

Vorschlag für einen Entwurf eines Berichtsteils

zu Teil B – Kapitel X.X Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Entwurf NMU

BEARBEITUNGSSTAND: 29.02.2016

Vorbemerkung:

Diese Vorlage eines Entwurfs für einen Berichtsteil zum Thema „vorläufige Sicherheitsuntersuchungen“ ist der Versuch, die in den nachgenannten Materialien vorgelegten Entwürfe zu bündeln und in einer verdichteten Form zusammenzufassen. Aufgrund der umfassenden Umgestaltung wurde darauf verzichtet die Änderungen in der K-Drs. AG3-96 einzutragen, in der Hoffnung, dass dies der Übersichtlichkeit und der Lesbarkeit hilfreich ist.

Verwendete Materialien (ohne Reihenfolge):

K-Drs./AG3-66 Klaus-Jürgen Röhlig - Stellungnahme zu ausgewählten Aspekten der Kommissionsdrucksachen AG 3-33, AG 3-40 und AG 3-43 im Hinblick auf sicherheitsrelevante Kriterien und Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlprozess; 11.12.2015
K-Drs./AG3-99 Entwurf des Berichtsteils zu Teil B – Kapitel 6.5.1 (neu) Sicherheitsanforderungen
K-Drs /AG3-96 Methodik für Sicherheitsuntersuchungen, Entwurf 3 vom 18.02.2016
K-Drs /AG3-95 Kommentare / Änderungsvorschläge von D. Appel zum Papier „Methodik für Sicherheitsbetrachtungen und Sicherheitsuntersuchungen (K-Drs /AG3-96)“
K-MAT 10 – Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (Stand: 30. September 2010)

Hinweise:

Anhang 1 listet die Begriffserläuterungen; möglicherweise sind diese zu ergänzen und in einem eigenen Berichtsteil aufzunehmen.

Die im Anhang 2 genannten Fundstellen wurden zur besseren Nachvollziehbarkeit eingefügt. Sie sollten im Bericht entfallen.

x.x Einordnung – Was ist unter einer "vorläufigen Sicherheitsuntersuchung" (4.2 StandAG) zu verstehen?

Nach § 4 Abs. 2 hat die Atommüllkommission Vorschläge für die "Methodik für die durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen" als Entscheidungsgrundlage für die Standortauswahl zur Lagerung insbesondere hoch radioaktiver Abfälle zu erarbeiten. Im Folgenden finden sich Ausführungen zur rechtlichen und prozessualen Einordnung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sowie ein Vorschlag zur Methodik.

In einer Sicherheitsuntersuchung wird das Verhalten des Systems zur Lagerung insbesondere hoch radioaktiver Abfälle unter den verschiedensten Belastungssituationen und unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten, Fehlfunktionen sowie zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Erfüllung aller sicherheitstechnischen Anforderungen, sowohl in der Betriebsphase als auch in der Nachverschlussphase des Endlagers analysiert.

Eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung ist demnach eine in einer bestimmten Phase des Auswahlverfahrens durchzuführende vorläufige Einschätzung des künftigen Verhaltens dieses Systems bezüglich der Erfüllung aller sicherheitstechnischen Anforderungen.

Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen eine Bewertung enthalten, welche geologischen Eigenschaften der Standortregionen bzw. des Standorts besonders positive oder auch negative Auswirkungen auf das Lagersystem haben könnten.

Sie umfassen zudem die Beurteilung der Zuverlässigkeit der Erfüllung der Sicherheitsfunktionen und damit auch der Robustheit dieses Systems.

Unterschiedliche geologische Gesamtsituationen können sehr unterschiedliche Vor- und Nachteile insbesondere für die Langzeitsicherheit haben. Insofern muss bei einem Vergleich von Standortregionen mit eventuell unterschiedlichen geologischen Situationen ermittelt werden, welche Eigenschaften für die Langzeitsicherheit eine besondere Bedeutung haben und mit welchen Instrumentarien die sicherheitstechnische Bedeutung im Vergleich bewertet wird. Dies kann für die jeweiligen Schritte des Standortauswahlverfahrens unterschiedlich sein.

Zur Glaubwürdigkeit der Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und der Vergleiche unterschiedlicher Standorte und Wirtsgesteinsinformationen ist es notwendig, dass die Methodik der durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sowie der dafür notwendigen Daten und Informationen vor Beginn der vergleichenden Untersuchung bestimmt werden.

Eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung unterscheidet sich von einem Langzeitsicherheitsnachweis in einem Genehmigungsverfahren, weil für einen solchen Nachweis umfassende Daten und Kenntnisse über das Lagersystem, den einschlusswirksamen Gebirgsbereich (ewG), geologische Barrieren und die geologische Umgebung erforderlich sind, die aber naturgemäß zu Beginn des Auswahlprozesses bzw. in der jeweiligen Phase noch nicht vorliegen (können).

x.x Rechtliche Einordnung – Vorgaben seitens des Standortauswahlgesetzes

Die Atommüllkommission hat die Aufgabe, im Zusammenhang mit den Entscheidungsgrundlagen für die Standortauswahl für ein Lager für insbesondere hoch radioaktive Abfälle Vorschläge für die "Methodik für die durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen" zur erarbeiten (§4(2); die Fundstellenverweise beziehen sich immer auf das StandAG).

Verantwortlich für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist der Vorhabenträger (§6, 4). Der Vorhabenträger hat die in dem Standortauswahlverfahren festgelegten Standorte übertägig und untertägig zu erkunden. Dabei hat er regelmäßig an das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung zu berichten und die Erkundungsergebnisse in vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zusammenzufassen und sie zu bewerten (§12 (1)).

Der Detaillierungsgrad der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und die Aussagekraft ihrer Ergebnisse nehmen entsprechend dem zunehmenden Informationsgewinn durch die Erkundung der Standortregionen bzw. der Standorte und dem sich weiterentwickelnden Sicherheits- und Lagerkonzept (bzw. der Konzepte, sofern mehrere gleichzeitig verfolgt werden) von Phase zu Phase des Auswahlverfahrens zu.

Im voranschreitenden Auswahlprozess entwickeln sich die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen iterativ, da mit dem Fortschreiten im Standortauswahlprozess die Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse in den Standortregionen wachsen und dafür angepasste Konzepte immer konkreter und belastbarer entwickelt werden können.

Die gewählten Adjektive für die Sicherheitsuntersuchungen in den verschiedenen Phasen des Auswahlprozesses im StandAG antizipieren diesen Erkenntnisfortschritt bereits. So hat der Vorhabenträger zur Ermittlung in Betracht kommender Standortregionen und zur Auswahl von Standorten für die übertägige Erkundung *repräsentative* vorläufige Sicherheitsuntersuchungen zu erstellen (§13(2)).

Für die sachgerechte Standortauswahl zur untertägigen Erkundung für die zu betrachtenden Wirtsgesteine hat er die durch Erkundung und *weiterentwickelte* vorläufige Sicherheitsuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse zu bewerten (§16(2)).

In der Schlussphase des Auswahlverfahrens hat der Vorhabenträger die verbliebenen Standorte auf Grundlage der Prüfkriterien zur Beurteilung von Ergebnissen der untertägigen Erkundung und *umfassender* vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen für die Betriebsphase und die Nachverschlussphase zu vergleichen und einen Standortvorschlag vorzulegen (§18(3)).

Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung schlägt auf Grundlage der durchgeführten Sicherheitsuntersuchungen nach § 18 Absatz 3, des Berichtes nach § 18 Absatz 4 und unter Abwägung sämtlicher privater und öffentlicher Belange sowie der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung vor, an welchem Standort ein Lager für insbesondere hoch radioaktive Abfälle errichtet werden soll (Standortvorschlag) (§19(1)).

x.x Sicherheitsuntersuchungen als Instrument im Auswahlprozess

In dem Standortauswahlverfahren werden die Suchräume für den Lagerstandort ausgehend von dem gesamten bundesdeutschen Staatsgebiet in den Phasen des vergleichenden Verfahrens jeweils eingeschränkt. Dabei soll in jeder Phase vorrangiges Auswahlkriterium die Einhaltung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen (4.2.2 StandAG), der wirtsgesteinsspezifischen Ausschluss- und Auswahlkriterien (4.2.2 StandAG) und der wirtsgesteinsunabhängigen Abwägungskriterien (4.2.2 StandAG) sein. Die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen (4.2.2 StandAG) muss erwartet werden können. Die Kriterien für eine mögliche Fehlerkorrektur (4.2.3 StandAG) müssen erfüllt sein.

Der Vorschlag für in Betracht kommende Standortregionen wird somit im vergleichenden Ausschluss- und Abwägungsverfahren erarbeitet.

Für die übrig gebliebenen und damit in Betracht kommenden Standortregionen hat der Vorhabenträger jeweils vorläufige Sicherheitsuntersuchungen nach Maßgabe der zuvor durch Bundesgesetz (§ 4

Absatz 5) festgelegten Methodik und der Kriterien für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zu erstellen. Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen eine Bewertung enthalten, welche geologischen Eigenschaften der Standortregionen besonders positive oder auch negative Auswirkungen auf ein Endlager haben könnten.

Der Vorhabenträger hat einen Vorschlag für die in Betracht kommenden Standortregionen und auf der Grundlage der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen weitergehend einen Vorschlag für eine Auswahl von Standorten für die übertägige Erkundung zu erstellen und diese dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgung zu übermitteln. Dabei wählt er Standorte aus, die insbesondere im Hinblick auf das Ziel der bestmöglichen Sicherheit einer übertägigen Erkundung unterzogen werden sollen.

Dies bedeutet, dass die eigentliche Entscheidung für die übertägige Erkundung auf einer Abwägung beruhen muss. Angesichts der Zielsetzung des Standortauswahlgesetzes muss diese Abwägung auf die bestmögliche Sicherheit ausgerichtet sein. Qualitative und / oder quantitative Abwägungen mehrerer, ggf. auch widersprüchlich zu wertender Sachverhalte sind in vielen Lebensbereichen erforderlich, hierfür existiert eine Reihe mehr oder minder formalisierter Verfahren. Probleme derartiger Entscheidungsfindung können mit Hilfe von Methoden der Multikriterienanalyse behandelt und womöglich zur Lösung geführt werden. Der Schlüssel für deren Erfolg liegt in der adäquaten, transparenten, wissenschaftsbasierten und glaubwürdigen Würdigung und Wichtung der einzelnen Sachverhalte.

Für das Verfahren bedeutet der Begriff „bestmögliche Sicherheit“ das Erreichen derjenigen Sicherheit, wenn der Standort

- aus einem geregelten Verfahren unter Anwendung von vergleichenden Kriterien hervorgeht, die auf eine Optimierung des Sicherheitsniveaus zielen und dabei
- in Verbindung mit den technischen Komponenten den regulatorischen Standards genügt und die Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Im Verfahren sind außerdem weitere Randbedingungen (z. B. aus den Bereichen Planungswissenschaft, Sozioökonomie oder im Hinblick auf Beteiligungsbereitschaft) einzuhalten, die in Kapitel x.x gewürdigt werden.

x.x. Grundlagen für Sicherheitsuntersuchungen im Rahmen des Standortauswahlverfahrens

Vor Beginn der Sicherheitsuntersuchungen sollten folgende Festlegungen getroffen werden:

- Übergeordnete sicherheitliche Ziele der Lagerung insbesondere hoch radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen in Abhängigkeit von den charakteristischen sicherheitsrelevanten Eigenschaften der nach StandAG in Frage kommenden Wirtsgesteinstypen Salz, Ton und Kristallin: Vollständiger Einschluss bzw. sicherer Einschluss mit allenfalls geringfügiger Freisetzung innerhalb des Nachweiszeitraums von 1 Million Jahren.
- Generische Sicherheitskonzepte für Lagersysteme bzw. Lagersystemtypen in charakteristischen Erscheinungsformen der Wirtsgesteinstypen (z.B. Salz in flacher Lagerung bzw. Salzstöcken, Tonstein) bzw. mit vom ursprünglichen ewG-Konzept abweichender Sicherheitskonfiguration (z.B. Kristallin, Kristallin unter Salz), deren Umsetzung zur Einhaltung der Schutzziele und sicherheitstechnischen Anforderungen nach führen soll.
- An die zu betrachtenden Lagersystemtypen und die zugehörigen Sicherheitskonzepte angepasste technische Lagerkonzepte mit angepassten technischen und geotechnischen Barrieren, die im Laufe

des Auswahlverfahrens auf Grundlage des zunehmenden Informations- und Erkenntnisgewinns standortspezifisch weiter zu entwickeln sind.

Folgende Grundlagen sind für die Sicherheitsuntersuchungen erforderlich:

a) Genaue und frühzeitige Informationen zu Menge, Art und Eigenschaften der radioaktiven Abfälle,

b) Kenntnisse der geologischen Gegebenheiten in den potenziellen Standortregionen bzw. an den Standorten,

Entsprechende Informationen müssen in den einzelnen Phasen (siehe Abschnitt 3.1) im jeweils erforderlichen Tiefgang vorliegen oder sind zu erarbeiten, bevor im Rahmen des Auswahlverfahrens Entscheidungen, z.B. bezüglich eines Ausschlusses oder einer Rückstellung von potenziellen Standortregionen oder Standorten getroffen werden können. Ausschlüsse aufgrund mangelnder Daten und Informationen sind nicht zulässig.

Zu a) Informationen über Art, Menge und Eigenschaften der insbesondere hoch radioaktiven Abfälle und ausgedienten Brennelemente in Deutschland liegen bislang nur in Teilen vor, z.B. im Nationalen Entsorgungsprogramm von Anfang 2015. Insbesondere liegen viele Daten bislang nicht in öffentlichen Datenbanken vor. Sofern der Vorhabenträger die Einlagerung weiterer, vernachlässigbar Wärme entwickelnder Abfälle am betrachteten Standort vorsieht, müssen diese Abfälle nach Art, Menge und Eigenschaften spezifiziert werden. Ihre Einlagerung ist im Lagerkonzept zu berücksichtigen.

Zu b) 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. Weitere notwendige Daten müssen durch Erkundungen oder Datenerhebungen gewonnen werden.

x.x Vorschlag einer Methodik

Ziel der dauerhaft sicheren Lagerung von insbesondere hoch radioaktiven Abfällen ist es, durch das geeignete Zusammenwirken geologischer, geotechnischer und technischer Barrieren den langfristig sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle zu gewährleisten, um Freisetzungen in die Biosphäre zu vermeiden bzw. auf ein geringstmögliches 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.

Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sollten die folgenden Schritte umfassen:

1. Definition eines Sicherheitskonzepts für die jeweilige geologische Situation und Ableitung von Sicherheitsfunktionen. Ableitung von (geowissenschaftlichen) Anforderungen aus den Funktionen.

2. Ableitung eines vorläufigen Lagerkonzepts. Ableitung von (geowissenschaftlichen) Anforderungen.

3. Geowissenschaftliche Langzeitprognose: Welche Entwicklungen des Standorts bzw. der Region sind möglich? Welchen Einfluss haben sie auf die Sicherheitsfunktionen? Ableitung von (geowissenschaftlichen) Anforderungen.

4. Abgleich: Welche Aussagen können anhand der im jeweiligen Verfahrensschritt verfügbaren Kenntnisse zu den (geowissenschaftlichen) Anforderungen getroffen werden? Welche Ungewissheiten bestehen? Welche Sicherheitsreserven bzw. welche Robustheit besteht?

5. Einordnung der Wichtigkeit der (geowissenschaftlichen) Anforderungen, Einschätzung des Potentials des Standortes bzw. der Region, die mit den Funktionen definierten Ziele zu erreichen

Zu 1.: Nach den Sicherheitsanforderungen (BMU 2010) lassen sich als übergeordnete Sicherheitsfunktionen „Einschluss“ sowie „Integrität“ (im Sinne des Erhalts der einschlussrelevanten Eigenschaften) ableiten. Diese wären dann entsprechend der geologischen Situation weiter zu spezifizieren: So ergäben sich z. B. für ein Wirtsgestein Tonstein auf einer nächsten Detaillierungsebenen die Funktionen „Strömungsbehinderung“ und „Verzögerung / Behinderung des diffusiven Schadstofftransports“ (modifiziert nach Andra 2005). Daraus wiederum könnten Anforderungen an die Gebirgsdurchlässigkeit, die Homogenität und die Mächtigkeit der Tonsteinschicht, die effektive und die scheinbare Diffusivität u.s.w. abgeleitet werden. Hinzu kommen auf die Integrität, also den Erhalt dieser einschlusswirksamen Eigenschaften, gerichtete Funktionen und Anforderungen.

Zu 2. Neben den direkt auf die Sicherheit gerichteten Anforderungen müssen auch Anforderungen bzgl. der Umsetzbarkeit eines Lagers abgeleitet werden. Diese können sich z. B. auf die Ausdehnung und Teufenlage des Wirtsgesteins oder die geomechanischen Verhältnisse beziehen.

Zu 3. Aufgrund der geowissenschaftlichen Langzeitprognose kann gefolgert werden, welche Prozesse (z. B. Erosion, Subrosion) die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereich gefährden könnten. Daraus können sich Anforderungen z. B. zu Sicherheitsabständen, Schutz- oder Opferschichten ergeben.

Zu 4. Es ist zu klären, welche Informationen in der jeweiligen Phase tatsächlich für den Vergleich zur Verfügung stehen. Nur diese sind heranzuziehen; es ist zu klären, welche Interpretationsspielräume sich aus den Informationen ergeben und welche Sensitivität diese hinsichtlich der Sicherheitsfunktionen aufweisen. Nach OECD/NEA 2015 müssen für den Vergleich Unsicherheiten (Ungewissheiten?) gewürdigt und angemessen berücksichtigt werden. Solange sich das Verfahren noch in einer generischen Phase befindet ist es jedoch wahrscheinlich, dass sicherheitsbezogene Bewertungen lediglich zur Unterscheidung der vorher getroffenen Annahmen führen. Sie sollten daher nicht zum Ausschluss von Standorten führen („Uncertainties need to be acknowledged and appropriately accounted for when making comparisons. In a generic state, prior to site characterisation it is difficult to use safety assessment results for discrimination between sites, because it is likely to be just discrimination between assumptions.“ (OECD/NEA 2015).

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.

Die angenommene Gleichwertigkeit von Standortgebieten bzw. Standorten, die einen gewissen Dosisgrenzwert unterschreiten, ist nicht gegeben, daher sollten Unterschiede in den berechneten Dosiswerten unterhalb der Grenzwerte 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. Diese Aussage gilt auch für die Schweiz, wo jedoch 2015 in der Etappe 2 des dortigen Auswahlverfahrens auf Grundlage von vorläufigen Dosisberechnungen sowohl die Eignung als auch die Gleichwertigkeit der betrachteten Standortregionen postuliert worden ist.

Unabhängig davon zeigt sich, dass nicht die Ergebnisse der Dosisberechnungen die in der Etappe anstehende Auswahl bestimmt haben, sondern die angewendeten Abwägungskriterien.

In Deutschland kommt verschärfend hinzu, dass Standortregionen bzw. Standorte verschiedener Lagersystemtypen mit im Hinblick auf die konkrete sicherheitliche Funktion und Bedeutung der beteiligten Barrieren sehr unterschiedlicher Ausprägung und Bedeutung verglichen werden sollen. Die Annahme der Gleichwertigkeit ist daher methodisch nicht haltbar; in ihrer Konsequenz steht sie außerdem der Identifizierung des Standortes mit bestmöglicher Sicherheit entgegen.

Freisetzungs- und Dosisrechnungen, wie sie im Rahmen von vorläufigen Sicherheitsanalysen vorgenommen werden, sind jedoch insbesondere in frühen Phasen des Auswahlverfahrens kaum hilfreich beim Standortvergleich. Auch im Schweizer Auswahlverfahren wurden sie nicht für einen Vergleich, sondern lediglich zur Abschätzung genutzt, ob an einem Standort prinzipiell das Potential zur Erfüllung von Sicherheitsanforderungen besteht.

x.x Empfehlungen

Im Standortauswahlgesetz sollte aufgenommen werden, dass die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen per Verordnung mit Zustimmung des Bundesrates zu regeln ist. Dabei sollte auch festgelegt werden, welche Daten und Informationen in welchem Schritt des Auswahlverfahrens vorzulegen sind um aussagekräftige Bewertungen anhand der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen als Grundlage für die die Gebiete einengenden Entscheidungen vornehmen zu können.

x.x Anhang 1 – Begriffsbestimmungen gemäß Sicherheitsanforderungen BMU 2010

- Sicherheitsanalyse:
"In der Sicherheitsanalyse wird das Verhalten des Lagersystems unter den verschiedensten Belastungssituationen und unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten, Fehlfunktionen sowie zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Sicherheitsfunktionen analysiert. Sie endet mit einer Einschätzung der Zuverlässigkeit der Erfüllung der Sicherheitsfunktionen und damit auch der Robustheit des Lagers (Sicherheitseinschätzung, safety assessment)."
- Lagersystem
Das Lagersystem besteht aus dem Lagerbergwerk, dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich, geologischen Barrieren und aus den diesen Gebirgsbereich umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche, soweit sie sicherheitstechnisch bedeutsam und damit im Sicherheitsnachweis zu berücksichtigen sind.
- Sicherheitsfunktion:
"Eine Sicherheitsfunktion ist eine Eigenschaft oder ein im Lagersystem ablaufender Prozess, die bzw. der in einem sicherheitsbezogenen System oder Teilsystem oder bei einer Einzelkomponente die Erfüllung der sicherheitsrelevanten Anforderungen gewährleistet. Durch das Zusammenwirken solcher Funktionen wird die Erfüllung aller sicherheitstechnischen Anforderungen sowohl in der Betriebsphase als auch in der Nachverschlussphase des Lagers gewährleistet."
- Sicherheitsnachweis (und letztlich Sicherheitsbewertung):
"Der Sicherheitsnachweis baut auf einer umfassenden Sicherheitsanalyse auf. Er umfasst die Prüfung und Bewertung von Daten, Maßnahmen, Analysen und Argumenten, die die Erfüllung dieser Sicherheitsanforderungen und damit die Sicherheit des Lagers aufzeigen. Ein umfassender Sicherheitsnachweis beinhaltet die Zusammenführung aller in diesen Sicherheitsanforderungen genannten Nachweise und kann mit einem dem jeweiligen Kenntnisstand entsprechenden Tiefgang für verschiedene Phasen der Lagerung geführt werden. Es wird insbesondere zwischen Sicherheitsnachweisen für die Betriebsphase und für die Nachverschlussphase unterschieden."

- Sicherheit:
- "Sicherheit im technischen Sinn ist gewährleistet, wenn die Sicherheitsanforderungen erfüllt sind."

x.x Anhang 2 – Rechtsverweise (Fundstellen im StandAG)

Verweise auf die Rolle (vorläufiger) Sicherheitsuntersuchungen finden sich im StandAG an den folgenden Fundstellen:

§ 4 Bericht der Kommission und Umsetzung der Handlungsempfehlungen

Die Kommission soll Vorschläge erarbeiten für die Entscheidungsgrundlagen (allgemeine Sicherheitsanforderungen an die Lagerung, geowissenschaftliche, wasserwirtschaftliche und raumplanerische Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Hinblick auf die Eignung geologischer Formationen für die Endlagerung sowie wirtsgesteinsspezifische Ausschluss- und Auswahlkriterien für die möglichen Wirtsgesteine Salz, Ton und Kristallin sowie wirtsgesteinsunabhängige Abwägungskriterien und die Methodik für die durchzuführenden [vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#)) (§ 4 (2)).

§ 6 Vorhabenträger

Der Vorhabenträger hat die jeweiligen [vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#) zu erstellen (§6, 4),

§ 12 Erkundung

Der Vorhabenträger hat die in dem Standortauswahlverfahren festgelegten Standorte übertägig und untertägig zu erkunden. Dabei hat er regelmäßig an das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung zu berichten und die Erkundungsergebnisse in [vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#) zusammenzufassen und sie zu bewerten (§12 (1)).

§ 13 Ermittlung in Betracht kommender Standortregionen und Auswahl für übertägige Erkundung

Der Vorhabenträger hat für die in Betracht kommenden Standortregionen repräsentative [vorläufige Sicherheitsuntersuchungen](#) gemäß den nach § 4 Absatz 5 gesetzlich festgelegten Anforderungen und Kriterien zu erstellen (§13 (2)).

Der Vorhabenträger hat den Vorschlag für in Betracht kommende Standortregionen mit den zugehörigen [vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#) und eine auf dieser Grundlage getroffene Auswahl von Standorten für die übertägige Erkundung an das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung zu übermitteln (§13 (3)).

§ 14 Entscheidung über übertägige Erkundung

Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung überprüft den Vorschlag des Vorhabenträgers für in Betracht kommende Standortregionen mit besonders günstigen geologischen Eigenschaften und die vorgeschlagene Auswahl der Standorte für die übertägige Erkundung sowie die zugehörigen [vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#) (§14(1)).

§ 16 Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung

Auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse der übertägigen Erkundungen hat der Vorhabenträger gemäß den nach § 4 Absatz 5 gesetzlich festgelegten Anforderungen und Kriterien weiterentwickelte [vorläufige Sicherheitsuntersuchungen](#) zu erstellen. Die durch Erkundung und [vorläufige Sicherheitsuntersuchungen](#) gewonnenen Erkenntnisse hat er nach Maßgabe der jeweiligen standortbezogenen Prüfkriterien und im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit sowie die sonstigen möglichen Auswirkungen von Endlagerbergwerken zu bewerten und dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgung

1 eine sachgerechte Standortauswahl für die Wirtsgesteinsarten, auf die sich die weitere Erkundung
2 beziehen soll, und zugehörige Erkundungsprogramme für die untertägige Erkundung vorzuschlagen
3 (§16(2)).

4 *§ 17 Auswahl für untertägige Erkundung*

5 Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung über- prüft die weiterentwickelten [vorläufigen Sicher-](#)
6 [heitsuntersuchungen](#) und die Standortauswahl für die untertägige Erkundung (§17(1)).

7 *§ 18 Vertiefte geologische Erkundung*

8 Der Vorhabenträger hat die untertägigen Erkundungen durchzuführen, auf dieser Basis nach Maß-
9 gabe der standortbezogenen Prüfkriterien und der nach § 4 Absatz 5 festgelegten Kriterien und An-
10 forderungen umfassende [vorläufige Sicherheitsuntersuchungen](#) für die Betriebsphase und die Nach-
11 verschlussphase zu erstellen sowie die Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich
12 des Standortes des Endlagers nach § 6 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung zu er-
13 stellen (§18(3)).

14 *§ 19 Abschließender Standortvergleich und Standortvorschlag*

15 Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung schlägt auf Grundlage der durchgeführten [Sicher-](#)
16 [heitsuntersuchungen](#) nach § 18 Absatz 3, des Berichtes nach § 18 Absatz 4 und unter Abwägung
17 sämtlicher privater und öffentlicher Belange sowie der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung vor,
18 an welchem Standort ein Endlager für insbesondere Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle errich-
19 tet werden soll (Standortvorschlag) (§19(1)).