

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
K-Drs. /AG3-97a

1 6. Prozesswege und Entscheidungskriterien

2 (... 6.4.1-6.4.5...)

3 6.4.6 Prozess- und Endlagermonitoring (zuletzt als Drs. AG3-97 im Umlauf)

4

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

6 **Diskussion in der AG3 vom 22.02.2016**

7 **Rückmeldungen vom Fachworkshop**

8 **Input Dr. Fischer**

9 **Input Prof. Kudla**

10

11 Der Begriff ‚Monitoring‘ umfasst eine laufende oder in regelmäßigen Abständen durchzufüh-
12 rende Beobachtung vorab festzulegender Parameter und die Bewertung dieser Ergebnisse vor
13 dem Hintergrund der jeweiligen Anforderungen oder sich ändernder Rahmenbedingungen und
14 Einschätzungen.

15 In der Endlagerung sind zwei Formen grundsätzlich zu unterscheiden:

16 a) Prozessmonitoring, Evaluierung und Optimierung **(s. Kap. 6.4.6.1)**: das begleitende Monito-
17 ring des gesamten Prozessweges hin zu einem Endlager und aller dabei stattfindenden Entschei-
18 dungsprozesse und der relevanten Veränderungen im Umfeld (politische Veränderungen, Wert-
19 ewandel, neue wissenschaftliche Erkenntnisse etc.) sowie die Auswertung der Ergebnisse im
20 Hinblick auf die jeweils nächsten Schritte. Die Kommission versteht hierunter *[auch]* eine von
21 den zentralen Akteuren (Abfallerzeuger, Regulierungsbehörde, Betreiber) unabhängige und zu
22 ihnen komplementäre Prozessbegleitung in Abgrenzung zu der von den Akteuren selbst zu for-
23 dernden Prozessgestaltung als selbsthinterfragendes System (s. Kap. 6.4.7).

24 b) Endlagermonitoring **(s. Kap. 6.4.6.2)**: die begleitende Beobachtung eines potentiellen oder
25 dann realen Endlagerstandortes in Bezug auf die dortigen geologischen und hydrogeologischen
26 Verhältnisse und ihrer Veränderungen sowie in Bezug auf den Zustand der eingelagerten Ab-
27 fälle. Durchgeführt wird das Endlagermonitoring i. W. durch den Betreiber und die Regulie-
28 rungsbehörde, mithin durch zentrale Akteure der Endlagerung, die wiederum unmittelbar der
29 Verpflichtung zur kritischen Beobachtung ihres Tuns im Sinne eines selbsthinterfragenden Sys-
30 tems unterliegen (s. Kap. 6.4.7).

31

32 **6.4.6.1** Prozessmonitoring, Evaluierung und Optimierung

33 Der Deutsche Bundestag soll nach gegenwärtigem Verständnis 2017 das Verfahren der Suche
34 nach einem Standort mit der bestmöglichen Sicherheit starten. Bis zum Beginn der Einlagerung
35 werden viele Jahrzehnte vergehen, bis zu einem Verschluss möglicherweise sogar mehr als ein
36 Jahrhundert. Die extrem lange Zeitdauer des Gesamtvorganges macht es erforderlich, den Pro-
37 zess selbst auch von Anfang an einem begleitenden Monitoring und einer periodischen und
38 kritischen Evaluierung zu unterziehen, um den Verfahrensablauf qualitativ und zeitlich und in-
39 haltlich zu optimieren. Das Prozessmonitoring - also die begleitende Beobachtung und Refle-
40 xion des gesamten Prozessweges - muss bereits mit Beginn des Auswahlverfahrens einsetzen,
41 da hier bereits Weichen für die kommenden Jahrzehnte gestellt werden. Entsprechend frühzei-
42 tig müssen die hierfür erforderlichen Strukturen geschaffen werden.

43 Es sollte zumindest folgende Aspekte umfassen:

1

Gelöscht: ¶
Beide Formen des Monitoring unterliegen der

Gelöscht: der

Gelöscht: des gesamten Verfahrens

- 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 • regelmäßige Erhebung der Haltung in der Bevölkerung zum Prozess der Endlagerung
- 7 zur möglichst frühzeitigen Aufdeckung von Vertrauensproblemen und von Schwach-
- 8 stellen der Beteiligung
- 9 • während der Suche nach einem Endlagerstandort zu allen infrage kommenden Standorten
- 10 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 vorgesehene
- 13 Technik dem nationalen und internationalen Stand von Wissenschaft und Technik ent-
- 14 sprechen
- 15 • regelmäßige Prüfung des Wissensstandes bei anderen potentiellen Entsorgungspfaden
- 16 (vgl. Kap. 5.4)
- 17 • regelmäßige Erhebung des Wissensstandes zum Thema Monitoring (z.B. neue Monitoring-
- 18 Technologien).

Kommentiert [WK1]: Wie soll das praktisch ablaufen?

Kommentiert [sal2]: Es wäre zu klären ob dieser Aspekt nach dem Diskussionsstand in Kap. 5.4 noch diese Bedeutung hat.

19 Ein wirksames Prozessmonitoring setzt den Zugriff auf die jeweils relevanten Daten, mindes-
 20 tens im Zuge der Akteneinsicht, voraus.

21 [Die institutionelle Ausgestaltung des Prozessmonitoring (z.B. über eine Begleitkommission
 22 mit einem klar definierten Mandat, mit der Verpflichtung zur Transparenz und mit einem an-
 23 gemessenen Budget) ist eine eigenständige Aufgabe (vgl. Kap. XXX).]

Kommentiert [WK3]: Abstimmung mit AG1 notwendig

24 Aus der Diskussion am 22.02.2016:

25 [Wissenschaftliches Kontrollgremium als eigenständige Körperschaft / als wissenschaftlicher
 26 Ausschuss des gesellschaftlichen Begleitgremiums?].

27 [Erforderliche rechtliche Klarstellungen bei der Überarbeitung des StandAG?]

28 [Bis dato findet die endlagerbezogene Forschung und Entwicklung i. W. in einer von den maß-
 29 geblichen Akteuren (Abfallerzeuger, Regulierungsbehörde, Betreiber) abhängigen Konstellation
 30 statt. Gerade im Hinblick auf das Prozessmonitoring, das die Entwicklung von außerhalb
 31 begleiten und reflektieren soll, müssen zusätzliche Möglichkeiten geschaffen werden, um au-
 32 ßerhalb der Systemorganisation und der dortigen, abhängig und zielorientiert arbeitenden Wis-
 33 senschaft eine unabhängige, dem System gegenüber auch (aber nicht notwendiger Weise) kriti-
 34 sche Expertise zu installieren und zu fördern, damit von einer qualifizierten Außensicht aus
 35 potenzielle Fehlentwicklungen thematisiert und neue inhaltliche Impulse und wissenschaftliche
 36 Standpunkte in den Prozess eingespeist werden können.]

37 [Regelmäßige (periodische) Überprüfung und (formale) Feststellung der Konformität des Pro-
 38 zesses mit den gesteckten Zielen bzw. des Bedarfs an Fehlerkorrekturen. Mögliche Formate
 39 wären, neben einem formalen Prüfprozess z.B. (internationale) Peer Reviews, regelmäßige Sta-
 40 tuskolloquien....]

41
 42 Das Prozessmonitoring ist vor dem Hintergrund des viele Jahre dauernden Standortauswahl-
 43 verfahrens eine wesentliche Grundlage für die optimierte Durchführung des Verfahrens. Die
 44 Erfahrungen der vergangenen Jahrzehnte haben gezeigt, dass die technischen Verfahren im
 45 Bergbau und in der Exploration von Lagerstätten (insbesondere Öl- und Gasindustrie) ständig
 46 weiterentwickelt werden. Bereits heute stehen beispielsweise seismische Untersuchungsmetho-

1 den (3D-Seismik) und Bohrverfahren (abgelenkte Bohrungen bis zu Horizontalen) zur Verfü-
2 gung, die es ermöglichen, Daten von hoher Qualität zu gewinnen, ohne die Barrierefunktion
3 des Wirtsgesteins [in einem potentiellen einschlusswirksamen Gebirgsbereich] wesentlich zu
4 beeinträchtigen. Das sich aus der zukünftigen technischen Entwicklung abzuleitende Optimie-
5 rungspotential kann für das Standortauswahlverfahren auch Potentiale zur zeitlichen Optimie-
6 rung des Auswahlverfahrens eröffnen. Daher muss bei der Festlegung der Erkundungspro-
7 gramme für die Phasen 2 und 3 [vgl. Kap. 6.4.1] durch den Vorhabenträger der jeweils aktu-
8 elle Stand von Wissenschaft und Technik Berücksichtigung finden, um die Erkundungsmaß-
9 nahmen ohne unnötige Beeinträchtigung der Barrierefunktion des Wirtsgesteins sowie auch
10 ohne unnötigen Flächenverbrauch und Umweltbeeinträchtigungen umzusetzen.

11 Da die zukünftig einzusetzenden Erkundungs- und Beobachtungsmethoden zum jetzigen Zeit-
12 punkt noch nicht festgelegt werden können, muss das Prozessmonitoring die Umsetzung des
13 dann geltenden internationalen Standes von Wissenschaft und Technik für die Erkundung von
14 Endlagerstandorten auf der Grundlage der dann für die Bewertung der im Verfahren befindli-
15 chen Standorte erforderlichen Daten sicherstellen. Die für die jeweilige Phase zu erhebenden
16 geologischen und technischen Daten ergeben sich dabei u.a. auch aus dem zu Grunde gelegten
17 Endlagerkonzept.

18 Die Entwicklung des Standes der Technik bei der Erkundung von Endlagerstandorten birgt er-
19 hebliches Potential den gesamten Prozess zu beschleunigen.

20

21 6.4.6.2 Endlagermonitoring

22 Endlagermonitoring dient dem Zweck, den Zustand der geologischen Formation, der hydroge-
23 ologischen Verhältnisse und der Abfälle, bzw. die Auswirkungen des Endlagers auf seine Um-
24 gebung in den verschiedenen Etappen der Endlagerung systematisch zu beobachten. Hierbei
25 wird in den verschiedenen Etappen der Endlagerung zu unterschiedlichen Zeitpunkten eine
26 Vielzahl an Methoden zur Anwendung kommen.

27 Die kontinuierliche Beobachtung des Endlagersystems, seiner Komponenten und seiner Umge-
28 bung dient während des gesamten Prozesses der frühzeitigen Entdeckung möglicher Fehlent-
29 wicklungen oder unvorhergesehener Verläufe, um ggf. daraus Konsequenzen ziehen und Feh-
30 lerkorrekturen einleiten zu können (im Extremfall bis hin zur Rückholung oder Bergung von
31 radioaktiven Abfällen). Sie dient auch zur Optimierung der jeweils anstehenden geotechnischen
32 Schritte, z.B. der Auslegung der verschiedenen Verschlussbauwerke, und nicht zuletzt der re-
33 gelmäßigen Überprüfung der Annahmen und Informationen, auf denen die Sicherheitsnach-
34 weise für Errichtung, Betrieb und Nachbetriebsphase des Endlagers beruhen.

35 Für das Monitoring muss festgelegt werden, welche Parameter an welchem Ort zu beobachten
36 sind, da dies Auswirkungen auf die Auslegung der Technologien für das Monitoring (Sensoren
37 und Datenübertragung an die Oberfläche) hat. Zumindest sollten dies die Parameter sein, die
38 für die Sicherheitsüberlegungen relevant sind, z.B. in Bezug auf die Wirksamkeit der geologi-
39 schen und technischen Barrieren oder auf Gasbildung. Die Monitoring-Parameter können erst
40 festgelegt werden, wenn mögliche Endlagerstandorte ausgewählt sind (Phase 3), im Detail kann
41 die Festlegung erst anhand der getroffenen Standortentscheidung erfolgen.

42 Bei einem Monitoring muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen dem Bestreben, die
43 sicherheitsrelevanten Parameter für ein Endlager möglichst vollständig zu überwachen und der
44 Tatsache, dass mit eingebauten Sensoren/Messgeräten und damit verbundenen Kabeln auch po-
45 tentielle Schwachstellen für Wasserzutritte geschaffen werden, z.B. für die Informationsüber-
46 tragung aus dem Inneren einer verschlossenen Strecke. Dieser Konflikt wird verschärft, wenn
47 das Monitoring nach Verschluss des gesamten Bergwerks weitergeführt werden soll. An dieser

Kommentiert [WK4]: Bei Bohrungen geht das nun wirklich nicht, denn die beeinträchtigen immer das Wirtsgestein.

Kommentiert [WK5]: Satz unklar

Kommentiert [sal6]: Inhaltlich redundant zu Z 30/31, könnte daher auch entfallen

Kommentiert [WK7]: 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 km² großen Endlager nicht viel.

1 Stelle besteht ein Zielkonflikt: Einerseits kann ein unvollständiger Verschluss eine Schwach-
2 stelle für die Sicherheit bedeuten. Andererseits kann durch ein Monitoring ein Sicherheitsge-
3 winn im Fall unerwarteter Entwicklungen eintreten. Dieser Zielkonflikt wird voraussichtlich in
4 Zukunft aufgelöst oder zumindest abgeschwächt werden, wenn technische Entwicklungen zur
5 kabellosen Datenübertragung, die heute noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium sind,
6 neue Monitoring-Möglichkeiten mit sich bringen werden.

7 Um die Beobachtungen in einem möglichst umfassenden zeitlichen Rahmen interpretieren zu
8 können, muss das Monitoring der geologischen Formation bereits mit der Festlegung des Stand-
9 orts [der Standorte für die untertägige Erkundung] beginnen. Hierdurch werden Informationen
10 zum Ausgangszustand des Systems erhoben, mit denen die bei der weiteren Entwicklung des
11 Endlagersystems gewonnenen Daten verglichen werden können. Um spätere Hebungs- oder
12 Absenkungsvorgänge bestimmen zu können, ist beispielsweise eine frühzeitige Einrichtung
13 von dauerhaft gesicherten geodätischen Festpunkten zur Vermessung der Geländeoberfläche
14 eine der ersten nach Ausweisung eines Standorts [für die untertägige Erkundung] notwendige
15 Maßnahme des Endlagermonitorings.

16 Mit der Einrichtung untertägiger Anlagen (zunächst zur Erkundung, nach erfolgter Standortent-
17 scheidung dann zu Einrichtung des Endlagers) werden weitere Monitoring-Einrichtungen in-
18 stalliert und betrieben werden, mit denen beispielsweise Spannungszustände und ihre Entwick-
19 lung oder die Bildung potenzieller Wasserwegsamkeiten überwacht werden. Die Einlagerung
20 der Abfälle wird zusätzliche und andere Monitoring-Aktivitäten in Bezug auf die Endlagerge-
21 binde und ihre Einlagerungsumgebung nach sich ziehen. Mit dem Verschluss von Einlage-
22 rungsbereichen und später dem Verschluss des Endlagers werden Entscheidungen über den
23 Einbau von Messgeräten zur Gewinnung spezifischer Daten (beispielsweis über die Tempera-
24 turentwicklung, einen Wasserzutritt, über Gasbildung oder eine Radionuklidfreisetzung in den
25 Nahbereich), aber auch zur Übertragung der Daten nach außerhalb zu treffen sein. Für das Mo-
26 onitoring verschlossener Bereiche besteht dabei eine zeitliche Begrenzung entsprechend der Le-
27 bensdauer der eingesetzten Geräte. Daher werden für eine längerfristige Überwachung des End-
28 lagerstandorts indirekte Beobachtungen (z.B. der Geländeoberfläche, des Grundwassers im
29 Deckgebirge oder der planmäßigen Außengrenze des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs)
30 an Bedeutung gewinnen.

31 Das Endlagermonitoring macht also während des gesamten Prozesses eine Entwicklung mit,
32 die parallel zu den Etappen der Endlagerung verläuft. Dabei werden zu unterschiedlichen Zeit-
33 punkten unterschiedliche Informationen anfallen, die ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeu-
34 tung für Sicherheit des Endlagers interpretiert werden müssen. Das Endlagermonitoring wird
35 damit zur technisch/wissenschaftlichen Entscheidungsgrundlage zur Fehlererkennung und für
36 das Ergreifen von Fehlerkorrekturmaßnahmen.

37 Ein aktives Endlagermonitoring ist dabei bis mindestens zu dem Zeitpunkt erforderlich, zu dem
38 die Bergbarkeit der Behälter auslegungstechnisch endet. Da es darüber hinaus keinen definier-
39 ten Endpunkt der Überwachung des Endlagers geben kann ist zu erwarten, dass eine über die
40 Existenz des Endlagers informierte Gesellschaft auch langfristig den Endlagerstandort be-
41 obachten wird.

42 Es ist nicht möglich, für diese langfristige Überwachung Methoden vorzugeben, es aber bereits
43 heute der Anspruch zu formulieren, dass die Überwachung des Endlagers sich in allen Etappen
44 an dem für ein Endlagermonitoring jeweils verfügbaren Stand von Wissenschaft und Technik
45 orientieren muss, und dass diesbezüglich auch eine zielgerichtete Weiterentwicklung der Me-
46 thoden zur Überwachung der Sicherheit des Endlagers gefördert werden muss (ggf. Querver-
47 weis auf Kap. 6.8 Forschung und Technologieentwicklung, wenn das Thema dort aufgegriffen
48 wird).

Kommentiert [sal8]: Bereits mit der untertägigen Erkundung beginnen gebirgsmechanisch relevante Eingriffe in den einschlusswirksamen Gebirgsbereich bzw. in die Wirtsgesteinsformation und das Deckgebirge.

1

2

3 6.4.7 Prozessgestaltung als selbsthinterfragendes System

4 Das Kapitel wurde bis zur weiteren Diskussion in der AG 3 und Anhörung von Herrn Prof.

5 Straeter zurückgestellt