

Geschäftsstelle

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

Arbeitsgruppe 3
Entscheidungskriterien sowie Kriterien
für Fehlerkorrekturen

**Beratungsunterlage zu TOP 4 der 15. Sitzung der AG 3
am 17. Dezember 2015**

Geowissenschaftliche Kriterien im Rahmen des Standortauswahlverfahrens,
Entwurf 2 vom 20. August 2015

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla (K-Drs. /AG3-33)

Hier: Anmerkungen von Dr. Detlef Appel vom 7. Dezember 2015

<p>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. /AG3-58</p>

[Anmerkungen Appel, 20151207](#)

[Zu Datei "appel_20151207_zu_2015_08_20_AG3_Kriterien_Entwurf_2.doc"](#)

[Unter dem Motto "Manches sieht man mit etwas Abstand anders"](#)

Formatiert: Schriftart: 12 Pt.

Tischvorlage für die Sitzung der AG 3 am 25.08.2015

Geowissenschaftliche Kriterien im Rahmen des Standortauswahlverfahrens

Entwurf 2

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla unter Mitarbeit von Dr. Detlef Appel

In dieser gegen über dem Entwurf 1 fortgeschriebenen Tischvorlage K.-Drs. 3-29 sind

- a) die Änderungen, die in der Sitzung der AG3 vom 09.07.2015 festgelegt wurden, aufgenommen worden,
- b) noch fehlende Erläuterungen ergänzt worden,
- c) Anmerkungen von Herrn Dr. Appel berücksichtigt worden,
- d) bei den jeweiligen Kriterien nähere Verweise auf den AK-End-Schlussbericht ergänzt worden.

0. Vorbemerkung

Nachfolgend sind „*Erläuterungen*“ genannt. Dies sollen im Text –sofern dieser in einen Endbericht aufgenommen wird – dauerhaft verbleiben.

Des Weiteren sind nachfolgend „*Anmerkungen*“ im Text genannt. Diese dienen nur als Regiebemerkung und sollen in der Endfassung des Textes herausgenommen werden.

1. Ziel

Die Endlagerkommission hat gemäß § 4 Abs. 2 (2) des Standortauswahlgesetzes die Aufgabe,

„geowissenschaftliche ... Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Hinblick auf die Eignung geologischer Formationen für die Endlagerung sowie wirtsgesteinsspezifische Ausschluss- und Auswahlkriterien für die möglichen Wirtsgesteine Salz, Ton und Kristallin sowie wirtsgesteinsunabhängige Abwägungskriterien“

für das Standortauswahlverfahren festzulegen. Nachfolgende Ausarbeitung beschäftigt sich mit den geowissenschaftlichen Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien. In Phase 1 werden mit Hilfe von Ausschlusskriterien und

Mindestanforderungen Standortregionen festgelegt, in denen die nachfolgend genannten Mindestanforderungen erfüllt sind und die Ausschlusskriterien nicht erfüllt sind.

Die Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen gelten während des gesamten Standortauswahlverfahrens. Wenn dementsprechend in einer späteren Phase festgestellt wird, dass in einer Standortregion (bzw. an einem Standort) ein Ausschlusskriterium erfüllt ist oder eine Mindestanforderung nicht eingehalten ist, wird die Standortregion bzw. der Standort ausgeschlossen.

Abwägungskriterien kommen ab der Phase 2 im Rahmen der Sicherheitsuntersuchungen zur Anwendung.

2. Definitionen

Nachfolgende Definitionen werden zugrunde gelegt:

Ausschlusskriterien:

Ausschlusskriterien sind Kriterien bei deren Erfüllung eine Standortregion bzw. ein Standort nicht für ein Endlager geeignet ist und daher aus dem weiteren Verfahren ausgeschlossen wird. Die Ausschlusskriterien bleiben während des gesamten Auswahlverfahrens gültig.

Mindestanforderungen:

Mindestanforderungen für die Auswahl einer Endlagerregion bzw. eines Endlagerstandortes sind Anforderungen, die auf jeden Fall eingehalten werden müssen. Sofern sie nicht eingehalten werden, ist der Standort nicht geeignet und wird daher aus dem weiteren Verfahren ausgeschlossen. Die Mindestanforderungen bleiben während des gesamten Auswahlverfahrens gültig.

Abwägungskriterien:

Durch Abwägungskriterien sollen Standortregionen bzw. Standorte, die nach Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Verfahren verblieben sind, untereinander verglichen werden.

3. Geowissenschaftliche Kriterien

3.1 Ausschlusskriterien

Die Auswahl der nachfolgend genannten Kriterien hat zum Ziel, einen Standortregion und nachfolgende einen Standort festzulegen, der die bestmögliche Sicherheit zur Isolation der Abfälle für einen Zeitraum von einer Millionen Jahren aufweist („bestmöglicher Standort“; siehe Kommissionsdrucksache AG3-17).

Die nachfolgende Auswahl orientiert sich sehr eng an den Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen des AkEnd.

Folgende **Ausschlusskriterien** gelten für die Auswahl der Standortregionen:

1) Großräumige Vertikalbewegungen

Eine Standortregion mit ~~einer~~-zu erwartenden großräumigen Hebungen von mehr als 1 mm pro Jahr im Nachweiszeitraum (~1 Mio Jahre) wird ausgeschlossen. Eine Standortregion soll möglichst geringe, tektonisch bedingte großräumige Hebungen aufweisen.

(Erläuterung: Großräumige Hebungen eines Gebirgsbereiches in dem ein Endlager eingebettet ist, könnten dazu führen, dass an der Geländeoberfläche verstärkt Erosion auftritt, die die notwendige Schutzwirkung der Überdeckung des Endlagers beeinträchtigen kann. siehe AK-End-Bericht Seite 86-87)

2) Aktive Störungszonen

In der Endlagerregion dürfen keine geologisch aktiven Störungszonen vorhanden sein, die den einschlusswirksamen Gebirgsbereich beeinträchtigen können.

~~(Erläuterung: Im Rahmen der Auswahl der Standortregionen (1. Schritt des Auswahlverfahren) ist der einschlusswirksame Gebirgsbereich eines Endlagers noch nicht bekannt. Für die Größe des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches einschließlich des gesamten Endlagerbergwerkes wurden im AK-End (Stand 2002) für Salz von einer Fläche von 3 km² und für Tonstein von 10 km² stehen)~~

~~versatz als auch Zerrüttungszonen mit tektonischer Entstehung verstanden. Für die nähere Definition "mit Sicherheitsrelevanz für ein Endlager werden Verwerfungen angesehen, an denen nachweislich oder mit großer Wahrscheinlichkeit im Zeitraum Rupel bis heute Bewegungen stattgefunden haben. Atektonische bzw. aseismische Vorgänge, die zu ähnlichen sicherheitlichen Konsequenzen wie tektonische Störungen führen können, sind wie diese zu behandeln. (AK-End-Bericht Seite 87/88)~~

~~(Erläuterung: Unter einer „aktiven Störungzone“ werden sowohl Verwerfungen mit deutlichem Gesteinsversatz als auch Zerrüttungszonen mit tektonischer Entstehung verstanden. Für die nähere Definition einer „aktiven Störungzone“ wird auf den AK-End-Bericht Seite 87/88 verwiesen.) Als "aktive Störungen" mit Sicherheitsrelevanz für ein Endlager werden Verwerfungen angesehen, an denen nachweislich oder mit großer Wahrscheinlichkeit im Zeitraum Rupel bis heute Bewegungen stattgefunden haben. Atektonische bzw. aseismische Vorgänge, die zu ähnlichen sicherheitlichen Konsequenzen wie tektonische Störungen führen können, sind wie diese zu behandeln. (AK-End-Bericht Seite 87/88)~~

Formatiert: Kopfzeile, Einzug: Links: 0,63 cm, Keine Aufzählungen oder Nummerierungen, Hängende Interpunktion zulassen, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen, Zeichenausrichtung: Automatisch

3) Einflüsse aus gegenwärtiger und früherer bergbaulicher Tätigkeit

In der Standortregion darf das Gebirge nicht durch gegenwärtige ~~und-oder~~ frühere bergbauliche Tätigkeit so geschädigt sein, dass daraus negative Einflüsse auf den Spannungszustand und die Permeabilität des ~~Gebirges im Endlagerbergwerkes-Endlagerbereich, insbesondere und~~ des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches, zu erwarten sind. Das Endlager muss in einem neu aufzufahrenden Bergwerk errichtet werden. Das Wirtsgestein und vor allem der einschlusswirksame Gebirgsbereich dürfen nicht durch früher abgeteufte Bohrungen ~~geschädigt bzw. in seiner Permeabilität in ihrer Einschlussfunktion~~ beeinträchtigt sein. ~~Er-Der einschlusswirksame Gebirgsbereich~~ muss unverritz sein.

(Erläuterung: Da im Rahmen der Auswahl der Standortregionen im ersten Schritt noch keine gebirgsmechanischen Standsicherheitsberechnungen erfolgen, muss der Einfluss aus gegenwärtiger und früherer bergbaulicher Tätigkeit erst einmal qualitativ abgeschätzt werden.)

Kriterium seismische Aktivität (s. Abwägungskriterium 12)

4) Vulkanische Aktivität

In der Standortregion darf kein quartärer oder zukünftig zu erwartender Vulkanismus vorliegen.

(Erläuterung: siehe AK-End-Bericht Seite 91-93)

5) Grundwasseralter

Im einschlusswegsamem Gebirgsbereich dürfen keine jungen Grundwässer vorliegen.

(Erläuterung: Junge Grundwässer (z.B. feststellbar anhand ihrer Tritium- und C-14-Gehalte) deuten auf eine Teilnahme des Grundwassers am hydrologischen Kreislauf bewegung innerhalb des Gebirges hin. Die beiden Parameter werden routinemäßig untersucht und bieten die Chance, relativ früh im Verfahren Informationen zum Grundwasseralter zu bekommen. Im Endlagerbereich soll jedoch die Permeabilität so gering sein, dass möglichst keine Grundwasserbewegung vorhanden ist. Das Fehlen von Tritium und C-14 ist also allerdings kein hinreichender Beleg für eine günstige geologische Gesamtsituation. siehe AK-End-Bericht Seite 94-95)

Anmerkung Appel: In der AG 3 war meiner Erinnerung nach diskutiert worden, das Kriterium Grundwasseralter zu einer Mindestanforderung zu machen. Wegen seines Standortbezugs würde das passen, ändert aber an der Wirkung des Kriteriums nichts.

Formatiert: Links, Einzug: Links: 0,75 cm

3.2 Mindestanforderungen

Für die auszuwählenden Standortregionen gelten folgende Mindestanforderungen

1) Gebirgsdurchlässigkeit

Im einschlusswirksamen Gebirgsbereich muss die Gebirgsdurchlässigkeit (Durchlässigkeitsbeiwert bzw. k_f -Wert) weniger als 10^{-10} m/s betragen. (gemessen mit Wasser mit einem hydraulischen Gradienten von $i = 30$) bzw. die Permeabilität kleiner 10^{-17} m^2 sein.

(Erläuterung: Grundsätzlich gilt, dass die Gebirgsdurchlässigkeit möglichst gering sein soll, damit ein advektiver Flüssigkeitstransport vermieden wird und maximal allenfalls ein diffusiver Flüssigkeitsfluss folgt. siehe AK-End-Bericht Seite 95 und 113-129)

~~(Anmerkung: Ein poröses Gestein hat eine Permeabilität von 10^{-12} m^2 , wenn 1 cm^3 einer~~

(Anmerkung Appel (unter Verwendung eines Kommentars von Herrn Watzel): Zur Erhebung der Gebirgsdurchlässigkeit kommen, z.B. in Abhängigkeit von der konkreten Fragestellung und vom Wirtsgesteinstyp, unterschiedliche Verfahren zur Anwendung, die Durchlässigkeitswerte mit unterschiedlicher Aussagekraft liefern. Wird im Auswahlverfahren auf vorhandene Daten zurückgegriffen, sind daher die Herkunft der k_f -Werte und das Erhebungsverfahren anzugeben und gegebenenfalls bei der Dateninterpretation zu berücksichtigen. Bei aus Permeabilitätswerten abgeleiteten ist der zugrundeliegende Permeabilitätswert anzugeben.

Formatiert: Nicht Hochgestellt/ Tiefgestellt

Formatiert: Schriftart: 12 Pt.

Formatiert: Schriftart: 12 Pt.

Formatiert: Links

Formatiert: Tiefgestellt

Formatiert: Schriftart: 14 Pt.

2) Mächtigkeit einschlusswirksamer Gebirgsbereich

Der einschlusswirksame Gebirgsbereich muss mindestens 100 m mächtig sein.

(Erläuterung: siehe AK-End-Bericht Seite 95)

3) Minimale Tiefe des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches

Die Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches muss mindestens 300 m unter der Geländeoberfläche liegen.

(Erläuterung: Durch die Festlegung einer Mindestdiefe des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches soll vermieden werden, dass der einschlusswirksame Gebirgsbereich durch von der Oberfläche ausgehende Einwirkungen, insbesondere durch intensive Erosion (z.B. durch subglaziale Rinnenbildung in Eiszeiten), der einschlusswirksame Gebirgsbereich beeinträchtigt wird. Die tatsächlich in der jeweiligen einer Standortregion bzw. an einem Standort zu erwartende Rinnentiefe muss prognostiziert werden. Bei der später vorzunehmenden Abwägung ist aus sicherheitlichen Überlegungen im Rahmen der Abwägung auf einen großen Abstand zwischen der Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches und der Unterfläche der Rinnen zu achten. siehe AK-End-Bericht Seite 95)

4) Maximale Tiefe des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches

Das Endlagerbergwerk soll nicht tiefer als etwa 1500 m im Salz und etwa 1000 m im Tonstein liegen.

(Erläuterung: siehe AK-End-Bericht Seite 95)

(Anmerkungen:

In einem Tonstein wird auf Grund des zwingend notwendigen Ausbaus die maximale Tiefe des Endlagers 1000 m betragen, da zu erwarten ist, dass ein erheblicher Ausbau in dieser Tiefe notwendig sein wird, der einen späteren sicheren Einschluss des Endlagers nicht mehr zulässt. In einem Endlager im in Steinsalz oder Kristallin/Granit ist es jedoch vorstellbar, dass Streckenauf-fahrungen beispielsweise in 1200 m Tiefe erfolgen. In Salz und könnten von den Strecken aus nochmals Bohrlöcher über mehr als 500 einige Hundert m Tiefe abgeteuft werden. Insofern sind beide Zahlenangaben eher als grobe Richtgröße zu betrachten. Die tatsächlich sinnvolle Tiefe eines Endlagerbergwerkes muss anhand von weiteren Randbedingungen (Temperatur in der entsprechenden Tiefe, gebirgsmechanische Eigenschaften des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, Endlagerkonzept, notwendiger Ausbau der Schächte und Strecken, Entwurf von Verschlussbauwerken usw.) festgelegt werden.

5) Fläche des Endlagers

Der einschlusswirksame Gebirgsbereich muss über eine Ausdehnung in der Fläche verfügen, die eine Realisierung des Endlagers ermöglicht.

(Erläuterung: Im Rahmen der Auswahl der Standortregionen (1. Schritt des Auswahlverfahren) ist der einschlusswirksame Gebirgsbereich eines Endlagers noch nicht bekannt. Für die Größe des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches einschließlich des gesamten Endlagerbergwerkes wurden im AKENDnd-(Stand 2002) für Salz von einer Fläche von 3 km² und für Tonstein von 10 km² ausgegangen werden. Diese Zahlenwerte sind nicht mehr zutreffend und müssen neu ermittelt werden, da nach dem Bericht zum Nationalen Entsorgungsprogramm weitere Abfallmengen aus der Urananreicherung und aus dem Endlager Asse in das Endlager für hoch radioaktive Abfälle aufgenommen werden sollen. siehe AK-End-Bericht Seite 95)

Anmerkung Appel: auch Lagerkonzept und -auslegung (einschließlich Abdichtungen und Verschlussbauwerken, Zugangswege, UTL...) beachten.

6) Erkenntnisse zum einschlusswirksamen Gebirgsbereich hinsichtlich des Einlagerungszeitraums

Es dürfen keine Erkenntnisse oder Daten vorliegen, welche die Einhaltung der geowissenschaftlichen Mindestanforderungen zur Gebirgsdurchlässigkeit, Mächtigkeit und Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches und damit

seine Integrität über einen Zeitraum in der Größenordnung von einer Million Jahren zweifelhaft erscheinen lassen.

(Erläuterung: siehe AK-End-Bericht Seite 95)

Anmerkung Appel: Diese Mindestanforderung bedarf unbedingt der Konkretisierung

(Anmerkung:

Im AK End ist als Mindestanforderung noch genannt: „Der einschlusswirksame Gebirgsbereich bzw. das Wirtsgestein darf nicht Gebirgsschlag gefährdet sein.“ Diese „Mindestanforderung“ wurde hier nicht aufgenommen, da die Gebirgsschlaggefährdung vor allem mit der Auslegung des Endlagers zusammen hängt. Gebirgsschläge treten immer dann auf, wenn beispielsweise Rohstoffe aus Kammern gewonnen werden und die dazwischen verbleibenden Pfeiler zu schwach dimensioniert sind. Eine zu schwache Pfeilerdimensionierung kann im Rahmen der Endlagerauslegung jedoch sicher vermieden werden.)

Anmerkung Appel: eine Gebirgsschlaggefährdung kann sich aber auch aus dem "kritischen" tektonischen Spannungs- bzw. Beanspruchungszustand des Gebirges ergeben. Solche Gegebenheiten wären dann zu vermeiden, wenn man sie kennt. Also doch ein Kriterium?

3.3 Abwägungskriterien

Anmerkung Appel: Es war in der AG 3 vereinbart worden, die Abwägungskriterien aus den entsprechenden AKEND-Formulierungen zu übernehmen. Die nachfolgenden Kommentare beziehen sich auf Aspekte, die in den AKEND-Abwägungskriterien und den daraus abgeleiteten Kriterienfassungen bei Appel (K-Drs. AG3-45) nicht oder nicht in der Art wie hier vorkommen.

Ziel des Standortauswahlverfahrens ist es, einen Standort zu finden der insgesamt eine **möglichst günstige geologische Gesamtsituation** aufweist, die eine Isolation der Abfälle von den Schutzgütern für einen Zeitraum in der Größenordnung von einer Million Jahren gewährleistet. Nachdem Standortregionen ausgewählt worden sind, die die Mindestanforderungen erfüllen, soll mit Hilfe der nachfolgend genannten Abwägungskriterien beurteilt werden, ob eine insgesamt günstige geologische Gesamtsituation vorliegt. Die günstige geologische Gesamtsituation ergibt sich nicht aus der besonders guten Erfüllung eines einzelnen Kriteriums, sondern aus der Summe der Erfüllung aller Kriterien. Folgende Abwägungskriterien werden in Anlehnung an den AKEnd-Bericht zugrunde gelegt.

1. Kein oder nur langsamer Transport durch Grundwasser im Endlagerneveu

(Erläuterung: Durch diese Forderung wird gewährleistet, dass Grundwasser bzw. Salzlösungen möglichst nicht die Abfallstoffe erreichen und dass Radionuklide über dem Wasserpfad möglichst nicht aus dem Endlagerbereich ausgetragen werden. Die Abstandsgeschwindigkeit für die Grundwasserbewegung von Fluiden sollte möglichst gering, das heißt deutlich kleiner als 1 mm pro Jahr sein. Die Abstandsgeschwindigkeit ist gering bei einer geringen Gebirgsdurchlässigkeit, einer geringen effektiven Porosität und einem geringen hydraulischen Gradienten. siehe AK-End-Bericht Seite 113-129)

2. Es muss eine günstige Konfiguration von Wirtsgestein und einschlusswirksamen Gebirgsbereich vorliegen

(Erläuterung: Der einschlusswirksame Gebirgsbereich soll eine möglichst große vertikale und laterale Ausdehnung besitzen, da dadurch ein großer Sicherheitsabstand zu wasserführenden Schichten vorhanden ist und damit insgesamt die Sicherheit erhöht wird. Zudem ist der hyd-

raulische Gradient bei großen Strömungslängen kleiner als bei kleinen Strömungslängen (bei gleicher Druckhöhe. siehe AK-End-Bericht Seite 129-144)

3. Gute räumliche Charakterisierbarkeit

(Erläuterung: Um das Gebirgsverhalten zuverlässig charakterisieren und bewerten zu können, soll das Wirtsgestein möglichst homogen sein, sich mit einfachen Methoden erkunden lassen, so dass die charakteristischen Eigenschaften zuverlässig abgeschätzt werden können. siehe AK-End-Bericht Seite 144-149)

4. Gute Prognostizierbarkeit des geomechanischen, hydrogeologischen und stofflichen Verhaltens des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches.

(Erläuterung: Da im Rahmen der Sicherheitsbewertung das Verhalten des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches mit hoher Zuverlässigkeit prognostiziert werden muss und Berechnungsverfahren hier bei einem Prognosezeitraum von einer Million Jahren an ihre Grenzen stoßen, wird rückblickend das Verhalten des Gesteins über einen sehr langen Zeitraum betrachtet. In diesem Zeitraum sollen sich die Eigenschaften des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches (z.B. die Gebirgsdurchlässigkeit), sowie die vertikale Mächtigkeit und die laterale Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches nicht wesentlich geändert haben (z.B. seit einigen Millionen Jahren. siehe AK-End-Bericht Seite 149-150)

5. Günstige gebirgsmechanische Voraussetzungen

(Erläuterung: in Abhängigkeit des Wirtsgesteins muss ein Endlager durch technische Sicherungsmittel (z.B. Spritzbeton mit Ankern) gesichert werden. Grundsätzlich gilt, dass technische Sicherungsmittel (z.B. Anker) zu Wasserwegsamkeiten im Wirtsgestein führen können. Zudem kann es in Abhängigkeit des Wirtsgesteins durch Spannungsumlagerungen zu Schädigungen im Wirtsgestein kommen, die ebenfalls die Gebirgsdurchlässigkeit erhöhen. Ziel muss es sein, einen Endlagerstandort auszuwählen, bei dem durch günstige gebirgsmechanische Voraussetzungen

- a) der Aufwand für technische Sicherungsmittel möglichst gering bis nicht vorhanden ist, damit potentielle Wasserwegsamkeiten möglichst nicht entstehen,
- b) eine Schädigung durch Spannungsumlagerungen, Temperaturgradienten, Luftfeuchtigkeit usw. möglichst gering ist.

Die Auflockerungszone im Bereich der Grubenbaue soll möglichst klein sein. siehe AK-End-Bericht Seite 150-157)

6. Geringe Neigung zur Bildung von Wasserwegsamkeiten

(Erläuterung: Das Wirtsgestein und insbesondere der ewG sollen so beschaffen sein, dass möglichst keine primär im Gebirge vorhandenen Wegsamkeiten vorhanden sind und dass solche Wegsamkeiten auch nicht durch zukünftige geogene Einwirkungen oder durch den Bau und Betrieb des Endlagers (z.B. durch Temperaturspannungen) entstehen können. siehe auch AK-End-Bericht Seite 158-172)

7. Gute Gasverträglichkeit

(Erläuterung: Endgelagerte radioaktive Abfälle können bei Kontakt mit Wasser und Lösungen durch Korrosion und Radiolyse Gase bilden. Die Gasbildung ist abhängig vom Wasserangebot im Endlager. Die Gasbildung sollte unter Endlagerbedingungen möglichst gering sein. Ein Indikator für die zu erwartende Gasbildung ist deshalb das Wasserangebot im Endlager, was möglichst gering sein sollte. siehe AK-End-Bericht Seite 172-177)

8. Gute Temperaturverträglichkeit bzw. Temperaturbelastbarkeit

(Erläuterung: Das Wirtsgestein und insbesondere der ewG sollen so beschaffen sein, dass Temperaturbedingte Änderungen der Gesteinseigenschaften und Thermomechanische Span-

nungen nicht zu einem Festigkeitsverlust oder zu Wasserwegsamkeiten führen können. Hohe isotrope Wärmeleitfähigkeit, hohe Wärmekapazität und hohes Relaxationsvermögen sind dabei positive Wirtsgesteinseigenschaften. siehe AK-End-Bericht Seite 177-179)

9. Hohes Rückhaltevermögen der Gesteine gegenüber Radionuklide

(Erläuterung: Die Sorptionsfähigkeit des Wirtsgesteins und insbesondere des ewGs soll möglichst groß sein, damit Radionuklide im einschlusswirksamen Gebirgsbereich sorbiert werden. siehe AK-End-Bericht Seite 180-185)

10. Günstige hydrochemische Verhältnisse

(Erläuterung: Günstige hydrochemische Verhältnisse werden unter anderem durch ein reduzierendes geochemisches Milieu, geringe Konzentrationen an Komplexbildnern und Kolloiden sowie neutrale bis leicht alkalische pH-Bedingungen (pH-Wert 7 bis 8) bei niedrigem CO₂-Partialdruck charakterisiert. Für günstige hydrochemische Verhältnisse existieren verschiedene Indikatoren (pH-Wert, Redoxbedingungen, Ionenstärke, Kolloidbildung und Kolloidstabilität, Komplexbildung mit Grundwasserinhaltsstoffen, Sorption und Ausfällung. siehe AK-End-Bericht Seite 185-189)

11. Günstige Bedingungen für den Bau von Verschlussbauwerken

(Erläuterung: Das Wirtsgestein sollte günstige Bedingungen für den Bau von geotechnischen Verschlussbauwerken (Streckenverschlüsse und Schachtverschlüsse) aufweisen, da diese die maßgeblichen bautechnischen Barrieren zur Rückhaltung der Radionuklide sind. Dazu soll die sich um die Schächte und Strecken bildende Auflockerungszone nur gering sein. Als Indikator kann die Größe und Durchlässigkeit der Auflockerungszone bei Schächten am Ende des Einlagerungszeitraumes verwendet werden.)

Anmerkung Appel: Diese Kriterium ist bei AKEND nicht enthalten. Wie soll es im Auswahlverfahren angewendet werden? Welche Beurteilungsgrößen kommen in Frage? Ist es nicht so, dass die günstigen Bedingungen entsprechend AKEND-2002 (S. 151/152) durch folgende Sachverhalte bei der Auffahrung von Hohlräumen geschaffen werden?

- Sachverhalt 1: Über eine Kontursicherung hinausgehend sollte kein tragender Ausbau erforderlich sein, um mit der Eigentragfähigkeit des Gebirges zusammen standsichere Grubenbaue zu erhalten
- Sachverhalt 2: In den geologischen Barrieren sollten keine die Langzeitsicherheit beeinträchtigenden Sekundärpermeabilitäten erzeugt werden
- Sachverhalt 3: Die Funktionstüchtigkeit von geotechnischen Barrieren (z. B. Querschnittsabdichtungen) sollte durch konturnahe Gebirgsentfestigung nicht über ein unvermeidbares Maß hinaus herabgesetzt werden

Ergänzend könnte mit Blick auf bestimmte Wirtsgesteinseigenschaften vielleicht formuliert werden, dass Bereiche mit (vom Normalzustand abweichenden) ungünstigen gebirgsmechanischen Voraussetzungen gemieden werden sollen.

12. Seismische Aktivität

Formatiert: Schriftart: 10 Pt.

Formatiert: Einzug: Links: 0,65 cm, Hängend: 0,6 cm

In der Standortregion dürfen die zu erwartenden seismischen Aktivitäten nicht größer sein als in Erdbebenzone 1 nach DIN 4149.
(Erläuterung: siehe AK-End-Bericht Seite 89-91)

Anmerkung Appel: Die in der AG 3 beschlossene Umwidmung des Kriteriums seismische Aktivität vom Ausschluss- zum Abwägungskriterium erscheint mir nicht mehr überzeugend. Blicke es dabei, müssten differenzierende Wertungsgruppen formuliert werden (Hinweise dazu im Kommentar von Herrn Watzel zu Ziffer 3.3.12).

13. Beschreibbarkeit des Gebirges und Prognostizierbarkeit des Gebirgsverhaltens

Das Gebirge soll so homogen aufgebaut sein, dass das Gebirgsverhalten mit hinreichender Genauigkeit für den entsprechenden Anforderungszweck modelliert werden kann.

(Erläuterung: Damit sind stark heterogene Standortregionen mit einem schwer zu interpretierenden Gebirgsverhalten ausgeschlossen. siehe AK-End-Bericht Seite 149-150)

Anmerkung Appel: Die Verbindung von Homogenität und Modellierung des Gebirgsverhaltens mit hinreichender Genauigkeit für unterschiedliche Anwendungszwecke stellt im Rahmen des Auswahlverfahrens meines Erachtens ein Problem dar.

Herr Watzel hat zu den Abwägungskriterien 3., 4. und 13. einen meiner Meinung nach zutreffenden Kommentar abgegeben. Darauf Bezug nehmend sollten meiner Ansicht nach die AKEND-Kriterien 3. Charakterisierbarkeit und 4. Prognostizierbarkeit beibehalten, eventuell überarbeitet werden (etwa durch Einbau des Modellierungsgedankens). Kriterium 13 sollte dann entfallen.

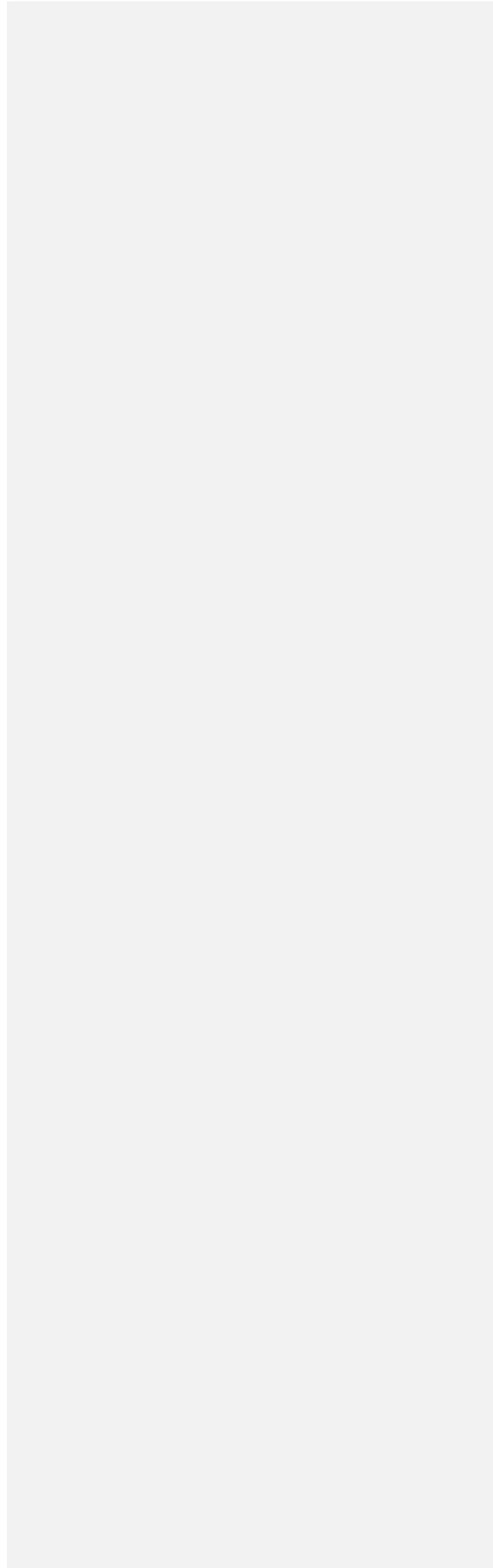
14. Möglichst günstiger Aufbau des Deckgebirges

(Erläuterung: wird noch ergänzt)

4. Bewertung der Abwägungskriterien

Alle Abwägungskriterien und weitere Kriterien sind qualitativ und wenn möglich quantitativ zu bewerten. Das im AKEnd vorgegebene Bewertungsschema (3 Gewichtsgruppen und Einteilung in „günstig“, „bedingt günstig“ und „weniger günstig“, siehe AKEnd-Bericht Seite 98-112) sollte dabei beibehalten werden. Die Bewertung der Abwägungskriterien fließt in die Gesamtbewertung in der jeweiligen Phase zusammen mit den ermittelten Freisetzungen, ihrer Größe, Eintrittswahrscheinlichkeit und radiologischen Konsequenz (Dosis) mit ein.

Alle genannten Kriterien stehen im Zusammenhang mit dem Wirtsgestein. Dieses ist hinsichtlich seiner Eigenschaften nicht beeinflussbar. Da die Eigenschaften des Gesteins und auch die hydrogeologischen Eigenschaften nicht beeinflusst werden können, kommt der Auswahl des Endlagerstandortes auf Grund der geowissenschaftlichen Parameter die entscheidende Bedeutung zu. Alle anderen Kriterien (planungs-wissenschaftliche und sozioökonomische usw.) sind nachgeordnet.



Unstrukturierte Anmerkungen / Stichwörter (Appel):

AkEnd hat mit m. E. guten Gründen als Parameter für die **Durchlässigkeit von Gesteinskörpern** die Gebirgsdurchlässigkeit (kf-Wert), nicht die Permeabilität, verwendet. Wir sollten jedenfalls im Zusammenhang mit den Kriterien nur einen Parameter verwenden. Die Diskussion Gebirgsdurchlässigkeit <> Permeabilität sollte an anderer Stelle geführt werden.

Es bleibt für die **Abwägungskriterien** zu entscheiden, ob die vom AkEnd entwickelte innere Struktur dieser Kriterien mit

- a) übergeordneten **geowissenschaftlichen Anforderungen** (im Sinne "günstige geologische Gesamtsituation"), deren Einhaltung mittels
- b) **geowissenschaftlicher Kriterien** überprüft wird, für die
- c) **Bewertungsfunktionen** abgeleitet worden sind, erhalten bleiben soll.

Regeln für Aggregierung der Abwägungskriterien: Gewichtung der Abwägungskriterien, Vorgehen für die Zusammenführung der gewichteten Kriterien (AkEnd oder anders)

Informationsbedarf (Aussagekraft im Hinblick auf den anstehenden Verfahrensschritt) für die Anwendung der verschiedenen Kriterien(typen) und Zeitpunkt, zu dem die Infos spätestens vorliegen müssen.

M.E. sollten wir uns im Hinblick auf die zu entwickelnden Kriterientypen bzw. die **Typisierung von Kriterien** vom StandAG frei machen, wenn / wo nötig. Ich habe die Diskussion in der AG 3 dazu in diesem Sinne verstanden und auch die Ausführungen dazu in K-Drs. 113 vom 30.6. (Teil Kriterien).

Zu Ausschlusskriterium 7 im Zusammenhang mit Mindestanforderung 6: M.E. sollte bei den Ausschlusskriterien analog AkEnd auf detaillierte und weit in die "Verfahrenszukunft" gerichtete gebirgsbezogene Anforderungen verzichtet werden (wie beim Vorschlag Ausschlusskriterium 7). Zunächst geht es nicht um Modellierung, sondern um die realen geologischen Verhältnisse. Die damit verbundenen Ungewissheiten sollten in der Art der noch zu konkretisierenden Mindestanforderung 6 behandelt werden, der Gesamtkomplex möglicherweise noch besser bei der Abwägung.

Prüfkriterien ?

Rücksprung im Verfahren

Mit den **vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen**, ihrer Methodik und ihrem Bezug zur Standortauswahl mittels Kriterien sollten wir uns m.E. gesondert befassen