsicher-  
18 heiten (Ungewissheiten?) gewürdigt und angemessen berücksichtigt werden. Solange sich  
19 das Verfahren noch in einer generischen Phase befindet ist es jedoch wahrscheinlich, dass  
20 sicherheitsbezogene Bewertungen lediglich zur Unterscheidung der vorher getroffenen An-  
21 nahmen führen (eigene Übersetzung des Originals „Uncertainties need to be acknowledged  
22 and appropriately accounted for when making comparisons. In a generic state, prior to site  
23 characterisation it is difficult to use safety assessment results for discrimination between sites,  
24 because it is likely to be just discrimination between assumptions.“) (OECD/NEA 2015)).

25  
26 Daraus ergibt sich, dass die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen je nach Phase der Stand-  
27 ortauswahl noch nicht den Charakter vollwertiger Sicherheitsanalysen haben können. Modell-  
28 rechnungen können durchaus eine Rolle spielen (z. B. Diffusionsrechnungen zur Abschätzung  
29 des Einschlusspotentials von Tonsteinformationen oder thermomechanische Modellrechnun-  
30 gen zur Abschätzung der Integrität einer Steinsalzformation). Solche Modellrechnungen lie-  
31 fern so genannte Indikatoren (z. B. „Status of barriers’ related indicators“ nach OECD/NEA  
32 2012), die in der Kriterienbildung verwendet werden können.

33  
34 *Zu 5. Bewertung von Ungewissheiten und Sicherheitsreserven sowie der Robustheit des End-*  
35 *lagersystems und seiner Sicherheit*

36  
37 Wie bereits ausgeführt, können die Bewertung der Sicherheit eines Endlagersystems und ins-  
38 besondere eine vergleichende Gegenüberstellung nicht ausschließlich anhand möglicher Frei-  
39 setzungen in die Biosphäre und daraus resultierender radiologischer Konsequenzen erfolgen.  
40 Im Rahmen der (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen müssen zwangsläufig Ungewisshei-  
41 ten in Kauf genommen werden, die mit zielgerichteten Erkundungsprogrammen abgebaut,  
42 aber nicht gänzlich beseitigt werden können. Diese Ungewissheiten sind daher explizit aus-  
43 zuweisen und in die Bewertung und vergleichende Gegenüberstellung mit einzubeziehen.

44 Die (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen bieten ein Gesamtverständnis für das sicher-  
45 heitsgerichtete Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten des Endlagersystems und  
46 dabei auch der Auswirkungen dieser oder jener geologischen Merkmale eines Standortes bzw.  
47 einer Region und ihrer Ausprägungen auf seine Sicherheit. Ohne sie ist eine belastbare Ge-  
48 wichtung von auf geologische Merkmale bezogenen Abwägungskriterien, eine geeignete

1 quantitative Klassifizierung und insbesondere eine begründete Abwägung untereinander als  
2 nicht zielführend.

3  
4 *Zu 6. Ableitung des Erkundungs- und FuE-Bedarfs sowie von Optimierungsmöglichkeiten für*  
5 *das Endlagerkonzept*

6  
7 Bei der Implementierung von Endlagerprogrammen haben sich international in Übereinstim-  
8 mung mit entsprechenden Empfehlungen (siehe u. a. The Nature and Purpose of the Post-  
9 closure Safety Cases for Geological Repositories, NEA/RWM/R(2013)1, Seite 15; IAEA  
10 Safety Standards, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive  
11 Waste for protecting people and the environment, No. SSG-23 Specific Safety Guide, Seite  
12 19) vorläufige Sicherheitsuntersuchungen bzw. –analysen, die mit Fortschreiten des Standort-  
13 auswahlverfahrens bzw. der Endlagerimplementierung sukzessive weiterentwickelt werden  
14 als geeignetes Werkzeug bewährt für die

- 15 • zielgerichtete Standorterkundung,
- 16 • Steuerung von FuE-Programmen und
- 17 • Optimierung von Endlagerkonzepten.

18  
19 Bei der Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen werden mehr oder weniger  
20 zwangsläufig die maßgeblichen Kenntnisdefizite zur Geologie der betrachtenden Standorte,  
21 offene Fragestellungen, die in weiterführenden FuE-Arbeiten zu untersuchen sind, und die  
22 Optimierungsmöglichkeiten der angesetzten Endlagerkonzepte offenkundig. Die daraus resultie-  
23 rende Steuerungsfunktion der (vorläufigen) Sicherheitsuntersuchungen müssen daher in allen  
24 Phasen der Standortauswahl zielgerichtet genutzt werden.

25  
26

#### 27 **6.5.2.2.5 Bewertung der Sicherheitsuntersuchungen**

28  
29 Als Bewertungsmaßstab für die Sicherheit werden die Sicherheitsanforderungen des BMU  
30 folgt zu Grunde gelegt (siehe BMU /2/).

31  
32 In der Phase 1 sind die Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nur als orientie-  
33 rende Größen zu verstehen, die wegen geringer Kenntnisse zu den standortspezifischen geo-  
34 logischen Verhältnissen noch mit Unsicherheiten behaftet sind und damit keine hinreichend  
35 robuste Sicherheitsaussage zulassen (weitgehend nur generische Untersuchung).

36  
37 Die Ergebnisse der (vorläufig weiterentwickelten oder umfassenden) Sicherheitsuntersuchun-  
38 gen in der Phase 2 und 3 (einschließlich Dosisberechnungen) werden zusammen mit der Be-  
39 wertung der Abwägungskriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit dargelegt. Auf  
40 diese Weise erfolgt eine sicherheitstechnische Gesamtbewertung der Standortregionen bzw.  
41 Standorte unter Berücksichtigung der jeweiligen Vor- und Nachteile. Dadurch kann ein Ver-  
42 gleich von Standortregionen bzw. Standorten erfolgen. Dabei werden die erwartete Entwick-  
43 lung des Gesamtsystems (Nahfeld und Fernfeld, Geosphäre) sowie seine Robustheit berück-  
44 sichtigt. Die Variabilität und die Unsicherheit in den Eingangsdaten sind dabei ebenfalls zu  
45 berücksichtigen. Des Weiteren sind Modellunsicherheiten darzulegen und aufzuzeigen, wie  
46 diesen Rechnung getragen wird.

47

1 Beim Vergleich von Standorten dürfen Standorte nicht aufgrund von Dosisdifferenzen ausge-  
2 schlossen werden, die nur durch Ungewissheiten der zugrunde gelegten Daten verursacht  
3 werden.

4  
5 Freisetzungs- und Dosisrechnungen, wie sie im Rahmen von vorläufigen Sicherheitsanalysen  
6 vorgenommen werden, sind in den Phasen 2 und 3 des Auswahlverfahrens beim Standortver-  
7 gleich erforderlich. Die Freisetzungs- und Dosisrechnungen werden lediglich zur Abschät-  
8 zung genutzt, ob an einem Standort prinzipiell das Potential zur Erfüllung von Sicherheitsan-  
9 forderungen besteht.

10

11

## 12 **Literatur**

13

14 /1/ Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwi-  
15 ckelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze – (Standortauswahlgesetz –  
16 StandAG) vom 23. Juli 2013

17

18 /2/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicher-  
19 heitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand 30.  
20 September 2010

21

22 und weitere im Text genannte Literatur.