

# Verordnungsentwurf

## der Bundesregierung

### Verordnung über die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Entsorgung hochradioaktiver Abfälle

#### A. Problem und Ziel

sowie des Standortauswahlgesetzes (StandAG) enthalten Verordnungsermächtigungen zum Erlass von Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle bzw. Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Dort ist jeweils geregelt, dass die Verordnungen spätestens zum Zeitpunkt der Durchführung repräsentativer vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen nach StandAG vorliegen müssen. Diese Sicherheitsuntersuchungen finden im Anschluss an den Zwischenbericht des Vorhabenträgers, der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), nach StandAG statt, der seitens der BGE für das dritte Quartal 2020 angekündigt wurde.

#### B. Lösung

Inkrafttreten der Verordnungen über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Artikel 1) sowie über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Artikel 2) bis zum Sommer 2020.

#### C. Alternativen

Keine.

#### D. Haushaltsausgaben ohne Erfüllungsaufwand

Für Bund, Länder und Kommunen fallen durch diese Verordnung keine Haushaltsausgaben ohne Erfüllungsaufwand an.

#### E. Erfüllungsaufwand

Diese Verordnung dient der Konkretisierung der sicherheitstechnischen Anforderungen an ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Artikel 1), welches nach des Atomgesetzes (AtG) durch den Bund einzurichten ist, sowie der Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für dieses Endlager (Artikel 2), die nach §, und StandAG durchzuführen sind. Der Erfüllungsaufwand für das Standortauswahlverfahren wurde bereits für die ursprüngliche Fassung des StandAG aus dem Jahr 2013 abgeschätzt. Für das Fortentwicklungsgesetz zum StandAG vom 5. Mai 2017, im Zuge dessen die Ermächtigunggrundlage für diese Verordnung etabliert wurde, wurde kein Änderungsbedarf hinsichtlich der für die Aspekte Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen bereits 2013 abgeschätzten Kosten gesehen.

Auch zum jetzigen Zeitpunkt sind keine Anhaltspunkte ersichtlich, auf Grund derer eine Neubewertung der zuvor genannten Kostenabschätzung erforderlich wäre.

Insofern entsteht durch diese Verordnung kein über das Atomgesetz und das Standortauswahlgesetz hinausgehender Erfüllungsaufwand.

### **E.1 Erfüllungsaufwand für Bürgerinnen und Bürger**

Keiner.

### **E.2 Erfüllungsaufwand für die Wirtschaft**

Keiner.

Davon Bürokratiekosten aus Informationspflichten

Keine.

### **E.3 Erfüllungsaufwand der Verwaltung**

Keiner.

### **F. Weitere Kosten**

Keine. Ein Einfluss der Verordnung auf das Preisniveau, insbesondere das Verbraucherpreisniveau, ist nicht zu erwarten.

# **Verordnungsentwurf der Bundesregierung**

## **Verordnung über die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Entsorgung hochradioaktiver Abfälle**

Vom ...

Auf Grund des in Verbindung mit und des in Verbindung mit des Standortauswahlgesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510) geändert worden ist, verordnet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit unter Berücksichtigung des Beschlusses des Bundestages vom ... / Wahrung der Rechte des Bundestages:

### **Artikel 1**

## **Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle**

### **(Endlagersicherheitsanforderungsverordnung – EndlSiAnfV)**

#### **A b s c h n i t t 1**

#### **A l l g e m e i n e V o r s c h r i f t e n**

##### **§ 1**

#### **Anwendungsbereich**

(1) Diese Verordnung gilt für Anlagen des Bundes zur Endlagerung radioaktiver Abfälle nach des Atomgesetzes, die zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle bestimmt sind. Sie ist im Genehmigungsverfahren nach des Atomgesetzes in Verbindung mit der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung zu Grunde zu legen. Der Dritte nach zweiter Halbsatz des Atomgesetzes hat die Einhaltung der Regelungen dieser Verordnung zu gewährleisten.

(2) Erfolgt am selben Standort eine zusätzliche Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle nach des Standortauswahlgesetzes, so sind für die Endlagerung dieser weiteren radioaktiven Abfälle die Bestimmungen des § 21 zu beachten.

##### **§ 2**

#### **Begriffsbestimmungen**

Im Sinne dieser Verordnung ist oder sind:

1. wesentliche Barrieren

die Barrieren, auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle beruht;

2. weitere Barrieren

die Barrieren, die zusätzlich zu den wesentlichen Barrieren und im Zusammenwirken mit ihnen eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern;

3. Bewertungszeitraum

der Zeitraum, für den die Langzeitsicherheit des Endlagers zu prüfen und darzustellen ist;

4. Endlagergebäude

die zur Endlagerung vorgesehenen Behälter mit radioaktiven Abfällen;

5. Integrität

der Erhalt der für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften der Barrieren des Endlagersystems;

6. Langzeitsicherheit

der dauerhafte Schutz des Menschen und, soweit es um den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit geht, der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung radioaktiver Abfälle;

7. Sicherheitsbericht

der Sicherheitsbericht nach der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung;

8. Sicherheitsfunktion

eine Eigenschaft einer Komponente des Endlagersystems oder ein im Endlagersystem ablaufender Prozess, die oder der sicherheitsrelevante Anforderungen an ein sicherheitsbezogenes System oder Teilsystem oder an eine Einzelkomponente erfüllt;

9. Robustheit

die Unempfindlichkeit der Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen.

Im Übrigen sind die Begriffsbestimmungen nach dem Standortauswahlgesetz anzuwenden.

## **Abschnitt 2**

### **Langzeitsicherheit**

#### **§ 3**

#### **Bewertungszeitraum; zu erwartende, abweichende und hypothetische Entwicklungen des Endlagersystems**

(1) Der Bewertungszeitraum beträgt eine Million Jahre ab dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers.

(2) Die für die Auslegung des Endlagers und die Bewertung der Langzeitsicherheit relevanten Entwicklungen des Endlagersystems und der geologischen Situation am Endlagerstandort innerhalb des Bewertungszeitraumes sind systematisch zu ermitteln, zu beschreiben und einzuordnen als

1. zu erwartende Entwicklungen oder
2. abweichende Entwicklungen.

Die Einordnung ist zu begründen.

(3) Als zu erwartende Entwicklungen einzuordnen sind diejenigen Entwicklungen, die sicher oder in der Regel eintreten werden, insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, der geologischen, technischen und geotechnischen Barrieren sowie der einzulagernden Abfälle.

(4) Als abweichende Entwicklungen einzuordnen sind diejenigen Entwicklungen, die nicht zu erwarten sind, aber hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, der technischen und geotechnischen Barrieren sowie der einzulagernden Abfälle eintreten können.

(5) Zusätzlich zu den Entwicklungen nach Absatz 2 sind die in den Absätzen 6 und 7 genannten Entwicklungen zu beschreiben, deren Berücksichtigung der weiteren Optimierung des Endlagersystems oder der Überprüfung der Robustheit des Endlagersystems dienen kann.

(6) Hypothetische Entwicklungen sind Entwicklungen, die selbst unter ungünstigen Annahmen nach menschlichem Ermessen auszuschließen sind.

(7) Darüber hinaus sind auch Entwicklungen zu beschreiben, die durch zukünftige menschliche Aktivitäten, insbesondere durch unbeabsichtigtes menschliches Eindringen in das Endlager, ausgelöst werden können und die für die Sicherheit des Endlagersystems relevant werden können. Als Referenzentwicklungen hierfür dienen solche Entwicklungen, die durch derzeit übliche menschliche Aktivitäten ausgelöst werden können.

## § 4

### **Sicherer Einschluss der radioaktiven Abfälle**

(1) Die einzulagernden radioaktiven Abfälle sind im Endlagersystem mit dem Ziel zu konzentrieren und sicher einzuschließen, die darin enthaltenen Radionuklide mindestens im Bewertungszeitraum von der Biosphäre fernzuhalten.

(2) Das vorgesehene Endlagersystem hat den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle passiv und wartungsfrei durch ein robustes, gestaffeltes System verschiedener Barrieren mit unterschiedlichen Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten.

(3) Die wesentlichen Barrieren zum Erreichen des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle sind

1. ein oder mehrere einschlusswirksame Gebirgsbereiche oder
2. im Fall des Wirtsgesteins Kristallingestein, sofern kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann, für die jeweilige geologische Umgebung geeignete technische und geotechnische Barrieren.

(4) Der sichere Einschluss muss innerhalb der nach Absatz 3 wesentlichen Barrieren so erfolgen, dass die Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen weitestgehend am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung verbleiben.

(5) Für die zu erwartenden Entwicklungen ist zu prüfen und darzustellen, dass im Bewertungszeitraum

1. insgesamt höchstens ein Anteil von  $10^{-4}$  und
2. jährlich höchstens ein Anteil von  $10^{-9}$

sowohl der Masse als auch der Anzahl der Atome aller ursprünglich eingelagerten Radionuklide aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren ausgetragen wird. In diesen Anteilen sind auch radioaktive Zerfallsprodukte der ursprünglich eingelagerten Radionuklide zu berücksichtigen.

(6) Für die abweichenden Entwicklungen ist zu prüfen und darzustellen, dass das Endlagersystem im Bewertungszeitraum seine Funktion nach den Absätzen 1 bis 4 beibehält.

## § 5

### **Integrität und Robustheit des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs als wesentlicher Barriere**

(1) Im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 1 ist für die zu erwartenden Entwicklungen im Bewertungszeitraum die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches zu prüfen und darzustellen und seine Robustheit zu begründen. Der einschlusswirksame Gebirgsbereich ist unter Berücksichtigung der zu erwartenden Entwicklungen räumlich eindeutig zu definieren. Es ist zu prüfen und darzustellen, dass die für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften der technischen und geotechnischen Barrieren mindestens in dem Zeitraum erhalten bleiben, in dem diese Barrieren nach dem Sicherheitskonzept erforderlich sind.

(2) Hinsichtlich der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches ist zu prüfen und darzustellen, dass

1. die Ausbildung von Fluidwegsamkeiten, die zum Eindringen oder Austreten von erheblichen Mengen an Flüssigkeiten oder Gasen führen können, innerhalb des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs ausgeschlossen ist; dafür dürfen
  - a) die Dilatanzfestigkeiten der Gesteinsformationen des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs außerhalb der auffahrungsbedingten Auflockerungszonen auf Grund von zu erwartenden Beanspruchungen nicht überschritten werden und
  - b) die zu erwartenden Fluiddrücke die Fluiddruckbelastbarkeiten der Gesteinsformationen des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht in einer Weise überschreiten, die zu einer erheblichen Zunahme von Fluidwegsamkeiten im einschlusswirksamen Gebirgsbereich führt,
2. durch die Temperaturentwicklung die Barrierewirkung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht erheblich beeinträchtigt wird und
3. die möglichen Änderungen der chemischen Verhältnisse im Einlagerungsbereich, insbesondere auf Grund der in das Endlagerbergwerk eingebrachten Materialien, die Barrierewirkung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches nicht erheblich beeinträchtigen.

(3) Bei der Prüfung und Darstellung sind sämtliche im Endlagerbereich aufzufahrenden oder bereits bestehenden Hohlräume und die zu ihrer Abdichtung und ihrem Verschluss vorgesehenen technischen und geotechnischen Barrieren zu berücksichtigen.

(4) Die für die Langzeitsicherheit erforderlichen Eigenschaften von technischen oder geotechnischen Barrieren sind im Sicherheitskonzept zu spezifizieren. Es ist zu prüfen und darzustellen, dass die Herstellung und Errichtung der Barrieren nach diesen Spezifikationen in der erforderlichen Anzahl qualitätsgesichert möglich sind. Die vorgesehene Qualitätssicherung muss dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die Herstellung, Errichtung und Funktion der Barrieren müssen erfolgreich erprobt sein, soweit ihre Robustheit nicht anderweitig nachgewiesen werden kann und keine Sicherheitsreserven in einem Umfang bestehen, die den Verzicht auf eine Erprobung erlauben.

## § 6

### **Integrität und Robustheit der technischen und geotechnischen Barrieren als wesentliche Barrieren**

(1) Im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 2 ist für die zu erwartenden Entwicklungen im Bewertungszeitraum die Integrität des Systems der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren zu prüfen und darzustellen und seine Robustheit zu begründen. Die für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften der weiteren Barrieren des Endlagersystems und insbesondere des Gebirges im Einlagerungsbereich sind zu spezifizieren. Es ist zu prüfen und darzustellen, dass diese Eigenschaften mindestens in dem Zeitraum erhalten bleiben, in dem diese nach dem Sicherheitskonzept erforderlich sind.

(2) Hinsichtlich der Integrität des Systems der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren ist zu prüfen und darzustellen, dass die Sicherheitsfunktionen der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren durch

1. die im Einlagerungsbereich möglicherweise ablaufenden hydraulischen, chemischen und physikalischen Prozesse, insbesondere Korrosion und Erosion,
2. im umgebenden Gebirge auftretenden Spannungen, Drücke und möglichen Gebirgsbewegungen und
3. die Temperaturentwicklung

nicht erheblich beeinträchtigt werden.

(3) Bei der Prüfung und Darstellung sind die geologische und hydrogeologische Umgebung, die Eigenschaften der weiteren Barrieren des Endlagersystems sowie die Eigenschaften der einzulagernden Abfälle zu berücksichtigen.

(4) Die für die Langzeitsicherheit erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren sind im Sicherheitskonzept zu spezifizieren. Es ist zu prüfen und darzustellen, dass die Herstellung und Errichtung der Barrieren nach diesen Spezifikationen in der erforderlichen Anzahl qualitätsgesichert möglich sind. Die vorgesehene Qualitätssicherung muss dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die Herstellung und Errichtung der Barrieren muss unter realistischen Bedingungen erfolgreich erprobt sein. Ihre Funktion unter diesen Bedingungen ist zu prüfen und darzustellen.

## § 7

### **Dosiswerte im Bewertungszeitraum**

(1) Es ist zu prüfen und darzustellen, dass Expositionen auf Grund von Austragungen von Radionukliden aus den eingelagerten radioaktiven Abfällen geringfügig im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition sind. Es ist darzustellen, in welchem Gebiet zusätzliche Strahlenexpositionen auftreten können. Hierzu ist als Indikator die zusätzliche jährliche effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung abzuschätzen, die während des Bewertungszeitraums durch Austragungen von Radionukliden aus den eingelagerten radioaktiven Abfällen auftreten kann. Bei der Abschätzung sind die Lebensbedingungen zum Zeitpunkt der Antragstellung für den gesamten Bewertungszeitraum zu unterstellen.

(2) Die Abschätzung ist sowohl für die zu erwartenden Entwicklungen als auch für die abweichenden Entwicklungen vorzunehmen. Für die zu erwartenden Entwicklungen darf die abgeschätzte zusätzliche effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung höchstens im Bereich von 10 Mikrosievert pro Kalenderjahr liegen. Für die abweichenden Entwicklungen darf die abgeschätzte zusätzliche effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung 100 Mikrosievert pro Kalenderjahr nicht überschreiten.



## § 8

### **Ausschluss sich selbst tragender Kettenreaktionen**

(1) Es ist zu prüfen und darzustellen, dass sich selbst tragende Kettenreaktionen während des Betriebs und der Stilllegung des Endlagers sowie für die zu erwartenden und die abweichenden Entwicklungen im Bewertungszeitraum ausgeschlossen sind.

(2) Um eine sich selbst tragende Kettenreaktion auszuschließen zu können, muss der berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor

1. im Zeitraum von 500 Jahren nach dem geplanten Verschluss des Endlagers kleiner als 0,95 und
2. während des übrigen Bewertungszeitraumes kleiner als 0,98 sein.

Die Berechnung erfolgt nach der Anlage.

## **A b s c h n i t t 3**

### **Erkundung des Endlagerstandortes und Planung des Endlagers**

## § 9

### **Erkundung des Endlagerstandortes**

(1) Bei der Erkundung des Endlagerstandortes sind die Daten über die Eigenschaften des Standortes, die für die Sicherheit des Endlagers wesentlich sind, qualitätsgesichert und in einem für den Sicherheitsbericht ausreichenden Umfang zu erheben. Die Variationsbreite der erhobenen Daten ist zu ermitteln und ihre mögliche Veränderung während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung des Endlagers und des Bewertungszeitraumes abzuschätzen. Die vorgesehene Qualitätssicherung muss dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

(2) Alle untertägigen Hohlräume sind gebirgsschonend aufzufahren und nach Gebrauch so zu verschließen, dass die für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften des Gebirges im Endlagerbereich, insbesondere des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 1, erhalten bleiben.

(3) Alle geschaffenen oder bereits bestehenden Hohlräume und Bohrungen sind zu dokumentieren. Dies gilt auch für solche Hohlräume und Bohrungen, die nur vorübergehend bestehen oder die nur einen geringfügigen Umfang haben.

(4) Die Arbeiten sind so zügig durchzuführen, wie dies unter Gewährleistung der erforderlichen Sicherheit möglich ist.

## § 10

### Sicherheitskonzept

(1) In einem Sicherheitskonzept ist darzulegen, wie das Ziel der Konzentration und des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle nach § 4 Absatz 1 erreicht werden soll. Dabei ist das gesamte Endlagersystem während der Errichtung, des Betriebes und der Stilllegung sowie im Bewertungszeitraum zu berücksichtigen.

(2) Basis für die Erstellung des Sicherheitskonzeptes sind die zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems im Bewertungszeitraum. Die abweichenden Entwicklungen sind einzubeziehen. Hypothetische Entwicklungen und Entwicklungen auf der Grundlage zukünftiger menschlicher Aktivitäten sind nach § 12 zu berücksichtigen.

(3) Im Sicherheitskonzept sind die Ergebnisse der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchung nach des Standortauswahlgesetzes zu berücksichtigen. Insbesondere sind Änderungen gegenüber dem in der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchung zu Grunde gelegten vorläufigen Sicherheitskonzept auszuweisen und zu begründen.

(4) Es ist darzustellen, dass die Optimierung des Sicherheitskonzeptes nach § 12 Absatz 2 abgeschlossen ist.

(5) Das Sicherheitskonzept muss eine Darstellung aller vorgesehenen Barrieren des Endlagersystems, insbesondere der wesentlichen Barrieren nach § 4 Absatz 3, ihrer jeweiligen Sicherheitsfunktionen und ihres Zusammenwirkens, enthalten. Die Darstellung muss auch ein Verschlusskonzept zur Abdichtung von Hohlräumen, die mit radioaktiven Abfällen beladen worden sind, umfassen. Es ist darzulegen, dass die Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen unempfindlich sind und dass das Verhalten der Barrieren gut prognostizierbar ist.

(6) Das Sicherheitskonzept hat im Übrigen zu enthalten:

1. einen Ablaufplan für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung des Endlagers, der darlegt, wie die Sicherheit des Endlagers nach § 17 sichergestellt werden kann und wie die radioaktiven Abfälle in einem sicheren Zustand gehalten werden können,
2. eine Darstellung der Maßnahmen, mit denen die Rückholbarkeit der eingelagerten radioaktiven Abfälle nach § 13 bis zum Beginn der Stilllegung gewährleistet wird, und
3. eine Darstellung der Vorkehrungen, die zur Ermöglichung einer Bergung der eingelagerten radioaktiven Abfälle nach § 14 getroffen werden.

(7) Maßnahmen, die bis zum Abschluss der Stilllegung

1. zur Gewährleistung des erforderlichen Schutzes des Endlagers vor Störmaßnahmen und sonstigen Einwirkungen Dritter und
2. zur Überwachung von Kernmaterial

erforderlich sind, sind im Sicherheitskonzept zu berücksichtigen.

## § 11

### Auslegung des Endlagers

(1) Die technische Auslegung des Endlagers ist aus dem Sicherheitskonzept abzuleiten und zu optimieren. Sie hat insbesondere Folgendes zu umfassen:

1. die Definition der wesentlichen Barrieren nach § 4 Absatz 3 unter Berücksichtigung der Endlagergebäude, der Einlagerungstechnik und der Einlagerungsgeometrie, dabei
  - a) im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 1 Lage und Abmessungen des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs oder
  - b) im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 2 Spezifikationen der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren,
2. die Definition der weiteren Barrieren des Endlagersystems unter Berücksichtigung der Endlagergebäude, der Einlagerungstechnik und der Einlagerungsgeometrie,
3. die Positionierung und technische Ausführung aller untertägigen Hohlräume, insbesondere der für die Einlagerung von Endlagergebänden bestimmten Bereiche, sowie aller Tageszugänge,
4. die Spezifikation der Einbauten und Geräte, die der Handhabung von Endlagergebänden dienen,
5. die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Endlagergebäude sowie die Vorgaben für die Behandlung der darin enthaltenen Abfälle nach der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung,
6. das Einlagerungskonzept, insbesondere Anordnung sowie Handhabung und Kontrolle der Endlagergebäude,
7. die Maßnahmen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude und
8. die Stilllegungsmaßnahmen einschließlich der Verschlussmaßnahmen.

(2) Es ist darzustellen, dass die Optimierung der Auslegung des Endlagers nach § 12 Absatz 2 abgeschlossen ist.

(3) Bei der Auslegung der untertägigen Bereiche des Endlagers, insbesondere bei der Festlegung der Grenzen des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs oder im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 2 des Einlagerungsbereiches, sind alle Ergebnisse der Erkundung des Endlagerstandortes, insbesondere die geologischen Befunde der untertägigen Erkundung, einschließlich ihrer Ungewissheiten und deren Relevanz für die Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems, zu berücksichtigen.

(4) Die Verletzung des Gebirges im Endlagerbereich und im Fall des § 4 Absatz 3 Nummer 1 insbesondere des vorgesehenen einschlusswirksamen Gebirgsbereiches mit Schächten, Auffahrungen oder Bohrungen ist auf das für die sichere Errichtung, den sicheren Betrieb und die sichere Stilllegung des Endlagers unvermeidliche Ausmaß zu beschränken.

(5) Für alle vorgesehenen technischen Komponenten des Endlagers sind die Bedingungen für einen sicheren Betrieb zu dokumentieren, zu begründen und bei der Auslegung des Endlagers zu berücksichtigen.

## § 12

### **Optimierung des Endlagersystems**

(1) Das Sicherheitskonzept und die technische Auslegung des Endlagers sind unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls und unter Beachtung der Ausgewogenheit der Maßnahmen zur Erreichung folgender Ziele zu optimieren:

1. die Langzeitsicherheit des Endlagers, insbesondere Qualität des sicheren Einschusses der radioaktiven Abfälle und Robustheit des Endlagersystems, sowie
2. die Betriebssicherheit des Endlagers.

(2) Die Optimierung ist abgeschlossen, wenn eine weitere Verbesserung der Sicherheit nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erreicht werden kann.

(3) Es ist sicherzustellen, dass Maßnahmen zur Optimierung des Endlagersystems, die aus abweichenden Entwicklungen abgeleitet werden, die Sicherheit des Endlagers für die zu erwartenden Entwicklungen nicht erheblich beeinträchtigen. Maßnahmen, die aus hypothetischen Entwicklungen abgeleitet werden, dürfen die Sicherheit des Endlagers für die zu erwartenden und für die abweichenden Entwicklungen nicht erheblich beeinträchtigen. Die Optimierung zur Verringerung möglicher Auswirkungen von zukünftigen menschlichen Aktivitäten auf das Endlagersystem ist nachrangig durchzuführen.

(4) Im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen nach des Atomgesetzes in Verbindung mit und des Atomgesetzes ist eine erneute Optimierung auf der Grundlage umfassender Sicherheitsanalysen vorzunehmen. Dabei ist das Sicherheitskonzept des Endlagersystems nach dem Stand von Wissenschaft und Technik grundlegend zu überprüfen und ist eine Untersuchung möglicher Alternativen zum aktuellen Endlagersystem und seinen Komponenten durchzuführen. Aus den Ergebnissen der Überprüfung und Untersuchung sind mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit des Endlagers abzuleiten. Erkenntnisse aus der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung des Endlagers sind zu berücksichtigen.

(5) des Strahlenschutzgesetzes bleibt unberührt.

## **Abschnitt 4**

### **Rückholbarkeit und Ermöglichung einer Bergung**

## § 13

### **Rückholbarkeit eingelagerter Endlagergebäude**

(1) Endlagergebäude, die in das Endlager eingelagert wurden, müssen bis zum Beginn der Stilllegung des Endlagers rückholbar sein.

(2) Die Rückholung ist so zu planen, dass der dafür voraussichtlich erforderliche technische und zeitliche Aufwand den für die Einlagerung erforderlichen Aufwand nicht unverhältnismäßig übersteigt. Die für eine Rückholung erforderlichen technischen Einrichtungen sind während des Betriebes vorzuhalten.

(3) Maßnahmen, die der Gewährleistung der Rückholbarkeit dienen, dürfen die Langzeitsicherheit des Endlagers nicht gefährden.

## § 14

### **Ermöglichung einer Bergung eingelagerter Endlagergebäude**

(1) Es sind ausreichende Vorkehrungen dafür zu treffen, dass eine Bergung der eingelagerten Endlagergebäude für einen Zeitraum von 500 Jahren nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers möglich ist.

(2) Die Vorkehrungen sind ausreichend, wenn

1. für die zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems die eingelagerten Endlagergebäude für einen Zeitraum von 500 Jahren nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers

a) individuell aufgefunden und identifiziert werden können,

b) mechanisch so stabil sind, dass eine Handhabung ganzer Endlagergebäude möglich ist, und

c) bei ihrer Handhabung keine Freisetzung von radioaktiven Aerosolen erwarten lassen

und

2. eine umfassende Dokumentation angelegt wird über

a) das aufgefahrene Endlagerbergwerk einschließlich seiner Stilllegung,

b) sämtliche eingelagerten Endlagergebäude einschließlich ihrer jeweiligen Beladung und Position im Endlagerbergwerk und

c) die zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems.

Die Dokumentation muss an mindestens zwei räumlich und organisatorisch voneinander getrennten Stellen möglichst langfristig verfügbar und lesbar gehalten werden.

(3) Maßnahmen, die der Ermöglichung einer Bergung dienen, dürfen die Langzeitsicherheit des Endlagers nicht gefährden.

## **Abschnitt 5**

### **Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers**

#### **§ 15**

##### **Errichtung des Endlagers**

(1) Die Errichtung des Endlagers umfasst alle Auffahrungen sowie die weiteren über- und untertägigen baulichen und technischen Maßnahmen, durch die das Endlager so vorbereitet wird, dass anschließend die Einlagerung von radioaktiven Abfällen erfolgen kann.

(2) Zur Errichtung des Endlagers zählen insbesondere

1. die Errichtung der übertägigen Betriebs- und Infrastrukturgebäude sowie die Errichtung der Einrichtungen zur zeitweiligen Lagerung und Handhabung von Endlagergebinden,
2. die Errichtung der Zugangs- und Bewetterungsbauwerke,
3. das Auffahren der untertägigen Infrastrukturbereiche und das Auffahren der Ansatzpunkte für Zugangsstrecken zu den Bereichen des Endlagerbergwerks, die für die Einlagerung von radioaktiven Abfällen vorgesehen sind,
4. die Installation aller technischen Einrichtungen, die für die untertägige Handhabung und Einlagerung von Endlagergebinden erforderlich sind, und
5. die Bereitstellung aller technischen Einrichtungen, die für eine mögliche Rückholung von eingelagerten Endlagergebinden erforderlich sind.

(3) § 9 Absatz 2 bis 4 gilt entsprechend.

#### **§ 16**

##### **Probetrieb des Endlagers**

(1) Vor der erstmaligen Annahme von radioaktiven Abfällen zum Zweck der Endlagerung muss der Betrieb des Endlagers erfolgreich erprobt worden sein.

(2) Bei der Erprobung des Betriebes

1. muss die Errichtung des Endlagers nach § 15 abgeschlossen sein,
2. muss die Handhabung und Einlagerung von Endlagergebinden ohne radioaktive Beladung durchgeführt werden,
3. muss die Funktionsfähigkeit aller technischen Einrichtungen, die für eine mögliche Rückholung von eingelagerten Endlagergebinden erforderlich sind, sichergestellt werden und
4. müssen die vorgesehenen technischen Stilllegungs- und Verschlussmaßnahmen nach § 11 Absatz 1 Nummer 8 verfügbar sein.

(3) Zum Abschluss der Erprobung ist der Sicherheitsbericht zu überprüfen.

(4) § 9 Absatz 2 bis 4 gilt entsprechend.

## § 17

### **Sicherheit während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung des Endlagers; Anlagenzustände**

(1) Die für die Sicherheit des Endlagers relevanten Anlagenzustände während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung sind systematisch zu ermitteln, zu beschreiben und einzuordnen als

1. Normalbetrieb,
2. anomaler Betrieb,
3. Auslegungsstörfälle oder
4. auslegungsüberschreitende Unfälle und Ereignisse.

(2) Für diese Anlagenzustände sind entsprechend gestaffelte Abwehr- und Schutzmaßnahmen als Teil des Sicherheitskonzeptes zu entwickeln und umzusetzen.

(3) In dem Konzept sind

1. für den Normalbetrieb Maßnahmen vorzusehen, die den bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers gewährleisten und das Eintreten anderer Anlagenzustände vermeiden,
2. für den anomalen Betrieb Maßnahmen vorzusehen, die das Eintreten von Störfällen verhindern und das Endlager in den Normalbetrieb zurückführen,
3. für Auslegungsstörfälle Maßnahmen entsprechend und der Strahlenschutzverordnung vorzusehen, die den Störfall beherrschen und das Endlager in einen sichereren Anlagenzustand zurückführen,
4. für auslegungsüberschreitende Unfälle und Ereignisse Maßnahmen vorzusehen, die die Auswirkungen des Ereignisses auf die Umgebung soweit wie möglich begrenzen.

(4) Die Maßnahmen dürfen die Langzeitsicherheit des Endlagersystems nicht erheblich und nicht mehr als unvermeidlich beeinträchtigen.

## § 18

### **Einlagerung von radioaktiven Abfällen**

(1) Es dürfen nur solche Endlagergebäude in das Endlagerbergwerk eingebracht werden, deren Endlagerfähigkeit nach der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung festgestellt worden ist.

(2) Der für die Einlagerung von radioaktiven Abfällen genutzte Bereich des Endlagerbergwerkes ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Dieser Bereich ist

jeweils zügig aufzufahren, zu beladen, zu verfüllen und gemäß dem Verschlusskonzept gegen das restliche Endlagerbergwerk zu verschließen.

(3) Die Handhabung von Endlagergebinden ist von den bergmännischen Arbeiten im Endlagerbergwerk und sonstigen baulichen Arbeiten auf dem Gelände des Endlagers zu trennen.

(4) Während des Betriebes muss gewährleistet sein, dass jederzeit die personellen Voraussetzungen für eine eventuell notwendige Teilumsetzung des Stilllegungskonzeptes, die das Endlager in einen passiv sicheren Zustand versetzt, bestehen. Die dazu erforderlichen technischen Einrichtungen sind vorzuhalten.

## § 19

### **Stilllegung des Endlagers**

(1) Nach Abschluss der Einlagerung von radioaktiven Abfällen ist das Endlager so stillzulegen, dass das Endlagersystem den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle nach § 4 während des Bewertungszeitraumes passiv und wartungsfrei gewährleistet.

(2) Die Stilllegung des Endlagers umfasst insbesondere die möglichst vollständige Verfüllung aller untertägigen Hohlräume und ihren Verschluss sowie den Rückbau der die Langzeitsicherheit beeinträchtigenden technischen Einrichtungen.

(3) § 9 Absatz 2 bis 4 gilt entsprechend.

## **Abschnitt 6**

### **Weitere Vorschriften**

## § 20

### **Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung**

(1) Das Endlager und seine Umgebung sind im Rahmen eines Monitorings kontinuierlich zu überwachen. Das Monitoring hat insbesondere solche beobachtbaren Parameter zu überwachen, die frühzeitig auf Abweichungen von den zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems hindeuten können. Bei der Festlegung der zu überwachenden Parameter sind die Ergebnisse der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach den §, und des Standortauswahlgesetzes sowie die absehbaren zukünftigen Informationsbedürfnisse zu berücksichtigen.

(2) Das Monitoring ist vom Betreiber möglichst frühzeitig einzurichten. Es beginnt spätestens mit der Erkundung des Endlagerstandortes nach § 9. Die Ergebnisse des Monitorings sind zu dokumentieren.

(3) Das Monitoring ist ab seinem Beginn in zehnjährigen Abständen systematisch fortzuschreiben. Nach der Erteilung der Genehmigung nach des Atomgesetzes erfolgt die Fortschreibung im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen nach des Atomgesetzes in Verbindung mit und des Atomgesetzes. In jeder Fortschreibung sind die jeweils bestehenden Zugangsmöglichkeiten zu den radioaktiven Abfällen sowie



mögliche Fortentwicklungen der Erkenntnismethoden und Erkenntnismöglichkeiten zu berücksichtigen. In jeder Fortschreibung ist auch aufzuzeigen, welcher Entwicklungsbedarf für die verwendeten und möglichen neuen Monitoring-Methoden besteht und wie dieser berücksichtigt werden soll.

(4) Die Maßnahmen des Monitorings dürfen zu keiner sicherheitsrelevanten Beeinträchtigung des Endlagersystems führen.

## § 21

### **Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am selben Standort**

(1) Durch eine zusätzliche Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am selben Standort

1. darf die Robustheit des Endlagersystems für hochradioaktive Abfälle für zu erwartende Entwicklungen nicht beeinträchtigt werden und
2. dürfen sich mögliche Austragungen von Radionukliden nach § 4 Absatz 5 und 6 für die zu erwartenden und die abweichenden Entwicklungen nicht erhöhen.

(2) Für den Fall einer Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an diesem Standort ist ein separates Endlagerbergwerk aufzufahren. Zwischen der technischen Infrastruktur dieses Endlagerbergwerkes und der technischen Infrastruktur des Endlagerbergwerkes für hochradioaktive Abfälle dürfen keine sicherheitsrelevanten wechselseitigen Abhängigkeiten oder nachteiligen Beeinflussungen bestehen. Die übertägige Handhabung und Behandlung der hochradioaktiven Abfälle und der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle sind voneinander zu trennen. Über die Sätze 1 bis 3 hinausgehende Anforderungen an die Betriebs- und Langzeitsicherheit des Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle sind nicht Gegenstand dieser Verordnung.

(3) Absatz 2 gilt nicht für geringe Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, deren Volumen deutlich geringer ist als das Volumen der an diesem Standort einzulagernden hochradioaktiven Abfälle. Für diese geringen Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle gelten die Bestimmungen dieser Verordnung mit Ausnahme der §§ 13 und 14 entsprechend. Insbesondere ist im Sicherheitsbericht darzulegen, dass diese geringen Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle die Integrität der technischen, geotechnischen und geologischen Barrieren entsprechend Absatz 1 nicht nachteilig beeinflussen.

## Anlage

Zu § 8 Absatz 2

### Berechnung des Neutronenmultiplikationsfaktors

#### Teil A: Anforderungen an die Bestimmung der reaktivsten Anordnung

Zum Ausschluss einer sich selbst tragenden Kettenreaktion ist jeweils die reaktivste Anordnung der Abfälle zu berücksichtigen. Die reaktivste Anordnung ist die Anordnung, die zum größten Wert des berechneten Neutronenmultiplikationsfaktors  $k_{eff, calc}$  zuzüglich der Summe  $k$  aller seiner Ungewissheiten führt.

- Bei der Ermittlung der reaktivsten Anordnung sind die Bandbreiten
- der element- und isotopeweisen Zusammensetzungen,
- der physikalischen und chemischen Beschaffenheiten der hochradioaktiven Abfälle und
- der in Teil B genannten reaktivitätsrelevanten Gebindeparameter

zu berücksichtigen. Außerdem sind alle zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems mit den damit verbundenen geologischen, geophysikalischen und geochemischen Prozessen über den gesamten Bewertungszeitraum auf die Reaktivität der eingelagerten Spaltstoffe hin zu untersuchen und bei der Ermittlung der reaktivsten Anordnung zu berücksichtigen.

Bei der Ermittlung der reaktivsten Anordnung ist die Veränderung der hochradioaktiven Abfälle während des Bewertungszeitraumes, insbesondere auf Grund des radioaktiven Zerfalls und der im betrachteten Endlagersystem ablaufenden Prozesse, zu berücksichtigen. Zu diesen Prozessen gehören auch der Stofftransport und die mögliche daraus resultierende Akkumulation von Spaltstoffen.

Abdeckende oder andere konservative Annahmen dürfen für den gesamten Bewertungszeitraum oder abschnittsweise verwendet werden, wenn diese Annahmen für den jeweils unterstellten Zeitraum hinreichend begründet sind.

Die eingesetzten Berechnungsprogramme und Stoffdatenbanken müssen dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und diesbezüglich qualifiziert sein.

#### Teil B: Berechnung zum Ausschluss einer sich selbst tragenden Kettenreaktion

Eine sich selbst tragende Kettenreaktion im Bewertungszeitraum gilt als ausgeschlossen, wenn der berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor  $k_{eff, calc}$  zuzüglich der Summe  $k$  aller seiner Ungewissheiten für die reaktivste zu betrachtende Anordnung von hochradioaktiven Abfällen das Akzeptanzkriterium nach § 8 Absatz 2 erfüllt.

Das Rechenmodell zur Berechnung von  $k_{eff, calc}$  hat relevante reaktivitätsbeeinflussende Größen der realen Anordnung zu berücksichtigen. Die relevanten Größen umfassen mindestens:

1. die Menge der Spaltstoffe sowie ihre element- und isotopeweise Zusammensetzung,

2. Neutronen moderierende oder reflektierende Stoffe in den Spaltstoffanordnungen, zwischen den Spaltstoffanordnungen und um die Spaltstoffanordnungen,
3. die geometrische Anordnung aller beteiligten Materialien und
4. die Temperatur der Anordnung.

Die Berücksichtigung von reaktivitätsmindernden Einflussfaktoren ist in dem Maße zulässig, wie ihr Vorhandensein im jeweils unterstellten Zeitraum gewährleistet werden kann.

Folgende Größen des jeweils zu Grunde liegenden Rechenmodells sind bei der Ermittlung der Summe der Ungewissheiten  $k$  mindestens zu berücksichtigen:

1. Ungewissheiten bei den eingesetzten Wirkungsquerschnitten,
2. Ungewissheiten hinsichtlich der Spaltstoffmenge,
3. Ungewissheiten hinsichtlich der element- und isotoptypenweisen Zusammensetzung der Spaltstoffe,
4. Ungewissheiten hinsichtlich der Art, Zusammensetzung und Konzentration der übrigen Materialien, insbesondere der Neutronen moderierenden, reflektierenden oder absorbierenden Stoffe,
5. Auswirkungen von Ungewissheiten in der Berechnung der für den Ausschluss von Kritikalität wesentlichen geologischen, geophysikalischen und geochemischen Prozesse im Endlagersystem und
6. bekannte systematische Abweichungen in den verwendeten Berechnungsprogrammen.

Die Ungewissheiten sowie ihre wechselseitigen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen sind durch Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen zu untersuchen.

## **Artikel 2**

### **Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle**

**(Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung – EndlSiUntV)**

## **Abschnitt 1**

### **Allgemeine Vorschriften**

#### **§ 1**

##### **Anwendungsbereich**

Diese Verordnung ist anzuwenden auf die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Der Vorhabenträger nach des Standortauswahlgesetzes hat die Einhaltung der Regelungen dieser Verordnung zu gewährleisten.

#### **§ 2**

##### **Begriffsbestimmungen**

Für diese Verordnung sind die Begriffsbestimmungen nach des Standortauswahlgesetzes sowie nach § 2 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung anzuwenden.

#### **§ 3**

##### **Untersuchungsraum**

(1) In den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sind die Untersuchungsräume auszuweisen. Untersuchungsräume sind diejenigen räumlichen Bereiche, die zur Bewertung als möglicher Endlagerstandort vorgesehen sind.

(2) Für jedes Teilgebiet, jede Standortregion und jeden Standort ist mindestens ein Untersuchungsraum auszuweisen. Überlagern sich in einem Teilgebiet, einer Standortregion oder an einem Standort mehrere potenzielle Wirtsgesteine, für die jeweils eigene vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt werden sollen, oder sollen für ein Wirtsgestein mehrere vorläufige Sicherheitskonzepte untersucht werden, so ist die Ausweisung mehrerer Untersuchungsräume erforderlich. Die für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ausgewiesenen Untersuchungsräume müssen zusammen alle Teilgebiete räumlich abdecken, die für die weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ausgewiesenen Untersuchungsräume müssen zusammen alle Standortregionen räumlich abdecken und die für die umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ausgewiesenen Untersuchungsräume müssen zusammen alle Standorte räumlich abdecken.

(3) Für jeden Untersuchungsraum ist nur ein vorläufiges Sicherheitskonzept vorzusehen und eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung durchzuführen.

## § 4

### **Allgemeine Anforderungen an die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen**

(1) Jede vorläufige Sicherheitsuntersuchung muss mindestens die in den §§ 5 bis 12 aufgeführten Inhalte umfassen. Der Umfang dieser Inhalte ist jeweils an die Erfordernisse der Vorschläge des Vorhabenträgers nach §, und des Standortauswahlgesetzes anzupassen.

(2) Zu den endzulagernden radioaktiven Abfällen müssen alle Informationen herangezogen werden, die für die Durchführung der jeweiligen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen erforderlich sind. Hierzu gehören insbesondere Informationen zu Menge, Art, Zusammensetzung und Aktivität der radioaktiven Abfälle.

(3) Die weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bauen auf den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen für den jeweiligen Untersuchungsraum auf; die umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bauen auf den weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen für den jeweiligen Untersuchungsraum auf. Wesentliche Änderungen insbesondere am vorläufigen Sicherheitskonzept und an der vorläufigen Auslegung des Endlagers sind zu dokumentieren, zu begründen und in ihren Auswirkungen zu beschreiben.

(4) In allen repräsentativen, allen weiterentwickelten und allen umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist bei den Teilschritten nach den §§ 5 bis 12 und bei den Annahmen jeweils auf eine konsistente Vorgehensweise zu achten, insbesondere ist bei den weiterentwickelten und umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen jeweils eine einheitliche Berechnungsgrundlage für die Dosisabschätzung nach § 9 Absatz 1 Nummer 3 anzuwenden.

(5) Jede vorläufige Sicherheitsuntersuchung ist in einem Bericht zusammenzufassen. Die Berichte zu allen repräsentativen, allen weiterentwickelten und allen umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sind jeweils einheitlich zu strukturieren und so aufzubereiten, dass sie als Grundlage für eine vergleichende Bewertung der Untersuchungsräume nutzbar sind. Bezüge zu nachgeordneten Unterlagen sind in einem Dokumentstrukturplan darzustellen.

## **Abschnitt 2**

### **Inhalte der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen**

## § 5

### **Geosynthese**

(1) Für jede vorläufige Sicherheitsuntersuchung ist eine Geosynthese zu erstellen.

(2) Die Geosynthese enthält die Dokumentation und Interpretation aller geowissenschaftlichen Informationen zu einem Untersuchungsraum mit dem Ziel einer konsistenten Darstellung insbesondere der für die Sicherheit des Endlagers relevanten geowissenschaftlichen Gegebenheiten. Der Umfang der dokumentierten geowissenschaftlichen Informationen muss das für die jeweilige vorläufige Sicherheitsuntersuchung erforderliche Maß abdecken.

(3) Informationen, die außerhalb des Untersuchungsraums gewonnen wurden, sind zu kennzeichnen. Ihre Übertragbarkeit auf den Untersuchungsraum und die Notwendigkeit der Übertragung sind zu begründen.

## § 6

### **Vorläufiges Sicherheitskonzept, vorläufige Auslegung des Endlagers**

(1) Für den Untersuchungsraum ist in der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchung ein vorläufiges Sicherheitskonzept entsprechend § 10 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu erstellen. Dieses vorläufige Sicherheitskonzept ist in der weiterentwickelten und der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchung weiter zu entwickeln.

(2) Auf der Grundlage des vorläufigen Sicherheitskonzeptes ist eine vorläufige Auslegung des Endlagers entsprechend § 11 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu entwickeln.

(3) In jeder vorläufigen Sicherheitsuntersuchung ist das Endlagersystem entsprechend § 12 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu optimieren. Es ist darzustellen, welche Optimierungsmaßnahmen in die vorläufige Auslegung des Endlagers im jeweils aktuellen Stand eingegangen sind.

(4) Für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist abweichend von Absatz 2 in Übereinstimmung mit dem vorläufigen Sicherheitskonzept folgende vorläufige Auslegung des Endlagers ausreichend:

1. die Beschreibung der wesentlichen Barrieren nach § 4 Absatz 3 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung, deren grundlegende Eigenschaften und deren räumliche Erstreckung sowie die Beschreibung der weiteren Barrieren des Endlagersystems,
2. die maximale Größe eines möglichen Endlagerbergwerkes einschließlich der Zugangs- und Bewetterungsbauwerke und der Infrastrukturbereiche, sowie die geplante Tiefenlage,
3. die geplante Art der Einlagerung,
4. mögliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude,
5. mögliche Verschluss- und Versatzmaßnahmen und
6. mögliche Maßnahmen zur Geringhaltung der Schädigung der wesentlichen Barrieren während der Erkundung, der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung des Endlagers.

## § 7

### Analyse des Endlagersystems

(1) Grundlage für die Analyse des geplanten Endlagersystems im Untersuchungsraum sind die Geosynthese nach § 5, das vorläufige Sicherheitskonzept nach § 6 Absatz 1 und die vorläufige Auslegung des Endlagers nach § 6 Absatz 2.

(2) Die zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems im Bewertungszeitraum sind entsprechend § 3 Absatz 2 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu ermitteln, zu beschreiben und einzuordnen; weitere Entwicklungen sind entsprechend § 3 Absatz 5 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu beschreiben.

(3) Die betriebliche Sicherheit und die Langzeitsicherheit des Endlagers sind nach den §§ 8 und 9 zu analysieren.

(4) Für den Untersuchungsraum ist darzulegen, welche Relevanz die einzelnen Abwägungskriterien nach den Anlagen 1 bis 11 des Standortauswahlgesetzes für die Beurteilung des jeweiligen Endlagersystems haben. Dabei ist zu unterscheiden nach:

1. der Bedeutung des Kriteriums für die Sicherheitsfunktionen des vorgesehenen Endlagersystems und seiner Komponenten,
2. der aktuellen Kenntnis der lokalen Sachverhalte zum jeweiligen Abwägungskriterium und
3. dem Potenzial für den Erkenntnisgewinn zum jeweiligen Kriterium aufgrund künftiger Erkundungstätigkeiten.

(5) Es ist auch zu beurteilen, inwiefern die zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittlerradioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung der Anforderungen nach § 21 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung im gleichen Untersuchungsraum möglich ist. Indikator kann insbesondere ein ausreichendes Volumen der im Untersuchungsraum vorkommenden potenziellen Wirtsgesteine sein.

(6) Für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist abweichend von Absätzen 1 bis 3 und 5 folgendes Vorgehen zu wählen:

1. auf Basis der geowissenschaftlichen Langzeitprognose sind geogene Einwirkungen und Prozesse zu identifizieren und zu bewerten sowie daraus zu erwartende und abweichende Entwicklungen abzuleiten;
2. es ist davon auszugehen, dass technische und geotechnische Barrieren ihre Funktion grundsätzlich in dem jeweils vorgesehenen Zeitraum erfüllen, sofern dies nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik nicht ausgeschlossen erscheint;
3. in Verbindung mit der vorläufigen Auslegung des Endlagers sind für den Bewertungszeitraum anhand überschlägiger Abschätzungen und Analogiebetrachtungen folgende Aspekte zu bewerten:
  - a) die räumliche Charakterisierbarkeit des Endlagersystems,
  - b) die langfristige Stabilität der geologischen Verhältnisse,
  - c) die thermischen Verhältnisse im Endlagersystem,

- d) der Flächenbedarf zur Realisierung des Endlagerbergwerkes,
  - e) die Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und
  - f) für die zu erwartenden Entwicklungen die Möglichkeit des sicheren Einschlusses der Radionuklide nach § 4 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung durch Zusammenwirken verschiedener Sicherheitsfunktionen innerhalb der wesentlichen Barrieren;
- 4. es ist die grundsätzliche Möglichkeit eines sicheren Betriebes darzustellen, jedoch keine vollständige betriebliche Sicherheitsanalyse durchzuführen;
  - 5. es ist keine Abschätzung der zusätzlichen jährlichen effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung vorzunehmen;
  - 6. für die Beurteilung nach Absatz 5 ist als Indikator nur das Volumen der im Untersuchungsraum vorkommenden potenziellen Wirtsgesteine heranzuziehen.

## § 8

### **Betriebliche Sicherheitsanalyse**

(1) Die betriebliche Sicherheitsanalyse hat alle Anlagenzustände des Endlagers, einschließlich der übertägigen Anlagen, während der Errichtung, des Betriebes und der Stilllegung entsprechend § 17 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung zu erfassen.

(2) Bei der betrieblichen Sicherheitsanalyse

- 1. ist die Wahrscheinlichkeit von äußeren und inneren Einwirkungen auf die sicherheitsbezogenen Systeme, Teilsysteme und Einzelkomponenten, von Ausfällen dieser Systeme, Teilsysteme und Einzelkomponenten und von Abweichungen dieser Systeme, Teilsysteme und Einzelkomponenten vom Normalbetrieb entsprechend § 17 Absatz 1 Nummer 1 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung abzuschätzen,
- 2. sind die Auswirkungen der Einwirkungen, Ausfälle und Abweichungen nach Nummer 1 auf die jeweils zugehörigen Sicherheitsfunktionen zu analysieren und
- 3. sind die Auswirkungen der Einwirkungen, Ausfälle und Abweichungen nach Nummer 1 auf die Betriebs- und Langzeitsicherheit darzustellen.

## § 9

### **Langzeitsicherheitsanalyse**

(1) Die Langzeitsicherheitsanalyse muss den gesamten Bewertungszeitraum von einer Million Jahren ab dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers umfassen und mindestens die folgenden Bereiche abdecken:

- 1. den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle entsprechend § 4 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung,
- 2. im Fall



- a) des § 4 Absatz 3 Nummer 1 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung die Integrität und Robustheit des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches entsprechend § 5 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung sowie die Robustheit der weiteren Barrieren und sonstigen Komponenten des Endlagersystems oder
  - b) des § 4 Absatz 3 Nummer 2 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung die Integrität und Robustheit der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren entsprechend § 6 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung sowie die Robustheit der weiteren Barrieren und sonstigen Komponenten des Endlagersystems,
3. die Abschätzung der Dosiswerte entsprechend § 7 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung und
  4. den Ausschluss sich selbst tragender Kettenreaktionen entsprechend § 8 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung.

Bei der Langzeitsicherheitsanalyse ist das Verhalten des Endlagersystems als Ganzes zu betrachten und entsprechend der zu erwartenden und der abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems darzustellen.

(2) Für die Analyse des Verhaltens des Endlagersystems im Bewertungszeitraum sind hinreichend qualifizierte numerische Modellierungen auf Grundlage realitätsnaher Annahmen durchzuführen.

## § 10

### **Umfassende Bewertung des Endlagersystems**

Ausgehend von den Ergebnissen der Analyse des Endlagersystems nach § 7 sind die Sicherheit des Endlagersystems sowie seine Robustheit zu bewerten. Insbesondere ist zu bewerten, inwiefern für den jeweiligen Untersuchungsraum in Verbindung mit dem ihm zugeordneten vorläufigen Sicherheitskonzept zu erwarten ist, dass die Anforderungen an den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle nach § 4 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung erfüllt werden können.

## § 11

### **Bewertung von Ungewissheiten**

(1) Die zum Zeitpunkt der Erstellung der jeweiligen vorläufigen Sicherheitsuntersuchung bestehenden Ungewissheiten sind systematisch auszuweisen und dahingehend zu charakterisieren, auf welchen Sachverhalten oder Kenntnisdefiziten sie beruhen. Hierbei sind auch Verknüpfungen von Ungewissheiten untereinander sowie Ungewissheiten der Modellierung nach § 9 Absatz 2 zu berücksichtigen. Aufgrund von Ungewissheiten getroffene Annahmen sind darzulegen und zu begründen.

(2) Der Umgang mit den Ungewissheiten und deren Auswirkungen auf die Aussagekraft des Ergebnisses der vorläufigen Sicherheitsuntersuchung, insbesondere der Einfluss auf die Zuverlässigkeit der sicherheitsgerichteten Aussagen, sind zu dokumentieren.

(3) Es ist darzulegen, ob und in welchem Umfang Ungewissheiten durch weitere Erkundungs- oder Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen reduziert werden können und in welchem Maß dadurch die Zuverlässigkeit der sicherheitsgerichteten Aussagen erhöht werden kann.

## § 12

### **Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs**

(1) Anhand der Bewertung des Endlagersystems und der Ungewissheiten nach §§ 11 und 12 sind

1. aufbauend auf den identifizierten geowissenschaftlichen Kenntnisdefiziten im Untersuchungsraum standortbezogene Erkundungsbedarfe zu identifizieren, darzustellen und hinsichtlich ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems zu priorisieren,
2. sonstige Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zu identifizieren, darzustellen und hinsichtlich ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems zu priorisieren.

Zu den Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfen nach Nummern 1 und 2 ist jeweils darzustellen, welche Zeitdauer für ihre Bearbeitung voraussichtlich erforderlich ist.

(2) In den weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist zusätzlich darzustellen, welche der Erkundungsbedarfe nach Absatz 1 Nummer 1 als Prüfkriterium nach des Standortauswahlgesetzes geeignet erscheinen.

## **Artikel 3**

### **Inkrafttreten**

Diese Verordnung tritt am Tag nach der Verkündung in Kraft.

## **Begründung**

### **A. Allgemeiner Teil**

#### **I. Zielsetzung und Notwendigkeit der Regelungen**

§ 26 Absatz 3 sowie § 27 Absatz 6 des Standortauswahlgesetzes (StandAG) enthalten Verordnungsermächtigungen zum Erlass von Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle bzw. Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. In den Verordnungsermächtigungen ist auch jeweils geregelt, dass die Verordnungen spätestens zum Zeitpunkt der Durchführung repräsentativer vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen nach § 14 Absatz 1 Satz 2 StandAG vorliegen müssen. Diese Sicherheitsuntersuchungen finden im Anschluss an den Zwischenbericht des Vorhabenträgers, der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), nach § 13 Absatz 2 Satz 3 StandAG statt, der seitens der BGE für das dritte Quartal 2020 angekündigt wurde. Dementsprechend ist ein Inkrafttreten der Verordnungen bis Sommer 2020 anzustreben.

#### **II. Wesentlicher Inhalt des Entwurfs**

Artikel 1 des Entwurfs basiert auf den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle des Bundesumweltministeriums aus dem Jahr 2010 (BMU-SiAnf 2010). Die Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ beim deutschen Bundestag (Endlagerkommission) hat ihrem gesetzlichen Auftrag entsprechend auch über diese Sicherheitsanforderungen beraten und eine Expertenanhörung hierzu durchgeführt. In ihrem Abschlussbericht (BT-Drs. 18/9100) kommt die Endlagerkommission zu dem Ergebnis, dass die BMU-SiAnf 2010 grundsätzlich dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. In einzelnen Punkten hat die Endlagerkommission jedoch Empfehlungen zur Überarbeitung abgegeben.

Dementsprechend werden die materiellen Regelungen der BMU-SiAnf 2010 in Artikel 1 im Wesentlichen fortgeführt. Abweichungen sind insbesondere in der mittlerweile geänderten Rechtslage, vor allem den Regelungen des Standortauswahlgesetzes, sowie den entsprechenden Empfehlungen der Endlagerkommission begründet. Darüber hinaus ergeben sich teilweise weitreichende Änderungen in den verwendeten Formulierungen, dem Detaillierungsgrad sowie der Strukturierung, die aus den formalen Ansprüchen an Regelungen auf Verordnungsebene resultieren.

Artikel 2 regelt das Vorgehen bei der Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Gemäß StandAG sind solche vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Laufe des Auswahlverfahrens insgesamt dreimal für alle jeweils noch im Verfahren befindlichen Gebiete durchzuführen. Sie bilden eine wesentliche Grundlage für die Entscheidung, welche Gebiete für die vertiefte Untersuchung in der jeweils nächsten Phase des Verfahrens bzw. als endgültiger Standort vorgeschlagen werden.

Die Regelungen in Artikel 2 orientieren sich am international üblichen Vorgehen bei der Erstellung eines sog. „Safety Case“ und den entsprechenden Empfehlungen der Endlagerkommission (BT-Drs. 18/9100).

### **III. Alternativen**

Keine. Die Regelung der Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle sowie der Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsanforderungen durch entsprechende Rechtsverordnungen ist durch die §§ 26 Absatz 3 und 27 Absatz 6 StandAG vorgegeben.

### **IV. Regelungskompetenz**

Gemäß Artikel 73 Absatz 1 Nummer 14 des Grundgesetzes hat der Bund die ausschließliche Gesetzgebungskompetenz über die Beseitigung radioaktiver Stoffe. §§ 26 Absatz 3 und 27 Absatz 6 StandAG ermächtigen das Bundesumweltministerium zum Erlass der zwei Rechtsverordnungen.

### **V. Vereinbarkeit mit dem Recht der Europäischen Union und völkerrechtlichen Verträgen**

Die Richtlinie 2011/70/Euratom über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie das Gemeinsame Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle legen jeweils die Grundlagen für die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente fest. Diese werden durch weitere Sicherheitsstandards der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) konkretisiert, insbesondere die Specific Safety Requirements SSR-5: Disposal of Radioactive Waste und den speziell auf die tiefeingeologische Endlagerung bezogenen Specific Safety Guide SSG-14: Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste.

Dieser Entwurf hat die genannten europarechtlichen Vorgaben und Sicherheitsstandards der Internationalen Atomenergie-Organisation zur Grundlage, die dort formulierten Anforderungen sind, sofern einschlägig, umgesetzt. Der Entwurf geht aber insoweit über diese hinaus, als dass er einen deutlich höheren Detaillierungsgrad aufweist.

### **VI. Regelungsfolgen**

#### **1. Rechts- und Verwaltungsvereinfachung**

Die Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Artikel 1) löst die BMU-SiAnf 2010 ab. Diese bezogen sich nur auf Endlager in den Wirtsgesteinen Steinsalz und Tongestein. Nach § 1 Absatz 3 des Standortauswahlgesetzes kommt zusätzlich das Wirtsgestein Kristallingestein in Betracht. Dies wird in Artikel 1 dieses Entwurfes zusätzlich berücksichtigt.

#### **2. Nachhaltigkeitsaspekte**

Nach § 1 Absatz 2 StandAG ist ein Ziel der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle die Vermeidung unzumutbarer Lasten für zukünftige Generationen. Dies soll durch die Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle in einem Endlagerbergwerk in tiefen

geologischen Formationen erreicht werden, nach dessen endgültigem Verschluss keinerlei Wartungs- oder Nachsorgearbeiten erforderlich sind.

Artikel 1 dieses Entwurfs legt die Anforderungen fest, denen ein Endlager entsprechen muss, um das genannte Ziel der Nachsorgefreiheit erfüllen zu können. Die Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gewährleisten, dass schon vor dem eigentlichen Genehmigungsverfahren für das Endlager dessen Sicherheitsaspekte einschließlich der Nachsorgefreiheit umfassend geprüft werden.

### **3. Haushaltsausgaben ohne Erfüllungsaufwand**

Für Bund, Länder und Kommunen fallen durch diese Verordnung keine Haushaltsaufgaben ohne Erfüllungsaufwand an.

### **4. Erfüllungsaufwand**

Diese Verordnung dient zur Konkretisierung der sicherheitstechnischen Anforderungen an ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Artikel 1), welches nach § 9a Absatz 3 des Atomgesetzes durch den Bund einzurichten ist, sowie der Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für dieses Endlager (Artikel 2), die nach §§ 14 Absatz 1 Satz 2, 16 Absatz 1 Satz 2 und 18 Absatz 1 Satz 2 StandAG durchzuführen sind.

Zu Artikel 1:

Mit dem Regelungsvorhaben werden die Sicherheitsanforderungen an ein Endlager für hochradioaktive Abfälle konkretisiert. Die Grundlagen hierzu wurden bereits mit dem Fortentwicklungsgesetz zum StandAG vom 5. Mai 2017 geregelt. Im Rahmen des Erfüllungsaufwandes wurde dazu festgestellt, dass dieser mit dem Standortauswahlgesetz 2013 abgeschätzt wurde. Die Neubewertung in 2017 hatte keinen Änderungsbedarf in Bezug auf die Sicherheitsanforderungen gesehen.

Für die Verordnung werden im Wesentlichen die BMU-SiAnf 2010 zugrunde gelegt. Diese waren bereits Grundlage der Beratungen der Endlagerkommission, deren Vorschläge zur Fortentwicklung des StandAG geführt hatten. Die Regelungsinhalte der BMU-SiAnf 2010 werden zwar in Teilen geändert. Dies betrifft beispielsweise die Einordnung der zu betrachtenden möglichen zukünftigen Entwicklungen des Endlagers (§ 3 EndlSiAnfV), die Kriterien für einen sicheren Einschluss (§ 4 EndlSiAnfV) oder die Anforderungen an technische und geotechnische Barrieren als wesentliche Barrieren (§ 6 EndlSiAnfV).

Allerdings führt dies zu keinen zusätzlichen Personal- oder Sachaufwänden, da die vorgenommenen Änderungen im ersten Fall lediglich das Vorgehen bei der Bewertung der genannten Sachverhalte betreffen, nicht aber die Tatsache, dass eine entsprechende Bewertung grundsätzlich durchzuführen ist. Im Fall von neu gefassten Anforderungen – wie in den beiden anderen genannten Fällen – gibt es keine Anhaltspunkte, dass zu deren Einhaltung grundsätzlich andere, insbesondere aufwändigere Maßnahmen erforderlich wären als für die Einhaltung der entsprechenden Anforderungen der BMU-SiAnf 2010.

Zu Artikel 2:

Mit dem Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013 wurde der Erfüllungsaufwand des Bundes für das künftige Standortauswahlverfahren abgeschätzt. Dabei wurde geschätzt, dass eine intensive übertägige Erkundung Kosten von (einmalig) etwa 100 Mio. Euro inkl. Forschungsarbeiten je Standort und eine untertägige Erkundung Kosten von (einmalig) etwa 500 Mio. Euro inkl. Forschungsarbeiten je Standort verursacht. Die vorläufige

Sicherheitsuntersuchung ist integraler Bestandteil sowohl der übertägigen als auch der untertägigen Erkundung.

Im Rahmen des Fortentwicklungsgesetzes zum StandAG vom 5. Mai 2017 wurde nicht nur die Ermächtigungsgrundlage für diese Verordnung geschaffen, sondern die Grundlagen für die im Rahmen des Standortauswahlverfahrens durchzuführenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen geregelt. Im Rahmen des Erfüllungsaufwandes wurde dabei festgestellt, dass die Aufgaben des Standortauswahlverfahrens im Wesentlichen bereits im Standortauswahlgesetz begründet worden sind und daher nur geringfügig zu ergänzen sind.

Die mit dieser Verordnung festgelegte Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchung konkretisiert die Grundlagen im StandAG. Es werden keine Vorgaben eingeführt, die nicht schon im StandAG angelegt sind. Insbesondere orientieren sich die Regelungen zu vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen stark am international etablierten Vorgehen bei der Erstellung eines sog. „Safety Case“. Die hierfür maßgeblichen Festlegungen (v.a. „Post-Closure Safety Case for Geological Repositories“, OECD-NEA 2004 und „SSG-23: The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste“, IAEA 2012) entsprachen schon bei der Verabschiedung der ersten Fassung des StandAG dem Stand von Wissenschaft und Technik. Daher sind derzeit keine Anhaltspunkte erkennbar, auf Grund derer eine Neubewertung der zuvor genannten Kostenabschätzung erforderlich wäre.

## **5. Weitere Kosten**

Keine. Ein Einfluss der Verordnung auf das Preisniveau, insbesondere das Verbraucherpreisniveau, ist nicht zu erwarten.

## **6. Weitere Regelungsfolgen**

Keine.

## **VII. Befristung; Evaluierung**

Nach den §§ 26 Absatz 3 und 27 Absatz 6 StandAG sind die Verordnungen über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle sowie über die Anforderungen an die Durchführung vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen spätestens alle zehn Jahre zu überprüfen und, soweit erforderlich, an den Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen.

## **B. Besonderer Teil**

### **Zu Artikel 1 (Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle)**

#### **Zu Abschnitt 1 (Allgemeine Vorschriften)**

#### **Zu § 1 (Anwendungsbereich)**

#### **Zu Absatz 1**

Der Anwendungsbereich dieser Verordnung ergibt sich aus § 1 Absatz 2 Satz 1 StandAG. Die Anwendbarkeit der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung für das entsprechende Genehmigungsverfahren folgt aus § 9b Absatz 1a Satz 7 des Atomgesetzes.

## **Zu Absatz 2**

Die in § 1 Absatz 6 StandAG niedergelegte „gleiche bestmögliche Sicherheit des Standortes“ als Bedingung für die zusätzliche Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am nach dem StandAG auszuwählenden Standort erstreckt den Geltungsbereich auf die Konkretisierung der Bedingungen, unter denen diese zusätzliche Endlagerung zulässig ist.

## **Zu § 2 (Begriffsbestimmungen)**

### **Zu Nummer 1**

Der Begriff der wesentlichen Barrieren bezeichnet diejenigen Barrieren, auf denen das Endlagersystem entsprechend § 4 Absatz 3 im Wesentlichen beruht und die für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle eine herausgehobene Rolle spielen. Das Sicherheitskonzept eines Endlagersystems ist dementsprechend auf die wesentlichen Barrieren ausgerichtet.

### **Zu Nummer 2**

Der Begriff der weiteren Barrieren bezeichnet diejenigen Barrieren des Endlagersystems, die keine wesentlichen Barrieren sind. Die weiteren Barrieren können dabei unter Umständen auch nur mittelbar eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern, zum Beispiel in dem sie andere Barrieren vor externen Einwirkungen schützen.

### **Zu Nummer 3**

Der Begriff des Bewertungszeitraumes ist aus § 1 Absatz 2 StandAG abgeleitet.

### **Zu Nummer 4**

Der Begriff der Endlagergebinde bezeichnet die Form, in der radioaktive Abfälle im Endlagerbergwerk gehandhabt und eingelagert werden.

### **Zu Nummer 5**

Die Bestimmung des Begriffes der Integrität ist inhaltlich aus den BMU-SiAnf 2010 übernommen.

### **Zu Nummer 6**

Der Begriff der Langzeitsicherheit ist aus § 1 Absatz 2 StandAG in Verbindung mit § 26 Absatz 2 Nummer 1 StandAG sowie aus § 1 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes abgeleitet.

### **Zu Nummer 7**

Der Sicherheitsbericht nach § 3 Absatz 1 Nummer 1 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung ist die zentrale Unterlage, die im Genehmigungsverfahren nach § 9b Absatz 1a des Atomgesetzes vorzulegen ist und in der die kerntechnische Sicherheit der zu genehmigenden Anlage dargestellt und begründet wird.

### **Zu Nummer 8**

Die Bestimmung des Begriffes der Sicherheitsfunktion ist inhaltlich aus den BMU-SiAnf 2010 übernommen.

## **Zu Nummer 9**

Die Bestimmung des Begriffes der Robustheit ist inhaltlich aus den BMU-SiAnf 2010 übernommen. Der dort zusätzlich adressierte Aspekt der Unempfindlichkeit der Ergebnisse der Sicherheitsanalyse gegenüber Abweichungen von den zu Grunde gelegten Annahmen ist für die Zwecke dieser Verordnung entbehrlich, da hier der Begriff der Robustheit nicht in Bezug auf Sicherheitsanalysen verwendet wird. Die Robustheit des Endlagersystems zeigt sich aber faktisch unter anderem an diesen Eigenschaften der Sicherheitsanalysen.

## **Zu Abschnitt 2 (Langzeitsicherheit)**

### **Zu § 3 (Bewertungszeitraum; zu erwartende, abweichende und hypothetische Entwicklungen des Endlagersystems)**

#### **Zu Absatz 1**

Die Festlegung eines Bewertungszeitraumes mit der Dauer von einer Million Jahren ergibt sich aus der Forderung der bestmöglichen Sicherheit des nach StandAG auszuwählenden Standortes für eine Million Jahre nach § 1 Absatz 2 StandAG.

#### **Zu Absatz 2**

Eine systematische Ableitung und Einordnung der möglichen Entwicklungen des Endlagersystems ist erforderlich, um die jeweilige Relevanz der Entwicklungen für die Auslegung und Optimierung des Endlagers zu bewerten. Durch ein systematisches Vorgehen nach dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik, beispielsweise unter Einbeziehung so genannter FEP-Kataloge („Features, Events and Processes“) und der systematischen Betrachtung von Sicherheitsfunktionen soll sichergestellt werden, dass die identifizierten möglichen Entwicklungen die tatsächliche zukünftige Entwicklung des Endlagers abdecken. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der Anspruch erhoben wird, die tatsächliche Entwicklung exakt zu prognostizieren. Daher sind mindestens eine zu erwartende Entwicklung (als Grundlage für die Planung des Endlagers) sowie abweichende Entwicklungen aufzuführen. Diese sind verbindlich bei der Planung des Endlagers zu berücksichtigen.

Nicht berücksichtigt werden müssen bei dieser Ableitung äußere Einwirkungen oder Ereignisse, deren direkte Auswirkungen gravierender sind als ihre indirekten Folgewirkungen durch die mögliche Beeinflussung des Endlagersystems, beispielsweise der Einschlag eines großen Meteoriten.

#### **Zu Absatz 3**

Die zu erwartenden Entwicklungen beinhalten alle Eigenschaften, Ereignisse und Prozesse, über die insbesondere auf Grund geologischer und klimatischer Erkenntnisse aus der Vergangenheit und potentielle Einflüsse des Klimawandels geschlussfolgert werden kann, dass sie innerhalb des Bewertungszeitraumes mit hoher Wahrscheinlichkeit einmal oder wiederholt eintreten werden und das Endlagersystem oder seine geologische Umgebung betreffen. Es werden keine konkreten Werte für die voraussichtliche Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Entwicklungen oder von Eigenschaften, Ereignissen und Prozessen vorgegeben, da die Einstufung der Entwicklungen an Hand streng rechnerisch abgeleiteter Wahrscheinlichkeiten in der Praxis nur in Ausnahmefällen möglich erscheint. Zur Berücksichtigung mehrerer sich gegenseitig ausschließender Entwicklungen, die jedoch gleichermaßen plausibel erscheinen (beispielsweise verschiedene Szenarien zur zukünftigen klimatischen Entwicklung unter Berücksichtigung des Klimawandels und seiner Folgen), können auch mehrere zu erwartende Entwicklungen aufgeführt werden.



#### **Zu Absatz 4**

Die abweichenden Entwicklungen umfassen im Wesentlichen die „weniger wahrscheinlichen Entwicklungen“ der BMU-SiAnf 2010. Wie auch für die zu erwartenden Entwicklungen werden keine konkreten Werte für deren Eintrittswahrscheinlichkeit vorgegeben. Zusammen mit den zu erwartenden Entwicklungen sollen die abweichenden Entwicklungen alle zukünftigen Entwicklungen des Endlagersystems abdecken, die innerhalb der Grenzen der praktischen Vernunft möglich erscheinen.

Die Endlagerkommission hat explizit eine Überprüfung der in den BMU-SiAnf 2010 vorgenommenen Unterteilung der betrachteten Entwicklungen in die Wahrscheinlichkeitsklassen „wahrscheinlich“/„weniger wahrscheinlich“/„unwahrscheinlich“ empfohlen, insbesondere hinsichtlich der Abstufung zwischen „wahrscheinlich“ und „weniger wahrscheinlich“. Diese Fragen wurden im Zuge der Erarbeitung dieses Verordnungsentwurfes intensiv in verschiedenen Expertenkreisen erörtert. Im Ergebnis wurde die Abgrenzung der verschiedenen Kategorien in der nun vorliegenden Weise neu gefasst, die sich an der praktischen Bedeutung der jeweiligen Kategorien für die Auslegung und Optimierung des Endlagersystems anstelle von abstrakten Wahrscheinlichkeiten orientiert. Dementsprechend ist auch die Abstufung zwischen zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen erforderlich, damit bei der Auslegung und Optimierung des Endlagersystems zu erwartenden Entwicklungen die gebührende Priorität eingeräumt wird. Andernfalls wäre damit zu rechnen, dass die Sicherheit der Endlagerung für diese Entwicklungen durch eine Optimierung bezüglich wenig plausibler, aber nicht vollends auszuschließender Entwicklungen konterkariert würde.

#### **Zu Absatz 5**

Die zusätzliche Betrachtung von hypothetischen Entwicklungen und Entwicklungen, die durch zukünftige menschliche Aktivitäten ausgelöst werden können, ergänzend zu den Entwicklungen nach Absatz 3 und 4 ist als „Stresstest“ für das Endlagersystem aufzufassen. Diese dienen im Wesentlichen dem Systemverständnis und können dadurch Wege zur Erhöhung der Robustheit des Endlagersystems aufzeigen.

#### **Zu Absatz 6**

Ein Beispiel für eine hypothetisch Entwicklung, die nach den Maßgaben des Absatz 5 zu betrachten sein könnte, wäre das systematische „Ausschalten“ einzelner Barrieren des Endlagersystems in der numerischen Modellierung. Daraus können ggf. Erkenntnisse zur Wichtigkeit der jeweiligen Barrieren für das gesamte Endlagersystem und ihren Wechselwirkungen mit anderen Barrieren abgeleitet werden.

#### **Zu Absatz 7**

Entwicklungen auf der Basis zukünftiger menschlicher Aktivitäten und unbeabsichtigten menschlichen Eindringens in das Endlager lassen sich aufgrund ihrer Unvorhersagbarkeit, sowohl hinsichtlich ihrer konkreten Ausprägung (z.B. verwendete Techniken) als auch hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens, nicht systematisch ableiten. Daher ist die nach internationalem Stand von Wissenschaft und Technik übliche Vorgehensweise, sogenannte „stylized scenarios“, hier sinngemäß übersetzt mit Referenzentwicklungen, zu betrachten. Neben dem unbeabsichtigten menschlichen Eindringen zum Beispiel durch Tiefbohrungen in Unkenntnis des vorhandenen Endlagers sind weitere menschliche Aktivitäten, die in unbeabsichtigter Weise für die Sicherheit des Endlagers relevant sein können, beispielsweise der Bau von Talsperren.

Eben wegen der oben geschilderten Unvorhersagbarkeit von zukünftigen menschlichen Aktivitäten können diese aber nicht sinnvoll in die Kategorien zu erwartende/abweichende

Entwicklungen nach Absatz 2 eingeordnet werden. Insofern wird international eine nachgeordnete Betrachtung der möglichen Auswirkungen zukünftiger menschlicher Aktivitäten im Zuge der Optimierung des Endlagersystems empfohlen. Unabhängig davon stellt aber bereits die grundsätzliche Entscheidung für eine tiefengeologische Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen (im Unterschied z.B. zu einer Dauerlagerung an oder nahe der Erdoberfläche) eine wirksame Maßnahme zur Reduktion von möglichen Auswirkungen zukünftiger menschlicher Aktivitäten auf das Endlager dar (vgl. hierzu z.B. ESK-Leitlinie zum menschlichen Eindringen in ein Endlager für radioaktive Abfälle, GRS-Bericht Nummer. 348 und ICRP Publication 122).

Zukünftige menschliche Aktivitäten, die absichtlich auf das Endlager einwirken, insbesondere absichtliches Eindringen in das Endlager, sind nicht zu betrachten. Diese Aktivitäten erfolgen notwendigerweise in Kenntnis des vorhandenen Endlagers und somit zumindest indirekt auch seines Gefahrenpotenzials. Sie sind daher vollständig von den zukünftig lebenden Menschen zu verantworten, die diese Aktivitäten planen und durchführen.

## **Zu § 4 (Sicherer Einschluss der radioaktiven Abfälle)**

### **Zu Absatz 1**

Einschluss und Isolation der radioaktiven Abfälle von der Biosphäre als übergeordnetes Ziel der tiefengeologischen Endlagerung folgen der entsprechenden Festlegung in IAEA: „The objective of geological disposal of radioactive waste is to provide containment and isolation of the radionuclides in the waste from the biosphere. [...]“ (SSG-14, Absatz 4.7). Dementsprechend wird hier auf die übergeordneten Anforderungen 8 und 9 aus SSR-5 (s.o.) Bezug genommen.

Konkret ausgefüllt wird dieser Absatz durch die Regelungen in den folgenden Absätzen dieses Paragraphen. Diese stellen vorrangig auf die Einschlussfähigkeit des untertägigen Barrierensystems und insbesondere der wesentlichen Barrieren nach Absatz 3 ab. Grund hierfür ist, dass diese das wesentliche Charakteristikum für die Entsorgungsstrategie des Einschließens und Isolierens darstellt. Mit diesen Anforderungen an die Einschlussfähigkeit des untertägigen Barrierensystems erfolgt eine konzeptionelle Vorgabe zum Erreichen des dauerhaften Schutzes von Mensch und Umwelt, dessen Einhaltung u. a. mittels der auf die Biosphäre bezogenen Dosisindikatoren gemäß § 7 gezeigt werden soll.

### **Zu Absatz 2**

Hier wird auf die Anforderungen 7 (Multiple Sicherheitsfunktionen) und 5 bzw. 10 (Passive Sicherheitsvorkehrungen) aus SSR-5 (s.o.) Bezug genommen. Diese benennen die Maßnahmen, mit denen der Einschluss und die Isolation der radioaktiven Abfälle erreicht werden sollen. Dabei kann die Staffelung verschiedener Barrieren sowohl räumlich, beispielsweise in Form eines Systems Abfallmatrix – Endlagerbehälter – Hohlraumverfüllung – Streckenverschluss – Schachtverschluss, als auch zeitlich erfolgen. Letzteres ist zum Beispiel erforderlich, wenn eine Barriere, die vor allem langfristig wirken soll, erst nach einer gewissen Zeit ihre volle Wirksamkeit erreicht und bis dahin durch temporäre Barrieren ergänzt werden muss.

### **Zu Absatz 3**

Ein Endlagersystem, mit dem der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleistet wird, kann nach § 23 Absätze 1 und 4 StandAG entweder auf einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich nach § 2 Nummer 9 StandAG oder im Fall des Wirtsgesteins Kristallingestein, sofern kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich

ausgewiesen werden kann, wesentlich auf technischen und geotechnischen Barrieren beruhen. Um beide Fälle erfassen zu können, wird der Begriff der „wesentlichen Barrieren“ eingeführt, der diejenigen Barrieren bezeichnet, die für den sicheren Einschluss unverzichtbar sind und dementsprechend in ihrem Zusammenwirken ihre Funktion langfristig erfüllen müssen. Da die wesentlichen Barrieren zentral für das Sicherheitskonzept des Endlagers sind, kommt ihnen im Sicherheitsbericht besondere Bedeutung zu.

### **Zu Nummer 1**

Dieser Fall beinhaltet alle Endlagersysteme, die wesentlich auf einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich beruhen. Nach § 23 Absatz 1 StandAG sind solche Endlagersysteme in allen drei in Betracht kommenden Wirtsgesteinen zulässig.

### **Zu Nummer 2**

Dieser Fall beinhaltet die Endlagersysteme, die nach § 23 Absatz 4 StandAG wesentlich auf technischen und geotechnischen Barrieren beruhen, da an deren vorgesehener Standort kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann. Dies ist nach § 23 Absatz 1 StandAG jedoch nur für das Wirtsgestein Kristallingestein zulässig.

### **Zu Absatz 4**

Dieser Absatz konkretisiert den nach Absatz 1 geforderten Einschluss der radioaktiven Abfälle innerhalb der wesentlichen Barrieren in qualitativer Hinsicht.

Zum einen sollen die eingelagerten Radionuklide innerhalb des Bereiches der wesentlichen Barrieren eingeschlossen und weitgehend immobilisiert werden. Dies verhindert, dass selbst bei Entwicklungen, in denen die wesentlichen Barrieren möglicherweise verletzt werden, unmittelbar größere Mengen an Radionukliden austreten und trägt damit zur Robustheit des Endlagersystems bei. Außerdem wird verhindert, dass im Sicherheitsbericht die Einhaltung des radiologischen Schutzziels nach § 7 maßgeblich durch eine Verdünnung und Rückhaltung ausgetretener Radionuklide im Deckgebirge gezeigt werden kann. Vielmehr muss der Einschluss der radioaktiven Abfälle weitestgehend durch die wesentlichen Barrieren gewährleistet werden.

Entsprechend Abschnitt 6.1 der BMU-SiAnf 2010 wird in dieser Regelung darauf hingewirkt, dass mögliche zusätzliche Expositionen auf Grund von Austragungen von Radionukliden aus den radioaktiven Abfällen nur möglichst wenige Personen einer Generation betreffen können.

Insgesamt ergibt sich aus den Absätzen 1 bis 4, dass der Bereich der wesentlichen Barrieren möglichst klein gewählt werden sollte. Dies erleichtert auch die Bewertung der Robustheit des Endlagers.

### **Zu Absatz 5**

Dieser Absatz konkretisiert den nach Absatz 1 geforderten Einschluss der radioaktiven Abfälle innerhalb der wesentlichen Barrieren in quantitativer Hinsicht gemäß der dort genannten Zielsetzung.

Unter den Nummern 1 und 2 werden Kriterien für das Einschlussvermögen etabliert, deren Einhaltung für die zu erwartenden Entwicklungen im Sicherheitsbericht zu belegen ist. Diese Kriterien quantifizieren den Aspekt des Einschlusses der radioaktiven Abfälle innerhalb der wesentlichen Barrieren. Durch die Einhaltung wird gewährleistet, dass der weit überwiegende Anteil der Radionuklide aus den hochradioaktiven Abfällen während

des Bewertungszeitraumes innerhalb der wesentlichen Barrieren verbleibt. Dabei gibt Nummer 1 eine obere Grenze für die im Bewertungszeitraum insgesamt zulässigen Austragungen an, während Nummer 2 kurzzeitige Freisetzungen aus den wesentlichen Barrieren begrenzt. Die Kriterien beziehen sich sowohl auf die Gesamtanzahl der Atome der Radionuklide als auch auf ihre Gesamtmassen, um so Wichtungseffekte durch unterschiedliche molare Massen zu vermeiden.

### **Zu Nummer 1**

In einer Voruntersuchung der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Bericht GRS-A-3405) wurden Indikatoren zur Bewertung des Einschlussvermögens eines einschlusswirksamen Gebirgsbereiches vorgeschlagen. Hiervon ausgehend wurden neuere Untersuchungen (GRS-A-3985) durchgeführt und weitere Indikatoren entwickelt, welche den Austrag von Radionuklidmengen aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren in das Verhältnis zur eingelagerten Radionuklidmenge setzen.

Die Wahl der physikalischen Bezugsgröße (z. B. Stoffmenge, Masse) für einen möglichen Einschlussindikator beeinflusst hierbei, auf welche Radionuklide ein Indikator fokussiert ist. Sind die molaren Massen der Radionuklide ähnlich groß, so besteht in der Anwendung zwischen massen- und stoffmengenbezogenen Indikatoren kein wesentlicher Unterschied. Weisen einzelne Radionuklide allerdings eine im Vergleich der Radionuklide untereinander deutlich geringere Molmasse auf (wie beispielsweise bei Tritium), so erlaubt ein massenbezogener Indikator eine höhere Menge dieses Radionuklids außerhalb der wesentlichen Barrieren im Vergleich zu einem stoffmengenbezogenen Indikator. Die Masse wird dennoch betrachtet, da diese in der Praxis und der öffentlichen Kommunikation eine gängige Größe widerspiegelt, die beispielsweise im aktuellen Verzeichnis radioaktiver Abfälle erfasst ist.

Die Untersuchungen wurden für ein generisches Endlager im Wirtsgestein Tongestein durchgeführt, wobei sich die verwendeten Werte der relevanten Gesteinseigenschaften an den verschiedenen Wertungsgruppen der entsprechenden Abwägungskriterien nach StandAG orientierten. Eine Bevorzugung oder Benachteiligung des Wirtsgesteins Tongestein findet dadurch nicht statt, da sowohl die Vorgaben dieser Verordnung als auch die einschlägigen Abwägungskriterien des StandAG für alle zu betrachtenden Wirtsgesteine gültig sind.

Das Wirtsgestein Tongestein wurde für die exemplarische Untersuchung verwendet, da hier die Größe der möglichen Austragungen wesentlich von den Gesteinseigenschaften abhängt, während bei den Wirtsgesteinen Steinsalz und Kristallingestein mögliche Austragungen in erster Linie durch Integritätsverletzungen der wesentlichen Barrieren verursacht werden. Ob und in welchem Umfang diese zu erwarten sind, hängt maßgeblich von äußeren Faktoren ab, die standortspezifisch zu untersuchen sind. Insofern ist der konkret festgelegte Vorsorgewert des Indikators hier weniger relevant: über einen weiten Bereich möglicher Vorsorgewerte ist davon auszugehen, dass die zu erwartenden Austragungen bei intakten Barrieren (deutlich) unterhalb des Vorsorgewertes liegen, bei einem Versagen der wesentlichen Barriere (z.B. Riss im einschlusswirksamen Gebirgsbereich, vollständige Korrosion der Endlagerbehälter) jedoch (deutlich) darüber.

Die in § 4 festgelegten Vorsorgewerte sollen ermöglichen, darzustellen, dass die Einhaltung der Schutzziele gemäß § 7 nicht wesentlich aufgrund einer Verdünnung und Rückhaltung von Radionukliden im Deckgebirge gelingt, sondern maßgeblich durch Einschluss und Isolation innerhalb der wesentlichen Barrieren. Für diese Zielsetzung sind die in § 4 festgelegten Vorsorgewerte zum jetzigen Zeitpunkt sachgerecht. Auch wenn sie an Hand eines generischen Endlagers im Wirtsgestein Tongestein festgelegt wurden, gelten sie gleichermaßen für alle Wirtsgesteine (s.o.).

## **Zu Nummer 2**

Der Indikator unter Nummer 2 erfasst Austragungen von Radionukliden jahresscharf, sodass mögliche Austragungsspitzen innerhalb einzelner Jahre auf höchstens das Zehnfache der im Mittel über den gesamten Bewertungszeitraum zulässigen Austragung beschränkt.

## **Zu Absatz 6**

Der Indikator unter Nummer 2 erfasst Austragungen von Radionukliden jahresscharf, sodass mögliche Austragungsspitzen innerhalb einzelner Jahre auf höchstens das Zehnfache der im Mittel über den gesamten Bewertungszeitraum zulässigen Austragung beschränkt.

## **Zu § 5 (Integrität und Robustheit des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs als wesentlicher Barriere)**

### **Zu Absatz 1**

Im Fall des § 4 Absatz 2 Nummer 1 stellt ein (oder mehrere) einschlusswirksamer Gebirgsbereich(e) die wesentliche Barriere dar und muss daher im Zusammenwirken mit seinen technischen und geotechnischen Verschlüssen den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle langfristig gewährleisten. Insofern sind an den Beleg seiner Integrität und die Begründung seiner Robustheit gesonderte Anforderungen zu stellen, die in diesem Paragraphen konkretisiert werden. Eine Voraussetzung, um seine Integrität schlüssig darstellen zu können, ist die eindeutige räumliche Festlegung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches unter Berücksichtigung von § 23 Absatz 5 StandAG. Entsprechend dem Ziel der Konzentration der radioaktiven Abfälle nach § 4 Absatz 1 sollen die Ausmaße des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches dabei nicht unnötig groß gewählt werden. Zur Robustheit können Eigenschaften des Endlagersystems beitragen, die zum Beleg der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches zwar nicht erforderlich sind, aber über das geforderte Maß hinaus die Sicherheit des Endlagers erhöhen.

Damit der einschlusswirksame Gebirgsbereich seinen Zweck erfüllen kann, müssen die in ihm geschaffenen oder bereits vorhandenen Hohlräume, insbesondere die Zugangsstrecken und/oder –schächte, nach Abschluss der Einlagerung von radioaktiven Abfällen mit entsprechenden technischen und geotechnischen Barrieren verschlossen werden. Deren Verschlussfunktion ist aber – je nach vorgesehenem Endlagersystem – unter Umständen nicht während des gesamten Bewertungszeitraumes erforderlich. Insbesondere Endlagersysteme in den Wirtsgesteinen Steinsalz und Tongestein können darauf ausgerichtet sein, dass im einschlusswirksamen Gebirgsbereich Konvergenz- und Selbstheilungsprozesse in einem solchen Umfang ablaufen, dass der einschlusswirksame Gebirgsbereich nach einer gewissen Übergangszeit den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle eigenständig gewährleistet. Dennoch muss sichergestellt sein, dass die technischen und geotechnischen Barrieren ihre für den Einschluss relevanten Eigenschaften mindestens über den für sie im Sicherheitskonzept vorgesehenen Zeitraum aufweisen.

### **Zu Absatz 2**

Dieser Absatz listet die konkreten Anforderungen an die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches auf. Diese sind im Wesentlichen aus Abschnitt 7.2.1 der Sicherheitsanforderungen von 2010 übernommen. Dabei ist jedoch das dort als zweiter Punkt aufgeführte Kriterium entfallen, wonach im einschlusswirksamen Gebirgsbereich vorhandenes Porenwasser nicht am

hydrogeologischen Kreislauf teilnehmen darf. Dieses Kriterium ist durch das Kriterium nach Nummer 1 abgedeckt. Dabei ist zu beachten, dass der Begriff „Fluide“ in Nummer 1 entsprechend seiner Verwendung in der einschlägigen Fachliteratur sowohl Flüssigkeiten als auch Gase umfasst. Letztere können in einem Endlager insbesondere durch radioaktive Zerfälle selbst (v.a. Helium) und durch Radiolyse auf Grund der entstehenden ionisierenden Strahlung (v.a. Wasserstoff) entstehen.

Außerdem wurden die Auswirkungen der durch die Errichtung des Endlagerbergwerkes möglicherweise veränderten chemischen Verhältnisse auf den einschlusswirksamen Gebirgsbereich in den Sicherheitsanforderungen von 2010 nicht adressiert. Eine gesonderte Betrachtung dieser Frage ist jedoch fachlich geboten, da mit dem Abfallinventar, den Endlagerbehältern, dem Streckenausbau und –versatz etc. große Mengen an Material in das Gebirge eingebracht werden, die mit dem Wirtsgestein chemisch in Wechselwirkung treten können. Diese Auswirkungen müssen daher nach der Nummer 3 nun zusätzlich betrachtet werden.

### **Zu Absatz 3**

Da der einschlusswirksame Gebirgsbereich den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle langfristig gewährleisten muss, darf es langfristig keine Wegsamkeiten geben, über die Radionuklide aus dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich austreten können. Daher müssen sämtliche Hohlräume innerhalb des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches spätestens im Zuge der Stilllegung des Endlagers wirksam abgedichtet und verschlossen werden.

### **Zu Absatz 4**

Um die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches schlüssig darstellen zu können, müssen die dabei zu Grunde gelegten Eigenschaften der zu seinem Verschluss vorgesehenen technischen und geotechnischen Barrieren spezifiziert werden. Außerdem ist zu zeigen, dass die vorgesehenen technischen und geotechnischen Barrieren tatsächlich mit den geforderten Eigenschaften hergestellt und errichtet werden können.

### **Zu § 6 (Integrität und Robustheit der technischen und geotechnischen Barrieren als wesentliche Barrieren)**

#### **Zu Absatz 1**

Im Fall des § 4 Absatz 2 Nummer 2 muss ein System aus technischen und geotechnischen Barrieren den sicheren Einschluss langfristig gewährleisten. Insofern sind an die Darstellung seiner Integrität und die Begründung seiner Robustheit gesonderte Anforderungen zu stellen, die in diesem Paragraphen konkretisiert werden. Zur Robustheit können Eigenschaften des Endlagersystems beitragen, die zum Beleg der Integrität der wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren zwar nicht erforderlich sind, aber über das geforderte Maß hinaus die Sicherheit des Endlagers erhöhen.

Damit das System aus technischen und geotechnischen Barrieren langfristig seinen Zweck erfüllen kann, müssen auch die weiteren Barrieren des Endlagersystems ihre für den Einschluss relevanten Eigenschaften mindestens über den Zeitraum aufweisen, während dessen sie jeweils für den Beleg der Integrität belastet werden. Besondere Bedeutung kommt hierbei dem kristallinen Wirtsgestein im Einlagerungsbereich zu, da dieses und das darin enthaltene Grundwasser die chemischen Verhältnisse bestimmt, denen die wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren während des Bewertungszeitraumes ausgesetzt sind, und durch seine Standfestigkeit und

mechanische Schutzwirkung die grundlegenden Voraussetzungen für die langfristige Funktionsfähigkeit der technischen und geotechnischen Barrieren liefert.

### **Zu Absatz 2**

Dieser Absatz listet die Prozesse auf, auf die in der Darstellung der Integrität des Systems aus technischen und geotechnischen Barrieren im Besonderen einzugehen ist. Deren jeweilige Ausprägung wird im Einklang mit den möglichen Entwicklungen nach § 3 Absatz 2, also den zu erwartenden und den abweichenden Entwicklungen, abgeleitet. Grund für die Nennung der Prozesse unter den Nummern 1 bis 3 ist, dass diese nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik am ehesten das Potenzial haben, die Sicherheitsfunktionen technischer und geotechnischer Barrieren zu beeinträchtigen. Dabei erfassen die in Nummer 2 adressierten Drücke im umgebenden Gebirge auch den vorherrschenden lithostatischen Gebirgsdruck sowie auftretende Fluidrücke.

### **Zu Absatz 3**

Über die in Absatz 2 genannten Prozesse hinaus sind weitere Prozesse und Effekte sowie alle Eigenschaften der verschiedenen Elemente des Endlagersystems zu berücksichtigen, um ihren Einfluss auf die Sicherheitsfunktionen des Barrierensystems bewerten zu können.

### **Zu Absatz 4**

Um die Integrität des Systems der technischen und geotechnischen Barrieren schlüssig darstellen zu können, müssen die dabei zu Grunde gelegten Eigenschaften der einzelnen technischen und geotechnischen Barrieren spezifiziert werden. Außerdem ist zu zeigen, dass die vorgesehenen technischen und geotechnischen Barrieren tatsächlich mit den geforderten Eigenschaften in der erforderlichen Anzahl qualitätsgesichert hergestellt und errichtet werden können.

## **Zu § 7 (Dosiswerte im Bewertungszeitraum)**

### **Zu Absatz 1**

Nach § 26 Absatz 2 Nummer 1 Satz 2 StandAG muss sichergestellt werden, dass mögliche Expositionen, die auf die endgelagerten Radionuklide zurückzuführen sind, während des gesamten Bewertungszeitraumes geringfügig im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition sind. Der hierfür relevante Indikator ist die zusätzliche jährliche effektive Dosis, der eine repräsentative Einzelperson der Bevölkerung ausgesetzt wird. Die Einzelheiten der Dosisabschätzung werden in einer entsprechenden Berechnungsgrundlage geregelt werden.

Die Migration von Radionukliden, die in den baulichen und technischen Komponenten des Endlagersystems oder im umgebenden Gebirge natürlich vorkommen, ist bei dieser Abschätzung jedoch nicht zu berücksichtigen.

Als wesentliche Annahme für die Dosisabschätzung ist für den gesamten Bewertungszeitraum von den Lebensbedingungen zum Zeitpunkt der Antragstellung auszugehen. Dies umfasst die zu diesem Zeitpunkt in Mitteleuropa üblichen Lebensgewohnheiten und Wirtschaftsweisen. Von einer Zugrundelegung prognostizierter zukünftiger Lebensbedingungen wird ausdrücklich abgesehen, da für nachfolgende Generationen dasselbe Schutzniveau zu gewährleisten ist wie für die derzeit (bzw. zum Zeitpunkt der Antragstellung) lebende Bevölkerung. Dies soll jedoch nicht auf einer entsprechend prognostizierten Änderung der Lebensbedingungen beruhen können.

Darüber hinaus erscheint eine Prognose der menschlichen Lebensbedingungen für eine Million Jahre nicht seriös erstellbar.

## **Zu Absatz 2**

Die in diesem Absatz festgelegten Dosiswerte, deren Beachtung im Rahmen des Sicherheitsberichtes zu zeigen ist, definieren das durch ein Endlager zu erreichende Schutzniveau.

Die zusätzliche effektive Dosis, die für zu erwartende Entwicklungen höchstens im Bereich von 10  $\mu\text{Sv}$  pro Kalenderjahr liegen darf, entspricht dem Dosiskriterium für die Freigabe radioaktiver Stoffe nach § 31 Absatz 2 der Strahlenschutzverordnung und damit für die Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung. Die Wahl dieses Wertes ergibt sich aus der Tatsache, dass ein Endlager nach seinem Verschluss aus der atomrechtlichen Überwachung zu entlassen ist, um unzumutbare Lasten für nachfolgende Generationen zu vermeiden. Die zulässige jährliche Dosis von 10  $\mu\text{Sv}$  kann im Vergleich zur natürlichen Strahlenbelastung, die in Deutschland durchschnittlich ca. 2 100  $\mu\text{Sv}$  pro Kalenderjahr beträgt, abhängig vom Wohnort und der individuellen Ernährungs- und Lebensweise jedoch von 1 000  $\mu\text{Sv}$  bis 10 000  $\mu\text{Sv}$  pro Kalenderjahr reicht, als geringfügig angesehen werden. (Quelle der Dosiswerte für die natürliche Strahlenbelastung: Bundesamt für Strahlenschutz). Dies entspricht weiterhin den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP (Publikation 104), wonach jährliche Dosen zwischen 10-100  $\mu\text{Sv}$  als vernachlässigbar angesehen werden (Triviodosen).

Für abweichende Entwicklungen ist ein zusätzlicher effektiver Dosiswert von 100  $\mu\text{Sv}$  pro Kalenderjahr zu beachten, der immer noch deutlich unterhalb der natürlichen Strahlenbelastung liegt und im Sinne der o.g. ICRP-Empfehlungen als vernachlässigbar angesehen wird. Die weniger restriktive Anforderung für abweichende Entwicklungen folgt dem Gedanken, die Auslegung und Optimierung des Endlagersystems vornehmlich an den zu erwartenden Entwicklungen auszurichten. Wie auch in der Begründung zu § 3 Absatz 3 ausgeführt soll so verhindert werden, dass wenig plausible abweichende Entwicklungen die Optimierung des Endlagersystems dominieren.

## **Zu § 8 (Ausschluss sich selbst tragender Kettenreaktionen)**

### **Zu Absatz 1**

Die Möglichkeit einer sich selbst tragenden Kettenreaktion (Kritikalität) des in den eingelagerten hochradioaktiven Abfällen enthaltenen spaltbaren Materials ist auszuschließen, da eine solche Reaktion die Sicherheit des Endlagers unzulässig beeinträchtigen kann. In einem solchen Fall kann es zu hohen Energiefreisetzungen kommen, in deren Konsequenz die abfallnahen Barrieren des Endlagersystems ihre vorgesehene Funktion nicht mehr vollständig erfüllen könnten. Der geforderte Ausschluss über den gesamten Bewertungszeitraum folgt den einschlägigen Empfehlungen der IAEA (SSG-14 und SSR-5).

### **Zu Absatz 2**

Als Indikator für den Beleg der Unterkritikalität dient der Neutronenmultiplikationsfaktor, der die mittlere Anzahl der durch eine Kernspaltung ausgelösten Folgespaltungen angibt. Ist dieser Faktor kleiner als 1, liegt keine Kritikalität vor. Der hier festgelegte Grenzwert von 0,95 für die Betriebsphase sowie den Zeitraum von 500 Jahren nach dem geplanten Verschluss des Endlagers enthält dementsprechend einen Sicherheitszuschlag, der demjenigen z. B. bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente entspricht (vgl. ESK-Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme



entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern vom 10.06.2013). Nach dem Zeitraum von 500 Jahren nach dem geplanten Verschluss des Endlagers ist kein unmittelbarer Zugang von Menschen zu den endgelagerten Abfällen mehr erforderlich, auch für eine mögliche Bergung von eingelagerten Abfällen müssen nach § 14 in diesem Zeitraum keine Vorkehrungen mehr getroffen werden. Insofern ist hier auch ein Grenzwert von  $k_{\text{eff}} < 0,98$  mit einem geringeren Sicherheitszuschlag ausreichend. Würde außerdem der restriktivere Grenzwert von 0,95 für den gesamten Bewertungszeitraum angesetzt, könnte dies ggf. sehr umfangreiche Konditionierungsmaßnahmen für die einzulagernden Abfälle erfordern, die mit Strahlenbelastungen für das dafür eingesetzte Personal verbunden wären.

Einzelheiten zur Berechnung des Neutronenmultiplikationsfaktors aus der Anordnung des spaltbaren Materials und weiteren beeinflussenden Größen sind der Anlage aufgeführt. Dabei ist zu beachten, dass der Neutronenmultiplikationsfaktor zeitlichen Veränderungen auf Grund von Veränderungen der hoch radioaktiven Abfälle selbst sowie durch geologische, geophysikalische oder geochemische Prozesse unterliegt. Somit sollte jeder zu erwartende und abweichende Entwicklungspfad des Endlagersystems mit den damit verbundenen geologischen, geophysikalischen und geochemischen Prozessen über den gesamten Bewertungszeitraum auf seinen Einfluss auf die Reaktivität der eingelagerten Spaltstoffe hin untersucht werden. Gemäß den internationalen Empfehlungen der IAEA (SSG-23) kann daher der Bewertungszeitraum in geeignete Zeitabschnitte unterteilt und der Ausschluss von Kritikalität für jeden in diesem Abschnitt gültigen Entwicklungspfad separat gezeigt werden.

### **Zu Abschnitt 3 (Erkundung des Endlagerstandortes und Planung des Endlagers)**

#### **Zu § 9 (Erkundung des Endlagerstandortes)**

##### **Zu Absatz 1**

Vor der Errichtung des Endlagers ist eine umfassende Erkundung des Standortes, insbesondere der dortigen geologischen Situation, erforderlich, um das vorgesehene Endlagersystem optimal an die Standortgegebenheiten anpassen zu können. Die Erkundung des Standortes beginnt zwar schon im Standortauswahlverfahren, die hier adressierte Erkundung bezieht sich jedoch auf Maßnahmen nach erfolgter Standortfestlegung. Diese haben ein deutlich anderes Niveau als die im Standortauswahlverfahren erforderliche Erkundung. Die Erkundungsmaßnahmen nach Standortfestlegung zielen nicht nur darauf ab, ob der Standort grundsätzlich geeignet ist (dies wurde schon im Auswahlverfahren gezeigt), sondern wie das Endlager im Sinne seiner ingenieurtechnischen Auslegung optimal zu realisieren ist.

##### **Zu Absatz 2**

Schon bei der Erkundung muss sichergestellt sein, dass durchgeführte Maßnahmen die Sicherheit der späteren Endlagerung nicht konterkarieren.

Da das Wirtsgestein maßgeblich zur Langzeitsicherheit des Endlagers beiträgt, ist bei der Auffahrung von untertägigen Hohlräumen darauf zu achten, dass das umgebende Wirtsgestein möglichst wenig beansprucht und somit die Rissbildung und Entfestigung reduziert wird. Der Verschluss der Hohlräume in den geologischen Barrieren soll so erfolgen, dass die ursprünglichen Eigenschaften des Wirtsgesteins so weit wie möglich wiederhergestellt werden und somit weitestgehend die Barrierewirkung des unversehrten Wirtsgesteins erzielt wird.

### **Zu Absatz 3**

Um sicherstellen zu können, dass spätestens bei der Stilllegung des Endlagers alle tatsächlich vorhandenen Hohlräume sachgerecht verschlossen werden, ist eine Dokumentation aller geschaffenen oder angetroffenen Hohlräume erforderlich. Auch bereits verfüllte oder anderweitig verschlossene Hohlräume sind hierbei einschließlich der Art ihrer Verfüllung zu erfassen, um nachträglich bewerten zu können, ob eventuelle zusätzliche Verschlussmaßnahmen erforderlich sind.

### **Zu Absatz 4**

Eine möglichst zügige Entsorgung der vorhandenen radioaktiven Abfälle in einem Endlager, das deren Sicherheit auf passive Art und Weise gewährleistet und keine aktive Nachsorge erfordert, dient der Vermeidung unzumutbarer Lasten für nachfolgende Generationen. Insofern ist bereits bei der Erkundung des Standortes darauf hinzuwirken, dass die erforderlichen Arbeiten zügig durchgeführt werden.

### **Zu § 10 (Sicherheitskonzept)**

#### **Zu Absatz 1**

Das Sicherheitskonzept eines Endlagersystems gibt die wesentliche Strategie wieder, mit der der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle und damit die übergeordneten Schutzziele an einem konkreten Standort erreicht werden sollen und entspricht damit der Darstellung und Erläuterung von Konzeption, sicherheitstechnischen Auslegungsgrundsätzen und Funktion der Anlage nach § 3 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe b der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung. Es umfasst insbesondere die wesentlichen Barrieren und ihr Zusammenwirken unter Ausnutzung der geologischen und sonstigen Standortgegebenheiten.

#### **Zu Absatz 2**

Bei der Erstellung des Sicherheitskonzeptes ist als Grundlage von den zu erwartenden Entwicklungen auszugehen, da diese die wahrscheinlichste Entwicklung des Endlagersystems darstellen. Umgekehrt sollte das Endlagersystem gerade so konzipiert werden, dass sicherheitstechnisch vorteilhafte Entwicklungen auch zu erwarten sind. Ebenso, aber nachgeordnet, sind abweichende Entwicklungen einzubeziehen. Entsprechend den Regelungen in § 3 sind damit die realistisch vorstellbaren Entwicklungen des Endlagersystems abgedeckt.

Die weiteren Entwicklungen nach § 3 tragen vornehmlich im Rahmen der Optimierung des Sicherheitskonzeptes zur Steigerung seiner Robustheit bei. Dies darf jedoch nicht dazu führen, dass die Sicherheit des Endlagers für die zu erwartenden Entwicklungen konterkariert wird. Entsprechende Regelungen finden sich auch in § 12 bezüglich der Optimierung des Endlagersystems.

#### **Zu Absatz 3**

Bei der Erstellung des Sicherheitskonzeptes für das zu genehmigende Endlager ist von den Ergebnissen der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchung für den Endlagerstandort im vorgelagerten Standortauswahlverfahren auszugehen, da der Standort maßgeblich auf der Grundlage dieser vorläufigen Sicherheitsuntersuchung ausgewählt wurde. Insbesondere wurde der vorläufigen Sicherheitsuntersuchung ein vorläufiges Sicherheitskonzept zu Grunde gelegt, an Hand dessen die Sicherheit des Standortes untersucht wurde. Insofern ist der Endlagerstandort unter Annahme eines vorläufigen Sicherheitskonzeptes ausgewählt worden, weshalb eben dieses vorläufige

Sicherheitskonzept maßgeblich für das der Genehmigung des Endlagers zu Grunde zu legende Sicherheitskonzept ist.

Dies entspricht auch der Anforderung der schrittweisen Optimierung des Sicherheitskonzeptes nach § 26 Absatz 3 Nummer 3 StandAG, die auf eine Kontinuität des Sicherheitskonzeptes über Standortauswahlverfahren, Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers – entsprechend dem jeweiligen Verfahrens- und Kenntnisstand – abzielt. Vor jedem wesentlichen Schritt in der Realisierung des Endlagers ist zudem zu zeigen, dass die Optimierung des Sicherheitskonzeptes entsprechend dem jeweiligen Verfahrens- und Kenntnisstand im Sinne von § 12 Absatz 2 abgeschlossen ist (vgl. auch Absatz 4).

#### **Zu Absatz 4**

Zum Zeitpunkt des Genehmigungsantrages muss das Sicherheitskonzept optimiert sein.

#### **Zu Absatz 5**

Zentral für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle sind die für das Endlager vorgesehenen Barrieren und ihr Zusammenwirken. Dementsprechend bildet deren Konzeption den Kern des Sicherheitskonzeptes. Ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Barrieren ist ihre Robustheit, auf die daher in besonderem Maße hinzuwirken ist.

#### **Zu Absatz 6**

Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers haben den Zweck, die für den langfristigen sicheren Einschluss erforderlichen Maßnahmen umzusetzen und sind dementsprechend im Sicherheitskonzept zu planen. Darüber hinaus ist während dieser aktiven Maßnahmen natürlich auch die Sicherheit von Personal und Betrieb zu gewährleisten. Hier sind neben allgemeinen Aspekten des Arbeitsschutzes speziell die Bereiche des Strahlenschutzes sowie der bergtechnischen Sicherheit zu beachten. Außerdem ist dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers absehbar mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen werden, weshalb erforderliche Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zur Aufrechterhaltung der Sicherheit auch bereits auf der Ebene des Sicherheitskonzeptes mitgedacht werden müssen.

Die Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude während der Betriebsphase sowie Vorkehrungen zur Ermöglichung einer Bergung für 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers sind nach § 26 Absatz 2 Nummer 3 StandAG vorzusehen und daher im Sicherheitskonzept zu berücksichtigen. Spezifische Anforderungen für diese beiden Aspekte finden sich in §§ 13 und 14.

#### **Zu Absatz 7**

Neben der kerntechnischen Sicherheit des Endlagers sind auch der Schutz vor Störmaßnahmen und sonstigen Einwirkungen Dritter sowie die Überwachung von Kernmaterial bei der Erstellung des Sicherheitskonzeptes zu berücksichtigen und in dieses zu integrieren (safety and security by design). Dabei sind jeweils die einschlägigen Regelungen zu beachten.

Da die hierzu vorgesehenen Maßnahmen jedoch schutzbedürftige Informationen darstellen, sind sie im Einzelnen nicht Teil des zu veröffentlichenden Sicherheitsberichtes.

## **Zu § 11 (Auslegung des Endlagers)**

### **Zu Absatz 1**

Die Auslegung des Endlagers ist die konkrete technische Planung, nach der das Sicherheitskonzept nach § 10 realisiert wird. Während das Sicherheitskonzept auf einer zu weiten Teilen qualitativ-argumentativen Ebene beschrieben wird, umfasst die Auslegung quantitativ alle Abmessungen, Angaben zu Schacht- und Streckenausbauten, vorgesehenen technischen Einrichtungen, geplanten Abläufe, Qualitätsanforderungen etc., die für eine konkrete Bauplanung des Endlagers erforderlich sind. Die wesentlichen Aspekte sind unter den Nummern 1 bis 8 aufgeführt.

### **Zu Absatz 2**

Zum Zeitpunkt des Genehmigungsantrages muss die Auslegung des Endlagers optimiert sein.

### **Zu Absatz 3**

Die geologischen Eigenschaften des Endlagerstandortes tragen entscheidend zum sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle bei. Dementsprechend hat sich die Auslegung des Endlagers an detaillierten Angaben zu den lokalen geologischen Gegebenheiten zu orientieren, die im Rahmen der Standorterkundung gewonnen wurden. So müssen beispielsweise eventuell vorhandene Inhomogenitäten oder andere Besonderheiten im Gesteinsaufbau bei der Planung der untertägigen Hohlräume berücksichtigt werden.

### **Zu Absatz 4**

Da das Wirtsgestein und insbesondere der vorgesehene einschlusswirksame Gebirgsbereich mit seinen natürlichen geologischen Eigenschaften für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle entscheidend sind, sollen sie so wenig wie möglich durch die Errichtung des Endlagerbergwerkes gestört werden. Künstlich geschaffene Hohlräume im Wirtsgestein stellen mögliche Wegsamkeiten für die Ausbreitung von Radionukliden dar und können eine weitere Rissbildung verursachen. Daher sollen solche Hohlräume nicht unnötig geschaffen und ihre Ausmaße so gering wie möglich gehalten werden.

### **Zu Absatz 5**

Um einen sicheren Betrieb des Endlagers gewährleisten zu können, müssen die Bedingungen für den sicheren Betrieb aller einzelnen Komponenten des Endlagers bekannt sein. Erst auf dieser Grundlage lassen sich auch mögliche Wechselwirkungen zwischen verschiedenen technischen Einrichtungen umfassend hinsichtlich ihrer Sicherheitsrelevanz bewerten.

## **Zu § 12 (Optimierung des Endlagersystems)**

### **Zu Absatz 1**

Mit der Zweckbestimmung in § 1 Absatz 2 StandAG, den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager auszuwählen, ist der Optimierungsgedanke bereits im Standortauswahlgesetz angelegt. Da die Sicherheit eines potenziellen Standortes im Verbund mit dem für diesen Standort vorgesehenen Endlagersystem bewertet wird, ist auch das Endlagersystem zu optimieren. Dabei sind sowohl die Langzeitsicherheit als auch der sichere Betrieb des Endlagers zu berücksichtigen. Hiervon bleibt die

Optimierung nach dem Strahlenschutzgesetz, das heißt das Gebot der Vermeidung unnötiger Exposition und der Dosisreduzierung nach § 8 des Strahlenschutzgesetzes unberührt. Soweit die Sicherheit der Endlagerung an Hand quantitativer Indikatoren bewertet wird – beispielsweise der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle nach § 4 Absatz 4 – geht die Optimierung entsprechend § 8 Absatz 2 Satz 1 des Strahlenschutzgesetzes über die reine Erfüllung der Anforderungen hinaus.

#### **Zu Absatz 2**

Um die durchgeführte Optimierung des Endlagersystems im Rahmen des Genehmigungsverfahrens prüfen zu können, muss diese nachvollziehbar dokumentiert werden. Da Optimierung im Grundsatz ein iterativer Prozess ist, ist ein Kriterium erforderlich, wann diese einen für die Genehmigung des Endlagers ausreichenden Stand erreicht hat. Dies wird in diesem Absatz etabliert.

Dementsprechend kann eine im Sinne dieser Regelung abgeschlossene Optimierung dadurch dokumentiert werden, dass mögliche weitere Optimierungsmaßnahmen sowie der jeweils damit verbundene Aufwand dargestellt werden.

#### **Zu Absatz 3**

Die Sicherheit der Endlagerung muss primär für die zu erwartenden Entwicklungen nach § 3 Absatz 3 gewährleistet werden; diese Entwicklungen sind nach § 10 Absatz 2 als Basis für die Erstellung des Sicherheitskonzeptes heranzuziehen. Dementsprechend sind diese Entwicklungen auch die Basis für die Optimierung des Endlagersystems. Wenn Optimierungsmaßnahmen aus anderen Entwicklungen abgeleitet werden, können diese nur umgesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Sicherheit des Endlagers für die jeweils prioritären Entwicklungen dadurch nicht erheblich beeinträchtigt wird. Optimierungsmaßnahmen, die der Verringerung von möglichen Auswirkungen zukünftiger menschlicher Aktivitäten dienen, haben auf eine Reduzierung der Einflussnahme auf das Endlagersystem sowie Eindringmöglichkeiten und ihrer radiologischen Auswirkungen hinzuwirken.

#### **Zu Absatz 4**

Die erneute Durchführung der Optimierung im Zuge der nach dem Atomgesetz erforderlichen periodischen Sicherheitsüberprüfungen stellt sicher, dass die Sicherheit des Endlagers nach dem jeweils aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gewährleistet ist und der Erfahrungsrückfluss aus Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers zur weiteren Erhöhung seiner Sicherheit beiträgt.

#### **Zu Absatz 5**

Diese Regelung stellt klar, dass das strahlenschutzrechtliche Gebot der Optimierung nach § 8 des Strahlenschutzgesetzes unabhängig von der Optimierung des Endlagersystems gilt.

#### **Zu Abschnitt 4 (Rückholbarkeit und Ermöglichung einer Bergung)**

#### **Zu § 13 (Rückholbarkeit eingelagerter Endlagergebäude)**

#### **Zu Absatz 1**

Die Forderung nach Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude während der Betriebsphase des Endlagers, also bis zum Beginn seiner Stilllegung, ergibt sich aus § 26 Absatz 3 Nummer 2 StandAG.

## **Zu Absatz 2**

Falls eine Rückholung eingelagerter Endlagergebände veranlasst wird, sollen damit keine übermäßigen technischen oder zeitlichen Unwägbarkeiten verbunden sein. Dafür erforderliche technische Einrichtungen, insbesondere die unter Tage einzusetzenden Maschinen, sollten vorhanden und funktionsfähig sein und zeitnah an ihren Einsatzort gebracht werden können.

Nicht vorzuhalten sind Lagerungsmöglichkeiten für das gesamte Inventar des Endlagers. Es ist aber davon auszugehen, dass bei einer eventuellen Rückholung ausreichende Zeitpuffer vorhanden sind, um entsprechende Lagerungsmöglichkeiten zu schaffen bzw. noch vorhandene zu ertüchtigen.

## **Zu Absatz 3**

Die zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems sind Grundlage für seine Konzeption und Auslegung und es ist davon auszugehen, dass sie die Entwicklung des Endlagersystems abdeckend beschreiben. Außerdem sind für diese Entwicklungen die Schutzziele dieser Verordnungen einzuhalten, weshalb auch keine sicherheitstechnisch begründete Rückholung von eingelagerten Abfällen erforderlich ist. Eine mögliche Rückholung ist also als Rückfalloption für noch weniger plausible Entwicklungen zu sehen und somit dürfen Maßnahmen, die der Rückholung dienen, nach § 12 Absatz 3 die Sicherheit der radioaktiven Abfälle für zu erwartende und abweichende Entwicklungen nicht konterkarieren.

## **Zu § 14 (Ermöglichung einer Bergung eingelagerter Endlagergebände)**

### **Zu Absatz 1**

Die Forderung nach Vorkehrungen für eine mögliche Bergung der radioaktiven Abfälle für einen Zeitraum von 500 Jahren nach dem geplanten Verschluss des Endlagers ergibt sich aus § 26 Absatz 3 Nummer 2 StandAG.

### **Zu Absatz 2**

#### **Zu Nummer 1**

Die unter den Buchstaben a bis c aufgeführten Anforderungen richten sich im Wesentlichen an die Endlagergebände. Diese müssen die Anforderungen unter den im Endlager herrschenden Bedingungen, insbesondere den thermischen, hydraulischen, mechanischen und chemischen Verhältnissen für die zu erwartenden Entwicklungen, in der Praxis jedoch länger als 500 Jahre erfüllen, nämlich 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers zuzüglich der für die Stilllegung des Endlagers veranschlagten Zeit sowie eines je nach individuellem Einlagerungszeitpunkt größeren oder kleineren Anteils der Betriebsphase.

#### **Zu Buchstabe a**

Die individuelle Auffind- und Identifizierbarkeit der Endlagergebände dient in Verbindung mit der Dokumentation ihrer Beladung nach Nummer 2 Buchstabe b dazu, geborgene Endlagergebände in ihrem Gefahrenpotenzial bewerten zu können.

### **Zu Buchstabe b**

Durch eine Handhabbarkeit ganzer Endlagergebäude wird übermäßiger technischer Aufwand bei ihrer eventuellen Bergung, beispielsweise eine Notwendigkeit der Umverpackung oder Konditionierung unter Tage, vermieden.

### **Zu Buchstabe c**

Eine Freisetzung radioaktiver Aerosole bei der Handhabung von Endlagergebäuden im Zuge einer eventuellen Bergung kann eine hohe Dosisbelastung für das zur Bergung eingesetzte Personal bedeuten und ist daher zu vermeiden.

### **Zu Nummer 2**

Die Erfüllung der unter den Buchstaben a bis c aufgeführten Anforderungen an die Dokumentation relevanter Informationen kann im Genehmigungsverfahren nicht für den gesamten Zeitraum bis 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers nachgewiesen werden. Es ist jedoch zu zeigen, dass Maßnahmen zur Sammlung und Archivierung der genannten Informationen mit dem Ziel einer möglichst langfristigen Verfügbarkeit dieser Informationen getroffen worden sind.

### **Zu Buchstabe a**

Die Informationen über das tatsächlich aufgefahrene Endlagerbergwerk einschließlich seiner Stilllegung dienen in Verbindung mit den Informationen über die möglichen Entwicklungen des Endlagersystems nach Buchstabe c der besseren Planbarkeit einer eventuellen Bergung.

### **Zu Buchstabe b**

Die Dokumentation der Beladung der Endlagergebäude dient in Verbindung mit ihrer individuellen Auffind- und Identifizierbarkeit nach Nummer 1 Buchstabe a dazu, geborgene Endlagergebäude in ihrem Gefahrenpotenzial bewerten zu können.

### **Zu Buchstabe c**

Die Informationen über die möglichen Entwicklungen des Endlagersystems dienen in Verbindung mit den Informationen über das tatsächlich aufgefahrene Endlagerbergwerk einschließlich seiner Stilllegung nach Buchstabe a der besseren Planbarkeit einer eventuellen Bergung.

### **Zu Absatz 3**

Die Begründung zu § 13 Absatz 3 gilt analog auch für diese Regelung.

### **Zu Abschnitt 5 (Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers)**

#### **Zu § 15 (Errichtung des Endlagers)**

##### **Zu Absatz 1**

Um die für die Einlagerung der radioaktiven Abfälle bestimmten untertägigen Hohlräume nicht länger als nötig offen zu halten (vgl. § 18 Absatz 2), ist bei der Errichtung des Endlagers vor Beginn des Betriebs noch nicht das gesamte spätere Endlagerbergwerk aufzufahren, sondern nur die unter Absatz 2 Nummern 1 bis 5 aufgeführten essenziellen Teile.

## **Zu Absatz 2**

### **Zu Nummer 1**

Die genannten oberirdisch zu errichtenden Anlagen werden im Wesentlichen während des gesamten Betriebs benötigt und müssen daher zu Betriebsbeginn zu Verfügung stehen. Auch sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit der radioaktiven Abfälle zu befürchten, sollten diese länger als unbedingt erforderlich bestehen.

### **Zu Nummer 2**

Zugangs- und Bewetterungsbauwerke (Schächte und Rampen einschließlich der erforderlichen technischen Installationen) sind für den bergtechnischen Betrieb des Endlagers notwendig und müssen daher vor Betriebsbeginn vorhanden sein.

### **Zu Nummer 3**

Untertägige Infrastrukturbereiche werden im Wesentlichen während des gesamten Betriebs benötigt und müssen daher zu Betriebsbeginn zu Verfügung stehen. Die für die Einlagerung der radioaktiven Abfälle bestimmten untertägigen Hohlräume werden erst während des Betriebs sukzessive aufgefahren (vgl. § 18 Absatz 2). Vor Betriebsbeginn sind daher nur die entsprechenden Ansatzpunkte für Zugangsstrecken erforderlich.

### **Zu Nummer 4**

Damit mit Betriebsbeginn die Einlagerung von radioaktiven Abfällen ohne technisch bedingte Verzögerungen erfolgen kann, müssen alle dafür erforderlichen technischen Einrichtungen installiert sein. Ihre Erprobung regelt § 16. Bei vergleichbaren Endlagerprojekten in anderen Staaten ist dazu meist eine testweise Einlagerung von Endlagergebänden ohne radioaktive Beladung in einem Versuchsbereich des Endlagerbergwerkes vorgesehen.

### **Zu Nummer 5**

Auch die für eine Rückholung von bereits eingelagerten Endlagergebänden erforderlichen technischen Einrichtungen müssen vor Beginn der tatsächlichen Einlagerung von radioaktiven Abfällen vorhanden sein, um die Rückholbarkeit gemäß § 13 während der gesamten Betriebsphase sicherzustellen.

## **Zu Absatz 3**

Auch während der Errichtung des Endlagers muss sichergestellt sein, dass durchgeführte Maßnahmen die Sicherheit der Endlagerung nicht konterkarieren und keine unnötigen Verzögerungen in der Umsetzung der Endlagerung entstehen.

## **Zu § 16 (Probetrieb des Endlagers)**

### **Zu Absatz 1**

Ein vorgelagerter Probetrieb des Endlagers ist vorgesehen, um mögliche Sicherheitsrisiken oder technische Probleme bei den Handhabungs- und Einlagerungsvorgängen im Endlager noch vor der tatsächlichen Betriebsaufnahme unter möglichst realitätsnahen Bedingungen identifizieren und gegebenenfalls entsprechende Optimierungsmaßnahmen ergreifen zu können. Dabei werden die vorgesehenen Abläufe praktisch geübt und anschließend einer Analyse unterzogen. Ein solches schrittweises



Vorgehen bei der Realisierung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle ist international üblich und findet sich als Anforderung 11 auch in SSR-5 der IAEA.

## **Zu Absatz 2**

Dieser Absatz regelt die Anforderungen an den Probetrieb im Einzelnen.

## **Zu Nummer 1**

Die Errichtung des Endlagers nach § 15 muss abgeschlossen sein, da eben die errichteten über- und untertägigen Bauwerke und Installationen in Gänze und im Zusammenhang erprobt werden müssen.

## **Zu Nummer 2**

Die Erprobung der Handhabung und Einlagerung von Endlagergebinden ohne radioaktive Beladung muss unter Realbedingungen erfolgreich erprobt worden sein um gewährleisten zu können, dass alle Abläufe und technischen Einrichtungen tatsächlich in der bestimmungsgemäßen Weise funktionieren.

## **Zu Nummer 3**

Auch die Rückholbarkeit bereits eingelagerter Abfallbehälter muss exemplarisch demonstriert werden. Hierfür ist es jedoch ausreichend, die Funktionsfähigkeit der dazu benötigten technischen Einrichtungen entsprechend ihrer jeweiligen Spezifikationen zu zeigen. Ein tatsächlicher Rückholungsvorgang eines eingelagerten Abfallbehälters aus dem Endlagerbergwerk muss jedoch nicht vor Ort simuliert werden. Dies kann nämlich mit einer Schädigung der geologischen Barriere verbunden sein und ist daher nach § 13 Absatz 3 nicht zulässig.

## **Zu Nummer 4**

Bevor radioaktive Abfälle zum Zweck der Endlagerung in das Endlagerbergwerk eingebracht werden können muss gezeigt sein, dass auch die spätere Stilllegung und der Verschluss des Endlagers technisch so umsetzbar sind, dass sie dem Sicherheitskonzept entsprechen. Das dafür vorgelegte Konzept muss nicht im Detail ausgearbeitet sein, es muss aber dargestellt werden, dass ein sicherer Verschluss mit vorhandener Technik möglich wäre. Dies schließt jedoch nicht aus, dass das Stilllegungskonzept im Sinne der Optimierung während des Betriebs des Endlagers an den Fortschritt des Standes von Wissenschaft und Technik angepasst wird.

## **Zu Absatz 3**

Eine Überprüfung des Sicherheitsberichtes zum Abschluss des Probetriebs und damit vor der eigentlichen Inbetriebnahme ist erforderlich um sicherzustellen, dass die Sicherheit der Endlagerung auch unter Berücksichtigung aller seit der Genehmigung der Errichtung angefallenen Erkenntnisse gewährleistet ist (s. auch Begründung zu Absatz 1). Dies stellt einen Haltepunkt im Verfahren dar und ist auch in Anforderung 11 der SSR-5 ausdrücklich vorgesehen: „Disposal facilities for radioactive waste shall be developed, operated and closed in a series of steps. Each of these steps shall be supported, as necessary, by iterative evaluations of the site, of the options for design, construction, operation and management, and of the performance and safety of the disposal system.“

#### **Zu Absatz 4**

Auch während des Betriebs des Endlagers muss sichergestellt sein, dass durchgeführte Maßnahmen die Langzeitsicherheit des Endlagersystems nicht konterkarieren und keine unnötigen Verzögerungen in der Umsetzung der Endlagerung entstehen.

#### **Zu § 17 (Sicherheit während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung des Endlagers; Anlagenzustände)**

##### **Zu Absatz 1 und 2**

Das Konzept der in der Tiefe gestaffelten Sicherheitsebenen mit entsprechenden Abwehr- und Schutzmaßnahmen für den sicheren Betrieb eines Endlagers ist aus den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke (Revision E) des Bundesumweltministeriums entsprechend übernommen (dort unter 2.1). Die dort in Abschnitt 2.1 aufgeführten Maßgaben für den sicheren Betrieb von Kernkraftwerken weisen eine größere Regelungstiefe auf als diese Verordnung und können daher – soweit anwendbar – auch für den sicheren Betrieb eines Endlagers herangezogen werden.

Eine weitere Unterteilung der Sicherheitsebene 4 analog zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke ist für ein Endlager nicht sachgerecht, da die zu Grunde liegenden Schadensquellen für die Kategorien 4b (Mehrfachversagen aktiver Schutzmaßnahmen) und 4c (schwerer Kernschaden) nicht anwendbar sind. Dementsprechend werden alle auslegungsüberschreitenden Unfälle und Ereignisse einer Sicherheitsebene 4 zugeordnet. Eine noch darüber hinausgehende Sicherheitsebene 5 ist ebenfalls nicht erforderlich, da das entsprechende Schadensszenario (bei Kernkraftwerken: schwerer Kernschaden mit erheblichen Freisetzungen in die Umgebung) nur bei sich selbst tragenden Kettenreaktionen an der Erdoberfläche und somit nicht bei einem Endlager auftreten kann. Dennoch können bei der Entwicklung und Umsetzung von Abwehr- und Schutzmaßnahmen unter anderem auch örtlich zuständige Gefahrenabwehrbehörden einbezogen werden.

##### **Zu Absatz 3**

Die Regelungen zu den Sicherheitsebenen 1 bis 4 (Normalbetrieb, anomaler Betrieb, Störfall sowie auslegungsüberschreitende Unfälle und Ereignisse) sind aus den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke (s.o.) entsprechend übernommen.

##### **Zu Absatz 4**

Da der wesentliche Zweck eines Endlagers anders als bei einem Kernkraftwerk im langfristigen sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle nach seiner Stilllegung besteht, ist bei allen während des Betriebs getroffenen Maßnahmen stets auch ihr Einfluss auf die Langzeitsicherheit des Endlagers zu bewerten. Maßnahmen, bei denen eine erhebliche Beeinträchtigung der Langzeitsicherheit nicht zu vermeiden ist, sind entsprechend anzupassen oder ganz zu verwerfen.

#### **Zu § 18 (Einlagerung von radioaktiven Abfällen)**

##### **Zu Absatz 1**

Durch die Einhaltung der in der zitierten Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung definierten Anforderungen und Vorgaben an die Endlagergebäude wird gewährleistet, dass damit keine nachteiligen Einflüsse auf andere Barrieren des Endlagersystems oder deren Zusammenwirkung zu befürchten sind.

## **Zu Absatz 2**

Offenstehende Hohlräume im Endlagerbergwerk bewirken Spannungsunterschiede im umgebenden Wirtsgestein, die wiederum eine Auflockerung und Rissbildung verursachen oder bestehende Auflockerungen und Risse verstärken können. Um dies so weit wie möglich zu reduzieren, muss ein unnötiges Offenhalten von Hohlräumen insbesondere im Einlagerungsbereich vermieden werden. Ein zügiges Verfüllen und Verschließen der beladenen Bereiche sorgt weiterhin dafür, dass frühzeitig Barrieren zwischen den bereits eingelagerten radioaktiven Abfällen und den noch aktiv genutzten Bereichen des Endlagerbergwerkes erstellt werden können.

## **Zu Absatz 3**

Eine Trennung der Handhabung von Endlagergebinden von den bergmännischen und sonstigen Arbeiten im Endlagerbergwerk dient der Minimierung der Strahlenbelastung für das Betriebspersonal sowie der Reduktion von Unfallpotenzial, insbesondere solchem mit radiologischen Konsequenzen.

## **Zu Absatz 4**

Das Endlager wird absehbar mehrere Jahrzehnte in Betrieb sein. Für den Fall, dass sich während dieser Zeit abzeichnet, dass ein planmäßiger Abschluss der Einlagerung mit anschließender Stilllegung zum Beispiel auf Grund übergeordneter äußerer Einflüsse nicht zu erwarten ist, muss das Endlager kurzfristig in einen passiv sicheren Zustand gebracht werden können.

Der Wortlaut der entsprechenden Regelung aus Abschnitt 8.8 der BMU-SiAnf 2010 wurde hier angepasst übernommen. Die personellen Voraussetzungen für eine kurzfristige Stilllegung des Endlagers müssen während seines Betriebs jederzeit bestehen, da insbesondere bei gravierenden äußeren Einflüssen nicht davon auszugehen ist, dass diese innerhalb kurzer Zeit aufgebaut werden können. Erforderliche technische Einrichtungen sind analog zu den Regelungen für eine mögliche Rückholung eingelagerter Abfälle vorzuhalten. Finanzielle Ressourcen werden nicht mehr explizit adressiert, da im Gegensatz zum Zeitpunkt der Erstellung der BMU-SiAnf 2010 nicht mehr von einem privaten Betreiber des Endlagers auszugehen ist und die Finanzierung der Endlagerung entsprechend dem Entsorgungsfondsgesetz gesichert ist.

## **Zu § 19 (Stilllegung des Endlagers)**

### **Zu Absatz 1**

Der Stilllegung kommt bei einem Endlager besondere Bedeutung zu, da erst durch sie der über den gesamten Bewertungszeitraum passiv sichere Zustand hergestellt wird. Im Zuge der Stilllegung werden die für den Betrieb des Endlagers erforderlichen Einrichtungen entfernt und Hohlräume so verfüllt, dass die im Sicherheitsbericht zu Grunde gelegten Annahmen erfüllt sind.

### **Zu Absatz 2**

Die Stilllegung dient dazu, das Endlager in einen Zustand zu versetzen, in dem es den sicheren Einschluss der eingelagerten Abfälle langfristig gewährleistet, ohne dass dazu weitere aktive Maßnahmen erforderlich sind. Dabei müssen vor allem alle untätigen Hohlräume verfüllt und verschlossen werden, da diese potenzielle Wegsamkeiten darstellen, über die Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen ausgetragen werden können. Dementsprechend hat die Verfüllung der Hohlräume so vollständig wie technisch möglich zu erfolgen. Da in der praktischen Ausführung das Verbleiben von

Resthohlräumen in der Regel jedoch nicht zu vermeiden ist, kommt auch den Hohlraumverschlüssen hohe Bedeutung zu.

### **Zu Absatz 3**

Auch während der Stilllegung des Endlagers muss sichergestellt sein, dass durchgeführte Maßnahmen die Sicherheit der Endlagerung nicht konterkarieren.

### **Zu Abschnitt 6 (Weitere Vorschriften)**

#### **Zu § 20 (Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung)**

##### **Zu Absatz 1**

Ein Monitoring für das Endlager und seine Umgebung ist erforderlich, um die Einwirkung des Endlagers auf seine Umgebung systematisch zu erfassen und etwaige Abweichungen der tatsächlichen von den zu erwartenden Entwicklungen nach § 3 frühzeitig erkennen zu können. Diese Überwachung ist in Anlehnung an das Strahlenschutzgesetz jedoch nicht als Überwachung von Rückständen oder einer Altlast zu verstehen, sondern eher vergleichbar der (vorsorglichen) Überwachung der Umweltradioaktivität entsprechend §§ 161ff. des Strahlenschutzgesetzes. Das Monitoring des Endlagers beschränkt sich jedoch nicht auf radiologische Größen; vielmehr ist bei der Auswahl der vom Monitoring zu erfassenden Parameter einerseits auf eine hohe Sensitivität und Aussagekraft Wert zu legen, andererseits aber auch darauf, dass diese mit nicht-invasiven Methoden erfasst werden können.

##### **Zu Absatz 2**

Eine frühzeitige und schrittweise Etablierung des Monitorings dient dazu, die als relevant identifizierten Parameter bereits vor der Errichtung des Endlagers systematisch zu erfassen („Nullmessung“), insbesondere wenn diese potentiell durch untertägige Erkundung, Errichtung und Endlagerbetrieb beeinflusst werden können. So können etwaige durch untertägige Erkundung oder durch das Endlager selbst verursachte Veränderungen in diesen Parametern zuverlässiger identifiziert werden.

##### **Zu Absatz 3**

Die regelmäßige Überprüfung und Fortschreibung des Monitorings dient dazu, einerseits die Auswahl der erfassten Parameter auf ihre Aussagekraft zu prüfen und ggf. anzupassen. Andererseits ist auch darauf zu achten, dass diese Parameter zum jeweiligen Umsetzungsstand des Endlagerprojektes ohne Nachteil für die Sicherheit des Endlagers erhoben werden können. In diesem Zusammenhang sollte auch das Vorhandensein neu entwickelter, vorzugsweise nicht-invasiver Messmethoden geprüft werden.

##### **Zu Absatz 4**

Da die Sicherheit der Endlagerung und der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle oberste Priorität haben, dürfen diese Ziele nicht durch Monitoring-Maßnahmen konterkariert werden. Insbesondere dürfen zum Zwecke des Monitorings keine Wegsamkeiten zwischen den Abfällen und der Biosphäre geschaffen oder offen gehalten werden. Dies gilt insbesondere bei dem Einsatz invasiver Messmethoden zur Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung.

## **Zu § 21 (Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am selben Standort)**

### **Zu Absatz 1**

Auf Grund des deutlich höheren radiologischen Gefährdungspotenzials hochradioaktiver Abfälle muss gewährleistet sein, dass die Sicherheit der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle nicht beeinträchtigt wird, sollten am selben Standort auch schwach- und mittelradioaktiver Abfälle endgelagert werden.

Dies ist insbesondere bedeutsam, da das zu erwartende Volumen der entsprechend dem Nationalen Entsorgungsprogramm ggf. am selben Standort zu entsorgenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle deutlich größer als das der hochradioaktiven Abfälle sein kann. Im Fall der Endlagerung größerer Mengen an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am selben Standort wären diese also voraussichtlich zumindest logistisch dominant.

### **Zu Absatz 2**

Eine wesentliche Maßnahme zum Ausschluss von nachteiligen Beeinflussungen des Endlagers für hochradioaktive Abfälle durch die mögliche Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle ist die weitgehende Trennung der beiden Abfallarten. So werden einerseits technisch-logistische Abhängigkeiten vermieden, andererseits werden durch die räumliche Trennung in separate Endlagerbergwerke mögliche Beeinflussungen durch langfristig ablaufende geochemische oder andere Prozesse verhindert oder zumindest reduziert.

Sofern das Endlager für hochradioaktive Abfälle auch ein Endlagerbergwerk zur Entsorgung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle umfasst, sind die zu Grunde zu legenden Anforderungen an Betriebs- und Langzeitsicherheit des Endlagerbergwerkes für schwach- und mittelradioaktive Abfälle nicht durch diese Verordnung geregelt. Entsprechend einem abgestuften Konzept („graded approach“) nach Artikel 4 Absatz 3 Buchstabe d der Richtlinie 2011/70/Euratom wären dabei aber wegen des geringeren Schädigungspotenzials der Abfälle auch verhältnismäßig weniger strikte Anforderungen an deren Entsorgung vorzusehen.

### **Zu Absatz 3**

Das Sicherheitskonzept und die Auslegung des Endlagers richten sich in erster Linie an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Ein separates Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle ist jedoch nicht erforderlich, sofern am Standort des Endlagers für hochradioaktive Abfälle nur geringe Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle zu entsorgen sind, die nur einen geringen Anteil des dort zu entsorgenden Gesamtvolumens ausmachen würden. Dies gilt insbesondere für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, die im unmittelbaren Zusammenhang mit der Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle stehen, beispielsweise verpresste Strukturteile von wiederaufbereiteten Brennelementen, Betriebsabfälle aus einer Anlage zur endlagergerechten Konditionierung der hochradioaktiven Abfälle oder radioaktive Abfälle, die während des Endlagerbetriebes erzeugt werden (z.B. Dekontaminationsrückstände). Dabei muss nach Absatz 1 jedoch in jedem Fall sichergestellt sein, dass mögliche schädliche Auswirkungen dieser geringen Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle auf die im selben Endlagerbergwerk eingelagerten hochradioaktiven Abfälle, z.B. durch entsprechend induzierte (geo-)chemische Prozesse, vermieden werden. Das bedeutet, dass die geringen Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle die Integrität der Barrieren durch ihre Eigenschaften nicht gefährden dürfen. Solche Gefährdungen wären zu befürchten, wenn

die Stoffe beispielsweise chemisch inkompatibel mit geplanten oder vorhandenen Barrieren wären oder wesentlich zur Gasbildung im Endlager beitragen würden.

Da die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle in diesem Fall im selben Endlager eingelagert werden wie die hochradioaktiven Abfälle, gelten für die gesamte Anlage grundsätzlich die (restriktiveren) Sicherheitsanforderungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Im Einzelnen ist jedoch auch darauf zu achten, dass die gestellten Anforderungen im Sinne eines abgestuften Konzeptes (s.o.) in einem angemessenen Verhältnis zum Schädigungspotenzial der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle stehen. Aus diesem Grund kann hier auch auf die für hochradioaktive Abfälle erforderliche Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude und Vorkehrungen zur Ermöglichung einer Bergung verzichtet werden. Sollte tatsächlich eine Rückholung oder Bergung von eingelagerten Abfällen aus dem Endlager aus Sicherheitsgründen erforderlich sein (d.h. das Endlager kann seine Funktion absehbar nicht wie vorgesehen erfüllen), so ist – eben auf Grund des höheren Gefährdungspotenzials – davon auszugehen, dass dies durch eine Fehlentwicklung hinsichtlich der eingelagerten hochradioaktiven Abfälle begründet ist.

### **Zur Anlage (Berechnung des Neutronenmultiplikationsfaktors)**

Diese Anlage konkretisiert die Anforderung zum Ausschluss von sich selbst tragenden Kettenreaktionen des § 8 Absatz 2. Die Konkretisierung in dieser Verordnung bezieht sich insbesondere auf die bei der Berechnung zu Grunde zu legenden Annahmen für zukünftige Entwicklungen des Endlagersystems. Diese müssen mit den Entwicklungen in Übereinstimmung zu bringen sein, die auch den weiteren sicherheitstechnischen Analysen zu Grunde liegen und in § 3 Absatz 2 bis 7 näher bestimmt sind. Bei der Ableitung der Entwicklungen nach § 3 Absatz 2 bis 7 sind alle für die sicherheitstechnische Auslegung und Optimierung des Endlagersystems relevanten Aspekte zu berücksichtigen, also auch die Sicherstellung der Unterkritikalität. Hierbei sind alle Entwicklungen zu berücksichtigen, die innerhalb der Grenzen der praktischen Vernunft möglich erscheinen.

Dabei wird der Ansatz verfolgt die für die Bewertung der Kritikalität maßgebenden Faktoren in den verschiedenen Betriebsphasen des Endlagers einzeln zu betrachten (vgl. ISO 22946:2020 Nuclear criticality safety — Solid waste excluding irradiated and non-irradiated nuclear fuel). Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass es für die Kritikalitätssicherheit beeinflussende Faktoren gibt, die sich während der Einlagerung durch aktive Maßnahmen sicherstellen lassen, während des Verschlusses und der Nachverschlussphase jedoch nicht mehr. Beispielsweise ist die Integrität der Behälter während der Betriebsphase der Einlagerung wichtig, aber möglicherweise nicht so wichtig für die Nachverschlussphase.

### **Zu Artikel 2 (Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle)**

#### **Zu Abschnitt 1 (Allgemeine Vorschriften)**

#### **Zu § 1 (Anwendungsbereich)**

Der Anwendungsbereich dieser Verordnung ergibt sich aus der Verordnungsermächtigung in § 27 StandAG.

## **Zu § 2 (Begriffsbestimmungen)**

Auf Grund der starken inhaltlichen Abhängigkeit der EndlSiUntV von der EndlSiAnfV (Artikel 1 dieser Artikelverordnung) sowie dem StandAG werden die Begriffsbestimmungen dieser beiden Regelungen für die EndlSiUntV übernommen.

## **Zu § 3 (Untersuchungsraum)**

### **Zu Absatz 1**

Der Begriff des Untersuchungsraumes ist zentral für diese Verordnung. Er bezeichnet den räumlichen Bereich, auf den sich eine einzelne vorläufige Sicherheitsuntersuchung jeweils bezieht.

### **Zu Absatz 2**

Da nach §§ 14 Absatz 1, 16 Absatz 1 und 18 Absatz 1 StandAG für alle Teilgebiete, Standortregionen beziehungsweise Standorte jeweils repräsentative, weiterentwickelte beziehungsweise umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchzuführen sind, muss auch für alle diese Gebiete jeweils mindestens ein Untersuchungsraum ausgewiesen werden. Unter Umständen kann es aber notwendig sein, innerhalb eines Gebietes mehrere, in der Regel überlappende Untersuchungsräume auszuweisen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn mehrere (über einander liegende) potenzielle Wirtsgesteinsformationen mit unterschiedlichen Eigenschaften vorhanden sind oder in einer Wirtsgesteinsformation mehrere verschiedene Sicherheitskonzepte realisierbar sind. In diesem Fall sind für das entsprechende Gebiet auch mehrere vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchzuführen. Dabei muss auf jeden Fall jedoch sichergestellt sein, dass sämtliche Teilgebiete, Standortregionen bzw. Standorte räumlich vollständig durch Untersuchungsräume abgedeckt sind.

### **Zu Absatz 3**

Um die Aussagefähigkeit der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sicherzustellen und ihre Vergleichbarkeit untereinander zu gewährleisten, ist jedem Untersuchungsraum genau ein vorläufiges Sicherheitskonzept zuzuordnen und dafür eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung durchzuführen. Für den in der Begründung zu Absatz 2 beschriebenen Fall, dass in einer Wirtsgesteinsformation in einem Gebiet mehrere verschiedene Sicherheitskonzepte realisierbar sind, bedeutet dies, dass dort mehrere räumlich mehr oder weniger deckungsgleiche Untersuchungsräume ausgewiesen werden, denen aber unterschiedliche vorläufige Sicherheitskonzepte zugeordnet sind.

## **Zu § 4 (Allgemeine Anforderungen an die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen)**

### **Zu Absatz 1**

Die grundlegende Anforderung an alle vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist ihre Vollständigkeit entsprechend den Regelungen dieser Verordnung.

### **Zu Absatz 2**

Ein wesentlicher Eingangsparameter für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist nach § 27 Absatz 3 StandAG das am auszuwählenden Standort zu entsorgende Abfallinventar. Dies ist überdies die einzige Randbedingung, die für alle repräsentativen, alle vorläufigen beziehungsweise alle umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen identisch ist. Daher muss das Abfallinventar für diese vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen jeweils so genau beschrieben sein, dass sich

durch eventuelle Informationsdefizite keine systematischen Bevorzugungen oder Benachteiligungen für einzelne Untersuchungsräume ergeben.

### **Zu Absatz 3**

Entsprechend § 26 Absatz 3 Nummer 3 StandAG ist das Sicherheitskonzept für das am auszuwählenden Standort zu realisierende Endlager das Ergebnis einer schrittweisen Optimierung. Diese Optimierung beginnt jedoch nicht erst mit der Festlegung des Standortes, sondern bereits während des Standortauswahlverfahrens. Das nach § 1 Absatz 2 StandAG wissenschaftsbasierte, selbsthinterfragende und lernende Standortauswahlverfahren ist vielmehr selbst schon ein Teil dieser Optimierung. Daher ist es notwendig, dass sich die weiterentwickelten und umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen auf die jeweils vorher für die entsprechenden Untersuchungsräume durchgeführten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen beziehen.

Um dem Transparenzgedanken des Standortauswahlverfahrens gerecht zu werden sind Änderungen im Vergleich zu den jeweils vorigen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zu dokumentieren und in ihren Auswirkungen zu beschreiben. Eine Begründung für die vorgenommenen Änderungen ist erforderlich, um zu dokumentieren, dass die entsprechenden Entscheidungen sicherheitsgerichtet getroffen wurden.

### **Zu Absatz 4**

Da die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 27 Absatz 2 Satz 3 StandAG eine Grundlage für die Entscheidung bilden, welche Gebiete in der jeweils nächsten Phase des Standortauswahlverfahrens vertieft untersucht werden sollen beziehungsweise an welchem Standort das Endlager letztendlich errichtet werden soll, müssen sie einen sicherheitsgerichteten Vergleich der unterschiedlichen Untersuchungsräume, die in der jeweiligen Phase des Standortauswahlverfahrens mit einander verglichen werden, zulassen. Um einen solchen Vergleich strukturiert und nachvollziehbar durchführen zu können, ist ein jeweils einheitliches Vorgehen bei der Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen innerhalb ein und derselben Phase des Standortauswahlverfahrens erforderlich. Zwischen den verschiedenen Phasen des Verfahrens kann und wird es jedoch Unterschiede hinsichtlich des Vorgehens und insbesondere der zu Grunde gelegten Annahmen geben. Dies ergibt sich allein schon aus der sich stetig vergrößernden Informationsbasis zu den Untersuchungsräumen.

### **Zu Absatz 5**

Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen untereinander sicherzustellen und für die interessierte Öffentlichkeit nachvollziehbar zu machen, ist darüber hinaus auch ihre Zusammenfassung in einem jeweils gleich strukturierten Bericht erforderlich. Da außerdem davon auszugehen ist, dass die für eine vorläufige Sicherheitsuntersuchung durchgeführten Arbeiten einen erheblichen Umfang haben, sind ihre Ergebnisse in jeweils einem Bericht zusammenzufassen. In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt, die Herleitung dieser Ergebnisse kann aber in separaten untersetzenden Berichten erfolgen, auf die im Ergebnisbericht in nachvollziehbarer Weise verwiesen wird. Da es unter Umständen auch mehrere Ebenen untersetzender Berichte und Querabhängigkeiten zwischen diesen geben kann, ist ein Dokumentenstrukturplan erforderlich, der alle vorhandenen Dokumente und deren Abhängigkeiten untereinander in nachvollziehbarer Weise auflistet.



## **Zu Abschnitt 2 (Inhalte der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen)**

### **Zu § 5 (Geosynthese)**

#### **Zu Absatz 1**

Eine Grundlage der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ist die Darstellung der geowissenschaftlichen Gegebenheiten im Untersuchungsraum unter Berücksichtigung der regionalen Geologie. Dafür ist eine Interpretation der für den jeweiligen Untersuchungsraum vorliegenden geowissenschaftlichen Daten erforderlich, die insbesondere die für die Sicherheit eines möglichen Endlagers relevanten Aspekte adressiert.

#### **Zu Absatz 2**

Um auf die jeweiligen regionalen Besonderheiten der Untersuchungsräume eingehen zu können, ist grundsätzlich für jeden Untersuchungsraum eine eigene Geosynthese zu erstellen. Dies gilt auch für den in § 3 Absatz 2 beschriebenen Fall, dass in einem Gebiet mehrere überlappende oder sogar deckungsgleiche Untersuchungsräume ausgewiesen werden. In diesem Fall ist zwar davon auszugehen, dass die entsprechenden Geosynthesen viele Inhalte gemeinsam haben, es muss seitens des Vorhabenträgers aber auch sichergestellt werden, dass der Informationsgehalt für die Bewertung aller jeweils unterstellten unterschiedlichen Sicherheitskonzepte ausreicht, sich die jeweiligen Interpretationen der zu Grunde liegenden geowissenschaftlichen Daten aber auch nicht widersprechen.

#### **Zu Absatz 3**

Insbesondere bei den repräsentativen und den weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen kann es vorkommen, dass die für einen Untersuchungsraum direkt vorhandenen geowissenschaftlichen Daten nicht für eine angemessene Bewertung des Endlagersystems ausreichen. In diesem Fall kann mit einer entsprechenden Begründung auf außerhalb des Untersuchungsraumes, beispielsweise in vergleichbaren geologischen Formationen an anderen Orten oder in Laborversuchen, gewonnene Daten zurückgegriffen werden. Solche Übertragungen von Annahmen müssen ausgewiesen und im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf den entsprechenden Untersuchungsraum bewertet werden. Dies erleichtert es unter anderem, bei der Ableitung von Erkundungsbedarfen nach § 12 Annahmen zu identifizieren, die im Zuge einer vertieften Erkundung des Untersuchungsraumes an Hand vor Ort gewonnener Daten zu verifizieren sind.

### **Zu § 6 (Vorläufiges Sicherheitskonzept, vorläufige Auslegung des Endlagers)**

#### **Zu Absatz 1**

Das Sicherheitskonzept nach § 10 EndlSiAnfV enthält die zentralen Festlegungen, wie der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle an einem gegebenen Standort unter Ausnutzung seiner geologischen Eigenschaften gewährleistet werden soll. Für eine Sicherheitsbewertung eines Endlagersystems sind also sowohl Informationen zur geologischen Situation am Standort als auch zum Sicherheitskonzept erforderlich. Dementsprechend ist auch für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen die Erstellung eines an den jeweiligen Untersuchungsraum angepassten vorläufigen Sicherheitskonzeptes unabdingbar. Dessen Detailtiefe entspricht den Möglichkeiten und Erfordernissen der jeweiligen Phase des Standortauswahlverfahrens.

## **Zu Absatz 2**

Analog zu § 11 EndlSiAnfV ist für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen auch eine vorläufige Auslegung des vorgesehenen Endlagers erforderlich, in der dargestellt wird, wie das vorläufige Sicherheitskonzept im jeweiligen Untersuchungsraum konkret realisiert werden kann.

## **Zu Absatz 3**

Der Optimierungsgedanke ist dem Standortauswahlverfahren, mit dem nach § 1 Absatz 2 StandAG der Endlagerstandort mit der bestmöglichen Sicherheit ermittelt werden soll, inhärent. Dementsprechend sind auch und gerade bei den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen die Regelungen zur Optimierung des Endlagersystems nach § 12 EndlSiAnfV entsprechend dem Kenntnisstand zum betrachteten Untersuchungsraum in der jeweiligen Phase des Standortauswahlverfahrens anzuwenden.

Die konkrete Darstellung der jeweils vorgenommenen Optimierungsmaßnahmen dient auch der Vergleichbarkeit der einzelnen repräsentativen, weiterentwickelten beziehungsweise umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen untereinander: nur so kann transparent nachvollzogen werden, inwieweit beim Vergleich von Teilgebieten, Standortregionen oder Standorten erkannte Sicherheitsvor- oder -nachteile tatsächlich intrinsisch vorhanden sind und welche lediglich aus unterschiedlich ausgeschöpftem Optimierungspotenzial resultieren.

## **Zu Absatz 4**

Die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen werden nach §§ 13 Absatz 2 und 14 Absatz 1 StandAG nur auf der Grundlage bereits vorhandener geologischer Daten durchgeführt. Der Umfang dieser Daten kann für die verschiedenen Untersuchungsräume sehr unterschiedlich und im Einzelfall auch sehr gering sein. Um den Einfluss der unterschiedlichen Datenlage zu minimieren und die Vergleichbarkeit der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen für unterschiedliche Untersuchungsräume zu gewährleisten, sind in dieser Phase nur die grundlegenden Angaben zur Auslegung der Endlagersysteme erforderlich. Diese dienen als konzeptionelle Grundlage für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, bedeuten aber keine irreversible Vorfestlegung für das weitere Verfahren. Vielmehr ist ein Zweck der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, das jeweils zu Grunde gelegte vorläufige Sicherheitskonzept und die vorläufige Auslegung des Endlagers zu überprüfen und Optimierungspotential zu identifizieren. Dieses kann dann in späteren Verfahrensschritten entsprechend Absatz 1 in Verbindung mit § 4 Absatz 3 umgesetzt werden.

Soweit zur Bewertung der verschiedenen Aspekte numerische Berechnungen durchgeführt werden, sind dementsprechend auch sachgerechte und dem jeweiligen Kenntnisstand entsprechende Vereinfachungen der zu Grunde liegenden Modelle möglich.

## **Zu § 7 (Analyse des Endlagersystems)**

### **Zu Absatz 1**

Die Datengrundlage für die Analyse des Endlagersystems wird durch eine möglichst umfassende Systembeschreibung gebildet. Diese umfasst sowohl die geologische Situation am Standort (Geosynthese) als auch die zur Realisierung des Endlagers vorgesehenen technischen Maßnahmen (vorläufige Auslegung) sowie ihr sicherheitsgerichtetes Zusammenwirken (vorläufiges Sicherheitskonzept).

## **Zu Absatz 2**

Grundlage für die umfassende sicherheitstechnische Analyse des für den jeweiligen Untersuchungsraum vorgesehenen Endlagersystems ist die Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen und die Beschreibung weiterer Entwicklungen nach § 3 EndlSiAnfV. Dies basiert auf einer geowissenschaftlichen Langzeitprognose für den Untersuchungsraum unter Berücksichtigung möglicher klimatischer Entwicklungen im Bewertungszeitraum mit dem Schwerpunkt einer möglichen Gefährdung des sicheren Einschlusses. Außerdem ist die Entwicklung der Barrieren des Endlagersystems im Bewertungszeitraum zu untersuchen.

## **Zu Absatz 3**

Die im Hinblick auf die Langzeitsicherheit des Endlagers relevanten Aspekte sind in § 9 geregelt. Dabei werden in § 9 allerdings nur die übergeordneten Bereiche benannt, die in einer entsprechenden Betrachtung behandelt werden müssen. Im Einzelnen beinhalten diese Bereiche jedoch eine Vielzahl von Fragestellungen, die zum Teil auch vom im Untersuchungsraum vorhandenen Wirtsgestein und dem vorgesehenen Sicherheitskonzept abhängen. Eine beispielhafte Auflistung solcher Fragestellungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit findet sich in Abschnitt 6.5.2.2.4 (S. 292f) des Abschlussberichtes der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“.

Neben der Langzeitsicherheit muss auch die Sicherheit von Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers gewährleistet sein. Die hierfür zentralen Aspekte sind in § 17 EndlSiAnfV geregelt, entsprechende Betrachtungen sind aber auch in den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bereits erforderlich.

## **Zu Absatz 4**

Nach § 14 Absatz 1 Satz 3, § 16 Absatz 2 Satz 1 und § 18 Absatz 2 Satz 1 StandAG sind die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien nach § 24 StandAG zur Identifikation von Standortregionen, untertägig zu erkundenden Standorten und dem zu genehmigenden Standort erneut anzuwenden. Die Abwägungskriterien dienen dabei nach § 24 Absatz 1 StandAG der Bewertung, ob in einem Gebiet eine günstige geologische Gesamtsituation vorliegt. Diese Bewertung ergibt sich aus einer verbalargumentativen, sicherheitsgerichteten Abwägung der Ergebnisse zu allen Abwägungskriterien unter Würdigung des für das Gebiet vorgesehenen Endlagersystems (vgl. Gesetzesbegründung zu § 24 Absatz 1 StandAG). Daher werden im Rahmen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, in denen ohnehin eine vertiefte Betrachtung sowohl der geologischen Gegebenheiten als auch des Endlagersystems im Untersuchungsraum durchgeführt wird, jeweils die Grundlagen für die entsprechende Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien gelegt.

## **Zu Absatz 5**

Eine Beurteilung, inwiefern im jeweiligen Untersuchungsraum zu erwarten ist, dass eine zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle grundsätzlich möglich ist, ist nach § 27 Absatz 5 StandAG Teil der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen. Die Rahmenbedingungen hierfür werden in § 21 EndlSiAnfV festgelegt. Der zentrale Aspekt dieser Rahmenbedingungen ist die möglichst weitgehende Trennung der Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle von der Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, um mögliche nachteilige Beeinflussungen der Sicherheit der hochradioaktiven Abfälle zu verhindern. Daher ist für die Bewertung, ob im Untersuchungsraum eine zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle möglich ist, im Wesentlichen das dort

vorhandene Platzangebot relevant. In späteren Phasen des Standortauswahlverfahrens können entsprechend dem erweiterten Kenntnisstand zu den jeweiligen Untersuchungsräumen auch noch weitergehende Betrachtungen, insbesondere hinsichtlich der Möglichkeit von (geo-)chemischen Einflüssen der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle auf die hochradioaktiven Abfälle, vorgenommen werden.

Bei dieser Bewertung handelt es sich jedoch nur um eine grundsätzliche Bewertung im Sinne des § 27 Absatz 5 StandAG, die für sich genommen keine Entscheidung für die Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen im Untersuchungsraum begründen kann.

### **Zu Absatz 6**

Analog zu § 6 Absatz 4 sind für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, die nur auf der Grundlage bereits vorhandener Daten zu den jeweiligen Untersuchungsräumen durchgeführt werden, nur die wesentlichen Kerninhalte der Systemanalyse abzudecken. Dementsprechend werden sich Aussagen zu den geologischen Gegebenheiten tendenziell stärker als bei späteren vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen auf Erkenntnisse abstützen müssen, die nicht im Untersuchungsraum selbst gewonnen wurden. Da außerdem die vorläufige Auslegung des Endlagers zu diesem Zeitpunkt nach § 6 Absatz 4 nicht alle Details umfasst, können auch die damit zusammenhängenden Fragestellungen, insbesondere die Funktionsweise der technischen und geotechnischen Barrieren sowie die Betriebssicherheit des Endlagers, nur dem Grundsatz nach beantwortet werden. Auch eine Abschätzung der möglichen zusätzlichen jährlichen effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung ist zu diesem Zeitpunkt nicht zielführend. Diese müsste weitestgehend auf der Grundlage generischer Annahmen durchgeführt werden. Ihre Ergebnisse würden daher maßgeblich von den zu Grunde gelegten Annahmen beeinflusst werden und nicht von den Eigenschaften des jeweiligen Untersuchungsraumes. Sie hätten somit bestenfalls eine sehr begrenzte Aussagekraft. Weiterhin liegen zu diesem Zeitpunkt weder über die Untersuchungsräume noch über die ggf. dort zusätzlich zu entsorgenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle (insbesondere die aus der Schachanlage Asse rückzuzuholenden Abfälle) genug Informationen für eine vertiefte Betrachtung möglicher gegenseitiger Beeinflussungen vor, sodass hier lediglich das Vorhandensein eines ausreichenden Wirtsgesteinvolumens für ein zusätzliches, entsprechend § 21 Absatz 2 EndlSiAnfV hinreichend separiertes Endlagerbergwerk zu prüfen ist.

Soweit zur Bewertung der verschiedenen Aspekte numerische Berechnungen durchgeführt werden, sind dementsprechend auch sachgerechte und dem jeweiligen Kenntnisstand entsprechende Vereinfachungen der zu Grunde liegenden Modelle möglich.

### **Zu § 8 (Betriebliche Sicherheitsanalyse)**

#### **Zu Absatz 1**

Die betriebliche Sicherheitsanalyse bezieht sich auf den Zeitraum, während dessen aktive Maßnahmen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle durchgeführt werden, also Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers. Insofern sind hierfür die allgemeinen Anforderungen an den Sicherheitsbericht für kerntechnische Anlagen entsprechend anzuwenden; insbesondere sind anlagenspezifische Störfallbetrachtungen durchzuführen, um den erforderlichen Schutz von Mensch und Umwelt sowie die Robustheit des Endlagersystems während des Betriebs und der Stilllegung zu begründen. Darüber hinaus ist die Robustheit des Endlagersystems während Betrieb und Stilllegung vor dem

Hintergrund darzustellen, inwieweit Einwirkungen, Ausfälle oder Abweichungen vom Normalbetrieb die Langzeitsicherheit des Endlagersystems beeinträchtigen können.

### **Zu Absatz 2**

Dieser Absatz legt konkretisierte Anforderungen an die betriebliche Sicherheitsanalyse nach Absatz 1 fest. Diese sind in der Form einer probabilistischen Sicherheitsanalyse oder einer vergleichbaren angemessenen Methodik durchzuführen. Der Abschätzung der jeweiligen Wahrscheinlichkeiten von Einwirkungen, Ausfällen oder Abweichungen vom Normalbetrieb sind soweit möglich Betriebserfahrungen zu Grunde zu legen, ersatzweise können Analogie- und Plausibilitätsbetrachtungen erfolgen.

### **Zu § 9 (Langzeitsicherheitsanalyse)**

#### **Zu Absatz 1**

Dieser Absatz benennt alle konkreten Aspekte, die im Rahmen der Langzeitsicherheitsanalyse zu prüfen sind. Soweit diese Prüfpflichten mit quantitativen Anforderungen unterlegt sind, ist auch eine quantitative Betrachtung durchzuführen. Dabei sind die nach § 7 Absatz 2 abgeleiteten zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen sowie die beschriebenen weiteren Entwicklungen allen Analysen in gleicher Art zu Grunde zu legen. Der Tiefgang der Prüfungen nimmt entsprechend der jeweiligen Datenlage von den repräsentativen über die weiterentwickelten bis zu den umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen zu. Während diese bei den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen noch auf einem weitgehend generischen Niveau erfolgen, sollten die Darstellungen in den umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen schon weitgehend die für ein tatsächliches Genehmigungsverfahren erforderliche Detailtiefe besitzen.

Die in den BMU-Sicherheitsanforderungen von 2010 vorgesehene Möglichkeit einer „vereinfachten radiologischen Langzeitaussage“ entfällt, wie von der Endlagerkommission in ihrem Abschlussbericht empfohlen. Dem Vorhabenträger bleibt es jedoch unbenommen, mit vereinfachenden Annahmen zu arbeiten, soweit er deren Konservativität zeigen kann.

#### **Zu Absatz 2**

Dieser Absatz stellt konkretisierte Anforderungen an die Führung der mit quantitativen Anforderungen unteretzten Prüfpflichten. Die für die Berechnungen verwendeten numerischen Modelle und Programme müssen entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik hinreichend validiert, verifiziert und qualitätsgesichert sein und die im Endlagersystem ablaufenden Prozesse so umfassend und detailliert abbilden, wie es für die nach diesem Absatz geforderten Analysen notwendig ist. Eine beliebig weitgehende Präzisierung der Modelle ist dabei nicht erforderlich, die vorgenommenen Modellvereinfachungen müssen jedoch erläutert und begründet werden. Hinsichtlich der Eingangsparameter sind realitätsnahe Werte (z. B. Medianwerte der bei der Erkundung erhobenen Daten) anzusetzen; von übermäßig konservativen Annahmen sollte abgesehen werden, da diese in den Sensitivitätsanalysen relevante Effekte überdecken können.

### **Zu § 10 (Umfassende Bewertung des Endlagersystems)**

Die umfassende Bewertung des Endlagersystems stellt die zentrale Aussage einer vorläufigen Sicherheitsuntersuchung dar. Im Kern beinhaltet sie nach § 27 Absatz 1 StandAG eine Prognose über die zu erwartende Qualität des erreichbaren Einschlusses

der radioaktiven Abfälle im jeweiligen Untersuchungsraum, wobei die entsprechenden Anforderungen nach § 4 EndlSiAnfV als Maßstab heranzuziehen sind.

Neben der reinen Erfüllung der Anforderungen ist jedoch auch die Robustheit des Endlagersystems ein wichtiger Maßstab. Da über den langen Betrachtungszeitraum von einer Million Jahren verschiedene Entwicklungen des Endlagersystems denkbar sind, die über die systematische Betrachtung nach § 7 Absatz 2 abgedeckt werden, sollte das Endlagersystem für diese unterschiedlichen Entwicklungen die gestellten Anforderungen möglichst zuverlässig einhalten. Aspekte der Robustheit, die für die Bewertung relevant sind, umfassen beispielsweise die Unempfindlichkeit der Komponenten des Endlagersystems, jeweils für sich wie auch im Zusammenwirken, gegen äußere und innere Einwirkungen, Sicherheitsreserven im Sinne von Eigenschaften, die zwar vorhanden sind und zur Sicherheit beitragen, aber bei der Systemanalyse auf Grund einer konservativen Betrachtungsweise nicht oder nur teilweise berücksichtigt wurden, oder „latente“ Sicherheitsfunktionen, die greifen, wenn andere Komponenten des Endlagersystems ihren Zweck nicht vollumfänglich erfüllen.

Im Verlauf des Standortauswahlverfahrens werden die Informationen über die jeweils noch in Frage kommenden Gebiete wegen der durchzuführenden Erkundungsmaßnahmen immer umfassender und detaillierter. Daher werden auch die nach diesem Paragraphen abzugebenden Bewertungen der betrachteten Endlagersysteme entsprechend an Umfang und Tiefgang zunehmen. Während sie sich in den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen voraussichtlich im Wesentlichen auf die Kernbereiche der Bewertung, insbesondere den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle, beschränken müssen, ist spätestens bei den umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen davon auszugehen, dass sich die Bewertung in ihrem Tiefgang an den im späteren Genehmigungsverfahren nach § 9b Absatz 1a des Atomgesetzes vorzulegenden Sicherheitsbericht annähert. Dies wird auch daran deutlich, dass nach § 23 Absatz 3 Satz 2 und Absatz 4 Satz 2 StandAG zum Zeitpunkt des abschließenden Standortvorschlages durch den Vorhabenträger die Erfüllung aller Mindestanforderungen standortspezifisch nachzuweisen ist.

## **Zu § 11 (Bewertung von Ungewissheiten)**

### **Zu Absatz 1**

Im Rahmen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen mögliche Entwicklungen der untersuchten Endlagersysteme in einem Zeitraum von einer Million Jahren hergeleitet werden, gleichzeitig werden die als Endlagerstandort in Frage kommenden Gebiete erst im Laufe des Standortauswahlverfahrens tiefergehend erkundet. Daher sind die Aussagen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen natürlicherweise mit Ungewissheiten behaftet, die auch wechselseitig voneinander abhängen können, und mit denen in transparenter und nachvollziehbarer Weise umgegangen werden muss. Gerade bei den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, für die keine spezifischen Erkundungsarbeiten durchgeführt werden, muss darüber hinaus davon ausgegangen werden, dass die für die verschiedenen Untersuchungsräume vorliegenden Daten einen sehr unterschiedlichen Umfang und Detaillierungsgrad haben und daher an vielen Stellen möglichst plausible Annahmen getroffen werden müssen.

### **Zu Absatz 2**

Eine transparente und nachvollziehbare Darstellung, in welcher Art und Weise mit vorhandenen Ungewissheiten umgegangen worden ist und welchen Einfluss dies auf die sicherheitsbezogenen Aussagen der Untersuchungen hat, ist erforderlich, da die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in jeder Phase eine wichtige Grundlage für den

abwägenden Vergleich der verschiedenen Untersuchungsräume darstellen. Insbesondere für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, bei denen absehbar an vielen Stellen nur auf plausible Annahmen zurückgegriffen werden kann, muss nachvollziehbar sein, ob sicherheitstechnische Vor- oder Nachteile einzelner Untersuchungsräume an Hand tatsächlich vorliegender Daten abgeleitet wurden oder aus Annahmen resultieren und mit welchen Ungewissheiten sie behaftet sind.

### **Zu Absatz 3**

Viele Ungewissheiten, beispielsweise die standortspezifischen Eigenschaften von möglichen Wirtsgesteinen oder die genauen Spezifikationen von technischen oder geotechnischen Barrieren, lassen sich durch Erkundungs- beziehungsweise Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beseitigen oder zumindest reduzieren, während andere nur eingeschränkt solchen Maßnahmen zugänglich sind. Die vorhandenen Ungewissheiten im Hinblick auf diesen Aspekt zu untersuchen, hat zwei Ziele: Zum einen können die reduzierbaren Ungewissheiten so bei der Ableitung des Erkundungs- sowie Forschungs- und Entwicklungsbedarfs nach § 12 gezielt adressiert und priorisiert werden. Zum anderen kann so nachvollzogen werden, welche Endlagersysteme nur ein geringes Maß an nicht reduzierbaren Ungewissheiten und somit eine höhere Prognosesicherheit und letztlich auch eine robustere Sicherheitsaussage bieten.

### **Zu § 12 (Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs)**

#### **Zu Absatz 1**

#### **Zu Nummer 1**

Die Identifikation standortspezifischer Erkundungsbedarfe dient als Grundlage für die Entwicklung der Erkundungsprogramme nach § 14 Absatz 3 beziehungsweise § 16 Absatz 2 Satz 3 StandAG für die jeweils nächste Phase des Standortauswahlverfahrens. Auch im Zuge der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen können noch Erkundungsbedarfe für das nachfolgende Genehmigungsverfahren ausgewiesen werden. Diese werden jedoch eher Einzelheiten der endgültigen Auslegung des Endlagers betreffen, beispielsweise die genaue Positionierung von Einlagerungskammern; der abschließende Standortvergleich und die Entscheidung zugunsten eines Standortes muss jedoch auf der Grundlage der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Erkenntnisse möglich sein.

#### **Zu Nummer 2**

Auch sonstige Forschungs- und Entwicklungsbedarfe unabhängig von der durchzuführenden geowissenschaftlichen Erkundung, insbesondere Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zu den technischen und geotechnischen Komponenten des Endlagersystems und deren Realisierung, müssen auf der Grundlage der Bewertung der Ungewissheiten nach § 11 identifiziert und priorisiert werden. Ziel ist, dass die relevanten Fragestellungen rechtzeitig durch entsprechende Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen adressiert werden, sodass die jeweiligen Vorschläge des Vorhabenträgers in den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens auf einer entsprechenden Erkenntnisgrundlage erfolgen.

Analog zu den Ausführungen in der Begründung zu Nummer 1 können auch hier Bedarfe für das nachfolgende Genehmigungsverfahren in den umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ausgewiesen werden, die abschließende Standortentscheidung muss aber bereits möglich sein.

## **Zu Absatz 2**

Damit die nach § 16 Absatz 2 Satz 3 StandAG abzuleitenden Prüfkriterien die für die jeweiligen Standorte relevanten Fragestellungen erfassen können, müssen diese Fragestellungen im Rahmen der weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen herausgearbeitet und entsprechende Vorschläge für Prüfkriterien entwickelt werden.

## **Zu Artikel 3 (Inkrafttreten)**

Dieser Artikel regelt das Inkrafttreten der Verordnung.