
**Darstellung und erste Bewertung möglicher Pfade zum Umgang mit
hochradioaktiven Abfallstoffen**

Beschluss der Kommission am 20. April 2015

Die Kommission beschließt:

Die Kommission nimmt das Konzept der AG 3 zur Kenntnis und bittet unter Aufnahme der kritischen Punkte der Diskussion die Arbeit in der AG 3 im Sinne des vorgelegten Papiers fortzuführen.

<p>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. 98 neu K-Drs. /AG3-11 neu</p>

Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe gemäß § 3 Standortauswahlgesetz; Arbeitsgruppe 3

Darstellung und erste Bewertung möglicher Pfade zum Umgang mit hochradioaktiven Abfallstoffen

Beschlussvorlage zur Vorlage in der Kommission am 20. April 2015

Basis: Sitzungen der AG3 am 29.1.2015, 27.02.2015 und 06.03.2015

Zum Vorgehen:

Die in der Diskussion befindlichen Entsorgungspfade hoch radioaktiver Abfälle werden nach Diskussion der verfügbaren Argumente vorläufig in drei Kategorien eingeteilt:

Kategorie A: Aktiv weiterverfolgen und im Detail angesichts des wissenschaftlich-technischen Wissensstandes ausarbeiten

Kategorie B: In Zukunft weiter systematisch beobachten, aber aufgrund erheblicher Unsicherheiten und Zweifel an der aktuellen Realisierbarkeit nicht im Detail ausarbeiten. Die AG 3 wird sich mit dem Stand der einzelnen Pfade der Kategorie B noch einmal vertieft befassen, um im Endbericht der Kommission den aktuellen Status zu dokumentieren, dabei ist auch eine Anhörung vorgesehen. Die wissenschaftliche und technische Weiterentwicklung der Entsorgungspfade der Kategorie B soll auch parallel zur Standortsuche weiter systematisch weitergeführt werden, z.B. durch einen regelmäßigen Statusreport des Bundestages einmal pro Legislaturperiode.

Kategorie C: Angesichts des derzeitigen und absehbaren Wissensstandes unter Angabe klarer Argumente nicht weiter verfolgen. Es ist zwar nicht vollständig auszuschließen, dass Pfade aus dieser Kategorie in Zukunft wieder diskutiert werden, z.B. aufgrund überraschender technischer Entwicklungen, aber hierfür sieht die AG 3 auch bei optimistischer Interpretation des Wissensstandes zurzeit keine Anzeichen.

Auf diese Weise wird der gegenwärtige Stand von Wissenschaft und Technik, aber auch von gesellschaftlichen, z.B. rechtlichen Festlegungen berücksichtigt und wird gleichzeitig ein Höchstmaß an Offenheit für zukünftiges Lernen ermöglicht.

Im Folgenden werden für die in der Diskussion befindlichen Entsorgungspfade folgende Einordnungen vorgenommen, unter Angabe der jeweils maßgeblichen Argumente.

Vorbemerkung zu allen Entsorgungspfaden: Alle hier betrachteten Entsorgungspfade benötigen eine längere Zeit, um realisiert zu werden. Deshalb ist auf jeden Fall eine Fortsetzung der Zwischenlagerung der hochradioaktiven Abfälle erforderlich, nicht nur bis der Entsorgungspfad eingerichtet ist (weil dann nur die ersten zwischengelagerten Abfälle „behandelt“ werden) sondern darüber hinaus schlussendlich bis zur „Behandlung“ des letzten Stücks der zwischengelagerten Abfälle.

Entsorgungspfad 1: Entsorgung im Weltraum

Kurzcharakteristik: Verbringung der Abfälle in den Weltraum außerhalb des Schwerkraftfeldes der Erde,

Einordnung: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

- a) Risiken von Raketenabstürzen: Es wären allein für den deutschen Abfall hunderte bis tausende Raketenstarts erforderlich. Unfälle beim Starten können nicht ausgeschlossen werden (derzeitige Unfallquote 3-7%). Dies würde eine beträchtliche und nicht hinnehmbare Zahl von Unfällen mit der Gefahr weiträumiger radioaktiver Verseuchung bedeuten.
- b) Wenn die Behälter so sicher gemacht würden, dass sie Abstürze unversehrt überstehen, würde die Nutzlast bei Raketenstart drastisch sinken, so dass ihre Zahl stark erhöht werden müsste, mit entsprechenden Risiken und Kosten.
- c) die Abfallverbringung würde außerhalb der deutschen Grenzen erfolgen, Konflikt mit Endlagergesetz und Verletzung des Verursacherprinzips.
- d) Deutschland verfügt über keinen Weltraumbahnhof und wäre auch von der geographischen Lage nicht geeignet. Die Abfälle müssten über weite Strecken ins Ausland zu einem Weltraumbahnhof transportiert werden.
- e) Völkerrechtlich ist das Verbringen von Abfällen in den Weltraum verboten.

Entsorgungspfad 2: Entsorgung im antarktischen oder im grönländischen Inlandeis

Kurzcharakteristik: Einsinkenlassen von Behältern (wärmeerzeugend!) in das mehrere Kilometer dicke antarktische oder grönländische Eis.

Einordnung: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

- a) Die Abfallverbringung würde außerhalb der deutschen Grenzen erfolgen, was zu einem Konflikt mit Standortauswahlgesetz und zu einer Verletzung des Verursacherprinzips führt.

- b) Der Antarktisvertrag verbietet eine Abfalleinlagerung dort. Hinsichtlich Grönland existiert ein analoges Verbot Dänemarks.
- c) Die Abfälle müssten über weite Strecken transportiert werden.
- d) Schwankungen des Klimas (auch über den aktuellen anthropogenen Klimawandel hinaus) machen eine langfristige Einlagerung riskant.
- e) Bei Absinken der Behälter bis zum Schmelzwasser an der Eisbasis ist eine Freisetzung der hochradioaktiven Stoffe in die Ökosphäre wahrscheinlich.

Entsorgungspfad 3: Entsorgung in den Ozeanen

Kurzcharakteristik:

- Pfad 3.1 Versenkung im Meer unter Annahme des Verdünnungsprinzips; dies wurde für schwach/mittel radioaktive Abfälle früher praktiziert
- Pfad 3.2 Verbringung in geeigneten Behältern in Sedimentschichten unterhalb des Meeresbodens in Tiefseezonen
- Pfad 3.3 Einbringung in Subduktionszonen und damit letztlich in das Erdinnere außerhalb der Ökosphäre

Einordnung: Pfad 3.1: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Pfad 3.2: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Pfad 3.3: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

- a) Die Abfallverbringung würde außerhalb der deutschen Grenzen erfolgen. Dies führt zu einem Konflikt mit Standortauswahlgesetz und zur Verletzung des Verursacherprinzips.
- b) Völkerrechtliches Verbot (Konvention zum Schutz der Weltmeere).
- c) Freisetzung der Schadstoffe und ihre Verdünnung (Pfad 3.1) bürdet die Belastung durch deutsche Abfälle der ganzen heutigen und zukünftigen Menschheit auf und ist damit ethisch nicht vertretbar.
- d) keine Fehlerkorrekturmöglichkeit (Pfade 3.1 - 3.3)
- e) Die Art und Weise des Einbringens in Sedimentschichten in der Tiefsee (Pfad 3.2) ist ingenieurtechnisch ungelöst; Verhinderung der Schadstofffreisetzung ins Meerwasser ein ungelöstes Problem
- f) Einbringung in Subduktionszonen (Pfad 3.3) geologisch und technisch unsicher, keine Nachverfolgbarkeit

Entsorgungspfad 4: Dauerlagerung an der Erdoberfläche oder erdoberflächennah

Kurzcharakteristik: Es wird darauf verzichtet, überhaupt bzw. in absehbarer Zeit ein Endlagerkonzept zu entwickeln. Stattdessen wird entweder

- Pfad 4.1 die Dauerlagerung der Abfälle auf unabsehbare Zeit in Form eines oberirdischen und damit ständig zu kontrollierenden und kontrollierbaren Lagers vorgesehen, oder
- Pfad 4.2 die Lagerung der Abfälle auf sehr lange Zeit (z.B. mehrere hundert Jahre) in Form eines oberirdischen oder oberflächennahen und damit ständig zu kontrollierenden und kontrollierbaren Lagers vorgesehen mit der Option, irgendwann dennoch auf ein Endlagerkonzept umzusteuern (dies ist die aktuelle Endlagerpolitik in den Niederlanden)

Einordnung: Pfad 4.1: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Pfad 4.2: Kategorie B (weiter beobachten)

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

- Die Dauerlagerung (Pfad 4.1) würde zukünftigen Generationen auf unabsehbare Zeit Belastungen und Risiken aufbürden.
- Der Pfad 4.1 setzt voraus, dass zukünftige gesellschaftliche Entwicklungen die Fähigkeiten zur unabdingbaren Kontrolle des Lagers nicht gefährden. Gesellschaftliche Entwicklungen können jedoch angesichts der extrem langen Zeiträume nicht vorausgesagt werden.
- Der Pfad 4.2 mit langer Zwischenlagerung von mehreren hundert Jahren mit der Option anschließender Endlagerung unterscheidet sich nur graduell von Endlagerkonzepten, die ebenfalls längere (wenngleich nicht so lange) Zeiten der Zwischenlagerung bis zur Einlagerung in das Endlager zwangsläufig vorsehen müssen.
- Der Pfad 4.2 ist letztendlich eine „Wait and see“-Strategie ohne eine Vorstellung von der endgültigen sicheren Verbleib der Abfälle.

Entsorgungspfad 5: Endlagerung in der Erdkruste

Kurzcharakteristik:

- Pfad 5.1: Tiefe Bohrlöcher: Bohrlöcher mit einem Durchmesser von mehreren Metern und mehreren tausend Metern Tiefe. Nach Einlagerung der Abfallbehälter werden die Bohrlöcher verschlossen.
- Pfad 5.2.: Einlagerung der Abfälle in ein Endlagerbergwerk: Einlagerung in Bergwerken in Salz, Tonstein oder Kristallingestein – damit ist der Pfad 5.2 eigentlich eine „Pfadfamilie“ (siehe Überblicksdiagramm für diese Pfadfamilie am Ende). Alle Varianten dieser Pfadfamilie weisen Elemente der Reversibilität, der Rückholbarkeit und der Bergbarkeit auf.

Pfad 5.3: Einlagerung der Abfälle in ein Endlagerbergwerk in Salz, Tonstein oder Kristallingestein **ohne** Elemente der Reversibilität, der Rückholbarkeit und der Bergbarkeit. Die AG3 schließt einen solchen Pfad aus.

Einordnung: Pfad 5.1: Kategorie B (weiter beobachten)
Pfadfamilie 5.2: Kategorie A (aktiv weiterverfolgen)
Pfad 5.3: Kategorie C (nicht weiter verfolgen)

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

Pfad 5.1: Bohrtechnologie mit mehreren Metern Durchmesser derzeit nicht verfügbar

Verschluss des Bohrloches in mehreren tausend Metern Tiefe technisch extrem anspruchsvoll und nicht erprobt,

Keine genaue Kenntnis des Wirtsgesteines in großer Tiefe,

Behandlung möglicher Havarieprobleme ungelöst,

Bergbarkeit extrem schwierig bis unmöglich,

Pfad 5.2: zusammen mit Pfad 5.3 bestuntersuchtes Konzept in Deutschland und weltweit,

bietet je nach Auslegung ein hohes Maß an Flexibilität (Rückholbarkeit, Bergbarkeit, Reversibilität von Entscheidungen ...) und Fehlerkorrekturmöglichkeit,

kann auf der Zeitachse sehr unterschiedlich ausgelegt werden (z.B. Zeitdauer des Offenhaltens des Bergwerks),

bietet die Perspektive, dass spätere Generationen ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr belastet werden,

bietet den besten Kompromiss zwischen Endlagerung in tiefen geologischen Schichten und ingenieurtechnischer Prognosemöglichkeit für das Endlagerverhalten

Pfad 5.3: Flexibilität und Möglichkeiten zur Korrektur fehlen

Nicht robust gegenüber heute nicht vorhergesehenen Änderungen der Randbedingungen.

Vorstufe zur Entsorgung, aber kein abschließender Entsorgungspfad: Transmutation

Kurzcharakteristik: kerntechnische Behandlung der hoch radioaktiven Abfälle zur Verringerung der Langlebigkeit und des langfristigen Risikos der verbleibenden Abfälle;

kein abschließender Entsorgungspfad, da eine Verringerung der radioaktiven Abfälle und ihrer Risiken auf Null nicht möglich ist. Die verbleibenden Abfälle müssen danach trotzdem einer Endlagerung zugeführt werden.

Einordnung: Kategorie B (weiter beobachten) oder Kategorie C (nicht weiter verfolgen) [*die AG 3 wird sich noch einmal damit befassen und einen endgültigen Vorschlag für die Einordnung machen*]

Maßgebliche Gründe (Kurzfassung):

- a) Transmutation ist technisch noch in der Entwicklung und kann nicht abschließend beurteilt werden,
- b) Transmutation würde das Aufrechterhalten einer kerntechnischen Industrie erfordern (vergleichbar zur Wiederaufbereitung), dies wird jedoch durch das deutsche Atomgesetz untersagt,
- c) auch bei optimistischen Annahmen besteht die Notwendigkeit der Entwicklung eines Entsorgungskonzeptes zum langfristigen Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen weiter. Die Reduktion der Abfallmenge und der Menge der langlebigen Radionuklide verändert die Anforderungen an ein Endlagerkonzept nicht wesentlich.
- d) Transmutation kann eine flankierende Maßnahme sein, z.B. im Zusammenhang mit dem Entsorgungspfad 5.2, löst aber nicht das Endlagerproblem.

Empfehlung der AG3

Vor diesem Hintergrund empfiehlt die AG 3 der Kommission:

- Die Entsorgungsoptionen der Kategorie C werden aus dem weiteren Beratungsprozess der Kommission ausgeschlossen.
- Zu den Entsorgungsoptionen der Kategorie B wird dem Deutschen Bundestag empfohlen, ihre weitere Entwicklung (z.B. neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse) systematisch zu beobachten und im Hinblick auf mögliche neue Handlungsoptionen auszuwerten. Die AG3 führt zu diesen Entsorgungsoptionen Anhörungen durch, arbeitet den aktuellen Stand belastbar auf und stellt Prüffragen zusammen, die bei der späteren Beobachtung aus heutiger Sicht wichtig sind.
- Die Entsorgungsoptionen der Kategorie A werden im weiteren Beratungsprozess detailliert ausgearbeitet mit dem Ziel, hieraus eine im Konsens zu verabschiedende Entsorgungspfadfamilie zu entwickeln, auf deren Grundlage dem Deutsche Bundestag eine Standortsuche empfohlen werden soll.
- Die hier vorliegenden Einschätzungen werden zu einem Bericht an die Kommission erweitert und einen (in noch zu definierender Form) Teil des Endberichts der Kommission darstellen.

Pfad

Endlager-
konzept

Wirtsgestein

Lagerung
Wirtsgestein

Zeitraum

Einlagerungs-
konzept

Pfadfamilie 5.2

Kategorie A (aktiv
weiterverfolgen)

Geologische Tiefenlagerung mit Rückholbarkeit/Bergbarkeit

Pfad 5.1

Kategorie B (nicht Stand von
Wissenschaft und Technik –
weiter zu beobachten)

Stand 23.03.2015

Bergwerk
(bis ca. 1500 m Tiefe?)

Bohrlochlagerung
(bis 5000 m Tiefe oder mehr?)

Salz

Tonstein

Kristallin
meist Magmatite (z. B. Granit)

Heterogen

flach
(d.h. im Schichtverband,
nicht verfalltet, nicht
zwingend horizontal)

Salzkissen bisher
nicht betrachtet
(flach, komplexerer
Unterbau möglich)

steil
(Salzstöcke, komplexer
Unterbau)

flach
(d.h. im Schichtverband,
nicht verfalltet, nicht
zwingend horizontal)

Nicht relevant bei den
Magmatiten

heterogen

Betriebsphase: viele Jahrzehnte
Rückholbarkeit: während der
Betriebsphase
Bergbarkeit: mindestens 500
Jahre

Betriebsphase: viele Jahrzehnte
Rückholbarkeit: während der
Betriebsphase
Bergbarkeit: mindestens 500
Jahre

Betriebsphase: viele Jahrzehnte
Rückholbarkeit: während der
Betriebsphase
Bergbarkeit: mindestens 500
Jahre

Betriebsphase: viele Jahrzehnte
Rückholbarkeit: während der
Betriebsphase
Bergbarkeit: mindestens 500
Jahre

Betriebsphase: Dauer unklar
Rückholbarkeit: unklar, ob und
wie realisierbar
Bergbarkeit: unklar, ob und
wie realisierbar

Strecke
(inkl. horiz.
Bohrloch)

Strecke
(inkl. horiz.
Bohrloch)

Bohrloch
(vertikal,
150 bis 300m)

Strecke
(inkl. horiz.
Bohrloch)

Bohrloch
(horizontal: ein oder mehrere Behälter,
vertikal: "kurz", ein oder mehrere Behälter)

Bohrloch
(Mehrere Bohrlöcher,
Bohrlochfächer?)
(vertikal, bis 5000 m oder
mehr)