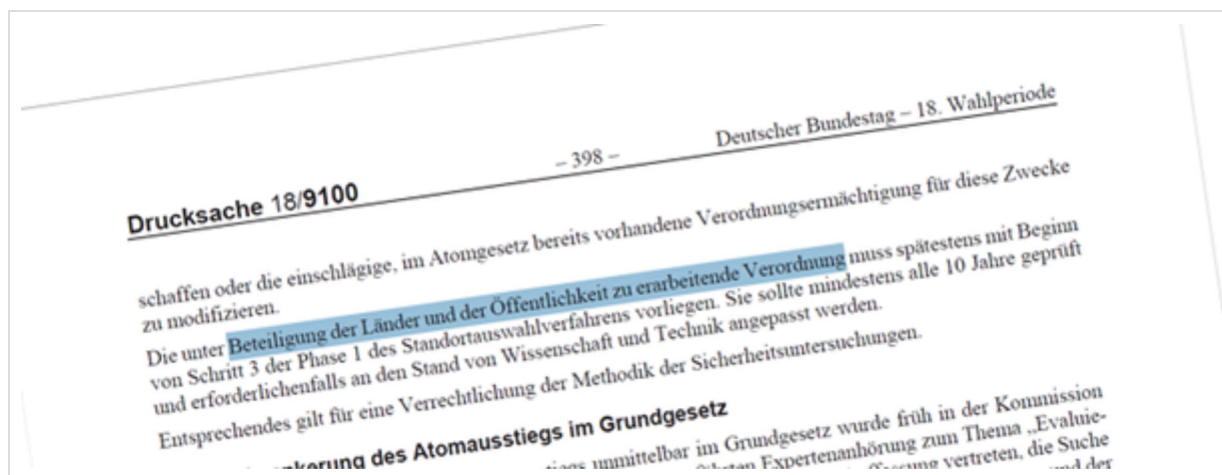


endlagerdialog.de

Wie und wo soll ein Atommülllager gesucht werden?

Sicherheitsanforderungen: Die jahrelange Arbeit beginnt

Veröffentlicht am [10/08/2019](#)



BEGINN DER ERARBEITUNG BEGINNT ENDE AUGUST 2019

Die Verordnungsentwürfe zu den Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsuntersuchungen wurden vom BMU Mitte Juli 2019 zur Verfügung gestellt. Die Endlagerkommission führte unter anderem dazu aus ([Drucksache 18/9100](#), S. 398):

Die unter Beteiligung der Länder und der Öffentlichkeit zu erarbeitende Verordnung muss spätestens mit Beginn von Schritt 3 der Phase 1 des Standortauswahlverfahrens vorliegen...

...Entsprechendes gilt für eine Verrechtlichung der Methodik der Sicherheitsuntersuchungen.

Damit wird klar, dass die jetzt vorgelegten Entwürfe erste Vorschläge darstellen, mit denen die Arbeit beginnen kann.

ZEITPLAN NICHT ZUTREFFEND

Der jetzt im [Internet](#) zu sehende Zeitplan

- *Start der Öffentlichkeitsbeteiligung – 17. Juli 2019*
- *Start der Anmeldung zum Symposium – 31. Juli 2019*
- *Start des Online-Dialogs – 28. August 2019*
- *Einreichungsfrist der Stellungnahme fürs Symposium – 05. September 2019*
- *Öffentliches Symposium zu den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle und Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren – 14. & 15. September 2019*
- *Ende der Öffentlichkeitsbeteiligung – 20. September 2019*

kann also nicht zutreffen. Erst für den 28. August sind weitere Angebote angekündigt:

Neben der Kommentierungsmöglichkeit der Verordnung finden Sie ab dem 28.08. weitere Informations- und Beteiligungsangebote auf dieser Seite.

Ab dem 28. August stehen also Informationen zur Verfügung, die einen niederschweligen Einstieg der Öffentlichkeit in die Erarbeitung der Verordnungen ermöglichen, die eine notwendige Voraussetzung für Öffentlichkeitsbeteiligung ist – siehe [Alpiger, C. und A. Vatter.\(2016\)](#). Der Start der Erarbeitung der Verordnungen unter Beteiligung der Öffentlichkeit ist also der 28. August 2019.

REALISTISCHER ZEITPLAN – ANLEHNUNG AN DIE ERARBEITUNG DER SICHERHEITSANFORDERUNGEN 2010

Für den weiteren Zeitplan ist ein Rückblick auf die Erarbeitung der Sicherheitsanforderungen 2010 hilfreich:

- [Endlagersymposium](#) – 30.10. bis 01.11.2008
- [Online-Konsultation](#) – 01.12.2008 bis 28.02.2009
- [Verabschiedung im Länderausschusses für Atomkernenergie](#) – 30. 09.2010

Danach wurden die Sicherheitsanforderungen 2010 zwei Jahre nach dem Symposium verabschiedet. Da die Materie durch die Sicherheitsuntersuchungen erweitert wurde, sollte man also nicht vor September 2021 mit dem Ende der Erarbeitung der Verordnungen rechnen.

NOTWENDIG FÜR SCHRITT 3 DER PHASE 1 DES AUSWAHLVERFAHRENS

Die Verordnungen werden für den Schritt 3 der Phase 1 des Standortauswahlverfahrens benötigt. Nach der derzeitigen Planung wird der Teilgebietsbericht Ende 2020 zu erwarten sein. Danach hat die Fachkonferenz Teilgebiete 6 Monaten Zeit, darüber zu beraten. Diese Zeit ist äußerst knapp bemessen, insbesondere weil das BfE der BGE vorgelagerte inhaltliche Kommunikation untersagt hat. Frühestens Mitte 2021 wird also das Ergebnis der Beratungen der Fachkonferenz Teilgebiete vorliegen und die Einarbeitung dieser Ergebnisse kann von der BGE begonnen werden.

BEFASSUNG DER VERORDNUNGEN DURCH FACHKONFERENZ TEILGEBIETE SINNVOLL UND ZEITLICH MÖGLICH

Es ist also nicht damit zu rechnen, dass Schritt 3 der Phase 1 vor September 2021 beginnen kann. Es reicht also aus, wenn die Erarbeitung der Verordnungen unter Beteiligung der Öffentlichkeit und der Länder Zeit bis dahin benötigt. Dies eröffnet auch die Möglichkeit, dass die Fachkonferenz Teilgebiete als interessierte Öffentlichkeit

sich mit den bis dahin erarbeiteten Verordnungsentwürfen befasst.

Dieser Eintrag wurde veröffentlicht in [BfE](#), [BGE](#), [Endlagerkommission](#), [Neue bundesweite Suche](#) von [endadm](#). [Permanenter Link des Eintrags \[http://endlagerdialog.de/2019/08/sicherheitsanforderung-die-jahrelange-arbeit-beginnt/\]](http://endlagerdialog.de/2019/08/sicherheitsanforderung-die-jahrelange-arbeit-beginnt/) .

endlagerdialog.de

Wie und wo soll ein Atommülllager gesucht werden?

§ 4 Abs. 4 EndlSiAnfV: fatal error?

Veröffentlicht am [17/08/2019](#)



FESTLEGUNG DER MAXIMALEN LECKRATE

Der [Referentenentwurf der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung \(EndlSiAnfV\)](#) vom 11.07.2019 setzt in § 4 Abs. 4 eine maximal zulässige Leckrate der wesentlichen Barrieren fest.

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

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

der Masse der eingelagerten Radionuklide einschließlich ihrer Zerfallsprodukte aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren ausgetragen wird.

KLARERE FORMULIERUNG SINNVOLL

Da die Leckrate die austretende Menge pro Zeiteinheit ist, sollte zur Klarheit formuliert werden:

Für zu erwartende Entwicklungen ist nachzuweisen, dass

- 1. im Nachweiszeitraum insgesamt höchstens ein Anteil von 10^{-4} und*

2. jährlich höchstens ein Anteil von 10^{-9}
der Masse der eingelagerten Radionuklide....

BEGRÜNDUNG ZUR VERORDNUNG

In der Begründung ist dazu zu lesen:

Der Zahlenwert von 10^{-4} für den maximal zulässigen Anteil der Masse der Radionuklide, der über den gesamten Nachweiszeitraum ausgetragen werden darf, wurde ursprünglich in einer Voruntersuchung der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Bericht GRS-A-3405) für die BMU-SiAnf 2010 vorgeschlagen. Abgeleitet wurde dieser Wert dort aus dem Einschluss- und Rückhaltevermögen eines hypothetischen einschlusswirksamen Gebirgsbereiches im Wirtsgestein Tongestein mit einer Mächtigkeit von 100 m.

GRS-BERICHT A-3405

Im erwähnten [GRS-Bericht](#) wird auf Seite 10 ausgeführt:

Die im Nachweiszeitraum im einschlusswirksamen Gebirgsbereich zurückgehaltene Schadstoffmenge – bezogen auf die eingelagerte Schadstoffmenge – muss größer als 99,9999 mol-% sein.

Das bedeutet, im Nachweiszeitraum dürfen höchstens 0,0001 mol-% (= 10^{-4} mol-%) freigesetzt werden. In der Begründung zur Verordnung wird dargelegt, dass statt der Stoffmenge auch näherungsweise die Stoffmasse hierfür angesetzt werden kann, d. h. 10^{-4} Massen-%.

UMRECHNUNG VON PROZENTANGABE IN ANTEIL

In der Verordnung wird nun nicht die Prozentangabe benutzt (bezogen auf 100), sondern der Anteil (bezogen auf 1). Aus den 10^{-4} Massen-% wird also ein Massenanteil von 10^{-6} . Angelehnt an den GRS-Bericht muss § 4 Abs. 4 also lauten:

Für zu erwartende Entwicklungen ist nachzuweisen, dass

- 1. im Nachweiszeitraum insgesamt höchstens ein Anteil von 10^{-6} und*
- 2. jährlich höchstens ein Anteil von 10^{-11} der Masse der eingelagerten Radionuklide einschließlich ihrer Zerfallsprodukte aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren ausgetragen wird.*

AKTUALISIERTE MODELLRECHNUNGEN NICHT ÖFFENTLICH VERFÜGBAR

Weiter wird in der Begründung angeführt:

Im Rahmen der Erarbeitung dieser Verordnung wurde der angesetzte Zahlenwert von 10^{-4} an Hand von aktualisierten Modellrechnungen überprüft, bei denen die einschlägigen Zahlenwerte der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien nach § 24 StandAG (insbesondere die Anlagen 1, 2 und 9) als Eingangsparameter zu Grunde gelegt wurden.

Die angeführten aktualisierten Modellrechnungen sind leider nicht öffentlich zugänglich, so dass eine

Überprüfung nicht möglich ist.

Dieser Eintrag wurde veröffentlicht in [Neue bundesweite Suche](#), [Schutzziele](#) von [endadm](#). [Permanenter Link des Eintrags \[http://endlagerdialog.de/2019/08/4-abs-4-endlsianfv-fatal-error/\]](#) .

EIN GEDANKE ZU „§ 4 ABS. 4 ENDLSIANFV: FATAL ERROR?“



endadm

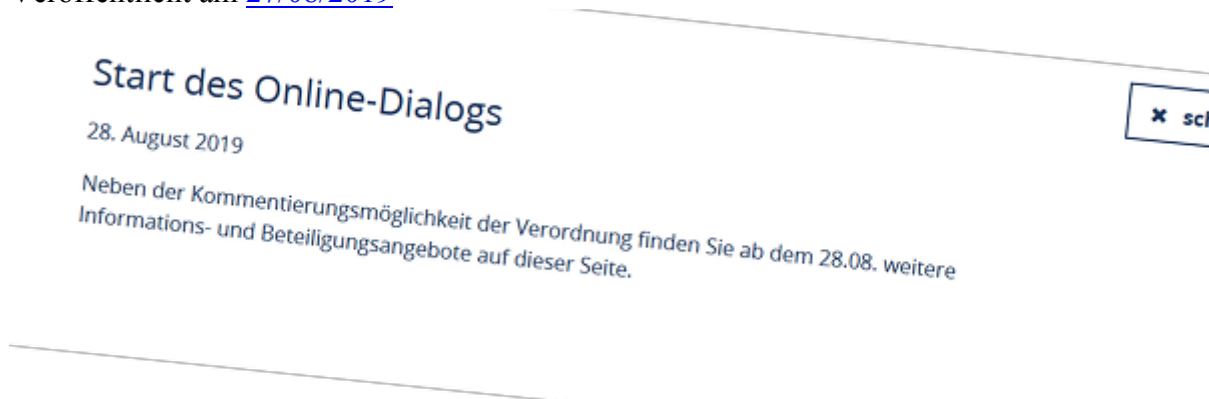
sagte am [19/08/2019 um 21:30](#) :

Transparenz zu der geheimen Erarbeitung der Sicherheitsanforderungen

Um mehr Licht in die geheime Erarbeitung der
Sicherheitsanforderungen zu bringen, wurde eine IFG-Antrag mit dem
Titel [Referentenentwurf § 4 Abs. 4 EndlSiAnfV – aktualisierte
Modellrechnungen](#) gestellt.

BMU-Referentenentwurf: Das sollte am 28.08.2019 vorgelegt werden

Veröffentlicht am [27/08/2019](#)



Weitere Informationsangebote ab 28.08.2019

Am 28.08.2019 sollen zum BMU-Referentenentwurf Sicherheitsanforderungen / Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen *weitere Informationsangebote* zur Verfügung gestellt werden. Damit eine Beteiligung der interessierten Öffentlichkeit möglich ist, sollten diverse Pakete geschnürt werden.

Erst einmal erwartet man, dass in einer synoptischen Darstellung die Sicherheitsanforderungen 2010, der Referentenentwurf vom 11.08.2018 und die Begründung (in einer dritten Spalte) gegenübergestellt werden. Sinnvoll wäre es auch, den Entwurf 2007 ([GRS – A – 3358](#)) nebst Begründung ([GRS – A – 3364](#)) und [Stellungnahmen BfS](#) sowie [RSK/SSK](#), Entwurf [2008](#) und Entwurf [2009](#) zur Verfügung zu stellen und damit aufzuzeigen, wie die wissenschaftliche Vorlage im politischen Raum erodierte. Als Hintergrundinformation wäre weiterhin die vom BfS erarbeitete [Sicherheitsphilosophie 2005](#) hilfreich.

Im zweiten Schritt sollte geschildert werden, inwieweit die Vorstellungen der Endlagerkommission umgesetzt wurden. In Bezug auf Seite 398 des Abschlussberichts stellt sich die Frage, wie wurden und werden die beiden Verordnungen *unter Beteiligung der Länder und der Öffentlichkeit* erarbeitet? Hier wurden von der Kommission *Länder und Öffentlichkeit* gleichberechtigt genannt. Wurden die Länder wie die Öffentlichkeit bisher nicht beteiligt? Alles Fragen, die nach Bewilligung des IFG-Antrags [Erlasse zu den drei Verordnungsermächtigungen nach StandAG](#) beantwortet werden können.

[Sicherheitsanforderungen](#) – [Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen](#) – [Fazit](#)

Sicherheitsanforderungen

Vorstellungen der Endlagerkommission

Weiterhin hat die Kommission inhaltliche Punkte zu den Sicherheitsanforderungen aufgestellt – siehe [Abschlussbericht](#), Seite 239 bis 241.

Zur fachlichen Ausgestaltung der Sicherheitsanforderungen hat die ESK bislang drei Leitlinien verabschiedet, und zwar zu den Themen „Menschliches Eindringen in ein Endlager“, „Einordnung von Entwicklungen in Wahrscheinlichkeitsklassen“ und „Sicherer Betrieb des Endlagers“.

Sind diese Leitlinien weiterhin gültig oder sind sie neu zu bearbeiten? Weiterhin fehlt eine wesentliche Leitlinie, nämlich die Leitlinie zur Abschätzung des Indikators *Schädigungsrisiko des Menschen durch Freisetzung von Radionukliden aus dem Endlager*. Der entsprechende Auftrag aus dem Jahr 2012 an die SSK wurde nicht erfüllt, eine Leitlinie liegt immer noch nicht vor – siehe unter anderem IFG-Anfragen [897](#), [9492](#), [21326](#), [33930](#) und [32837](#).

Der nach den Sicherheitsanforderungen zugrunde gelegte Nachweiszeitraum von einer Million Jahren ist im internationalen Vergleich als hoch zu bewerten. Die Kommission ist der Auffassung, dass dieser Nachweiszeitraum der Bedeutung des Problems der Endlagerung angemessen ist.

Ist es nicht sinnvoll, dem Nachweiszeitraum nach Expertenmeinung als Grenze für vertretbare geologische Prognosen bei der geologischen Situation in Deutschland ([AkEnd-Bericht](#) S. 28-30) den notwendigen Isolationszeitraum gegenüberzustellen? Ist die Methode *Kirchner, G. (1990). „A New Hazard Index for the Determination of Risk Potentials of Disposed Radioactive Wastes.“ in: Journal of Environmental Radioactivity 11: 71-95* eventuell zu diesem Zweck weiterzuentwickeln?

Für die Betrachtung der Nachbetriebsphase werden in den Sicherheitsanforderungen erheblich niedrigere, das heißt schärfere, Indikatorwerte zugrunde gelegt als die Grenzwerte, die in der Strahlenschutzverordnung für den Betrieb kerntechnischer Anlagen gelten.

Sind Indikatorwerte, für die es nicht einmal eine Abschätzungsmethode gibt, überhaupt vergleichbar mit Dosiswerten, die nach der AVV berechnet werden?

Ersatzlose Streichung der Möglichkeit der „vereinfachten radiologischen Langzeitaussage“

Welche Argumentation lag der vereinfachten radiologischen Langzeitaussage zu Grunde, welche Argumente sprachen dagegen und warum wurde diesen Gegenargumenten gefolgt?

Das Sicherheitsmanagement sollte nicht nur für den Antragsteller, Betreiber oder Vorhabenträger gelten, sondern auch für alle beteiligten Behörden und anderen Organisationen.

Wodurch wird dieses umgesetzt, welche Behörden und Organisationen sind dazu zu betrachten? Ist die Behörde BMU, die Erlasse an das BfE und Weisungen an die BGE gibt, einzubeziehen?

Die Frage des Kompetenz- und Wissenserhalts sollte detaillierter behandelt werden.

Ist dies geschehen, wenn ja wo, wenn nein warum nicht?

Ergänzung um Entscheidungspunkte im Prozessablauf und einer Beschreibung, was dort passieren soll und wie vorgegangen wird.

Welche Formulierungen im Referentenentwurf sind darauf zurückzuführen?

Da die Sicherheitsanforderungen im Hinblick auf die Wirtsgesteine Tonstein und Salz formuliert sind, ist zu überprüfen, ob ein Lager im Wirtsgestein Kristallin vollständig abgedeckt ist.

Sind die Fälle (a) Wirtsgestein Kristallin und Barriere Ton sowie (b) Wirtsgestein Kristallin und Barriere Salz vollständig abgedeckt?

Prüfung, ob für die Anforderung nach Bergbarkeit der dort genannte Zeitraum von 500 Jahren ausreichend ist und weiterer Voraussetzungen für Rückholbarkeit oder Bergbarkeit.

Wie wurde diese Prüfung durchgeführt, welche Argumente führten wieder zurück zu den 500 Jahren?

Überprüfung der Einteilung in die Wahrscheinlichkeitsklassen „wahrscheinliche Entwicklungen“, „weniger wahrscheinliche Entwicklungen“ und „unwahrscheinliche Entwicklungen“, insbesondere ob die Trennung in „wahrscheinliche Entwicklungen“ und „weniger wahrscheinliche Entwicklungen“ gerechtfertigt ist.

Hier wurden lediglich andere Bezeichnungen wie zu *erwartende* und *abweichende* (wovon abweichend?) und *hypothetische* Entwicklungen eingeführt, wobei die ersten beiden auch als *möglich* bezeichnet werden. Eine Überprüfung im obigen Sinne ist da nicht zu erkennen. Wie wurde die Überprüfung durchgeführt, welche Argumente wurden ausgetauscht, weshalb hat sich die Trennung durchgesetzt?

Überprüfung ob für die beiden Wahrscheinlichkeitsklassen „wahrscheinliche Entwicklungen“ und „weniger wahrscheinliche Entwicklungen“ unterschiedliche Dosiswerte als Indikatoren verwendet werden sollten (wie in der jetzigen Fassung von 2010 vorgesehen) oder dafür der gleiche Wert anzusetzen ist.

Wie wurde die Überprüfung durchgeführt, welche Argumente wurden vorgebracht? Sind die Argumente aus dem Erörterungstermin zum Zwischen- und Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ZERAM) eingeflossen?

Bei der Prüfung sollen die Argumente für ein deterministisches Vorgehen berücksichtigt werden.

Wie wurden deterministische und probabilistische Methoden gegenübergestellt? Wie wurde mit der Problematik umgegangen, dass bei einem nichtlinearen System wie einem Endlager im deterministischen Fall nicht entschieden werden kann, welche Annahmen konservativ bzw. abdeckend sind?

Bestimmungen zur Einhaltung der zulässigen Temperaturen.

Wo finden sich diese Bestimmungen?

Außerdem sollten Leitlinien, die die Sicherheitsanforderungen untersetzen, zeitnah angegangen werden für folgende Themen:

- *Sicherheitsmanagement,*
- *Freisetzungsmodellierung, dynamische Prozesse und Ausbreitungsmodellierung, Biosphärenmodellierung,*
- *Vorgehensweise zur Optimierung und Möglichkeit der Fehlerkorrektur,*
- *Vorgehen zur Festlegung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und notwendiger Barrieren.*

Welche dieser vier Leitlinien sind notwendig, bis wann sollen sie erarbeitet bzw. aktualisiert werden?

Weitere Anmerkungen nach flüchtigem Überfliegen des BMU-Rohentwurfs

Nach flüchtigem Überfliegen des BMU-Rohentwurfs ergeben sich weitere Anmerkungen und Fragen.

Unter den Definitionen fehlt der Begriff *Biosphäre*. Der Begriff wird hier eher im Sinne von *Anthroposphäre* benutzt. Der Schutz von Natur und Umwelt wird nicht instrumentalisiert. Das entspricht nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik – siehe [Overview of international status of considering radiological protection of non-human biota in the context of deep geological disposal of radioactive waste.](#)

Barrieren sollen nicht nur die Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern, sondern auch das Eindringen von Fluiden und Gasen unmöglich machen.

Was sind *primäre* und *sekundäre* Fluidwegsamkeiten? Gehören Kohlenwasserstoffe, Gase und fließendes Salz (Halokinese) auch zu den Fluiden? Wie wird die halokinetische Brekzie eingestuft?

Das unbeabsichtigte menschliche Eindringen ist nicht hypothetisch, sondern wahrscheinlich. Es gilt die Wahrscheinlichkeit dafür zu verringern. Beim beabsichtigten Eindringen dagegen liegt die Verantwortung allein beim Eindringling.

Gehören zu den hypothetischen Entwicklungen auch solche Szenarien, die man üblicherweise als what-if-Szenarien bezeichnet?

Die Leckrate für ein Endlager im generischen Endlagersystem in Ton beträgt laut [GRS-A-3405](#) 10^{-6} in 1 Mio. Jahre. Weshalb wird hier eine um zwei Größenordnungen höhere Leckrate zu Grunde gelegt? Wo sind die aktualisierten Modellrechnungen, warum sind diese nicht veröffentlicht? – siehe [IFG-Antrag](#).

Offensichtlich soll die Leckrate als Summe über alle Radionuklide betrachtet werden. Interessanter sind aber die Leckraten der einzelnen Radionuklide. Wird dann nicht die Notwendigkeit von speziellen Schranken für zum Beispiel Jod, Chlor, Cäsium und Selen deutlich?

Warum werden von den sieben Kriterien in [GRS-A-3405](#) nur die zwei *Rückhaltung* und *menschliches Schädigungsrisiko* geregelt? Welche Kriterien wurden in den letzten fünfzig Jahren darüber hinaus diskutiert?

Wie sollen *Dilatanzfestigkeit* und *Fluidruckbelastbarkeit* allgemein verständlich dargestellt werden? Das geht wohl kaum ohne Videoanimationen. Durch Erläuterung dieser

gebirgsmechanischen Größen kann auch die Verständlichkeit von Fracking und Perkolation vergrößert werden. Zur Perkolation gibt es ein schon lange laufendes BfE-Forschungsprojekt, wozu immer noch kein Endbericht vorliegt – siehe [IFG-Antrag](#).

Wie kann die Robustheit von technischen und geotechnischen Barrieren nachgewiesen werden, wenn sie nicht erprobt werden. Allein die Zeit der Erprobung ist sinnvoll zu begrenzen, da eine Erprobung über den Nachweiszeitraum illusorisch ist. Welche Sicherheitsreserven können in diesem Zusammenhang angeführt werden? Muss nicht nach den ZERAM-Erfahrungen generell eine in- situ-Erprobung gefordert werden?

Was sind die *Lebensbedingungen zum Zeitpunkt der Nachweisführung*? Gehört dazu der pilzsuchende Eremit in der Kaltsteppe sowie der Vegetarier, der eine Aquaponik-Kultur betreibt etc.? Ein Grenzwert des menschlichen Schädigungsrisikos kann erst festgesetzt werden, wenn die Berechnungsmethode dazu entwickelt und damit diese Größe definiert ist. Werden die Vorstellungen aus dem Erörterungstermin ZERAM auch herangezogen? – siehe [Brenk Systemplanung.\(2013\). Gruppierung und Kommentierung der zusammenfassenden Aussagen aus Einwendungen und Stellungnahmen sowie aus dem Erörterungstermin zum Plan Stilllegung.](#)

Sind neben der Belastung durch das Endlager für hochradioaktive Abfälle nicht auch die Belastungen durch ein eventuell in der Nähe befindliches anderes Endlager zu berücksichtigen? Gleiches gilt für die Endlagerung freigemessener radioaktiver Abfälle auf benachbarten Deponien.

Ist nicht auch die Kollektivdosis zu betrachten?

Neben der Bergung sollten auch geotechnische Methoden der Schadensbegrenzung standortspezifisch entwickelt werden – siehe zum Beispiel 120 m tiefe Tonwand am Braunkohletagebau Welzow-Süd.

Ist nicht das Endlagersystem so zu gestalten, dass ein aussagekräftiges Monitoring nach heutigem Wissen möglich ist? Welche Informationen über ein generisches Endlagersystem in Salz (steile Lagerung), Salz (flache Lagerung), Ton und Kristallin können derzeit durch Seismik und andere Fernerkundungsmethoden gewonnen werden? Welche Randbedingungen bei der Wahl des Endlagersystems sollten eingehalten werden?

Es ist erstaunlich klar geregelt, dass zur Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (nach der KONRAD-Definition?) ein eigenes Bergwerk mit eigener Infrastruktur aufzufahren ist. Leider fehlen dafür die Sicherheitsanforderungen vollständig. Hier soll offensichtlich das Endlager Konrad vor Diskussionen geschützt werden. Notwendig sind solche Sicheranforderungen auf jeden Fall, siehe [ESK-Stellungnahme zum ZERAM](#).

Die Begriffe *Redundanz* und *Diversität* sind aus den Sicherheitsanforderungen vollständig entfernt worden, obwohl sie wesentliche Bestandteile einer jeden Sicherheitsphilosophie sind. Bei der Überarbeitung der AkEnd-Kriterien in der AG 3 der Endlagerkommission wurde zur Redundanz und Diversität immer wieder auf die Regelung in Punkt 8.7 der Sicherheitsanforderungen 2010 verwiesen.

Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Vorstellungen der Endlagerkommission

Die Vorstellungen der Endlagerkommission zu den Vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sind auf den Seiten 241 bis 250 des [Abschlussberichts](#) zu finden. Wo sind diese Vorstellungen in dem Referentenentwurf zu finden?

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

Welche Bewertungsinstrumente sind im Referentenentwurf zu finden? Wie ist diese recht komplizierte Materie diskutiert worden? Gibt es neben verbal argumentativen Strategien auch noch andere? Welche Rollen spielen Leckrate und Dosisindikator?

In den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens sind (vorläufige) Sicherheitsuntersuchungen im Zuge der Einengung auf potenziell geeignete Standorte vorgesehen, die bereits im Standortauswahlgesetz sinnvoll festgelegt sind.

Diese Angabe bezieht sich auf das [Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013](#). Im StandAG 2017 sind

- repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen in [§ 14](#),
- weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen in [§ 16](#) und
- umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen in [§ 18](#)

wiederzufinden. Ist diese systematische Gliederung beachtet worden?

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

Ist dies aufgegriffen worden? Sind alle Geologiedaten ausgenommen, die nicht öffentlich zugänglich sind oder gemacht werden können?

Soweit auf Grund der phasenabhängigen Informationslage überhaupt möglich/sinnvoll – werden außerdem die Aussichten auf die im weiteren Verfahrensverlauf schrittweise zu bestätigende und im Genehmigungsverfahren abschließend zu belegenden Einhaltung der Schutzziele und der weiteren sicherheitlichen Anforderungen gemäß /2/ bewertet.

Wie wurde der Hinweis “ /2/ “ interpretiert?

Phasengerechte Erstellung eines Sicherheitskonzeptes und eines Nachweiskonzeptes für die jeweilige geologische Situation in Abhängigkeit des Wirtsgesteins.

Wurde die systematische Trennung von Sicherheitskonzept und Nachweiskonzept bei der Erstellung des Referentenentwurfs berücksichtigt?

Werden verschiedene Standortregionen sowohl mit gleichem als auch mit verschiedenem Wirtsgestein miteinander verglichen, erfolgt die Bewertung im Rahmen der Sicherheitsuntersuchungen qualitativ.

Wurde der rein qualitative Vergleich verschiedener Standortregionen übernommen? Warum oder warum nicht?

Als nächstes ist eine (Konzept-)Planung für das Bauwerk zu erstellen. Dies beinhaltet Konzepte für

- die Behälter (Art, Größe, technische Barrieren),*
- die Art der Einlagerung,*
- die Sicherheitsabstände zum Nebengestein,*
- die Schachtverschlüsse und Streckenverschlüsse (geotechnischen Barrieren),*
- das Versatzkonzept,*
- die Abmessungen für den später auszuweisenden einschlusswirksamen Gebirgsbereich,*
- Überlegungen zum gebirgsschonenden Auffahren der Einlagerungsstrecken,*
- sofern auch LAW und MAW Abfälle eingelagert werden: Konzeptplanung für einen zweiten Einlagerungsbereich,*
- den zeitlichen Ablauf der Einlagerung,*
- ein Konzept für die Rückholung beziehungsweise Bergung.*

Die obige Aufzählung ist beispielhaft und nicht vollständig. Sie enthält aber die wesentlichen Punkte.

Sind diese Punkte für die Konzeptplanung des Endlagerbauwerks übernommen worden? Sind Punkte ergänzt worden?

Wenn möglich sollten auch an einem Teilgebiet beziehungsweise an einer Standortregion mehrere Endlagerkonzepte entworfen werden und diese miteinander verglichen werden (Variantenvergleich und Optimierung).

Wo findet sich dieser Ansatz wieder? Ist die Formulierung „Wenn möglich“ konkretisiert worden?

In der Phase 1 gehören beispielhaft zu den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen:
1. Abschätzung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches und damit der Bereiche, in dem das Fluiddruckkriterium und des Dilatanzkriterium eingehalten werden muss
2. Untersuchungen zum Wärmeeintrag in das Wirtsgestein über die Zeit durch die eingelagerten Abfälle
3. Überlegungen und Untersuchungen zur Robustheit der eingesetzten Komponenten

Sind weitere beispielhafte Punkte ergänzt worden?

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

- Nachweis der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches; Überprüfung des Fluiddruckkriteriums und des Dilatanzkriteriums
- Ausweis von Bereichen, in denen außerhalb des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches das Fluiddruckkriterium verletzt ist und Ausweis aller Quellen für Porenwasser, Kristallwasser, Lösungseinschlüssen, Klüften und anderen möglichen Quellen für Zufuhr von Flüssigkeiten,
- Untersuchungen zur Kompaktion des Versatzmaterials über die Zeit
- Thermomechanische Auslegungsberechnungen des Grubengebäudes (und damit auch zur Hebung des Geländeoberfläche)
- Entwurf Schachtverschluss und Ermittlung von Grundwasserzutrittsraten über die Zeit in Abhängigkeit der Ausbildung des Verschlusses und der umgebenden Auflockerungszone
- Nachweis der Tragfähigkeit und der Rissebeschränkung bei den Schachtverschlüssen
- Untersuchungen zu Einwirkungen von Erdbeben auf das Grubengebäude, speziell die Schachtverschlüsse
- Konzeptentwicklung zur Rückholung, Bergung oder Wiederauffindung von Behältern
- Untersuchungen zur Gasentwicklung über die Zeit auf Grundlage der Restfeuchte in den Behältern, der Versatzfeuchte (im Tonstein und Kristallingestein zusätzlich: unter Berücksichtigung der Eigenfeuchte und zutretenden Wässern)
- Untersuchungen zur Korrosion der Behälter
- Radiologische Freisetzungsberechnungen (Ergebnisse sind nur Sicherheitsindikatoren!)
- Untersuchungen zur Mobilisierung von natürlich im Endlagersystem vorkommenden radioaktiven oder sonstigen grundwasser- oder bodenrelevanten Stoffen
- Untersuchung zu radiolytischen Prozessen
- Untersuchungen zu dynamischen Prozessen und Selbstorganisation von Prozessen
- Untersuchungen zur Veränderung der geochemischen und katalytischen Bedingungen auf Grund der Temperaturerhöhung im Einlagerungsbereich
- Untersuchungen zur Temperaturerhöhung und darauf aufbauend zur Änderung der geochemischen Verhältnisse im Grundwasserleiter des Deckgebirges
- Untersuchungen zur Kritikalität und Nachweis des Kritikalitätsausschlusses
- Überlegungen zur Verhinderung des menschlichen Eindringens nach dem Verschluss (human intrusion)
- Untersuchungen zur technische Auslegung und Optimierung der Einlagerungsmaschinen
- Untersuchungen zur betriebssicherheitlich und strahlenschutztechnisch günstigen Wetterführung
- Überlegungen zu einem Monitoringkonzept
- Überlegungen zur Optimierung aller Endlagerkomponenten
- Untersuchungen zum Deckgebirge, einschließlich seiner Schutzfunktion für den ewG und seines Rückhaltevermögens
- Untersuchungen zur Einhaltung der Grenztemperaturen nach Kapitel B 6.5.6.3.2

Sind weitere beispielhafte Punkte ergänzt worden?

Im Rahmen der Sicherheitsuntersuchungen werden auch Untersuchungen hinsichtlich der Standorteignung der oberirdischen Anlagen und hinsichtlich der Betriebssicherheit durchgeführt. Zur Überprüfung der Standorteignung der oberirdischen Anlagen zählen beispielsweise die Prüfung hinsichtlich des

Hochwasserschutzes und des Meeresspiegelanstiegs, hinsichtlich Störfällen aus benachbarten Industrieanlagen, hinsichtlich Flugzeugabsturz usw. Die Sicherheitsuntersuchungen zu den genannten Punkten haben damit auch Einfluss auf die Standortauswahl der oberirdischen Anlagen.

Wo ist dies im Referentenentwurf umgesetzt?

Beim Vergleich von Standorten dürfen Standorte nicht aufgrund von Dosisdifferenzen ausgeschlossen werden, die nur durch Ungewissheiten der zugrunde gelegten Daten verursacht werden.

Freisetzungs- und Dosisrechnungen, wie sie im Rahmen von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen vorgenommen werden, sind in den Phasen 2 und 3 des Auswahlverfahrens beim Standortvergleich erforderlich. Die Freisetzungs- und Dosisrechnungen werden lediglich zur Abschätzung genutzt, ob an einem Standort prinzipiell das Potential zur Erfüllung von Sicherheitsanforderungen besteht.

Sind diese Einschränkungen des Indikators Dosis übernommen worden? Gilt Gleiches für die Leckrate?

Weitere Anmerkungen nach flüchtigem Überfliegen des BMU-Rohentwurfs

Wie ist der Begriff *Untersuchungsraum* zu verstehen? Zu bedenken ist, dass bei Freisetzungsszenarien Modelle benutzt werden müssen, die sehr weiträumig sind, damit der vollständige Pfad vom Einlagerungsbereich bis zur Erdoberfläche abgebildet werden kann.

Wie sehen *hinreichend qualifizierte numerische Rechnungen auf der Basis einer realitätsnahen Modellierung* aus? Dürfen dabei konservative Annahmen gemacht werden? Fallen diese unter den Begriff *realitätsnah*? Wie soll dann mit der Tatsache umgegangen werden, dass bei einem Endlagersystem nicht zweifelsfrei festgestellt werden kann, was konservative Annahmen sind?

Sollten diese *hinreichend qualifizierten numerischen Rechnungen* nicht auch allgemein nachvollziehbar sein? Dazu müsste die entsprechende Software im Sourcecode öffentlich verfügbar sein und zum Beispiel durch Kommentare klar strukturiert sein. Weiterhin müssten mindestens zwei Modellbildungen und -rechnungen, die unabhängig voneinander erstellt wurden, vorgelegt werden. Die Ergebnisse können erst als valide bezeichnet werden, wenn alle numerischen Ergebnisse innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmen.

In diesem Zusammenhang sei erinnert an eine Äußerung aus dem Fachpublikum beim ersten Endlagersymposium des DVGeo (siehe [hier](#)):

In der Diskussion ist sogar unwidersprochen geäußert worden, dass die Ergebnisse von Risikoabschätzungen von der eingesetzten Modellsoftware weniger als von den Anwendern der Software abhängen. Hier ist also Pluralismus gefragt, wenn man zu robusten Entscheidungen kommen will. Aber genau dieses wurde real im Falle der Schließung des End- und Zwischenlagers Morsleben versucht zu verhindern. Die Bemühungen der Genehmigungsbehörde, eigene Modellrechnungen durchzuführen, wurden in der Vergangenheit behindert, indem nicht einmal das geologische Modell bearbeitet werden durfte. Hatte hier neben dem BfS auch das BMU die Finger im Spiel?

Die drei Arten der Vorläufigen Sicherheitsanalyse stellt einen Teil eines iterativ zu erstellenden Safety Cases dar – siehe [Anforderungen und Inhalte eines Safety Case für ein Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle](#). S. 6 f.:

Das NRC benutzt im Kontext mit der Sicherheit den Terminus 6 Anhang Safety Case „Safety Case“ in der international zunehmend verwendeten Bedeutung als der Sammlung aller vom Verfahrensbetreiber gegenüber den beteiligten Parteien angeführten Argumente zum Nachweis der Endlagersicherheit. Die iterative Bewertung des sich mit dem Projektfortschritt weiter entwickelnden Safe Case stellt die Grundlage für alle Entscheidungen dar. Das bedeutet, dass der Safety Case innerhalb eines adaptiven Implementierungsverfahrens auch als Managementwerkzeug zur Steuerung der Tätigkeiten des Verfahrensbetreibers genutzt werden kann.

Weiterhin wird auf Seite 13 ausgeführt:

Im Hinblick auf die anzustrebende hohe Vertrauenswürdigkeit eines Safety Case müssen bei seiner Erstellung unbedingt die folgenden vier allgemeinen Grundsätze befolgt werden:

- Transparenz: die Inhalte müssen klar und für die jeweilige Zielgruppe verständlich präsentiert werden, Begründungen für Aussagen und Argumentationen müssen einfach und schnell auffindbar sein.*
- Nachvollziehbarkeit: den Genehmigungsorganen und ihren Gutachtern muss es möglich sein, alle vorgebrachten Begründungen und Schlussfolgerungen zur Sicherheitsanalyse nachzuvollziehen. Dafür müssen die jeweils zugrunde gelegten Dokumente genannt und gegebenenfalls vorgelegt werden können.*
- Offenheit: ergänzend zu den Nachweisen und Argumentationen muss auch eine vollständige Beschreibung und Diskussion aller aktuell bestehenden Ungewissheiten, offenen Fragen und eventuell weiterer Aspekte vorgelegt werden, die den Nachweis der Endlagersicherheit relativieren oder Forderungen zu Änderungen der geplanten Endlagerauslegung begründen könnten.*
- Begutachtung („Peer Review“): Begutachtungen eines Safety Case durch unabhängige, externe, insbesondere internationale Experten sind ein wertvolles Mittel zur Erhöhung der Vertrauenswürdigkeit des Safety Case auf Seiten des Verfahrensbetreibers und der im Verfahren beteiligten Parteien („Stakeholders“). Unter anderen organisiert die OECD/NEA derartige Peer Reviews bei einer Beauftragung durch nationale Regierungen (z. B. /NEA 04a/, /NEA 06/).*

Fazit

Eine klare und verständliche Darstellung muss nicht nur von allen Teilen des Safety Cases verlangt werden, sondern auch von den grundlegenden Regelungen wie den Verordnungen zu den Sicherheitsanforderungen und zu den Vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen. Daran ist vom BMU noch fleißig zu arbeiten. Zeit dafür ist genug, denn die Verordnungen werden nach [BGE-Statusbericht IV. Quartal 2018](#) nicht vor dem dritten Quartal 2021 benötigt – siehe ID BfE13. Was dem BMU offensichtlich fehlt sind wissenschaftsjournalistische und -didaktische Kompetenzen.

zum Punkt *Monitoring* und zum Punkt *numerische Rechnungen*

Beim Monitoring am verschlossenen Endlager sollte man Entwicklungen in der Teilchenphysik intensiv verfolgen, wenn nicht sogar Forschung betreiben. Bei den beta-Zerfällen im Endlager entstehen Antineutrinos, deren Untersuchung unter Umständen in Zukunft zu einer weiteren Fernerkundungsmethode entwickelt werden könnte – dazu Brdar, V., P. Huber, et al. (2017). „[Antineutrino Monitoring of Spent Nuclear Fuel](#).“ in: Phys. Rev. Applied 8(5). Siehe auch [Die kaum aufspürbaren Neutrinos haben es in sich](#).

Bei den numerischen Rechnungen kann man gespannt sein auf die wieder einmal angekündigte Berechnungsmethode zum Indikator Dosis. Wird hier die Ausbreitung im gesättigten Grundwasserkörper zu Grunde gelegt oder werden auch aride Bedingungen ohne Sättigung sowie semi-Permafrostbedingungen mit linearen Wärmequellen wie Flüssen berücksichtigt.