

1   **Vorschlag für ein Kapitel 6.6: Anforderungen an eine Einlagerung weiterer radioaktiver**  
2   **Abfälle**

3   Bearbeitungsstand: 27.05.2016

6   **6.6   Anforderungen an eine Einlagerung weiterer radioaktiver Abfälle**

8   **6.6.1   Priorität: Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle**

10   Gesetzesziel<sup>1</sup> des Standortauswahlverfahrens ist die Auswahl eines Standortes für ein Endlager  
11   insbesondere für hoch radioaktiver Abfälle, aber nicht ausschließlich für hoch radioaktive Abfälle. Die  
12   Kommission kam daher, auch mit Blick auf das von der Bundesregierung am 12. August 2015  
13   beschlossene Nationale Entsorgungsprogramm<sup>2</sup> und den dort beschriebenen Bedarf, neben den hoch  
14   radioaktiven Abfällen auch bestimmte schwach- und mittelradioaktive Abfälle an dem auszuwählenden  
15   Standort endzulagern, darin überein, auch notwendige Randbedingungen für eine Endlagerung von  
16   schwach-, mittel- und hoch radioaktiven Abfällen an einem Endlagerstandort zu formulieren (s. a.  
17   Kapitel 1.3). Die Kommission hat diesbezüglich in ihrer 17. Sitzung am 19.11.2015 folgenden Beschluss  
18   gefasst:

20   "Im Bericht werden insbesondere die Auswahlkriterien für einen Standort für HAW-Abfälle dargestellt.  
21   Er wird sich auch mit Empfehlungen für die Lagerung der Asse-Abfälle, von Abfällen aus der  
22   Urananreicherung sowie der sonstigen „nicht Konrad-gängigen“ schwach- und mittelradioaktiven  
23   Abfälle beschäftigen. Dazu gehören auch Aussagen, welche Randbedingungen erfüllt sein müssen,  
24   damit sie mit den HAW-Abfällen endgelagert werden können."<sup>3</sup>

26   Mithin genießt nach Auffassung der Kommission die Auswahl eines Standorts für ein Endlager für hoch  
27   radioaktive Abfälle Priorität: Der Lösung dieses Problems gegenüber betrachtet die Kommission die  
28   zusätzliche Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle am gleichen Standort als nachrangig.  
29   Sie darf insbesondere nicht zu einer Verringerung des Sicherheitsniveaus für die hoch radioaktiven  
30   Abfälle führen.

32   Hieraus folgt, dass im Standortauswahlverfahren primär die Eignung von Standorten für die  
33   Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle geprüft und die Standortoptionen schrittweise auf die  
34   Standortentscheidung hin eingeengt werden. Das in den vorangegangenen Kapiteln 6.3 bis 6.5  
35   beschriebene Verfahren und die hierfür anzuwendenden Kriterien dienen primär diesem Zweck. Im  
36   Rahmen der Abwägung von Standorten, die sich für eine Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle eignen,  
37   ist dann zusätzlich zu prüfen, ob ein Standort auch die Randbedingungen für ein zusätzliches Endlager  
38   oder einen Endlagerbereich für schwach- und mittelradioaktive Abfälle erfüllt.

40   Die Entsorgungskommission (ESK) hat im Ergebnis ihrer Beratungen im Mai 2016 ein  
41   Diskussionspapier<sup>4</sup> zum gleichen Thema veröffentlicht, das sich ausführlich mit den technisch-  
42   wissenschaftlichen Ansprüchen an die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle am  
43   Standort des Endlagers für hoch radioaktive Abfälle auseinandersetzt. Die Kommission hat dieses  
44   Diskussionspapier zur Grundlage ihrer diesbezüglichen Beratungen gemacht und schließt sich den hierin  
45   getroffenen Bewertungen und Schlussfolgerung grundsätzlich an.

<sup>1</sup> Vgl. Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013. BGBI. I S. 2553. § 1 Absatz 1.

<sup>2</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015). Nationales  
Entsorgungsprogramm.

[www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Nukleare\\_Sicherheit/nationales\\_entsorgungsprogramm\\_aug\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_aug_bf.pdf) [Stand 24.02.2016].

<sup>3</sup> Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Beschluss der Kommission vom 19. November 2015.  
Weiteres Vorgehen im Hinblick auf das Nationale Entsorgungsprogramm. K.-Drs. 145.

<sup>4</sup> Vgl. Entsorgungskommission (2016). Diskussionspapier zur Endlagerung von Wärme entwickelnden  
radioaktiven Abfällen, abgereichertem Uran aus der Urananreicherung, aus der Schachtanlage Asse II  
rückzuholenden Abfällen und sonstigen Abfällen, die nicht in das Endlager Konrad eingelagert werden können,  
an einem Endlagerstandort. K-MAT 60.

1

2 **6.6.2 Schwach- und mittelradioaktive Abfälle zur potenziellen Endlagerung am gleichen**

3 **Standort**

4

5 Im Nationalen Entsorgungsprogramm und im Diskussionspapier der ESK sind folgende Abfallarten und  
6 grob abgeschätzte Mengen an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen angegeben, für die das  
7 Endlager Konrad nicht zur Verfügung steht und für die daher eine Endlagerung am Standort des  
8 Endlagers für hoch radioaktive Abfälle geprüft werden soll<sup>5</sup>:

9

- 10 • Abfälle aus der Urananreicherung ( $> 100.000 \text{ m}^3$ )
- 11 • rückzuholende Abfälle aus der Schachtanlage Asse II (bis zu  $220.000 \text{ m}^3$ )
- 12 • sonstige Abfälle, die nicht in das Endlager Konrad eingelagert werden können ( $> 6.000 \text{ m}^3$ )

13 Die oben angegebene Schätzwerthe geben die Größenordnung der zu erwartenden Abfallmengen wider.  
14 Im Detail sind sie aus heutiger Sicht unbestimmt:

15

- 16 • Die Abfallmenge aus der Urananreicherung ist abhängig davon, wie lange die Urananlage in  
17 Gronau betrieben wird, mit welcher Kapazität sie während der Gesamtbetriebszeit betrieben  
18 wird, welche Abreicherungsgrade vorliegen, und außerdem davon, welcher Anteil des  
19 anfallenden abgereicherten Urans vom Anlagenbetreiber einer Verwertung zugeführt wird. Erst  
20 mit dem Ende des Anlagenbetriebs wird hier die Abfallmenge feststehen.
- 21 • Der tatsächliche Anfall der Abfälle aus der Schachtanlage Asse, sowohl hinsichtlich ihrer  
22 Menge als auch ihrer Charakteristika, ist ebenfalls nur mit sehr großer Unsicherheit zu  
23 prognostizieren und wird erst nach der Rückholung und Konditionierung aller rückgeholten  
24 Abfälle feststehen.
- 25 • Letztlich wird sich auch die Menge der sonstigen nicht für das Endlager Konrad geeigneten  
26 Abfälle erst im Zuge der Produktkontrolle der für das Endlager Konrad vorgesehenen Abfälle  
27 ergeben. Denn Abfälle, bei denen es sich herausstellt, dass sie nicht erfolgreich  
28 produktkontrolliert werden können, werden damit zu sonstigen nicht für das Endlager Konrad  
29 geeigneten Abfällen.
- 30

31 Es handelt sich also um eine volumenmäßig noch unbestimmte, aber sicher große Menge, ein Vielfaches  
32 des für die hochradioaktiven Abfälle anzusetzenden Volumens. Sie wird sich auf den Platzbedarf des  
33 Endlagers maßgeblich auswirken, sowohl was die Einlagerungsbereiche unter Tage als auch die  
34 Betriebseinrichtungen über Tage betrifft.

35 Zudem ist sie stofflich sehr komplex zusammengesetzt. Von den Abfällen können durch Reaktion  
36 untereinander und mit ihrer Umgebung Auswirkungen ausgehen, die vom Eintrag von  $\text{CO}_2$  aus der  
37 Zersetzung organischer Bestandteile, dem Eintrag von Wasserstoff aus der Metallkorrosion,  
38 Veränderungen des pH-Wertes bis hin zum Eintrag löslicher Salze, Komplexbildner und ggf. weiterer,  
39 bis dato noch nicht näher bestimmter Stoffe reichen können<sup>6</sup>. Umgekehrt können die eingelagerten  
40 Abfälle unter den Einfluss des von den hoch radioaktiven Abfällen ausgehenden Wärmeeintrags geraten  
41 und hierauf mit sich ändernden chemischen Reaktionen und/oder Reaktionsgeschwindigkeiten  
42 reagieren. Von diesen Auswirkungen gehen Risiken für das Endlager aus, die so zu minimieren sind,  
43 dass sie die Betriebs- und Langzeitsicherheit in keiner Weise beeinträchtigen.

44

45 **6.6.3 Ausschluss von Querbeeinflussungen der sicheren Endlagerung: Anforderungen an den**

46 **Standort und an die Konditionierung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle**

47

---

5 genauer aufgeschlüsselt in: Entsorgungskommission (2016). Diskussionspapier zur Endlagerung von Wärme  
6 entwickelnden radioaktiven Abfällen, abgereichertem Uran aus der Urananreicherung, aus der Schachtanlage  
Asse II rückzuholenden Abfällen und sonstigen Abfällen, die nicht in das Endlager Konrad eingelagert werden  
können, an einem Endlagerstandort. Tabelle 1. K-MAT 60.

6 a.a.O. Tabelle 1. K-MAT 60.

1 Die Endlagerkommission nennt in ihrem Diskussionspapier zwei zentrale Maßnahmenkategorien<sup>7</sup> die  
2 dazu dienen, negative Wechselwirkungen zu minimieren oder zu vermeiden: Konditionierung der  
3 schwach- und mittelradioaktive Abfälle und räumliche Trennung der Einlagerungsbereiche. Beide  
4 Maßnahmenkategorien sind auch aus Sicht der Kommission unverzichtbar, wenn eine Endlagerung von  
5 hochradioaktiven sowie schwach- und mittelradioaktiven Abfällen am gleichen Standort realisiert  
6 werden soll.

7  
8 Insbesondere an die erforderliche Konditionierung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle sind  
9 hierbei sehr hohe Anforderungen zu stellen, die zudem für das den Standort jeweils prägende  
10 Wirtsgestein und das zugehörige Endlagerkonzept spezifisch sein werden. Grundsätzlich muss dabei  
11 eine weitgehende Inertisierung erreicht werden, mit der insbesondere eine die Einschlussqualität in  
12 Frage stellende Gasbildung weitgehend vermieden wird. Das Diskussionspapier der ESK<sup>8</sup> nennt hier als  
13 relevante Parameter die Beständigkeit und Korrosionsresistenz der Abfallbehälter, die Fixierung der  
14 Radionuklide in der Abfallmatrix sowie den Wassergehalt und den Gehalt an organischen Verbindung  
15 in den Abfällen. Entsprechende Konditionierungsmaßnahmen wären Trocknung, Pyrolyse o.ä. für  
16 organische Substanzen, Einschmelzen metallischer Bestandteile bis hin zur Verglasung mineralischer  
17 Substanzen oder Einbindung in keramische Werkstoffe. Hinzu käme ggf. eine vorherige Abtrennung  
18 von Salzen (insbesondere für die Abfälle aus der Schachtanlage Asse II) unter Rückhaltung,  
19 Rückgewinnung und separater Konditionierung leicht löslicher Radionuklide.

20  
21 Der Preis für eine gemeinsame Endlagerung wäre also eine sehr umfangreiche Konditionierung. Die  
22 Kommission ist wie die ESK<sup>9</sup> der Auffassung, dass die hierfür erforderlichen Anlagen die Kapazitäten  
23 heute üblicher Konditionierungseinrichtungen bei weitem übertreffen würden. Damit ist nicht  
24 ausgesagt, dass diese Konditionierungseinrichtungen am gleichen Standort wird das Endlager entstehen  
25 müssten, dennoch ergäbe sich selbstverständlich auch für die übertägigen Anlagen des  
26 Endlagerstandorts mindestens ein zusätzlicher Bedarf an Lager- und Handhabungs-Kapazitäten.

27  
28 In Abhängigkeit von der Konditionierung ergäbe sich am Ende des Prozesses das erforderliche Volumen  
29 der endzulagernden Abfallgebinde, für das am gemeinsamen Standort ein oder mehrere geeignete  
30 Endlagerbereiche auszuweisen wären. Zwar ist bei der Endlagerung der schwach- und  
31 mittelradioaktiven Abfälle kein thermisch bedingter Mindestanstand der Gebinde wie bei den hoch  
32 radioaktiven Abfällen zu berücksichtigen. Dennoch wird der Raumbedarf dieser Abfälle das  
33 erforderliche Volumen des Endlagerbergwerks deutlich vergrößern, wahrscheinlich vervielfachen.

34  
35 Die außerdem erforderliche räumliche Trennung der hoch radioaktiven Abfälle von den schwach- und  
36 mittelradioaktiven Abfällen wird zum einen durch die Minimierung des Wärmeeinflusses der  
37 hochradioaktiven Abfälle bestimmt. Zum anderen betrachtet die Kommission hinsichtlich der hoch  
38 radioaktiven Abfälle das Konzept des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) als das zu  
39 bevorzugende Konzept (**s. Kapitel 5.5.4**). Der Nachweis der Integrität des ewG wird dabei eine  
40 gemeinsame Endlagerung aller Abfälle in einem einzigen ewG kaum ermöglichen, jedenfalls würde ein  
41 solches Ziel die Standortauswahl maßgeblich einschränken. Realistischer wäre die Einlagerung in,  
42 bezogen auf die Einschlussqualität, voneinander unabhängigen Endlagerbereichen am gleichen  
43 Standort. Dies böte auch die Möglichkeit, für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle  
44 Einlagerungsbereiche auszuweisen, die besser auf die spezifischen Eigenschaften dieser Abfälle (z.B.  
45 Korrosion und Gasbildungspotenzial) ausgerichtet sind als der für die hochradioaktiven Abfälle  
46 ausgewiesene ewG. Dabei wäre im konkreten Fall auch zu prüfen, ob die schwach- und  
47 mittelradioaktiven Abfälle in gleicher Tiefenlage oder auch in geringere Tiefe, mithin auch in einem  
48 gänzlich anderen Wirtsgestein, eingelagert werden können. Unabhängig davon hat diese Form der  
49 konsequenter Trennung der Einschlussbereiche in jedem Fall Einfluss auf den Platzbedarf des  
50 Endlagers.

51  
7 a.a.O. Kap. 7. K-MAT 60.

8 a.a.O. S. 12. K-MAT 60.

9 a.a.O. S. 13. K-MAT 60.

1 Letztlich berührt eine Endlagerung aller Abfallarten an einem Standort die Frage nach der Bergbarkeit  
2 der hoch radioaktiven Abfälle nach Verschluss des Endlagers<sup>10</sup>. Lässt sich die Rückholbarkeit der hoch  
3 radioaktiven Abfälle während des Betriebs durch entsprechende betriebliche Maßnahmen, insbesondere  
4 die Trennung der Materialströme bei der übertägigen und untertägigen Handhabung, wahrscheinlich  
5 darstellen, so schränkt der Bergbarkeitsanspruch über einen Zeitraum von 500 Jahren nach Verschluss  
6 des Endlagers die Ausweisung von Einlagerungsbereichen für schwach und mittelradioaktive Abfälle  
7 deutlich ein: am Standort muss das Auffahren eines Bergungsbergwerks (vgl. Kapitel 5.5.2 und 6.3.5)  
8 möglich sein, ohne dass die benachbart oder auch in geringerer Tiefe darüber lagernden schwach- und  
9 mittelradioaktiven Abfälle dies behindern.

10

#### 11 **6.6.4 Transparentes Verfahren: Berücksichtigung und Kommunikation der möglichen** 12 **Einlagerung weiterer radioaktiver Abfälle von Beginn an**

13

14 Obwohl das Standortauswahlverfahren prioritär auf einen für hoch radioaktive Abfälle geeigneten  
15 Standort ausgerichtet ist, ist die Möglichkeit, dass an dem letztendlich bestimmten Standort zusätzlich  
16 auch eine große Menge an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen endgelagert werden soll, im Sinne  
17 der Transparenz des Verfahrens von vorneherein auch bei der Kommunikation über den  
18 Standortauswahlprozess und bei der Öffentlichkeitsbeteiligung zu berücksichtigen. Es wäre dem  
19 Verfahren nicht angemessen, einen Endlagerstandort für hoch radioaktive Abfälle auszuwählen und erst  
20 dann über die Möglichkeiten zur Einlagerung weiterer Abfälle zu diskutieren. Schließlich entstehen in  
21 der Konsequenz für die betroffene Region zusätzliche Belastungen, die sich aus der Errichtung des  
22 Endlagers inklusive Übertageeinrichtungen sowie aus Transport, Lagerung und Handhabung der  
23 schwach- und mittelradioaktiven Abfälle ergeben.

24 Im Standortauswahlverfahren ist daher von Beginn an eine klare Aufgabenstellung zu formulieren, die  
25 die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle einschließt, und die über die im Standortauswahlgesetz  
26 enthaltene Öffnungsklausel "insbesondere"<sup>11</sup> hinausgeht. Auszuwählen ist ein Standort, der sich  
27 vorrangig für die Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle eignet, und an dem optional zusätzlich  
28 schwach- und mittelradioaktive Abfälle endgelagert werden können, ohne die Langzeitsicherheit des  
29 Endlagers für hoch radioaktive Abfälle zu beeinträchtigen.

30 Mit der Betonung der Priorität der Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle kann dabei das  
31 Standortauswahlverfahren im Hinblick auf die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle durchaus zu  
32 folgenden unterschiedlichen Ergebnissen und daraus folgenden Konsequenzen führen:

- 33
- 34 • Es wird ein Standort ausgewählt, an dem neben den hoch radioaktiven Abfällen auch die  
35 schwach- und mittelradioaktiven Abfälle, wie im nationalen Entsorgungsprogramm  
36 vorgesehen, endgelagert werden sollen.
  - 37 • Es wird ein Standort ausgewählt, an dem neben den hoch radioaktiven Abfällen nur ein Teil der  
38 schwach- und mittelradioaktiven Abfälle ebenfalls endgelagert werden kann, sei es aufgrund  
39 räumlicher Beschränkungen oder aufgrund der Beschränkung auf bestimmte Abfallarten. Für  
40 die verbleibenden Abfälle oder Abfallarten ist dann ein anderer Standort auszuwählen.
  - 41 • Es wird kein Standort für die Endlagerung aller Abfallarten gefunden, stattdessen wird ein  
42 Standort ausschließlich für hoch radioaktive Abfälle ausgewählt. In der Konsequenz ist dann  
43 für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle ein anderer Standort auszuwählen.

44 Mit diesen möglichen Ergebnissen des Standortauswahlverfahrens hat die Berücksichtigung der im  
45 Nationalen Entsorgungsprogramm genannten schwach- und mittelradioaktiven Abfälle nicht zuletzt

---

<sup>10</sup> Die Sicherheitsanforderungen des BMU aus dem Jahr 2010 für die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle verzichten darauf, im Falle einer Mitendlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle auch für diese Abfallfraktionen Anforderungen an Rückholbarkeit oder Bergbarkeit zu formulieren. Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010). Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. K-MAT 10.

<sup>11</sup> Vgl. Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013. BGBl. I S. 2553. § 1 Absatz 1, Satz 1.

1 auch Auswirkungen auf den Status von Standortregionen, die im Verlauf des Verfahrens als  
2 Rücksprungoption zurückgestellt werden: Je nach Ergebnis kann es notwendig werden, die zurück  
3 gestellten Standorte daraufhin zu überprüfen, ob sie sich als Endlager für schwach- und mittelradioaktive  
4 Abfälle eignen; jedenfalls wäre der Kenntnisstand über diese Standorte hierbei heranzuziehen.

### 6.6.5 Fazit

9 Die Auswahl eines Standorts für ein Endlager für hoch radioaktive Abfälle hat im  
10 Standortauswahlverfahren nach Auffassung der Kommission Priorität vor einer zusätzlichen  
11 Endlagerung nicht Konradgängiger schwach- und mittelradioaktiver Abfälle. Grundsätzlich ist denkbar,  
12 an einem Standort für ein Endlager für hoch radioaktive Abfälle auch Bereiche zur Endlagerung  
13 schwach- und mittelradioaktiver Abfälle auszuweisen. Hierfür ist eine gegenseitige negative  
14 Beeinflussung der Sicherheit, einerseits durch die Wärmeleistung der hoch radioaktiven Abfälle,  
15 andererseits durch die chemische Zusammensetzung und die Gasbildung aus den schwach- und  
16 mittelradioaktiven Abfällen, auszuschließen. Zentrale Maßnahmen hierfür sind die langzeitig wirksame  
17 räumliche Trennung der Lagerbereiche und eine Konditionierung der schwach- und mittelradioaktiven  
18 Abfälle, mit der diese im Hinblick auf Gasbildungspotenzial, chemische Gradienten und  
19 Temperaturstabilität weitgehend inertisiert werden. Gleichzeitig darf die Bergbarkeit der hoch  
20 radioaktiven Abfälle nicht beeinträchtigt werden. Die Einhaltung dieser Randbedingung hat erhebliche  
21 Auswirkungen auf die Größe des Endlagers unter Tage, die Geometrie und Lage der  
22 Einlagerungsbereiche, die Konditionierung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle und die am  
23 Standort über Tage erforderlichen Anlagen.

24  
25 Es ist nach Auffassung der Kommission auch nicht auszuschließen, das im Zuge des  
26 Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für insbesondere hoch radioaktive Abfälle ein für alle  
27 Abfälle geeigneter Standort nicht gefunden wird. Stellt sich im Laufe des Standortauswahlverfahrens  
28 heraus, dass voraussichtlich keine Standorte in die engere Wahl genommen werden können, an denen  
29 auch Endlagerkapazitäten für schwach- und mittelradioaktive Abfälle realisiert werden können, so hat  
30 dies Konsequenzen für das Vorhaben einer Endlagerung an einem gemeinsamen Standort. Die  
31 Realisierung eines Endlagers für die hoch radioaktiven Abfälle hat nach Auffassung der Kommission in  
32 jedem Fall Priorität. Für die nicht Konradgängigen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle muss dann  
33 eine hiervon unabhängige Endlagerung herbeigeführt werden, ggf. unter Rückgriff auf bereits  
34 untersuchte Standorte.

35  
36 Die Entscheidung, ob oder inwieweit an einer Endlagerung am gleichen Standort festgehalten werden  
37 kann, kann in jeder Phase des Standortauswahlverfahrens fallen, daher muss diese Fragestellung auch  
38 regelmäßig Gegenstand der Berichterstattung des Vorhabenträgers und von Beginn an Gegenstand der  
39 Öffentlichkeitsbeteiligung sein.