

## **56. Prozesswege und Entscheidungskriterien**

### **6.X Prozess- und Endlagermonitoring**

Basis: Papier der Vorsitzenden zu Kap. 5 (alt)

Diskussion in der AG3

Rückmeldungen vom Fachworkshop

Input Dr. Fischer

#### ~~5.5.6 Prozess- und Endlagermonitoring~~

Der Begriff ‚Monitoring‘ umfasst eine laufende oder in regelmäßigen Abständen durchzuführende Beobachtung vorab festzulegender Parameter und die Bewertung dieser Ergebnisse vor dem Hintergrund der jeweiligen Anforderungen oder sich ändernder Rahmenbedingungen und Einschätzungen. In der Endlagerung sind zwei Formen grundsätzlich zu unterscheiden:

- a) Prozessmonitoring ~~und~~, Evaluierung **und Optimierung** (~~46.6X.1~~): das begleitende Monitoring des gesamten Prozessweges hin zu einem Endlager und aller dabei stattfindenden Entscheidungsprozesse und der relevanten Veränderungen im Umfeld (politische Veränderungen, Wertewandel, neue wissenschaftliche Erkenntnisse etc.) sowie die Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf die nächsten Schritte
- b) Endlagermonitoring (~~45.6X.2~~): die begleitende Beobachtung eines potentiellen oder dann realen Endlagerstandortes in Bezug auf dortigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und ihrer Veränderungen sowie in Bezug auf den Zustand der eingelagerten Abfälle.

Beide Formen des Monitoring unterliegen der Verpflichtung der kritischen Beobachtung des gesamten Verfahrens im Sinne eines selbsthinterfragenden Systems (5.X.3)

#### 5.5.6.1 Prozessmonitoring, ~~und~~ Evaluierung **und Optimierung**

Der Deutsche Bundestag soll nach gegenwärtigem Verständnis ~~etwa 2018-2017~~ das Verfahren der Suche nach ~~geeigneten Endlagerstandorten~~ **an einem Standort mit der bestmöglichen Sicherheit** starten. Bis zum Beginn der Einlagerung werden viele Jahrzehnte vergehen, bis zu einem ~~möglichen~~ Verschluss ~~viele Jahrzehnte~~ **ggf. möglicherweise** sogar mehr als ein Jahrhundert. Die extrem lange Zeitdauer des Gesamtvorganges macht es erforderlich, den Prozess selbst auch von Anfang an einem begleitenden Monitoring und einer **periodischen und kritischen** Evaluierung zu unterziehen, **um den Verfahrensablauf qualitativ und ggf. zeitlich und inhaltlich zu optimieren**. Das Prozessmonitoring - also die begleitende Beobachtung und Reflexion des gesamten Prozessweges - muss bereits mit Beginn der ~~Standortsuche~~ **Auswahlverfahrens** einsetzen. Dieses sollte zumindest folgende Aspekte umfassen:

- regelmäßige Reflexion und Bewertung des Standes des Verfahrens gemessen an den selbst gesetzten Zielen; möglicherweise Modifikation der Ziele und der vorgesehenen Zeitspannen
- regelmäßige Evaluierung der institutionellen Situation: Betreiber, Behördenstruktur, Aufsicht, Transparenz etc.

- regelmäßige Erhebung der Haltung in der Bevölkerung zum Prozess der Endlagerung zur möglichst frühzeitigen Aufdeckung von Vertrauensproblemen und von Schwachstellen der Beteiligung
- während der ~~Suchphase~~ Suche nach einem Endlagerstandort zu allen infrage kommenden Standorten die Frage bedenken, welche Parameter für ein Monitoring beobachtbar sind oder beobachtet werden sollen
- regelmäßige Prüfung, ob die Vorgehensweise bei der ~~für die~~ Erkundung ~~eingesetzte Vorgehensweise~~ sowie die vorgesehene Technik dem nationalen und internationalen Standes von Wissenschaft und Technik entsprechen
- regelmäßige Prüfung des Wissensstandes bei anderen potentiellen Entsorgungspfaden (~~für die Pfade der Kategorie B~~ vgl. Kap. 5.4)
- ~~regelmäßige Erhebung des Standes von Wissenschaft und Technik bei der Endlagerung auf der internationalen Ebene~~
- regelmäßige Erhebung des Wissensstandes zum Thema Monitoring (z.B. neue Monitoring-Technologien).

Kommentar [A1]: Wie soll das praktisch ablaufen?

Die institutionelle Ausgestaltung des Prozessmonitoring (z.B. über eine Begleitkommission mit einem klar definierten Mandat, mit der Verpflichtung zur Transparenz und mit einem angemessenen Budget) ist eine eigenständige Aufgabe (vgl. Kap. XXX).

Kommentar [A2]: Abstimmung mit AG 1 notwendig!

Das Prozessmonitoring ist vor dem Hintergrund des viele Jahre dauernden Standortauswahlverfahrens eine wesentliche Grundlage für die optimierte Durchführung des Verfahrens. Die Erfahrungen der vergangenen Jahrzehnte haben gezeigt, dass die technischen Verfahren im Bergbau und in der Exploration von Lagerstätten (insbesondere Öl- und Gasindustrie) ständig weiterentwickelt werden. Bereits heute stehen beispielsweise seismische Untersuchungsmethoden (3D-Seismik) und Bohrverfahren (abgelenkte Bohrungen bis zu Horizontalen) zur Verfügung, die es ermöglichen, Daten von hoher Qualität zu gewinnen, ~~ohne die Barrierefunktion des Wirtsgesteins wesentlich zu beeinträchtigen~~. Das sich aus der zukünftigen technischen Entwicklung abzuleitende Optimierungspotential kann für das Standortauswahlverfahren auch Potentiale zur zeitlichen Optimierung des Auswahlverfahrens eröffnen. Daher ~~musste~~ bei der Festlegung der Erkundungsprogramme für die Phasen 2 und 3 durch den Vorhabenträger der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik Berücksichtigung finden, um die Erkundungsmaßnahmen ohne unnötige Beeinträchtigung der Barrierefunktion des Wirtsgesteins sowie auch ohne unnötigen Flächenverbrauch und Umweltbeeinträchtigungen umzusetzen.

Kommentar [A3]: Bei Bohrungen geht das nun wirklich nicht, denn die beeinträchtigen immer das Wirtsgestein.

Da die zukünftig einzusetzenden Erkundungsmethoden zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgelegt werden können, muss das Prozessmonitoring die Umsetzung des dann geltenden internationalen Standes von Wissenschaft und Technik für die Erkundung von Endlagerstandorten auf der Grundlage der dann für die Bewertung der im Verfahren befindlichen Standorte erforderlichen Datenumfanges sicherstellen. Die für die jeweilige Phase zu erhebenden geologischen Daten ergeben sich dabei u.a. auch aus dem zu Grunde gelegten Endlagerkonzept. Die Entwicklung des Standes der Technik bei der Erkundung von Endlagerstandorten birgt erhebliches Potential den gesamten Prozess zu beschleunigen.

Kommentar [A4]: Satz unklar?

### 5.5.6.2 Endlagermonitoring

Endlagermonitoring dient dem Zweck, den Zustand der geologischen Formation, der hydrogeologischen Verhältnisse und der Abfälle systematisch zu beobachten ~~auch um~~. Diese Be-

obachtung dient der frühzeitigen Entdeckung möglicher Fehlentwicklungen oder unvorhergesehener Verläufe ~~zu erkennen und~~, um ggf. ~~um daraus~~ daraus Konsequenzen ziehen zu können (im Extremfall bis hin zur Rückholung), aber auch zur Optimierung der jeweils anstehenden geotechnischen Schritte, z.B. der Auslegung des Verschlüsse. Für das Monitoring muss festgelegt werden, welche Parameter zu beobachten sind, da dies Auswirkungen auf die Auslegung der Technologien für das Monitoring (Sensoren und Datenübertragung an die Oberfläche) hat. ~~Zumindest sollten müssen~~ dies die Parameter sein, die für die Sicherheitsüberlegungen relevant sind, z.B. in Bezug auf die Wirksamkeit der geologischen und technischen Barrieren oder auf Gasbildung. Die Monitoring-Parameter ~~können im Detail erst~~ können erst festgelegt werden, wenn mögliche Endlagerstandorte ausgewählt sind (Phase 3), im Detail kann die Festlegung erst anhand der getroffenen Standortentscheidung erfolgen.

**Kommentar [A5]:** Die Latte hier nicht zu hoch hängen, wie wollen Sie bei einem Endlager mit 1900 Castoren bei jedem Castor die Gasbildung beobachten? Und wenn man die Gasbildung nur an 3 Punkten überwacht, ist das bei einem 3-4 km<sup>2</sup> großen Endlager nicht viel.

Um Beobachtungen in einen möglichst umfassenden zeitlichen Rahmen interpretieren zu können, sollte das Monitoring der geologischen Formation bereits mit der Festlegung des Standortes beginnen. Bei einem Monitoring muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen dem Bestreben, die sicherheitsrelevanten Parameter für ein Endlager möglichst vollständig zu überwachen und der Tatsache, dass mit eingebauten Sensoren/Messgeräten und damit verbundenen Kabeln auch potentielle Schwachstellen für Wasserzutritte geschaffen werden, z.B. für die Informationsübertragung aus dem Inneren einer verschlossenen Strecke. Dieser Konflikt wird verschärft, wenn das Monitoring nach Verschluss des gesamten Bergwerks weitergeführt werden soll.

An dieser Stelle besteht ein Zielkonflikt. Einerseits kann ein unvollständiger Verschluss eine Schwachstelle für die Sicherheit bedeuten. Andererseits kann durch ein Monitoring ein Sicherheitsgewinn im Fall unerwarteter Entwicklungen eintreten. Dieser Zielkonflikt wird voraussichtlich in Zukunft aufgelöst oder zumindest abgeschwächt werden, weil derzeit technische Entwicklungen zur kabellosen Datenübertragung im Forschungs- und Entwicklungsstadium sind, die neue Monitoring-Möglichkeiten mit sich bringen werden.

### ~~§6.5X.73~~ Prozessgestaltung als selbsthinterfragendes System

Die Herausforderung der Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle ist ~~offenkundig~~ eine extrem langfristige Aufgabe, sie ist hoch sicherheitsrelevant und die Zahl der entsprechenden Fachleute aus den beteiligten Wissenschaften ist durchaus überschaubar. Von daher ist es nicht nur naheliegend sondern verpflichtend, der Sicherstellung von selbstkritischen und über die Zeiten wach bleibenden, die Standortauswahl begleitenden Strukturen hohe Priorität zu geben. Die Ziele einer solchen Struktur sind:

- ~~verhinderbare~~ Fehlentwicklungen verhindern
- nicht erwartete Entwicklungen frühestmöglich erkennen
- die offene Kommunikation darüber und Prozesse zum Umgang mit nicht erwarteten ~~diesen~~ Entwicklungen anstoßen
- Anzeichen von institutioneller oder personeller Betriebsblindheit frühzeitig erkennen und ~~im Keim ersticken~~ entsprechend gegenwirken

**Formatiert:** Schriftart: Kursiv

**Formatiert:** Schriftart: Kursiv

Die Herausforderung kann nur dadurch bewältigt werden, dass Maßnahmen und Vorkehrungen auf verschiedenen Ebenen vorgesehen werden, die gegenseitige Korrekturen und Kritik erlauben. Diese Ebenen sind:

- wissenschaftliche Selbstregulierung und wissenschaftliches Ethos
- institutionelle Aufsichtsstrukturen (Behörden, Ministerien, Entsorgungsrat etc.)

- gesellschaftliche Ebene (Zivilgesellschaft, Medien)

Auf der **wissenschaftlichen Ebene** können erhebliche Verbesserungen im Vergleich zum bisherigen Zustand eingeführt werden. Basis hierfür ist das wissenschaftliche Ethos, das von einer transparenten gegenseitigen Kritik (z.B. im Rahmen von Peer Review) im Rahmen der gemeinsamen Berufung auf Standards guter wissenschaftlicher Praxis gekennzeichnet ist (einschlägig hierfür sind z.B. die Standards der DFG). Für die im Rahmen der Endlagersuche anfallenden Erkenntnisse muss eine wissenschaftliche Öffentlichkeit geschaffen werden, so dass der innerwissenschaftliche Prozess der gegenseitigen Kritik und der dadurch ermöglichten Selbstkorrektur voreiliger Schlussfolgerungen in Gang gesetzt wird. Diese wissenschaftliche Öffentlichkeit kann z.B. durch ein jährliches Statuskolloquium zum Wissensstand im Auswahlverfahren ~~genauso~~ unterstützt werden ~~wie oder~~ durch die Gründung einer Fachzeitschrift ~~zum Standortauswahlverfahren zu der Thematik~~. In beiden Fällen ist es essentiell, dass die deutsche Expertengemeinschaft zur Endlagerfrage nicht unter sich bleibt, sondern ihre eigenen Erkenntnisfortschritte und Schlussfolgerungen offen der internationalen Debatte und Kritik stellt. ~~Der externe Blick sollte auch dadurch gefördert werden, dass gezielt externe Wissenschaftler/innen mit Stellungnahmen zu speziellen Fragen und mit Peer Reviews beauftragt werden.~~

Auf der **institutionellen Ebene** geht es darum, eine Aufsichtsstruktur zu etablieren, die jenseits des wissenschaftlichen Ethos klare Zuständigkeiten und transparente Überwachungsstrukturen ermöglicht. Hierbei kann aus den Erfahrungen im Feld von Risikobewertung und Risikomanagement gelernt werden, wie Aufsicht unabhängig vom Betrieb realisiert werden kann. ~~Hierbei ist es entscheidend, dass in~~ In der Aufsichtsstruktur ~~müssen sowohl Wissenschaftler und Experten als auch~~ gesellschaftliche Gruppen jenseits der Wissenschafts- und Expertenkreise vertreten ~~sind sein~~. Perspektivenvielfalt trägt zur Vermeidung von Betriebsblindheit bei. Auf dieser Ebene sollte es ebenfalls nicht nur möglich, sondern die Regel sein, durch ein „extended peer review“ regelmäßig einen externen Blick auf die Situation einzuholen. ~~Letztlich muss es das Ziel sein, eine offene ‚Fehlerkultur‘ zu erreichen.~~

Auf der **gesellschaftlichen Ebene** schließlich muss das Interesse der demokratischen Öffentlichkeit realisiert werden, stets transparent Einblick in aktuelle Entwicklungen im Endlagerbereich und die dort sich stellenden Herausforderungen, mögliche unerwartete Entwicklungen aber auch erzielte Erkenntnisfortschritte nehmen zu können. Die Öffentlichkeit stellt auch die - freilich abstrakte - oberste Ebene in der Sicherstellung einer selbstkritischen Aufsichtsstruktur dar. Durch Transparenz und das Recht auf Einsichtnahme in alle relevanten Dokumente durch Medien, zivilgesellschaftliche Akteure und Bürger/innen ~~unterliegen die werden~~ wissenschaftliche und institutionelle Ebene ~~dadurch „unter Druck gesetzt“, dass sie zumindest „im Prinzip“ einer ständigen Beobachtung von außen unterliegen.~~ Um diese Situation über lange Zeit aufrecht zu erhalten, bedarf es nicht nur der Transparenz zwischen den Ebenen, sondern auch des Interesses von Medien und Öffentlichkeit.