

AGO-Antworten zu Fragen der A2B bzgl.

Trennung von Kernbrennstoffen und schwach- und mittelradioaktiven Abfälle der Schachtanlage Asse II.

Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO)

Projektträger Karlsruhe (PTKA) – Abteilung Entsorgung

Bühler, M.; Stacheder, M.

Sachverständige der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel

Brückner, U.

Gellermann, R.

Hoffmann, F.

Kreusch, J.

Krupp, R.

Abgestimmte Endfassung vom 09.11.2022

Veranlassung

Mit E-Mail vom 07.10.2022 hat das A2B-Koordinierungsbüro die AGO über einen für den 14.10.2022 in Wolfenbüttel anberaumten Workshop zur Zukunft des Asse-II-Begleitprozesses informiert. Geplanter Themenschwerpunkt sollten die noch verbliebenen Optionen für das Zwischenlager für die rückgeholten Abfälle sein, insbesondere die von der AGO in ihrer Stellungnahme (AGO 2020) zum BGE-Rückholplan (BGE 2020) vorgeschlagene Trennung von Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen sowie deren Umlagerung.

Im Vorfeld wurden der AGO Fragen von der Asse-II-Begleitgruppe zu dieser Thematik gestellt und auf dem Workshop diskutiert. Die AGO wurde gebeten, die Antworten im Nachgang zur Sitzung zu verschriftlichen. Die folgenden Fragen wurden erörtert:

1. Fragen zu Menge, Platzbedarf und Zwischenlager

1.1 Welche Mengen an Kernbrennstoffen sind in der Schachtanlage Asse II gelagert?

Die AGO hat bereits in ihrer Stellungnahme zum Rückholplan (AGO 2020) darauf hingewiesen, dass die von der BGE deklarierten Mengen an Kernbrennstoff im Inventar der Asse wesentlich zu hoch angesetzt sind. Nach den im AtG und StrlSchG definierten Anforderungen sind Kernbrennstoffe i. e. S. des Gesetzes nur solche Gebinde, die mehr als 15 Gramm der Plutoniumisotope Pu-239 und Pu-241 oder mit den Uranisotopen U-235 bzw. U-233 angereichertem Uran enthalten. Die Anzahl dieser Gebinde wurde bisher von der BGE noch nicht abgeschätzt, da man planerisch von einem sowieso nach AtG zu errichtenden Zwischenlager ausgegangen ist.

In der Stellungnahme zum Rückholplan der BGE hat die AGO mit Bezug auf das Gesamtinventar an Pu-239 von 22 kg eine Zahl von 1500 Gebinden angegeben, die bei einer völlig gleichmäßigen Verteilung (alle Gebinde, die Plutonium enthalten haben genau 15 Gramm!) mehr als 15 Gramm Pu-239 enthalten könnten. Obwohl Pu-241 zum Zeitpunkt der Einlagerung die größte Aktivität aller im Inventar aufgeführter Radionuklide enthielt (nach TÜV 2013 insgesamt $6,78E+15$ Bq) ist die damit verbundene Masse von Pu-241 aufgrund der relativ kurzen Halbwertszeit von 14,4 Jahren gering (ca. 1,7 kg).

Bei dieser Rechnung wurde aber außer Acht gelassen, dass selbst die kleinsten eingelagerten Fässer ein Fassungsvermögen von 200 Litern haben und ihre durchschnittliche Masse nach Angaben in TÜV (2013) bei einer mittleren Dichte von 1,5 kg/l mit ca. 300 kg veranschlagt wird. Das bedeutet, dass nach dem oben beschriebenen (gleichverteilten) Rechenansatz nur höchstens 500 Gebinde mit

Pu-239 in der für Kernbrennstoffen nötigen Menge überhaupt möglich sind. Bei einer realistischen Ungleichverteilung ist die Anzahl um eine Größenordnung kleiner, kann also mit ca. 50 Gebinden abgeschätzt werden, die als Kernbrennstoff im rechtlichen Sinne zu erwarten sind.

In den Auswertungen des TÜV zum Kernbrennstoffinventar (TÜV 2011) sind mehrfach Angaben zu Gebindezahlen und den darin deklarierten Kernbrennstoffmassen aufgeführt. Fast alle diese Angaben laufen auf Kernbrennstoffgehalte hinaus, die nach den Annahmebedingungen des früheren Betreibers Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH (GSF) aus den 1970er Jahren unter 15 g Kernbrennstoff je 200 l (GSF 1971) bzw. 15 g je Abfallbehälter (GSF 1975) liegen und damit wie „sonstige radioaktive Stoffe“ behandelt werden konnten. Nur für den September 1972 wird in TÜV (2011) vermerkt, dass in 14 Gebinden die Einlagerungsbedingungen nicht eingehalten wurden: *„Einzelne Fässer würden gemäß den Paketanhängern bis zu max. 1173 g Plutonium enthalten.“*

Hinsichtlich der Menge an angereichertem U-235 sind die Abschätzungen schwieriger. Aus den zusammengefassten Inventardaten der Einlagerungskammern (TÜV 2013) ergibt sich, dass nur in den Kammern 5/750, 10/750 und 8a/511 bezogen auf das Gesamtinventar an Uran eine signifikante Anreicherung von U-235 ausgewiesen wird. Eine Schätzung aufgrund der Daten zu den Gesamtinventaren der Einlagerungskammern ergibt, dass nur ca. 5 – 6 kg U-235 in angereicherter Form im Inventar enthalten sind (bei insgesamt ca. 600 kg U-235 im gesamten Inventar der radioaktiven Abfälle). Das bedeutet, dass bei einer Gleichverteilung weniger als 150 Gebinde Kernbrennstoff in Form von mit U-235 angereichertem Uran rechnerisch möglich wären und bei einer realistischen Verteilung es deutlich weniger Gebinde sein sollten. Die Schätzung ist aber unsicher, da durch die Anteile an abgereichertem Uran in den Inventarangaben von TÜV (2013) ein Teil des angereichten Urans „maskiert“ sein kann, d.h. in den Gesamtinventarmengen nicht erkennbar ist.

Insgesamt belegen die Auswertungen, dass es aufgrund der nur groben Deklarationen bei der Ablieferung noch vielfache Unsicherheiten bei der Ermittlung des Kernbrennstoffinventars und insbesondere der Anzahl der Gebinde gibt, die nach den aktuellen Kriterien als Kernbrennstoffe i. e. S. zu deklarieren sind.

Obwohl die aus den Gesamtinventaren geschätzten Gebindezahlen an Kernbrennstoff noch einer vertiefenden Prüfung bedürfen, ist auch unter Einrechnung von Unsicherheiten davon auszugehen, dass „echte“ Kernbrennstoff-Gebinde nur in einer Anzahl von wenigen 100 Stück (evtl. sogar weniger als 100) anfallen werden.

Auf die messtechnischen Herausforderungen bei der Identifizierung und Separierung von Gebinden mit Kernbrennstoff ist hinzuweisen. Sowohl durch zu berücksichtigende Fehlertoleranzen als auch eine gezielte Separierung von Plutonium-haltigen Gebinden mit weniger als 15 g je 100 kg Kernbrennstoff kann sich die Anzahl der Kernbrennstoffgebinde ggf. erhöhen (s. auch Kapitel 3.2).

1.2 Welcher Platzbedarf ergibt sich daraus?

Die BGE bezifferte im Rückholplan (BGE 2020) das Primärvolumen an Gebinden mit 47.000 m³ und von kontaminiertem Salzgrus auf 50.000 m³, woraus sie den Platzbedarf für die Lagerung (inkl. Verpackungsvolumen etc.) mit einem Lagervolumen von insgesamt 200.000 m³ abschätzte. Das Volumen „einiger 100 Gebinde“ kann damit auf „einige 100 m³“ geschätzt werden. Bei einer Stapelhöhe von 3 m genügt folglich eine Stellfläche von 100 m², um 300 Gebinde zu lagern. Der Platzbedarf für die Lagerung der „echten“ Kernbrennstoffe ist folglich sehr überschaubar bzw. hat keine Auswirkungen auf das benötigte Zwischenlagervolumen für schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle.

1.3 Könnten Kernbrennstoffe ggf. an anderen Orten zwischengelagert werden?

Geeignete Läger für Kernbrennstoffe befinden sich z.B. in Gorleben (AZG), Ahaus (BZA), Karlsruhe (KTE), Jülich (FZJ) sowie an den Standorten der Kernkraftwerke mit standortnahen Zwischenlagern. Einzelheiten zu den Standorten sind auf der Webseite der BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung zu entnehmen. Beispielsweise hat der Standort Ahaus eine genehmigte Kapazität von 420 Plätzen an Großbehältern (z.B. Castor-Behälter) und eine aktuelle Belegung mit 329 Behältern. Genehmigt ist das BZA bis 2036. Das AZG in Gorleben hat nach Angaben der BGZ eine Nutzfläche von ca. 5.000 m² und somit 420 Stellplätze für Transport- und Lagerbehälter mit einer genehmigten Gesamtkapazität von 3.800 Mg Schwermetall. Derzeit sind 113 Stellplätze belegt. Die Ausschöpfung des genehmigten radioaktiven Inventars betrug zum 31.12.2019 nur 0,15%. Im AZG werden seit 1984 auch verpackte schwach- und mittelradioaktive Abfälle zwischengelagert, die vor allem aus dem Betrieb der deutschen Kernkraftwerke, aber auch aus Forschung und Industrie stammen. Die Kapazität der 4.500 m² Halle mit sechs Lagergassen beträgt 15.000 m³. Für die Zwischenlagerung sind Container (vergleichbar mit geplanter Konrad-Container Typ IV) und Rundbehälter in Stahl, Beton oder Gusseisen zugelassen. Außerdem gibt es eine vom BASE angemietete staatliche Verwahrung von Kernbrennstoff in Greifswald (s. Webseite BASE).

Weiterhin sind von mindestens einem standortnahen Zwischenlager hinreichende Platzkapazitäten bekannt, allerdings müssten für diese standortnahen Zwischenlager

die Annahmebedingungen geändert werden. Inwieweit das auch für andere Lagerorte zutrifft, müsste noch ermittelt werden. In seiner Verantwortung für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle müsste das BMUV die nötigen Voraussetzungen schaffen.

Grundsätzlich wird in Anbetracht des geringen Platzbedarfs bei einem politischen Wollen eine Lagerung der Kernbrennstoffe in bestehenden Anlagen von der AGO als machbar eingeschätzt.

2. Ergänzende Fragen zu den Voraussetzungen

2.1 Gibt es tatsächlich freie Kapazitäten für diese Art von Müll in der notwendigen Größenordnung?

Nach Meinung der AGO ja (siehe Antwort 1.3).

2.2 In welchem Zwischenlager könnte das sein (Greifswald, Jülich)?

Die Anlagen Gorleben, Ahaus, Karlsruhe, Jülich sowie Greifswald sollten diesbezüglich geprüft werden. Insbesondere AZG Gorleben und BZA Ahaus haben entsprechende Voraussetzungen (Volumen, Stellplätze, Schwermetallmasse).

2.3 Wie wäre der Antrags- und Genehmigungsablauf?

Nach Meinung der AGO ist dazu nach politischer Klärung der Voraussetzungen ein „gewöhnliches“ atomrechtliches Genehmigungsverfahren durchzuführen.

Auf die Notwendigkeit, geeignete atomrechtlich und verkehrsrechtlich zugelassene Behälter für den Transport zu bekommen (für Kernbrennstoffe Typ B(U)), ist hinzuweisen.

3. Ergänzende Fragen zu den konzeptionellen Konsequenzen

3.1 In welchem Maße würde sich die räumliche Dimension des Zwischenlagers für den restlichen Atommüll verringern?

Aufgrund der geringen Anzahl an Kernbrennstoffgebinden praktisch gar nicht (siehe Antwort zu 1.2)

3.2 In welchem Maße würde sich das Gefahren- und Belastungspotential des Zwischenlagers für den restlichen Atommüll für die Bevölkerung in der Umgebung verringern?

Zur Abschätzung des Anteils, um den sich das radiologische Gefahrenpotential der rückgeholten Abfälle durch eine separate Lagerung der Kernbrennstoffe verringern würde, wurde das radiotoxische Potential der Abfälle hinsichtlich einer Exposition

durch Inhalation und einer Exposition durch Ingestion errechnet. Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage der Inventardaten aus TÜV (2013). Die dort zum Stichtag 01.01.1980 aufgeführte Aktivität der Radionuklide „r“ in jeder Einlagerungskammer (in Becquerel - Bq) wurden um den radioaktiven Zerfall bis zum (noch) geplanten Beginn der Rückholung 2033 zeitkorrigiert und mit der so errechneten Aktivität wurden nuklidspezifische Toxizitätsindizes „TI_r“ berechnet mit den Formeln:

- für die Inhalation:

$$TI_r^{Inh} = \sum_k A_{r,k} DK_r^{Inh}$$

- für die Ingestion

$$TI_r^{Ing} = \sum_k A_{r,k} DK_r^{Ing}$$

Die Dosiskoeffizienten „DK_r“ wurden aus dem vom BMU im Bundesanzeiger (BAnz 2001) veröffentlichten Daten für die Referenzperson „Beschäftigte“ für den „TI^{Inh}“ und die Referenzperson „Säugling“ (Altersgruppe 0 -1 a) für den „TI^{Ing}“ entnommen. Soweit für die Inhalation von Beschäftigten mehrere Dosiskoeffizienten für unterschiedliche Lungenabsorptionsklassen im Bundesanzeiger (BAnz 2001) aufgeführt sind, wurde der jeweils höchste Wert in den Berechnungen verwendet. Die Dosiskoeffizienten geben die strahlenbiologische Wirksamkeit je inkorporierter Aktivitätsmenge in [Sv/ Bq] an.

Um eine Einschätzung über die Verringerung des radiologischen Gefahrenpotentials bei Separierung der Kernbrennstoffe vornehmen zu können, wurden die Anteile der einzelnen Radionuklide „r“ an der Summe der „TI_r“ über das Gemisch aller Radionuklide im Aktivitätsinventar als relativer Toxizitätsindex („TI_{relativ}“) berechnet.

- Für die Inhalation:

$$TI_{relativ_r}^{Inh} = \frac{TI_r^{Inh}}{\sum_r TI_r^{Inh}}$$

- für die Ingestion

$$TI_{relativ_r}^{Ing} = \frac{TI_r^{Ing}}{\sum_r TI_r^{Ing}}$$

Die so errechneten Werte „TI_{relativ}“ lassen erkennen, welche Radionuklide bei einer (unfallbedingten) Freisetzung in die Umwelt die höchsten Dosis**anteile** verursachen können. Sie sind unabhängig von der Höhe der möglichen Exposition und erlauben auch keine Aussage über die Höhe möglicher Expositionen. In Abbildung 1 sind für den Expositionspfad Inhalation die prozentualen Anteile des Americiumisotops

Am-241 und der Summe aller im Abfall ausgewiesener Plutonium-Isotope am Radiotoxizitätsindex der jeweiligen Einlagerungskammer dargestellt. Abbildung 2 zeigt das analoge Bild für einen Expositionspfad Ingestion, wie er z.B. bei einer Kontamination landwirtschaftlicher Produkte auftreten würde. Die Radionuklide Am-241 und die Pu-Isotope sind besonders relevant, da sie als alpha-strahlende Nuklide die höchsten Dosiskoeffizienten bei Inkorporationen (Inhalation, Ingestion) aufweisen.

Im Ergebnis der Rechnungen zeigte sich:

- Die prozentualen Anteile des Americiumisotops Am-241 und der Plutonium-Isotope (Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241 und Pu-244) am Radiotoxizitätsindex sind für die beiden betrachteten Expositionspfade (Inhalation, Ingestion) und die dabei betrachteten, unterschiedlichen Referenzpersonen (Säugling, Beschäftigte) sehr ähnlich. Das mit dem Radiotoxizitätsindex „TIRelativ“ bewertete Radiotoxizitätspotential ist daher eine geeignete Größe, um die Veränderung des Gefahren- und Belastungspotentials des Zwischenlagers bei einer separaten Lagerung der Kernbrennstoffe zu beurteilen.
- Der mit Abstand größte Beitrag von ca. 50% am Radiotoxizitätspotential der Abfälle stammt vom Am-241.
- Die Plutonium-Isotope liefern darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag zum Radiotoxizitätspotential der Abfälle.
- Von den anderen Radionukliden trägt nur das Strontiumisotop Sr-90 bezüglich eines Ingestionspfades mehr als 1 % zum Summenwert der Radiotoxizität bei (TIRelativ > 1%).
- Das Uranisotop U-235, das bei entsprechender isotopischer Anreicherung ebenfalls als Kernbrennstoff zu klassifizieren ist, trägt im Vergleich mit den anderen Kernbrennstoffen praktisch kaum zum radioökologischen Gefahrenpotential der rückzuziehenden Abfälle bei.
- Das Uranisotop U-233 entsteht in der Kerntechnik (beim Reaktorbetrieb) vor allem durch die Neutronenbestrahlung (Neutroneneinfang) des Thoriumisotops Th-232 als verwendetem Kernbrenn- bzw. Brutstoff. In der Schachtanlage Asse II kommt es nur in Gramm-Mengen im (deklarierten) Abfall vor. Es ist damit für eine Separierung als Kernbrennstoff unbedeutend und spielt auch hinsichtlich des radioökologischen Gefahrenpotentials der Abfälle keine entscheidende Rolle. Das geringe U-233 Inventar stützt die Aussage, dass das in der Schachtanlage befindliche Th-232 nicht als Kernmaterial im Einsatz war, sondern zu großen Teilen aus der Verwendung von Thorium in anderen Bereichen stammt.

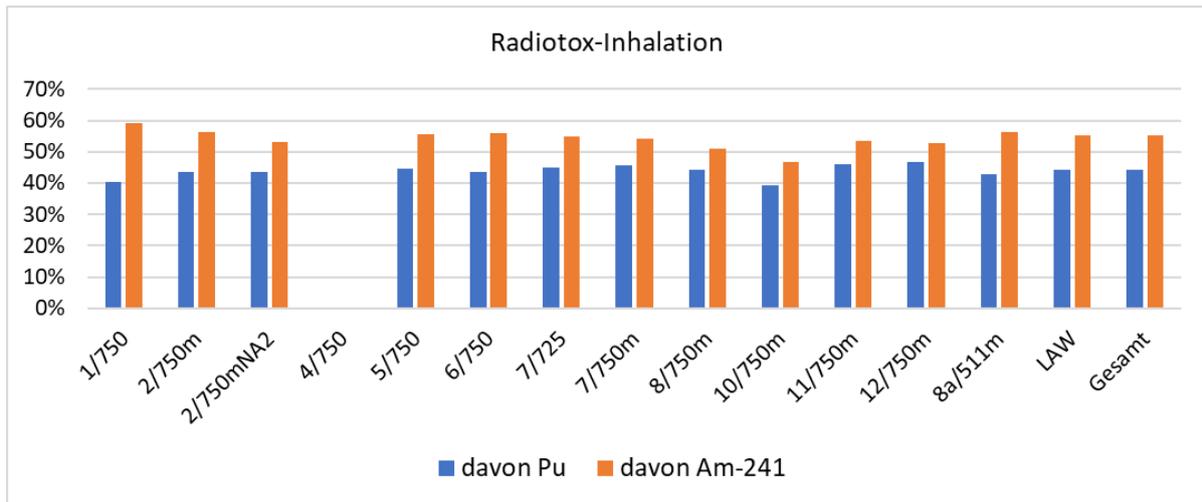


Abbildung 1: Anteile der Pu-Isotope und von Am-241 am Radiotoxizitätsindex TI bezüglich Inhalation für die Abfallinventare in den Einlagerungskammern und für die Summe aller schwach radioaktiven Abfälle (LAW) sowie das gesamte rückzuzuholende Aktivitätsinventar.

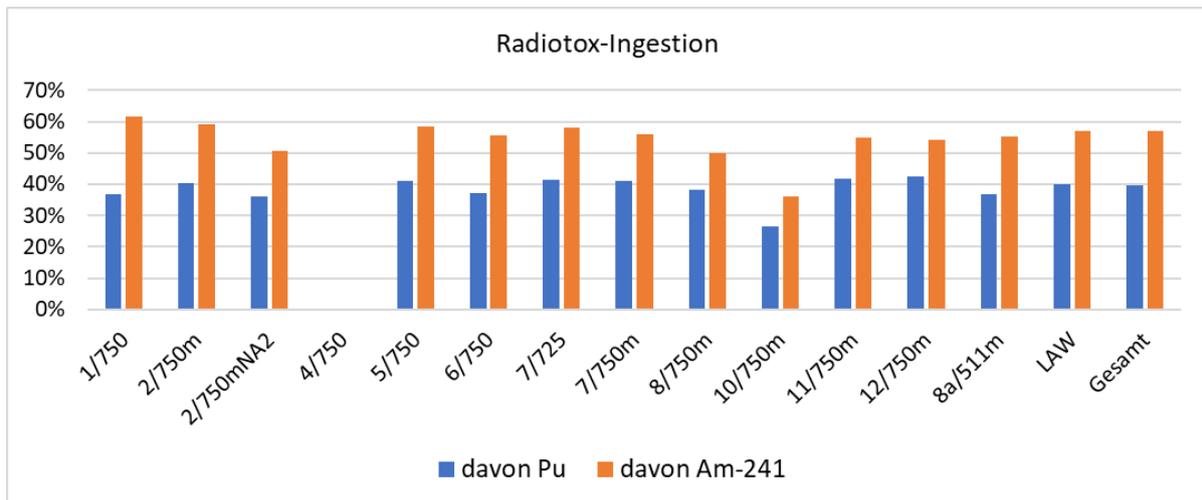


Abbildung 2: Anteile der Pu-Isotope und von Am-241 am Radiotoxizitätsindex TI bezüglich Ingestion für die Abfallinventare in den Einlagerungskammern und für die Summe aller schwach radioaktiven Abfälle (LAW) sowie das gesamte rückzuzuholende Aktivitätsinventar.

Für die Bewertung dieser Ergebnisse sind weitere Fakten bedeutsam.

- Von den o.g. Pu-Isotopen sind nur Pu-239 und Pu-241 als Kernbrennstoff im AtG und im StrlSchG benannt. Die gesetzliche Definition des Kernbrennstoffs bezieht sich auf den Massegehalt und somit sind Abfälle mit einem Pu-239-Gehalt von weniger als 15 g je 100 kg nach den gesetzlichen Regelungen als „sonstige radioaktive Stoffe“ zu klassifizieren (s. Antwort zu 1.1).
- Durch den radioaktiven Beta-Zerfall von Pu-241 (Halbwertszeit 14,3 Jahre) entsteht das mit einer Halbwertszeit von 432 Jahren wesentlich längerlebige Am-241. Da zum Bezugszeitpunkt der Abfalldeklaration (01.01.1980) das

Pu-241 mit einer Gesamtaktivität von $6,78E+15$ Bq die höchste radionuklid-bezogenen Aktivität aller im Asse-Inventar aufgeführter Radionuklide aufwies und diese Aktivität bis zum Jahr 2033 zu mehr als 90 % zerfallen sein wird, stammt das im Jahr 2033 im Asse-Inventar enthaltene Am-241 überwiegend aus dem Zerfall von Pu-241.

Um zu beurteilen, ob die Separierung und getrennte Lagerung von kernbrennstoffhaltigen Gebinden mit Pu-239 auch das Am-241-Inventar reduziert und damit die in einem Zwischenlager für „sonstige radioaktive Stoffe“ verbleibende Radiotoxizität der Abfälle bedeutend reduziert werden kann, hat die AGO den Bericht (TÜV 2011) ausgewertet, in dem auch Angaben zu den Ablieferern der Kernbrennstoffe enthalten sind. Dokumentierte Einlagerungen mit Kernbrennstoff erfolgten demnach im Zeitraum November 1971 bis ins Jahr 1978. Hauptanteil am Kernbrennstoffinventar in der Schachanlage Asse II hat nach Angaben in TÜV (2011) die Gesellschaft für Kernforschung (GfK)/Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK). Der von GfK angegebene Pu-Vektor enthält:

- 90 Massen% Pu-239 und 10 Massen% Pu-240 im Juni 1972;
- 92 Massen% Pu-239 und 8 Massen% Pu-240. Später noch einige geringere Verschiebungen sowie eine Deklaration von Pu-241 ab 1975.

Zusammenfassend kommt der Bericht (TÜV 2011) auf der Grundlage der Kernbrennstoffmeldungen von GfK/KfK beginnend mit 1971 bis zum Einlagerungsende 1978 auf 28,102 kg Plutonium mit der Isotopenzusammensetzung:

0,051 kg Pu-238, 23,736 kg Pu-239, 2,616 kg Pu-240, 1,510 kg Pu-241 und 0,189 kg Pu-242.

Die übrigen Ablieferer haben insgesamt 14,8 g Plutonium (1968 - 1978) ohne Aufschlüsselung der Isotopenzusammensetzung abgeliefert, was aber wegen der sehr geringen Menge für die Kernbrennstoffdeklaration vernachlässigbar ist.

Auf die nicht mit den Masseangaben übereinstimmenden Aktivitätsdeklarationen von Plutonium, die zu einer Unterschätzung führen können, wird im Bericht (TÜV 2013) eingegangen. Im Ergebnis der Überprüfungen der von GfK/KfK abgelieferten Abfälle kommt der TÜV zum Ergebnis: *„Bei der Berechnung des Aktivitätsinventars mit Hilfe der Datenbank ASSEKAT/PAI kommt diese mögliche Aktivitätsunterschätzung jedoch nicht zum Tragen, da die Berechnung der Aktivitäten der einzelnen Plutoniumisotope anhand der in den Begleitlisten bzw. Kernbrennstoffmeldungen deklarierten Plutoniumgesamtmasse und separater in ASSEKAT/PAI hinterlegter Plutonium-Isotopenzusammensetzungen erfolgt“.*

Nach allen in den Inventaruntersuchungen enthaltenen Angaben war die hohe Aktivität von Pu-241 in den Abfällen in der Schachanlage Asse II auf die Einlagerung von

Abfällen zurückzuführen, die auch die anderen Plutoniumisotope enthielten. Das bedeutet, dass in Abfällen mit dem Kernbrennstoffnuklid Pu-239 mit einem erheblichen Nachwachsen von Am-241 gerechnet werden muss. Die Radiotoxizität des Am-241 ist also an die plutoniumhaltigen Abfälle gekoppelt. Das radiologische Gefahrenpotential des Zwischenlagers würde sich demnach bei einer Separierung und anderweitigen Lagerung der Kernbrennstoffe spürbar verringern. Bezüglich schwerer, auslegungsüberschreitender Unfälle (Flugzeugabsturz), bei denen signifikante Teile des Inventars freigesetzt werden könnten, ist eine deutlich geringere Gefährdung hinsichtlich langfristiger Umweltkontaminationen möglich.

Da nur in relativ wenigen Fässern mehr als 15 g Pu-239 je 100 kg Abfallmasse zu erwarten sind, führt die weiter oben genannte Abschätzung von ca. 50 Fässern á 300 kg, also mehr als 45 g Pu-239 (gerundet ca. 50 g) nur auf eine Reduzierung des Pu-239-Inventars von 2,5 kg und damit nur ca. 10 % der gesamten Plutoniummasse, allerdings auch zu einer Reduzierung von Am-241. Selbst bei einer so geringen Separierung wird das Radiotoxizitätspotential des zwischenzulagernden Abfalls allerdings (rechnerisch) signifikant verringert.

Entscheidend für den Effekt der Kernbrennstoffseparierung dürfte deshalb sein, wie Messunsicherheiten bei der Deklaration der Pu-239-Aktivität im Rahmen der Charakterisierung berücksichtigt werden. Werden im Sinne einer Konservativität auch Abfälle als Kernbrennstoff deklariert und separiert, bei denen der Gehalt an Pu-239 im Rahmen einer Unsicherheitsbetrachtung die gesetzliche Schwelle erreicht, dann könnte der Effekt der radioökologischen Gefahrenreduzierung größer sein.

Der Anteil der Strahlenbelastung durch Direktstrahlung des Zwischenlagers wird sich bei einer anderweitigen Lagerung der Kernbrennstoffe nicht verändern, da für diesen Expositionspfad vor allem die Gammastrahlung des Cäsiumisotops Cs-137+ verantwortlich ist. Der Anteil der Strahlenbelastung infolge Ableitungen müsste noch geprüft werden.

3.3 Wo kann bzw. müsste der kernbrennstoffhaltige Abfall konditioniert werden?

Der kernbrennstoffhaltige Abfall müsste am Standort der Schachanlage Asse II wahrscheinlich vorkonditioniert und transportfähig verpackt werden.

3.4 In welchem Ausmaß müsste die BGE ihre bisherigen Planungen überarbeiten, auch wenn es bei dem Standort S1 (Kuhlager) bliebe?

Die technischen Planungen müssen praktisch nicht überarbeitet aber angepasst werden. Allerdings ergeben sich hinsichtlich des Genehmigungsverfahrens erhebliche Auswirkungen. Da bei einer separaten Lagerung der Kernbrennstoffe das

Zwischenlager nur für die Lagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen ausgelegt werden muss, genügt ein Genehmigungsverfahren nach Strahlenschutzrecht. Federführende Behörde wäre nicht das BASE, sondern die Genehmigung kann vom Land Niedersachsen (NMU) erteilt werden. Hinzuweisen ist aber darauf, dass die Anlagen zur Charakterisierung, Pufferlagerung und Verpackung/(Teil-)Konditionierung auf den Umgang mit Kernbrennstoff ausgelegt sein müssen und eine Genehmigung nach AtG benötigen. Für die Region um die Asse wäre der „Gewinn“ einer separaten Lagerung der Kernbrennstoffe in dem genehmigungsrechtlichen Status des Zwischenlagers zu sehen, der eine anderweitige Verwendung der Anlagen zur Bearbeitung und Lagerung von Kernbrennstoffen in der ferneren Zukunft zumindest einschränkt.

3.5 Ist die (vorschnelle) Begründung der BGE für den Standort S1 (Kuhlager) mit dem Verweis auf die Vermeidung von Transportrisiken noch haltbar, da bei einem Standort-Vergleich die Transporte mit kernbrennstoffhaltigem Abfall außen vor bleiben würden?

Die Transporte von Kernbrennstoff tragen praktisch nicht zur Strahlenexposition durch Direktstrahlung bei, da vor allem Pu-239 nur sehr geringe Gammastrahlen aussendet. Die Neutronenstrahlung ist zwar vorhanden, aber bei den geringen Gebindezahlen sollte sich daraus kein signifikanter Anteil an der externen Dosis ergeben. Der überwiegende Anteil der Strahlenexposition ergibt sich durch die Handhabung der Gebinde für den Transport und das Personal, welches die Transporte durchführt.

Die Vermeidung der Transportrisiken war aber stets nur ein vorgeschobenes Argument der BGE. Um dies zu untermauern, verweist die AGO auf die aktuellen Untersuchungen der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) zu den radiologischen Auswirkungen von Transporten radioaktiver Abfälle hin zum Logistikzentrum Konrad (LoK) in Würgassen und von dort weg zum Endlager Konrad (GRS 2021). Im Ergebnis kommt die GRS zu folgender Einschätzung: *„Die Ergebnisse der aktuellen Berechnungen zeigen zum einen, dass der für die Beförderung radioaktiver Stoffe geltende Grenzwert für die Ortsdosisleistung beim Transport der hier betrachteten Behälter um ein Vielfaches unterschritten wird. Zum anderen wird deutlich, dass bereits in einem Nahbereich von einem bis einigen wenigen Metern Abstand von den Transportcontainern eine ununterbrochene Aufenthaltsdauer von mehreren Tagen bzw. Wochen erforderlich wäre, um den gesetzlichen Grenzwert für die Strahlenbelastung einer Einzelperson aus der Bevölkerung zu erreichen. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen der Transportstudie Konrad 2009, mit der gezeigt wurde, dass die in der Standortregion des Endlagers Konrad zusammenlaufenden Abfalltransporte kein ins Gewicht fallendes radiologisches Risiko für die Bevölkerung, das Transportpersonal und die Umwelt darstellen.“*

Literaturverzeichnis

- AGO (2020): Stellungnahme zur BGE-Unterlage: "Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Rückholplan (Stand 19.02.2020)". Abgestimmte Endfassung vom 06.08.2020.
- BGE (2020): Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) (Stand: 19.02.2020).
- BAnz (2001): BMU: Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition vom 23. Juli 2001, Bundesanzeiger VerlagsGmbH, ISBN 3-89817-159-0.
- GRS (2021): Forscherteam berechnet von Transporten radioaktiver Abfälle für das Logistikzentrum Konrad ausgehende Strahlenbelastung. Pressemitteilung der GRS vom 20. Juli 2021.
- GSF (1971): Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen im Salzbergwerk Asse, Stand: Juli 1971. Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München.
- GSF (1975): Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse, Stand: Dezember 1975. Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München.
- TÜV (2011): Schachanlage Asse II: Bericht zur Überprüfung des Abfallinventars – Überprüfung der Kernbrennstoffdaten – Teil A und Teil B, ETS4-55/2010, Stand: April 2011.
- TÜV (2013): Schachanlage Asse II: Bericht zur Überprüfung des Abfallinventars. 3. Einzelbeauftragung: Überprüfung der sonstigen Abfalldaten. Bericht ETS4-43/2011, Rev. 1, November 2013.