



STELLUNGNAHME der Entsorgungskommission

Stellungnahme zum BGE-Berichtsentwurf „Kriterien zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts“

INHALTSVERZEICHNIS

1	Ausgangslage und Beratungsauftrag	2
2	Beratungshergang	3
3	Definition des nicht beherrschbaren Lösungszutritts	3
4	Zutrittsratenkriterium	4
5	Dichtekriterium	7
6	Kriterium zum Versagen des Lösungsmanagements	8
7	Zusammenfassung	9
8	Unterlagen	10

1 Ausgangslage und Beratungsauftrag

Im Zeitraum von 1967 bis 1978 wurden rund 126.000 Gebinde (47.000 m³) mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in die Schachtanlage Asse II in insgesamt 13 ehemalige Abbaukammern eingelagert. Das Grubengebäude ist allerdings instabil und seit 1988 ist in der Schachtanlage Asse II ein Lösungszutritt aus dem Deckgebirge bekannt. Derzeit wird diese Lösung gefasst und entsorgt bzw. intern verwertet. Es kann nicht dauerhaft ausgeschlossen werden, dass durch den Lösungseintritt das Grubengebäude weiter geschädigt wird und radioaktive Stoffe freigesetzt werden.

Der Deutsche Bundestag hat per Gesetz die unverzügliche Stilllegung der Schachtanlage Asse II mit vorheriger Rückholung der radioaktiven Abfälle beschlossen (§ 57b Atomgesetz - AtG). Gemäß § 57b Absatz 2 Satz 4 AtG ist die Rückholung abubrechen, wenn deren Durchführung für die Bevölkerung und die Beschäftigten aus radiologischen oder sonstigen sicherheitsrelevanten Gründen nicht vertretbar ist. Nach § 57b Absatz 2 Satz 5 AtG ist dies insbesondere der Fall, wenn die Dosisbegrenzung nach § 5 der Strahlenschutzverordnung a. F. vom 20.07.2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist, nicht eingehalten¹ oder die bergtechnische Sicherheit nicht mehr gewährleistet werden kann.

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) ist für den Betrieb der Schachtanlage Asse II verantwortlich. Ihr obliegt auch die Feststellung, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt die Durchführung der Rückholung für die Beschäftigten und die Bevölkerung aus radiologischen oder sonstigen sicherheitsrelevanten Gründen nicht mehr vertretbar ist. In diesem Zusammenhang definiert die BGE im Hinblick auf ein mögliches Absaufen der Grube den Zustand des „nicht beherrschbaren Lösungszutritts“ (nbL). Mit Feststellung des nbL wird die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II abgebrochen.

Das BMUKN bittet die ESK mit Beratungsauftrag vom 15.10.2025 [1] um eine Stellungnahme zum Entwurf der durch die BGE erarbeiteten „Kriterien zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts (nbL)“ [2], der im Folgenden „BGE-Kriterienbericht“ genannt wird. Im Rahmen der Stellungnahme sollen insbesondere folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- 1 Ist die von der BGE getroffene Definition des nbL aus Sicht der ESK fachlich nachvollziehbar?
- 2 Sind die im Berichtsentwurf dargelegten Kriterien für die Feststellung eines nbL nach Stand von Wissenschaft und Technik
 - a) nachvollziehbar hergeleitet,
 - b) geeignet und
 - c) abdeckend,

um die radiologischen Schutzziele in der Schachtanlage Asse II einzuhalten?

¹ Die Grenzwerte der effektiven Dosis im Kalenderjahr betragen nach § 46 Abs. 1 für den Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung 1 Millisievert und nach § 55 Abs. 1 Satz 1 für den Schutz beruflich strahlenexponierter Personen bei deren Berufsausübung 20 Millisievert.

2 Beratungshergang

Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe NICHT BEHERRSCHBARER LÖSUNGszUTRITT (AG NBL) des ESK-Ausschusses ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE (EL) hat im Rahmen ihrer Beratungen mehrfach getagt und dabei u. a. die BGE angehört:

- 1 Sitzung am 16.03.2026,
- 2 Sitzung am 23.03.2026 (BGE-Anhörung),
- 3 Sitzung am 27.04.2026,
- 4 Sitzung am 19.05.2026 und
- 5 Sitzung am 12.06.2026.

Der Entwurf der Stellungnahme wurde in der 5. Sitzung der AG NBL am 12.06.2026 abschließend diskutiert und fertiggestellt. Der ESK-Ausschuss EL hat den Entwurf in seiner 115. Sitzung am 09.07.2026 verabschiedet. In ihrer 131. Sitzung am 09.07.2026 hat die ESK den Entwurf abschließend beraten und ihn in der vorliegenden Form verabschiedet.

3 Definition des „nicht beherrschbaren Lösungszutritts“

Sachstand:

Laut BGE [2] ist der nicht beherrschbare Lösungszutritt (nbL) „*ein Lösungszutritt, bei dem sicherheitlich relevante Kriterien, insbesondere Zutrittsrate und/oder Dichte der Zutrittslösung und/oder Versagen des Lösungsmanagements, dazu führen, dass der planmäßige Betrieb der Schachanlage Asse II nicht mehr fortgeführt werden kann.*“ In der Konsequenz ist die bergtechnische Sicherheit für einen Zeitraum, der die Rückholung zulässt, nicht mehr gewährleistet; die Rückholung müsste in diesem Fall abgebrochen werden.

Die BGE argumentiert weiter, dass nach dieser Definition der Eintritt des nbL die Grube in einen Zustand versetzen würde, in dem die für den Betrieb erforderliche bergtechnische Sicherheit nicht mehr sichergestellt werden kann. Dies hätte zur Folge, dass – im Einklang mit § 57b Abs. 2 S. 4 AtG – die Umsetzung der Rückholung unterbrochen bzw. eingestellt werden müsste. Dabei ist zu beachten, dass die bergtechnische Sicherheit nicht unbedingt bereits im Moment des Eintritts eines nbL verletzt ist, sondern zeitlich nachgelagert. Die Kriterien sollen so festgelegt sein, dass bei ihrem Erreichen noch ein hinreichender zeitlicher Handlungsspielraum verbleibt, um die in der Notfallplanung vorgesehenen Maßnahmen kontrolliert einleiten und durchführen zu können. Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass der Übergang vom planmäßigen Betrieb in einen Notfallzustand nicht abrupt, sondern geordnet erfolgt und die bergtechnische Sicherheit bis zur Umsetzung der notwendigen Notfallmaßnahmen soweit wie erforderlich aufrechterhalten bleibt.

Bewertung und Empfehlung:

Aus Sicht der ESK sollte die BGE den nbL unabhängig von der Auswahl der Kriterien definieren als einen Lösungszutritt, der keinen bergtechnisch dauerhaft sicheren Betrieb der Schachanlage Asse II zulässt. Die

daraus abgeleiteten Konsequenzen bezüglich des Abbruchs einer Rückholung sind aus Sicht der ESK fachlich nachvollziehbar.

4 Zutrittsratenkriterium

Sachstand:

Das Zutrittsratenkriterium (Kapitel 4.2 des BGE-Kriterienberichts [2]) betrachtet die Veränderung der Menge der in die Grube zutretenden Lösungen. Die Zutrittsstellen sind nicht zugänglich und die den jeweiligen Zutrittsarealen unterstellten Zutrittsraten somit mit hohen Unsicherheiten behaftet. Hilfsweise wird daher die gemessene aufgefangene Lösungsmenge als Indikator für die Zutrittsrate genutzt.

Die BGE stellt in ihrem Kriterienbericht darauf ab, dass eine Zunahme der Zutrittsrate ab einer gewissen Höhe zum Versagen des Lösungsmanagements führt. Zusätzlich werden weitere Auswirkungen einer veränderten Zutrittsrate beschrieben. Für die Ableitung des Kriteriums unterscheidet die BGE zwischen Nord- und Südflanke.

Für die Nordflanke rechnet die BGE auch künftig mit einem ausreichenden Lösungsmanagement und weitgehend unveränderlichen Zutrittsraten. Weiterhin wird aufgrund der aktuellen Dichte (und Zusammensetzung) der Zutrittslösung nur ein geringes Um- und Auflösepotenzial gesehen. Die BGE kommt zu dem Schluss, dass für die Nordflanke derzeit kein Zutrittsratenkriterium erforderlich sei.

Zur Quantifizierung des Kriteriums an der Südflanke zieht die BGE die derzeit installierte maximale Pumpkapazität von 500 m³/d für den Lösungstyp A (uneingeschränkte Freigabe) heran. Hierbei unterstellt sie trotz der erhöhten Zutrittsraten gleichbleibende Fließwege und Lösungszusammensetzung sowie eine gleichmäßige Verteilung der Zutritte auf alle Katasterstellen. Die Fassung eines solchen Zutrittsvolumenstroms wird mit dem bisherigen Fassungskonzept als beherrschbar eingeschätzt. Allerdings würden bei einem Zutritt von 500 m³/d Zwischenspeicher-, Freimess-, Verwertungs- sowie Entsorgungskapazitäten überschritten.

Dennoch werden die weiteren quantitativen Auswertungen auf eine installierte Fassungs- und Pumpkapazität von 500 m³/d gestützt. Dabei wird postuliert, dass bei einer Erhöhung der Zutrittsraten aufgrund damit einhergehender Löseprozesse entlang der Fließwege die bergbauliche Sicherheit als nicht mehr gegeben angesehen wird. Daher müssen die bergmännischen Notfallmaßnahmen vorher abgeschlossen sein. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen wird eine Dauer von 2,5 Jahren angenommen. Die Rückrechnung eines sich quasi-kontinuierlich erhöhenden Zuflusses erfolgt sodann linear auf die heutigen Zutrittsraten. Der Bewertungszeitraum wird hierfür auf einen Monat festgelegt (Blatt 25 des BGE-Kriterienberichts [2]), damit kurzfristige Schwankungen nicht sofort zur Ausrufung des nbL führen.

Stufenweise Entwicklungen bei der Erhöhung der gemessenen Zutrittsraten in der Vergangenheit bewegen die BGE aber dann dazu, das Zutrittsratenkriterium auf eine Woche zu berechnen: Eine „Überschreitung von über 200 m³ innerhalb einer Woche für die Summe aller Südflankenfassungen“ muss „dauerhaft“ erfolgen und als „irreversibel“ eingeschätzt werden. Aber auch bei anschließenden Rückgängen oder Unterschreitungen sei dann nicht mehr mit einer Besserung der Situation zu rechnen.

Bewertung und Empfehlung:

Aus Sicht der ESK ist es nicht nachzuvollziehen, warum einerseits die aktuelle Fassungs- und Pumpenkapazität von 500 m³/d herangezogen, diese andererseits aber von der BGE selbst als zu hoch und damit ungeeignet eingestuft wird.

Die Dauer von 2,5 Jahren für die Durchführung der Notfallmaßnahmen wird als Rechengröße ohne Begründung eingeführt.

Die Rückrechnung erfolgt linear, eine Begründung, warum nicht die wahrscheinlicheren exponentiellen Entwicklungen zu besorgen sind, wird nicht gegeben. Neben dem rechnerisch unterstellten linearen Anstieg des Lösungszutritts wechseln diese erfahrungsgemäß in absaufenden Salzbergwerken im Verlauf in einen kritischen exponentiellen Anstieg. Diese Entwicklung ist aber hoch standortabhängig und auch aus Sicht der ESK entsprechend schwer quantifizierbar oder terminierbar. Auch werden die in der Vergangenheit beobachteten stufenweisen Veränderungen der Lösungszutritte in der Schachtanlage Asse II nicht betrachtet.

Der rechnerische Ansatz der BGE basiert auf der Ermittlung eines kritischen Anstiegs der Zutrittsrate um 0,54 m³/d. Wird dieser erreicht oder überschritten und die Zutrittsrate über die nächsten 2,5 a weiterhin linear ansteigen (mit diesem konstanten Anstieg von 0,54 m³/d), würde die kritische Menge von 500 m³/d erreicht bzw. überschritten. Die Durchführung der Rechnung basiert zunächst auf den aufgenommenen Messwerten für einen Monat: Es wird ermittelt, welche Zutrittsmenge sich bei dem genannten Anstieg nach einem Monat ergibt. Mit der Begründung, dass 30 Tage zur Auslösung des Kriteriums zu lang erscheinen, wird anschließend scheinbar auf den Zeitraum einer Woche projiziert. Als Kriterium wird jedoch ein Kriterium von 200 m³/Woche formuliert. Dies ist aber der Wert, der sich ergeben würde, falls bereits vorher ein Anstieg um 0,54 m³/d über einen Monat² erfolgt wäre. Tatsächlich würde also bei Anwendung des Kriteriums doch länger als einen Monat bis zur Auslösung des Kriteriums gewartet. Darüber hinaus wurde in der Berechnung nicht berücksichtigt, dass die Zutrittsrate bei Auslösung bereits bei 28 m³/d läge, womit sie (bei linearem Verhalten) nach 2,5 Jahren nicht bei 500, sondern bei 516 m³/d läge.

Eine Herleitung für die genannten Zeiträume erfolgt nicht. Der ESK liegen keine Erkenntnisse vor, nach denen der Betrachtungszeitraum von einer Woche als nicht sinnvoll erscheint. Es sollte jedoch klarer herausgestellt werden, wie sich die im Kriterium geforderte „Dauerhaftigkeit“ der geänderten Zutrittsrate mit den vorgenannten Dauern von einer Woche bzw. einem Monat vereinbaren lässt.

Eine weitere Schwäche des BGE-Ansatzes liegt nach Auffassung der ESK jedoch in der Formulierung eines Kriteriums für die *absoluten Werte* der Zutrittsrate, obwohl der gedankliche Ausgangspunkt der BGE deren *Anstieg* ist. Andere Szenarien als das oben beschriebene (z. B. langsamerer Anstieg vor Auslösung des Kriteriums) werden nicht berücksichtigt. Angemessener wäre nach Ansicht der ESK eine Interpolation der gemessenen Zutrittsraten und eine anschließende Extrapolation über den für die Notfallmaßnahmen benötigten Zeitraum. Wird dabei die maximal handhabbare Zutrittsrate überschritten, wird das Kriterium ausgelöst. Beide Werte (Zeitraum und maximal handhabbare Zutrittsrate) sollten nachvollziehbar begründet werden (s. o.).

² Genauer: über 27 Tage (da über die genannte Woche gemittelt wird)

Darüber hinaus sollte der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Annahme der Linearität zumindest fragwürdig ist (s. o.): Wenn die Messwerte eine lineare Interpolation nicht mehr zulassen, ist die Situation neu zu bewerten.

Die Feststellung der Dauerhaftigkeit eines erhöhten Lösungszutritts unterliegt keinen nachvollziehbaren oder quantifizierten Kriterien. Nach Ausrufung des nbL würden dann auch hypothetische, spätere Unterschreitungen des Grenzwerts nach den Ausführungen der BGE keinen Einfluss mehr auf den Abbruch der Rückholung und die Durchführung der Notfallmaßnahmen haben.

Die Herleitung des Zutrittsratenkriteriums würde zusätzlich an Prägnanz gewinnen, wenn eine aussagekräftige Beschreibung der zu erwartenden Auswirkungen erhöhter Zutritte im einleitenden Kapitel oder einem separaten Dokument zum Kriterienbericht von der BGE beschrieben werden würden. So wird etwa die steigende Wahrscheinlichkeit von Fließwegänderungen erwähnt, fließt anschließend aber nicht in die Berechnung des Zutrittsratenkriteriums mit ein.

Alle Lösungszutritte gefährden grundsätzlich dasselbe Schutzgut (i. e. Grubengebäude der Schachanlage Asse II). Dass aufgrund der aktuellen Kenntnislage Zutritte aus der Nordflanke derzeit nicht in das Zutrittsratenkriterium Eingang finden, erscheint plausibel. Ebenso richtig ist es, diese Entscheidung unter den Vorbehalt künftiger Entwicklungen zu stellen³. Da die BGE auch für die Nordflanke auf die Dichte der Zutrittslösung abstellt, sei hier dennoch auf unsere Stellungnahme zum Dichtekriterium im nachfolgenden Abschnitt 5 verwiesen.

Für die Berechnung des Kriteriums werden verschiedene technische Kapazitäten (Zwischenspeicherung, Freimessung, Verwertung, Entsorgung) des heutigen Lösungsmanagements der Südflanke zugrunde gelegt. Auch hier sollten mögliche bzw. geplante künftige Entwicklungen (bspw. Kapazitätserweiterungen in der Entsorgung oder Nutzung von Kavernenstrecken für die Zwischenspeicherung) dieser Anlagen und Prozesse adressiert und die Rechengrößen entsprechend auch unter den Vorbehalt künftiger Revisionen gestellt werden.

Der BGE-Kriterienbericht kann so *„schrittweise dem sich im Laufe der Zeit verbessernden Systemverständnis“* angepasst werden [3]. *„Entwicklungen, die aus administrativen Gründen [...] zu einer unzureichenden Entsorgung von Laugen führen“*, sind nach [3] „keine Notfälle“. Vielmehr kann die Schaffung redundanter Fassungssysteme und / oder die Erhöhung der o. g. Kapazitäten die Sicherheit der Schachanlage erhöhen.

Aufgrund der hohen Unsicherheiten der Lösungszutritte (Ort und Menge) ist es grundsätzlich sinnvoll, signifikante Veränderungen der aufgefangenen Lösungsmenge als Kriterium für den nbL heranzuziehen. Der Überwachungswert sollte aber nachvollziehbar und begründet quantifiziert werden.

³ Beispielsweise können „— etwa ausgelöst durch künftige Spannungsumlagerungen im Grubengebäude — andere Zutrittswege für Lösungen in das Grubengebäude und andere Sickerwege im Grubengebäude entstehen“ [3]

5 Dichtekriterium

Sachstand:

In Kapitel 4.3 ihres Kriterienberichts [2] zieht die BGE die Dichte der zufließenden Salzlösungen bzw. deren Änderung heran, um zu beurteilen, ob ein nbL vorliegt. Die Dichte der komplex zusammengesetzten Salzlösung ist dabei schlussendlich lediglich eine Messgröße, aus der abgeleitet werden soll, ob die Lösungszuflüsse gesättigt bzw. ungesättigt insbesondere gegenüber Halit sind. Eine Untersättigung führt potenziell zu einer Vergrößerung der Zuflusswege und damit zu einer unter Umständen drastischen Zunahme der zufließenden Lösungsmengen und schlussendlich zu einem nbL. Seitens der BGE wurde ein nbL beim Unterschreiten der Dichte der zufließenden Salzlösung bei einem Wert von 1,200 g/cm³ festgelegt. Dieser Wert liegt geringfügig oberhalb der Dichte einer reinen gesättigten NaCl-Lösung.

Bewertung und Empfehlung:

Die Dichte einer Salzlösung eines Mehrkomponenten-Systems korreliert mit deren Zusammensetzung, jedoch ist die Funktion nicht eineindeutig. Das bedeutet, dass sich jeder Zusammensetzung zwar eine definierte Dichte zuordnen lässt, umgekehrt gilt dies jedoch nicht. Aus der Dichte einer komplex zusammengesetzten Lösung lässt sich nicht eindeutig deren Zusammensetzung und damit auch nicht deren Sättigungsgrad bezüglich eines oder mehrerer Salzminerale ableiten. Einem Dichtewert können im Mehrkomponenten-System in der Regel mehrere Zusammensetzungen zugeordnet werden. Das Dichtekriterium ist darüber hinaus nicht abdeckend. Es sind durchaus Szenarien ableitbar, bei denen die zufließenden Salzlösungen ungesättigt gegenüber Halit sind, obwohl deren Dichte deutlich oberhalb von 1,200 g/cm³ liegt. Solche Szenarien sind zwar wenig wahrscheinlich, können aber nicht ausgeschlossen werden.

Aus Sicht der ESK ist die Dichte einer komplex zusammengesetzten Salzlösung nicht geeignet zur Festlegung eines Kriteriums für einen nbL. Wesentlich besser geeignet für die Festlegung des Kriteriums eines nbL ist aus Sicht der ESK die Beurteilung des Sättigungsgrads einer komplex zusammengesetzten Salzlösung bezüglich eines oder mehrerer Salzminerale anhand der analytisch ermittelten Zusammensetzung der Lösung. Daher sollte das Dichtekriterium durch ein Sättigungskriterium ersetzt werden.

Die Zusammensetzung der zufließenden Salzlösung wird in regelmäßigen Abständen analytisch ermittelt. Daraus lässt sich die Position der Lösungszusammensetzung im quinären System der ozeanischen Salze Na⁺, K⁺, Mg²⁺/Cl⁻, SO₄²⁻//H₂O ermitteln und damit der Grad der Sättigung insbesondere an Halit bestimmen. Die Betrachtungen können auf das quinäre System beschränkt werden. Die Einbeziehung weiterer Komponenten hätte nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Ergebnis, würde aber die Komplexität der Betrachtungen deutlich erhöhen.

Aus Sicht der ESK ist ein quantitativer Wert für den Grad der Untersättigung an Halit als Kriterium für einen nbL festzulegen. Dies erfordert eine grundlegende Analyse der vorhandenen Datenbasis. Hierzu muss der Fehler der analytisch ermittelten Zusammensetzungen der zufließenden Lösungen beurteilt werden. Der quantitative Wert des Grads der Untersättigung sollte außerhalb des Fehlerintervalls der Analytik liegen.

Darüber hinaus muss beurteilt werden, inwieweit die rechnerisch ermittelte Position der Lösungszusammensetzung im quinären System der ozeanischen Salze von der Realität abweicht. In der Regel wird man dazu

Berechnungen basierend auf dem Ionenwechselwirkungsmodell nach Pitzer mit einem geeigneten Parametersatz heranziehen. Der Fehler der Berechnung könnte relativ groß sein, da die Ionenstärken der relevanten Lösungen hoch und daher an der Grenze der Anwendbarkeit des Pitzer-Modells liegen. Aus Sicht der ESK ist es daher unbedingt erforderlich zu ermitteln, inwieweit die so berechneten Daten mit experimentell ermittelten Löslichkeitsdaten übereinstimmen. Dabei ist es nicht erforderlich, das gesamte quaternäre System der ozeanischen Salze zu betrachten, der Fokus kann auf die für die Asse gegenwärtig wesentlichen Bereiche (hauptsächlich die Umgebung der Vier-Salz-Paragenesen Q, R und Z) liegen. Auch hierbei muss der festzulegende quantitative Wert des Grads der Untersättigung als Kriterium für den nbL außerhalb des ermittelten Fehlerintervalls (Ungenauigkeiten) liegen. Grundsätzlich sollte der festzulegende quantitative Wert des Grads der Untersättigung zwar außerhalb der Fehlerintervalle, jedoch so geringfügig wie möglich unterhalb der Sättigung an Halit liegen.

Die Feststellung der Dauerhaftigkeit des Unterschreitens des Sättigungskriteriums unterliegt keinen nachvollziehbaren oder quantifizierten Kriterien. Der ESK liegen keine Erkenntnisse vor, nach denen der Betrachtungszeitraum von einer Woche als nicht sinnvoll erscheint.

6 Kriterium zum Versagen des Lösungsmanagements

Sachstand:

Ein dauerhaftes Versagen des Lösungsmanagements, z. B. durch Verlust der Fassungseinrichtungen an der Südflanke oder eine signifikant erhöhte Menge an zufließender Salzlösung, bewertet die BGE in Kapitel 4.4 ihres Kriterienberichts [2] sowohl für die bergtechnische Sicherheit als auch im Hinblick auf die Schutzziele als „*sicherheitsrelevant*“; sie könnten zu einem nbL führen. Dieses dritte Kriterium „Versagen des Lösungsmanagement“ ist im Gegensatz zu den beiden anderen Kriterien nicht durch eine bestimmte messbare Kenngröße charakterisiert. Verschiedene Indikatoren als „*feststellbare und teilweise auch messbare Größen*“, die den Zustand des Systems beschreiben, können Hinweise auf einen nbL geben. Dabei müssen nicht bei allen Indikatoren gleichzeitig Auffälligkeiten vorliegen. Die Indikatoren für das Kriterium sind:

- Anstieg des Pegels im Tiefenaufschluss,
- Durchfeuchtung von Grubenbereichen,
- Entstehung neuer Austrittsstellen (mit und ohne Fassungsmöglichkeit),
- Gesamtmenge der Südflankenfassung defizitär,
- Mengenänderung an Katasterstellen bzw. Pegelanstieg auf der 750-m-Sohle und
- Änderung des Betriebszustands.

Die Bewertung des Kriteriums anhand der sechs „*Indikatoren sowie alle verfügbaren Daten aus dem Monitoring*“ soll gemäß Blatt 32 des BGE-Kriterienberichts [2] durch ein Expert Judgement erfolgen.

Bewertung und Empfehlung:

Aus Sicht der ESK ist nachvollziehbar, das Kriterium „Versagen des Lösungsmanagements“ nicht quantitativ an einem einzigen Zahlen- oder Grenzwert festzumachen, sondern qualitativ anhand von Indikatoren und allen verfügbaren Monitoringdaten durch ein Expert Judgement zu bewerten.

Die sechs Indikatoren sind, mit Ausnahme des Indikators 1, aus Sicht der ESK plausibel und nachvollziehbar erläutert. Der Anstieg des Pegels im Tiefenausschluss (Indikator 1) ist sicher ein geeigneter Indikator für Zuflüsse von Salzlösungen auf veränderten Fließwegen im Bereich der Südflanke. Auch die Festlegung von Schwellenwerten in Abhängigkeit vom zur Verfügung stehenden Porenraum ist aus Sicht der ESK sinnvoll. Aber es fehlen zum einen eine nachvollziehbare Begründung für die Herleitung der Schwellenwerte und der korrespondierenden Zuflussraten und zum anderen die exakte Lokalisierung von Bereichen mit hoher bzw. niedriger Porosität. Zusätzlich ist die Abbildung 14 auf Blatt 33 des BGE-Kriterienberichts [2] wenig geeignet, die prognostizierten Pegelanstiege zu veranschaulichen.

Dem Expert Judgement kommt bei diesem Kriterium eine zentrale Bedeutung zu. Hier sollte die genaue Zusammensetzung der Expertengruppe und insbesondere das Prozedere der Entscheidungsfindung explizit im BGE-Kriterienbericht genannt werden. Gerade im Hinblick auf die weitreichende gesellschaftspolitische Relevanz eines nbL (Abbruch der Rückholung) müssen die Entscheidungen transparent und nachvollziehbar erfolgen⁴.

Da das Expert Judgement neben den genannten Kriterien auch auf die verfügbaren Daten des Monitoringprogramms zurückgreift, sollte im BGE-Kriterienbericht explizit dargelegt werden, dass die erhobenen geotechnischen⁵, hydraulischen und hydrochemischen Daten bei der Standortüberwachung weiterhin kontinuierlich erfasst und zeitnah ausgewertet werden, um so eine aussagekräftige Basis für ein qualifiziertes Expert Judgement zu gewährleisten. Dabei ist zu beachten, dass die Datenverfügbarkeit mit zunehmender Verfüllung des Grubengebäudes gegebenenfalls geringer wird.

7 Zusammenfassung

Aus Sicht der ESK sollte die BGE den nbL unabhängig von der Auswahl der Kriterien definieren als einen Lösungszutritt, der keinen bergtechnisch dauerhaft sicheren Betrieb der Schachtanlage Asse II mehr zulässt. Die daraus abgeleiteten Konsequenzen bezüglich des Abbruchs einer Rückholung sind aus Sicht der ESK fachlich nachvollziehbar.

Zur Feststellung des nbL werden Kriterien definiert, die dauerhaft erfüllt sein müssen. Diese Dauerhaftigkeit muss je Kriterium nachvollziehbar quantifiziert werden. Hierbei ist zu klären, inwieweit die Feststellung der Dauerhaftigkeit im Vorfeld oder durch ein Expert Judgement zu erfolgen hat.

⁴ Die im Anhang 1 des BGE-Kriterienberichts [2] dargestellte Übersicht der Kriterien und Indikatoren sollte als echtes Flussdiagramm den gesamten Entscheidungsprozess für den nbL transparent und nachvollziehbar verdeutlichen.

⁵ Die in den Abbildungen 2 und 3 auf Blatt 9 des BGE-Kriterienberichts [2] dargestellten Pfeilerstauchungsraten sollten aktualisiert werden.

Signifikante Veränderungen der aufgefangenen Lösungsmenge sind ein sinnvolles Kriterium zur Feststellung des nbL. Der ESK liegen keine Erkenntnisse vor, nach denen der Betrachtungszeitraum von einer Woche als nicht sinnvoll erscheint. Das Zutrittsratenkriterium sollte jedoch wie oben beschrieben auf den Anstiegen der Zutrittsraten beruhen. Die zugrundeliegenden Annahmen sollten überprüft werden. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit eines nicht linearen Anstiegs berücksichtigt werden. Ebenso wichtig ist es, diese Quantifizierung unter den Vorbehalt künftiger Entwicklungen zu stellen und ggf. anzupassen. Künftige Entwicklungen sollten explizit auch Verbesserungen im Lösungsmanagement einschließlich der Schaffung redundanter Fassungssysteme einschließen und die Kriterien für den nbL daran angepasst werden.

Die Dichte einer komplex zusammengesetzten Salzlösung ist nicht geeignet zur Festlegung eines Kriteriums für einen nbL. Wesentlich besser geeignet für die Festlegung des Kriteriums eines nbL ist aus Sicht der ESK die Beurteilung des Sättigungsgrads einer komplex zusammengesetzten Salzlösung bezüglich eines oder mehrerer Salzminerale anhand der analytisch ermittelten Zusammensetzung der Lösung. Daher sollte das Dichtekriterium durch ein Sättigungskriterium ersetzt werden. Aus Sicht der ESK ist ein quantitativer Wert für den Grad der Untersättigung an Halit als Kriterium für einen nbL festzulegen.

Es ist nachvollziehbar, das Kriterium „Versagen des Lösungsmanagement“ nicht quantitativ an einem einzigen Zahlen- oder Grenzwert festzumachen, sondern qualitativ anhand von Indikatoren und allen verfügbaren Monitoringdaten durch ein Expert Judgement zu bewerten. Die sechs Indikatoren sind, mit Ausnahme des Indikators 1, aus Sicht der ESK fachlich plausibel und nachvollziehbar hergeleitet.

Dem Expert Judgement kommt bei dem Kriterium „Versagen des Lösungsmanagements“ eine zentrale Bedeutung zu. Hier sollte die genaue Zusammensetzung der Expertengruppe und insbesondere das Prozedere der Entscheidungsfindung explizit im BGE-Kriterienbericht genannt werden. Gerade im Hinblick auf die weitreichende gesellschaftspolitische Relevanz eines nbL (Abbruch der Rückholung) müssen die Entscheidungen transparent und nachvollziehbar erfolgen.

Die Anwendung eines Kriteriensatzes zur Feststellung eines nbL, wie oben diskutiert, stellt aus Sicht der ESK einen pragmatischen Ansatz dar. Inwieweit nach Eintreten eines nbL die radiologischen Schutzziele eingehalten werden, ist durch Konsequenzenanalysen zu überprüfen.

Eine regelmäßige Evaluierung und ggf. Revision des BGE-Kriterienberichts wird empfohlen.

8 Unterlagen

- [1] Beratungsauftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) für die Entsorgungskommission (ESK) vom 15.10.2025: Stellungnahme zum Berichtsentwurf „Kriterien zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts“

- [2] Entwurfsfassung der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE): „Kriterien zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts“

- [3] Gemeinsame Stellungnahme der Entsorgungskommission und der Strahlenschutzkommission „Notfallplanung für die Schachtanlage Asse II“ vom 11.07.2013