

Geschäftsstelle

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
K-Drs. 199

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

Entwurf des Berichtsteils zu Teil B – Kapitel 6.4.6 (Prozess- und Endlagermonitoring)

Vorlage der AG 3 für die 24./25. Sitzung der Kommission am 4./5. April 2016

ERSTE LESUNG
BEARBEITUNGSSTAND: 30.03.2016

Diese Version ist die Weiterentwicklung der K-Drs. /AG3-97a, die in der AG 3 am 23. März 2016 beraten wurde. Die Vorsitzenden der AG 3 haben die in der Sitzung besprochenen Änderungen umgesetzt. Mit diesen Änderungen wird das Kapitel der Kommission zur Beratung vorgelegt.

Hinweis: Das Kapitel zur Prozessgestaltung als selbsthinterfragendes System (ehem. 6.4.7) wird zukünftig als zweistelliges Unterkapitel (6.4) geführt und unter Berücksichtigung der diesbezüglichen Anhörung und Diskussion vom 23. März 2016 neu gefasst (hier nicht enthalten).

6. Prozesswege und Entscheidungskriterien

(... 6.4.1-6.4.5...)

6.4.6 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. Mit einem begleitenden Monitoring wird es möglich, ständig Transparenz über den aktuellen Zustand des Verfahrens der Endlagerung mit seinen Etappen, aber auch über den geologischen Zustand in dem späteren Standort zu schaffen. Diese Transparenz erlaubt zum einen die Früherkennung von unerwarteten Entwicklungen und möglichen Fehlern, damit also auch frühzeitiges Lernen zwecks Fehlerkorrektur. Zum anderen kann diese Transparenz auch in der Gesellschaft und insbesondere in der betreffenden Region das Vertrauen in das Verfahren und die beteiligten Akteure erhöhen.

In der Endlagerung sind demzufolge zwei Formen grundsätzlich zu unterscheiden:

a) *Prozessmonitoring, Evaluierung und Optimierung* (s. Kapitel 6.4.6.1): 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 jeweils nächsten Schritte. Die Kommission versteht hierunter auch eine von den zentralen Akteuren (Abfallerzeuger, Regulierungsbehörde, Betreiber) unabhängige und zu ihnen komplementäre Prozessbegleitung in Abgrenzung zu der von den Akteuren selbst zu fordernden Prozessgestaltung als selbsthinterfragendes System (s. Kapitel 6.4).

b) *Endlagermonitoring* (s. Kapitel 6.4.6.2): die begleitende Beobachtung eines potentiellen oder dann realen Endlagerstandortes in Bezug auf die dortigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und ihrer Veränderungen sowie in Bezug auf den Zustand der eingelagerten Abfälle. Durchgeführt wird das Endlagermonitoring i. W. durch den Betreiber und die Regulierungsbehörde, mithin durch zentrale Akteure der Endlagerung, die wiederum unmittelbar der Verpflichtung zur kritischen Beobachtung ihres Tuns im Sinne eines selbsthinterfragenden Systems unterliegen (s. Kapitel 6.4).

Beide Ausrichtungen des Monitoring sind zentrale Elemente der Endlagerung als einem lernenden Verfahren. Dabei kommt es zu Schnittstellen mit dem Beteiligungsverfahren, mit der Behördenstruktur und mit der Verpflichtung auf ein selbsthinterfragendes System (s. Kapitel 6.4), aber auch mit der Notwendigkeit und Ausrichtung zukünftiger Forschung und Technologieentwicklung (s. Kapitel 6.9).

6.4.6.1 Prozessmonitoring, Evaluierung und Optimierung

Der Deutsche Bundestag soll nach gegenwärtigem Verständnis 2017 das Verfahren der Suche nach einem Standort mit der bestmöglichen Sicherheit starten. Bis zum Beginn der Einlagerung werden viele Jahrzehnte vergehen, bis zu einem Verschluss 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 zeitlich und inhaltlich zu optimieren. Das Prozessmonitoring - also die begleitende Beobachtung und Reflexion des gesamten Prozessweges - muss bereits mit Beginn des Auswahlverfahrens einsetzen, da hier bereits Weichen für die kommenden Jahrzehnte gestellt werden. Entsprechend frühzeitig müssen die hierfür erforderlichen Strukturen geschaffen werden.

Das Prozessmonitoring sollte zumindest folgende Aspekte umfassen:

- 1 • regelmäßige Reflexion und Bewertung des Standes des Verfahrens gemessen an den
2 selbst gesetzten Zielen; möglicherweise Modifikation der Ziele und der vorgesehenen
3 Zeitspannen
- 4 • regelmäßige Evaluierung der institutionellen Situation: Betreiber, Behördenstruktur,
5 Aufsicht, Transparenz etc.
- 6 • Einbeziehung der im Beteiligungsverfahren (Kapitel 7) vorgesehenen Schritte und
7 Formate zu einer möglichst frühzeitigen Erkennung von Vertrauensproblemen und
8 von Schwachstellen der Beteiligung
- 9 • während der Suche nach einem Endlagerstandort zu allen infrage kommenden Stand-
10 orten die Frage bedenken, welche Parameter für ein Monitoring beobachtbar sind oder
11 beobachtet werden sollen
- 12 • regelmäßige Prüfung, ob die Vorgehensweise bei der Erkundung sowie die vorgesehe-
13 ne Technik dem nationalen und internationalen Stand von Wissenschaft und Technik
14 entsprechen
- 15 • regelmäßige Erhebung des Wissensstandes zum Thema Monitoring (z.B. neue Moni-
16 toring-Technologien).

17
18 Ein wirksames Prozessmonitoring setzt den Zugriff auf die jeweils relevanten Daten im Rah-
19 men der Dokumentation (s. Kapitel 6.7) voraus.

20 Die Kommission ist der Auffassung, dass es zu den Aufgaben des gesellschaftlichen Begleit-
21 gremiums gehört, das Prozessmonitoring in methodisch adäquater und transparenter Form
22 einzufordern, die Auswahl der Methoden zu begleiten, die Umsetzung zu überwachen und auf
23 die Auswertung der Ergebnisse zu achten. Das Prozessmonitoring ist vor dem Hintergrund
24 des viele Jahre dauernden Standortauswahlverfahrens eine wesentliche Grundlage für die op-
25 timierte Durchführung des Verfahrens.

26 Die Erfahrungen der vergangenen Jahrzehnte haben gezeigt, dass die technischen Verfahren
27 im Bergbau und in der Exploration von Lagerstätten (insbesondere Öl- und Gasindustrie)
28 ständig weiterentwickelt werden. Bereits heute stehen beispielsweise seismische Untersu-
29 chungsmethoden (3D-Seismik) und Bohrverfahren (abgelenkte Bohrungen bis zu Horizonta-
30 len) zur Verfügung, die es ermöglichen, Daten von hoher Qualität zu gewinnen, ohne die Bar-
31 rierfunktion des Wirtsgesteins in einem potentiellen einschlusswirksamen Gebirgsbereich
32 wesentlich zu beeinträchtigen. Das sich aus der erwarteten technischen Entwicklung ableiten-
33 de Optimierungspotential kann für das Standortauswahlverfahren auch Potentiale zur zeitli-
34 chen Optimierung des Auswahlverfahrens eröffnen. Daher muss bei der Festlegung der Er-
35 kundungsprogramme für die Phasen 2 und 3 (vgl. Kapitel 6.4.1) durch den Vorhabenträger
36 der jeweils aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik Berücksichtigung finden, um die
37 Erkundungsmaßnahmen ohne unnötige Beeinträchtigung der Barrierefunktion des Wirtsges-
38 teins sowie auch ohne unnötigen Flächenverbrauch und Umweltbeeinträchtigungen umzuset-
39 zen.

40 Da die zukünftig einzusetzenden Erkundungs- und Beobachtungsmethoden zum jetzigen
41 Zeitpunkt noch nicht festgelegt werden können, muss das Prozessmonitoring die Umsetzung
42 des dann geltenden internationalen Standes von Wissenschaft und Technik für die Erkundung
43 von Endlagerstandorten auf der Grundlage der dann für die Bewertung der im Verfahren be-
44 findlichen Standorte erforderlichen Daten sicherstellen. Die für die jeweilige Phase zu erhe-
45 benden geologischen und technischen Daten ergeben sich dabei u.a. auch aus dem zu Grunde
46 gelegten Endlagerkonzept.

47 48 6.4.6.2 Endlagermonitoring

49 Endlagermonitoring dient dem Zweck, den Zustand der geologischen Formation, der hydro-
50 geologischen Verhältnisse und der Abfälle, bzw. die Auswirkungen des Endlagers auf seine
51 Umgebung in den verschiedenen Etappen der Endlagerung systematisch zu beobachten. Hier-

1 bei wird in den verschiedenen Etappen der Endlagerung zu unterschiedlichen Zeitpunkten
2 eine Vielzahl an Methoden zur Anwendung kommen.

3 Die ständige Beobachtung des Endlagersystems, seiner Komponenten und seiner Umgebung
4 dient während des gesamten Prozesses der frühzeitigen Entdeckung möglicher Fehlentwick-
5 lungen oder unvorhergesehener Verläufe, um ggf. daraus Konsequenzen ziehen und Fehler-
6 korrektoren einleiten zu können (im Extremfall bis hin zur Rückholung oder Bergung von
7 radioaktiven Abfällen). Sie dient auch zur Optimierung der jeweils anstehenden geotechni-
8 schen Schritte, z.B. der Auslegung der verschiedenen Verschlussbauwerke, und nicht zuletzt
9 der regelmäßigen Überprüfung der Annahmen und Informationen, auf denen die Sicherheits-
10 nachweise für Errichtung, Betrieb und Nachbetriebsphase des Endlagers beruhen.

11 Für das Monitoring muss festgelegt werden, welche Parameter an welchem Ort zu beobachten
12 sind, da dies Auswirkungen auf die Auslegung der Techniken für das Monitoring (Sensoren
13 und Datenübertragung an die Oberfläche) hat. Zumindest sollten dies die Parameter sein, die
14 für die Sicherheitsüberlegungen relevant sind, z.B. in Bezug auf die Wirksamkeit der geologi-
15 schen und technischen Barrieren. Die Monitoring-Parameter können erst festgelegt werden,
16 wenn mögliche Endlagerstandorte in Verbindung mit den jeweiligen Endlagerkonzepten aus-
17 gewählt sind (Phase 3), im Detail kann die Festlegung erst anhand der letztlich getroffenen
18 Standortentscheidung erfolgen.

19 Bei einem Monitoring muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen dem Bestreben, die
20 sicherheitsrelevanten Parameter für ein Endlager möglichst vollständig zu überwachen und
21 der Tatsache, dass mit eingebauten Sensoren/Messgeräten und damit verbundenen Kabeln
22 auch potentielle Schwachstellen für Wasserzutritte geschaffen werden, z.B. für die Informa-
23 tionübertragung aus dem Inneren einer verschlossenen Strecke. Dieser Konflikt wird ver-
24 schärft, wenn das Monitoring nach Verschluss des gesamten Bergwerks weitergeführt werden
25 soll. An dieser Stelle besteht ein Zielkonflikt: Einerseits kann ein unvollständiger Verschluss
26 eine Schwachstelle für die Sicherheit bedeuten. Andererseits kann durch ein Monitoring ein
27 Sicherheitsgewinn im Fall unerwarteter Entwicklungen eintreten. Dieser Zielkonflikt wird
28 voraussichtlich in Zukunft aufgelöst oder zumindest abgeschwächt werden, wenn technische
29 Entwicklungen zur kabellosen Datenübertragung, die heute noch im Forschungs- und Ent-
30 wicklungsstadium sind, neue Monitoring-Möglichkeiten mit sich bringen werden.

31 Um die Beobachtungen in einem möglichst umfassenden zeitlichen Rahmen interpretieren zu
32 können, muss das Monitoring der geologischen Formation bereits mit der Festlegung der
33 Standorte für die untertägige Erkundung beginnen. Hierdurch werden Informationen zum
34 Ausgangszustand des Systems erhoben, mit denen die bei der weiteren Entwicklung des End-
35 lagersystems gewonnenen Daten verglichen werden können. Um spätere Hebung- oder Ab-
36 senkungsvorgänge bestimmen zu können, ist beispielsweise eine frühzeitige Einrichtung von
37 dauerhaft gesicherten geodätischen Festpunkten zur Vermessung der Geländeoberfläche eine
38 der ersten nach Ausweisung eines Standorts für die untertägige Erkundung notwendige Maß-
39 nahme des Endlagermonitoring.

40 Mit der Einrichtung untertägiger Anlagen (zunächst zur Erkundung, nach erfolgter Standor-
41 tentscheidung dann zu Einrichtung des Endlagers) werden weitere Monitoring-Einrichtungen
42 installiert und betrieben werden, mit denen beispielsweise Spannungszustände und ihre Ent-
43 wicklung oder die Bildung potenzieller Wasserwegsamkeiten überwacht werden. Die Einlage-
44 rung der Abfälle wird zusätzliche und andere Monitoring-Aktivitäten in Bezug auf die Endla-
45 gergebinde und ihre Einlagerungsumgebung nach sich ziehen. Mit dem Verschluss von Einla-
46 gerungsbereichen und später dem Verschluss des Endlagers werden Entscheidungen über den
47 Einbau von Messgeräten zur Gewinnung spezifischer Daten (beispielsweis über die Tempera-
48 turentwicklung, einen Wasserzutritt, über Gasbildung oder eine Radionuklidfreisetzung in den
49 Nahbereich), aber auch zur Übertragung der Daten nach außerhalb zu treffen sein. Für das
50 Monitoring verschlossener Bereiche besteht dabei eine zeitliche Begrenzung entsprechend der
51 Lebensdauer der eingesetzten Geräte. Daher werden für eine längerfristige Überwachung des

1 Endlagerstandorts indirekte Beobachtungen (z.B. der Geländeoberfläche, des Grundwassers
2 im Deckgebirge oder der planmäßigen Außengrenze des einschlusswirksamen Gebirgsbe-
3 reichs) an Bedeutung gewinnen.

4 Das Endlagermonitoring macht also während des gesamten Prozesses eine Entwicklung mit,
5 die parallel zu den Etappen der Endlagerung verläuft. Dabei werden zu unterschiedlichen
6 Zeitpunkten unterschiedliche Informationen anfallen, die ausgewertet und hinsichtlich ihrer
7 Bedeutung für Sicherheit des Endlagers interpretiert werden müssen. Anhand der Informatio-
8 nen aus dem Monitoring kann die fortdauernde Funktionstüchtigkeit eines Endlagersystems
9 während der verschiedenen Etappen seines Entstehens und seiner Existenz demonstriert und
10 damit das Vertrauen in die Richtigkeit der getroffenen Entscheidungen gestärkt werden. Das
11 Endlagermonitoring wird damit auch zur technisch/wissenschaftlichen Entscheidungsgrund-
12 lage zur Fehlererkennung. In diesem Zusammenhang sind Maßstäbe zu entwickeln um zu
13 unterscheiden, wann Abweichungen vom jeweiligen Erwartungswert als Fehler einzustufen
14 sind, die das Ergreifen von Fehlerkorrekturmaßnahmen erforderlich machen.

15 Ein aktives Endlagermonitoring ist dabei bis mindestens zu dem Zeitpunkt erforderlich, zu
16 dem die Bergbarkeit der Behälter auslegungstechnisch endet. Es ist nicht möglich, für diese
17 langfristige Überwachung Methoden vorzugeben, es ist aber bereits heute der Anspruch zu
18 formulieren, dass die Überwachung des Endlagers sich in allen Etappen an dem für ein End-
19 lagermonitoring jeweils verfügbaren Stand von Wissenschaft und Technik orientieren muss,
20 und dass diesbezüglich auch eine zielgerichtete Weiterentwicklung der Methoden zur Über-
21 wachung der Sicherheit des Endlagers gefördert werden muss (s. Kapitel 6.9). Da es darüber
22 hinaus keinen definierten Endpunkt der Überwachung des Endlagers geben kann, ist zu erwar-
23 ten, dass eine über die Existenz des Endlagers informierte Gesellschaft auch langfristig den
24 Endlagerstandort bzw. die ihn umgebenden Schutzgüter (z.B. Oberfläche, Grundwasser) be-
25 obachten wollen wird. Mit welchen Methoden dies geschehen wird, bleibt der Zukunft über-
26 lassen, über eine vorsorgende Dokumentation (s.a. Kapitel 6.7) können hierfür die Grundla-
27 gen künftige Generationen übergeben werden.

28