

**Kommission**  
**Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe**  
**K-Drs. /AG3-105**

5.4.1. Langzeitzwischenlagerung - ENTWURF 27.02.2016, Anm. v. Prof. Dr.-Ing. Kudla

Unter dem Begriff der Langzeitzwischenlagerung versteht die Kommission die Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle über einen Zeitraum von mehreren hundert Jahren, unter einem zeitlich nicht festgelegten Verzicht auf die Entwicklung einer endgültigen Entsorgungslösung. Sie grenzt sich insofern durch die zeitliche Dimension ab von der *notwendigen* Zwischenlagerung bis zur Einlagerung in ein betriebsbereites Endlager. Die Langzeitzwischenlagerung ist de facto keine wirkliche Entsorgungsoption. Dennoch könnte sie, über die wahrscheinlich notwendigen Zeiträume von einigen Jahrzehnten hinaus, unter bestimmten Umständen eine von der Gesellschaft zu verfolgende Strategie darstellen. Dies gilt besonders dann, wenn das gerade begonnene Standortauswahlverfahren scheitert, d.h. ohne Benennung eines Standorts für ein Endlager für insbesondere hoch radioaktive Abfälle beendet oder abgebrochen wird. Eine diesbezügliche Entscheidung ist jedenfalls nicht vollständig auszuschließen. Die Kommission ist daher der Auffassung, dass das Thema Langzeitzwischenlagerung hinsichtlich seiner Relevanz für die Endlagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe einer weiteren Beobachtung bedarf, und hat zu den hiermit verbundenen Fragestellungen ein Gutachten eingeholt<sup>1</sup>.

Eine ~~mehr oder weniger zufällige, mangels einer echten Entsorgungsmöglichkeit zwangsläufig notwendige~~ ~~sich wiederholende~~ Verlängerung (*eventuell mehrfach*) des Betriebs von Zwischenlagern ist keine akzeptable *Option für den* Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen. Um daher überhaupt als denkbare Strategie in Betracht zu kommen, bedarf eine Langzeitzwischenlagerung über einige hundert Jahre einer bewussten Entscheidung und ~~einer ihrer~~ *dezierten* Begründung. Sie verschiebt die Frage der Endlagerung in eine *sehr weit* ~~entferntere~~ Zukunft, in der von der dann lebenden Generation nichts desto trotz eine Entscheidung über die tatsächliche Entsorgung der hoch radioaktiven Abfällen erwartet wird.

5.4.1.1 Technische Einflussgrößen

Als geplanter Zustand wäre das Gesamtsystem eines Langzeitzwischenlagers auf wahrscheinliche Entwicklungen während einiger hundert Jahre auszulegen. Die Schutzziele wären dabei mit den heutigen identisch: der sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe, die Abfuhr der Zerfallswärme und die Einhaltung der Unterkritikalität sowie die Vermeidung unnötiger und die Begrenzung und die Kontrolle unvermeidbarer Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung sind ohne Abstrich auch in Zukunft ~~beizubehalten~~ *beizubehalten* einer Langzeitzwischenlagerung zu gewährleisten. ~~T~~*Rein* technisch erscheint eine Langzeitzwischenlagerung grundsätzlich realisierbar.

Die baulichen Anlagen ~~sind wären~~ hinsichtlich ihrer Robustheit so auszulegen, dass auch bei einem zeitweisen Ausfall von sicherungs- bzw. sicherheitstechnischen Maßnahmen ihre sicherheitsgerichteten Funktionen bestehen bleiben. Ein wirksames, auf die lange Nutzungsdauer abgestimmtes Alterungsmanagement für die Bauwerke ~~muss müsste~~ dafür sorgen, dass Bauwerkschäden festgestellt, dokumentiert und verfolgt werden. Darauf aufbauend ~~sind wären~~ Instandsetzungsmaßnahmen zu planen und durchzuführen. Grundsätzlich könnte auch ein, ggf. mehrfacher, Neubau der Gebäude und Anlagen erforderlich werden.

Hinsichtlich der Auslegung eines Langzeitzwischenlagers gegen Einwirkungen von außen müssten regulatorische Grundlagen geschaffen werden, in denen trotz langfristig zunehmender Unsicherheiten handhabbare Festlegungen zu Art, Höhe und Eintrittshäufigkeit der für die Auslegung zugrunde zu legenden Einwirkungen getroffen werden. Da diesbezügliche Prognosen

**Kommentiert [WK1]:** Das sollte nicht als alleinige Begründung für eine Langzeitzwischenlagerung stehen bleiben. Es klingt, als wenn das Kapitel nur hineinkommt, um auch für den Fall B (=Scheitern der Endlagerung weil kein Standort gefunden wird) eine Option zu haben.

<sup>1</sup> vgl. TÜV Nord et. al. (2015), Gutachten zur Langzeitzwischenlagerung

1 nicht abdeckend für einige hundert Jahre erfolgen können, müssen die regulatorischen Rahmenbedingungen so beschaffen sein, dass während der Betriebszeit des Langzeitzwischenlagers die zu unterstellenden Einwirkungen und ihre möglichen Auswirkungen regelmäßig überprüft und ggf. Nachrüstmaßnahmen realisiert werden.

6 Alle realistisch denkbaren Ausführungsoptionen zur Langzeitzwischenlagerung weisen Vor- und Nachteile auf. Eine zunächst nahe liegende Weiternutzung der bestehenden Zwischenlager hätte den grundsätzlichen Nachteil, dass diese nicht im Hinblick auf Betriebszeiten von einigen hundert Jahren ausgelegt wurden. Sie weisen daher einen Mangel an Flexibilität gegenüber Lastannahmen auf, die aufgrund der langen Lagerzeit deutlich über die heutigen Annahmen hinausgehen, oder die auf zusätzlich zu berücksichtigenden Einwirkungen beruhen. Bei Neubauten könnten dem gegenüber die für erforderlich gehaltenen Anforderungen, einschließlich Reserven, von vornherein eingeplant werden. Das dazu notwendige technische Regelwerk und der regulatorische Rahmen wären aber noch zu entwickeln.

15 Übertägige Langzeitzwischenlager böten gegenüber flach untertägigen, also noch oberflächennahen, Bauwerken Vorteile hinsichtlich des Schutzes gegen Überflutungen, sowie hinsichtlich der einfacheren Zuwegung und Instandhaltung. Untertägige Lagereinrichtungen und Tunnellösungen böten gegenüber übertägigen Lagern hingegen Vorteile hinsichtlich der Anlagensicherung und gegen zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen. Mögliche Aufpralllasten können durch Erdüberdeckungen bzw. Anschüttungen gedämpft werden. Tunnellösungen könnten die Überflutungsproblematik vermeiden.

22 Stahlbetonstrukturen gelten bereits heute als vergleichsweise langlebig. Es liegen aber keine Erfahrungen über das Alterungsverhalten von Stahlbeton über Zeiträume von mehreren hundert Jahren vor. Im Laufe der Nutzungsdauer würden daher Sanierungen der Betonstrukturen höchstwahrscheinlich notwendig werden.

27 Die Dichtheit der Lagerbehälter müsste mit Hilfe eines Behälterüberwachungssystems dauerhaft überwacht werden. Handhabungseinrichtungen wie Krananlagen, Flurförderfahrzeuge o. ä. müssten für die Ein- und Auslagerung der Lagerbehälter vorhanden sein und im Hinblick auf ggf. erforderliche Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen an den Lagerbehältern während des gesamten Zeitraums der Langzeitzwischenlagerung betriebsbereit zur Verfügung stehen. Für Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen an den Lagerbehältern, insbesondere am Dichtungssystem, wäre eine Behälterwartungsstation vorzuhalten. Auch eine sog. "heiße Zelle" inkl. Handhabungsequipment für Instandsetzungsmaßnahmen am Primärdeckeldichtsystem und für ein ggf. erforderliches Umladen des Inventars in einen zweiten Lagerbehälter müsste vorhanden sein. Die Verfügbarkeit der verwendeten Komponenten des Dichtungssystems wäre ebenso dauerhaft sicherzustellen wie die erforderliche Energieversorgung.

38 Für den Erhalt der Betriebsbereitschaft der technischen Einrichtungen über lange Zeiträume hinweg wäre ein Wartungs- und Instandhaltungskonzept zu entwickeln, das auch den Ersatz nicht mehr verwendbarer Komponenten vorsieht. Da eine Ersatzteilbevorratung für die gesamte Dauer der Langzeitzwischenlagerung nicht realisierbar ist, muss die Fähigkeit erhalten bleiben, diejenigen Bauteile und Baugruppen, die einer Alterung unterliegen, über den Zeitraum der Langzeitzwischenlagerung bei Bedarf nachfertigen zu können. Auch die Möglichkeit eines kompletten Austauschs der technischen Einrichtungen wäre mit zu berücksichtigen, zumal ein sich weiter entwickelnder Stand der Technik zu Nachrüstungsbedarf führen wird.

47 Die Aufrechterhaltung von Integrität und Handhabbarkeit der Inventare ist eine wichtige Voraussetzung. In der heutigen Nachweisführung zur Sicherstellung der Integrität des Inventars werden einige Aspekte, z. B. chemische Interaktionen, Versprödungsverhalten der Inventare oder Hybrid-Reorientierung, aufgrund des kürzeren Beurteilungszeitraums aus der Betrachtung

ausgeklammert, die für lange Lagerzeiträume neu zu analysieren und in der Folgezeit wiederkehrend zu bewerten wären. Die heute verwendeten Analysemethoden zur Sicherstellung der Inventarintegrität müssten auf ihre Eignung für Langzeitaussagen hin überprüft und ggf. durch neue Bewertungsmethoden ersetzt werden, die ihrerseits erst noch zu entwickeln wären. Die Dokumentation der Inventare und der Behälter müssten so umfassend sein, dass auch nach längerer Zeit eine grundlegende Bewertung mit Basisdaten möglich wäre. Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist die generationenübergreifende Speicherung und Auffindbarkeit der Daten sowie der Erhalt ihrer Lesbarkeit.

Aus heutiger Sicht wäre bei der Planung einer Langzeitzwischenlagerung zu unterstellen, dass die Anforderungen an die Integrität und Handhabbarkeit abgebrannter Brennelemente nicht über den gesamten geplanten Lagerzeitraum aufrechterhalten werden können. Es wären daher Konzepte zu entwickeln, die bei Hinweisen auf unerwünschte Schädigungen angewandt werden könnten (z.B. die Brennelemente neu zu verpacken).

Die Sicherung eines Langzeitzwischenlagers gegenüber Dritten erfordert neben baulichen und technischen Sicherungseinrichtungen auch Sicherungspersonal oder staatliche Einsatzkräfte. Dabei wären mindestens die gleichen technischen Einrichtungen und Systeme erforderlich, die zur Sicherung der derzeitigen Zwischenlagerung eingesetzt werden. Hierzu gehören passive Einrichtungen (z. B. verstärkte Wände) und aktive Systeme (z. B. elektronische Überwachungseinrichtungen).

Über einige hundert Jahre hinweg gewinnt außerdem die Auslegung der Anlagen gegenüber Einwirkungen bei kriegerischen Auseinandersetzungen an Bedeutung. Unabhängige Medienversorgung, befristeter personalloser Betrieb, regelmäßiges Update der Maßnahmen gegen Beschuss/Flugkörperabsturz und eine Bevorzugung untertägiger Lagerformen wären die Konsequenzen.

Es wären also bereits in der Planung spezifische, von heutigen Annahmen ggf. abweichende Lastannahmen (inkl. zu unterstellenden Tatmustern, Auslegungstätern, Hilfsmitteln und Tätervorgehen) als Auslegungsgrundlage neu festzulegen, aufgrund des langen Betrachtungszeitraum verbunden mit der Verpflichtung, diese in regelmäßigen Abständen und bei erkanntem Bedarf durch die zuständigen Behörden zu evaluieren. Ob langfristig eine hieraus folgende regelmäßige Ertüchtigung der Sicherungsmaßnahmen technisch möglich ist, so dass auch Angriffe mit verbesserten oder neuartigen Tat- und Hilfsmitteln beherrscht werden können, kann aus heutiger Sicht nicht prognostiziert werden.

#### 5.4.1.2 Nichttechnische Einflussgrößen

Bei einer über mehrere Jahrhunderte dauernden Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle sind nicht nur Fragen der technischen Machbarkeit und Sicherheit in den Blick zu nehmen. Es sind vielmehr auch die Randbedingungen und deren mögliche Änderung zu berücksichtigen, die die Fähigkeit einer Gesellschaft beeinflussen, die mit der Zwischenlagerung verbundenen Aufgaben dauerhaft verantwortungsvoll zu erfüllen.

Der hohe Spezialisierungsgrad der Behältertechnologie, die Wartungsarmut der Behälter selbst und die nach Beendigung der Kernenergienutzung fehlende Inlandsnachfrage können dazu führen, dass bereits in wenigen Jahrzehnten ein Erhalt der erforderlichen Kompetenzen in Deutschland nicht mehr ohne weiteres vorausgesetzt werden kann. Ähnliches gilt für die Fähigkeit zum Umgang mit den hoch radioaktiven Abfällen, sei es im Rahmen von Behälterreparaturen, Umverpackung oder in Zusammenhang mit den auf eine Langzeitzwischenlagerung folgenden Entsorgungsschritten bis hin zur Realisierung der Endlagerung. Die Verfügbarkeit qualifizierten technischen, wissenschaftlichen und administrativen Personals für eine zukünftige Nischen-Technologie der Langzeitzwischenlagerung kann nicht als sicher gelten. Mit dem Verlust von Know-how können aber Einbußen an der Qualität im Umgang mit den Abfällen einhergehen.

1 Es wäre also eine Herausforderung, die benötigten Kompetenzen in der erforderlichen Qualität  
2 über einige hundert Jahre aufrecht zu erhalten.

3 Demografische Effekte wie Bevölkerungsrückgang und -konzentration in urbanen Räumen  
4 können auf lange Sicht auch Fragen der Standortauswahl und der Auslegung von Langzeitwi-  
5 schenlagern beeinflussen. Je nach Standort wäre beispielsweise der Aufwand für den Erhalt der  
6 erforderlichen externen Infrastruktur (Zufahrten, Medienversorgung) auf lange Sicht zuneh-  
7 mend dem Lager selbst zuzurechnen, das ggf. der alleinige Nutzer der Infrastruktur wäre.

8  
9 Unter regulatorischen Gesichtspunkten wäre eine Langzeitzwischenlagerung hoch radioaktiver  
10 Abfälle über einige hundert Jahre, unter Verzicht auf ein aktives Verfahren mit dem Ziel der  
11 Endlagerung, mit dem heutigen nationalen und europäischen Rechtsrahmen nicht kompatibel.  
12 Der Nachweis der Erfüllung der heutigen atomgesetzlichen Genehmigungsvoraussetzungen  
13 wird für ein mehrhundertjähriges Vorhaben nicht zu erbringen sein. Eine potenzielle Entschei-  
14 dung in diese Richtung müsste also eine weitgehende Überarbeitung der atomgesetzlich gere-  
15 gelten Verfahrens- und Verwaltungsgrundlagen inklusive des untergesetzlichen Regelwerkes  
16 nach sich ziehen, verbunden mit einer grundsätzlichen Neuorientierung der Sicherheitsphiloso-  
17 phie im Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen. Für die Genehmigung und deren Aufrechter-  
18 haltung wird es neuer Konzepte bedürfen, die geeignet sind, mit Genehmigungsvorbehalten  
19 umzugehen, die sich aus den langfristig nicht prognostizierbaren Einflüssen auf das Sicherheits-  
20 und Sicherungskonzept ergeben.

21  
22 Sinnvoller Weise müsste eine Langzeitzwischenlagerung in staatlicher Zuständigkeit erfolgen,  
23 um die erforderliche Kontinuität zu ermöglichen. Hinsichtlich der mit der Genehmigung und  
24 Aufsicht verbundenen Aufgaben läge es aus heutiger Sicht nahe, diese bei einer Behörde auf  
25 Bundesebene zu konzentrieren, um Kompetenzen zu bündeln, Schnittstellen zu optimieren und  
26 Kosten zu begrenzen. Insofern wären verschiedene Änderungen der heutigen Zuständigkeits-  
27 verteilung bei der Zwischenlagerung erforderlich. Die Akteurs- und Meinungsvielfalt im Zu-  
28 sammenhang mit der Langzeitzwischenlagerung wird während eines langfristigen Betriebs sehr  
29 wahrscheinlich erheblich schwinden, so dass Prozesse demokratischer Entscheidungsfindung  
30 unter Beteiligung von Öffentlichkeit und Stakeholdern kaum möglich sein werden.

31  
32 Die Finanzierung einer Langzeitzwischenlagerung wirft gegenüber der heutigen Praxis eine  
33 Reihe offener Fragen auf, z. B. zum Begriff der Sicherstellung (§ 9a AtG), zur Aufrechterhal-  
34 tung des Verursacherprinzips, zur rückwirkenden Geltendmachung von Mehrkosten oder zur  
35 Umwidmung von Rücklagen, die für die Endlagerung gebildet wurden. Die Kosten für Errich-  
36 tung, Betrieb und Überwachung der Zwischenlager wären zusätzlich zur Endlagervorsorge auf-  
37 zubringen. Der derzeit vorhandene Rechtsrahmen des Atomgesetzes bzw. der Endlagervoraus-  
38 leistungsverordnung bedürfte einer entsprechenden Weiterentwicklung.

39 Unabhängig von der gewählten Ausführungsoption des Langzeitzwischenlagers dürfte der er-  
40forderliche Zeitbedarf bis zu seiner Inbetriebnahme mehrere Jahrzehnte umfassen. Gar nicht  
41 quantifizierbar ist dabei der vorlaufende Prozess des gesellschaftlichen und politischen Diskur-  
42 ses, der zunächst zu einem Konsens für die Langzeitzwischenlagerung als Paradigmenwechsel  
43 gegenüber der heutigen Sichtweise führen müsste. Unter den derzeit gültigen genehmigungs-  
44 rechtlichen Randbedingungen ist jedenfalls davon auszugehen, dass die Inbetriebnahme eines  
45 geplanten Langzeitzwischenlagers nicht mehr während der derzeitigen Laufzeit der bestehen-  
46 den Zwischenlager möglich wäre.

47  
48 5.4.2.3 Fazit  
49

**Kommentiert [WK2]:** Wie passt der Satz zu einem Endla-  
ger, das ebenfalls ein mehrhundertjähriges Vorhaben darstellt?  
Diskussionsbedarf

1 Eine heute zu treffende Entscheidung für eine Langzeitzwischenlagerung über einige Jahr-hun-  
2 derte wäre mit dem Eingeständnis verbunden, dass unter den heutigen Sicherheitsanforderun-  
3 gen, der heutigen Risikowahrnehmung und den heutigen gesellschaftlichen Randbedingungen  
4 keine Lösung für den dauerhaften Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen gefunden wurde,  
5 und dass die hiermit verbundenen Entscheidungen deshalb von zukünftigen Generationen ge-  
6 troffen werden müssten. Die Kommission lehnt deshalb eine Langzeitzwischenlagerung (mit  
7 einer Endlagerung in einigen hundert Jahre) als gezielte Entsorgungsoption ab.

8 Die technischen Randbedingungen einer Langzeitzwischenlagerung sind aus heutiger Sicht  
9 zwar vollständig beschreibbar, ihre langfristige Entwicklung über Zeiträume von einigen Jahr-  
10 hunderten ist aber nur eingeschränkt prognostizierbar. Außerdem werden einige Aspekte ge-  
11 sellschaftlichen Wandels (z. B. Atomausstieg und Demografie) Herausforderungen für den Er-  
12 halt eines Langzeitzwischenlagers bilden. Schließlich kann die gesellschaftliche Stabilität, wie  
13 aus der Geschichte zu lernen ist, über so lange Zeiträume nicht vorausgesetzt werden. Instabi-  
14 litäten wie z.B. kriegerische Auseinandersetzungen und Einwirkungen Dritter müssten in der  
15 Auslegung eines Langzeitzwischenlagers berücksichtigt werden. Freilich erscheint es schwer  
16 vorstellbar, den sicheren Betrieb eines Langzeitzwischenlagers in Phasen schwerer gesell-  
17 schaftlicher Verwerfungen -wie z.B: einem Zusammenbruch der gesellschaftlichen Ordnung zu  
18 gewährleisten.

19 Die Kommission betrachtet die heute verfügbare Technologie der Zwischenlagerung hoch ra-  
20 dioaktiver Abfälle für den derzeitigen, mit der notwendigen Zwischenlagerung über die kom-  
21 menden Jahrzehnte verbundenen, Zweck als technisch ausgereift und hinreichend robust. Die  
22 Planung einer Langzeitzwischenlagerung und die Aufrechterhaltung der Fähigkeit hierzu über  
23 Jahrhunderte hinweg wirft hingegen eine ganze Reihe von Fragen auf und beinhaltet Unsicher-  
24 heiten und damit Risiken, die aus heutiger Sicht gegen eine aktive Verfolgung einer solchen  
25 Strategie sprechen. Nichts desto trotz mag der Gesellschaft eine Langzeitzwischenlagerung auf-  
26 genötigt werden, wenn es nicht gelingt die angestrebte Endlagerung zu realisieren. Die Kom-  
27 mission betrachtet es daher als sinnvoll und notwendig, insbesondere die mit der Alterung von  
28 Behältern und Inventaren verbundenen Effekte im Blick zu behalten und hier auch in Zukunft  
29 Anstrengungen für weitere Erkenntnisgewinne zu unternehmen.

#### 32 Verwendete Literatur

33 TÜV Nord ENSYS, Öko-Institut e.V. (2015). Gutachten zur Langzeitzwischenlagerung abge-  
34 brannter Brennelemente und verglaster Abfälle. K-MAT 44