

## **Positionspapier der BUND Atom- und Strahlenkommission (BASK) zum Umgang mit den Abfällen in der ASSE II**

### **Motivation und Ziel des Papiers**

Laut § 57b AtG sollen die in die Schachanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle aus sicherheitstechnischen bzw. Strahlenschutzgründen rückgeholt werden. Gegenwärtig werden vom Betreiber Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) die Voraussetzungen dafür geschaffen.

Für die rückgeholt Abfälle sind kerntechnische Anlagen notwendig, in denen mit ihnen umgegangen werden kann bzw. in denen sie gelagert werden können. In der Region um die Asse (insbesondere von Begleitgruppe und der Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung - AGO) wird seit längerer Zeit gefordert, den Standort für die erforderliche längerfristige Zwischenlagerung im Rahmen eines Kriterien-gesteuerten Verfahrens im Vergleich zwischen Asse-nahen und mindestens zwei Asse-fernen Orten festzulegen. Dies wurde vom vormaligen Betreiber, dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), abgelehnt, der aus Strahlenschutzgründen einen Standort nahe der Asse priorisiert hat. Unabhängig davon wird in jüngerer Zeit von einem Teil der Bürgerinitiativen aus der Region der bisherige Konsens aller Beteiligten, dass ein Pufferlager und die Konditionierung der rückgeholt Abfälle am Asse-Standort erfolgen sollten, infrage gestellt.

Allerdings hat auch der jetzige Betreiber der Schachanlage Asse, die BGE, die Planungen für den Umgang mit den rückgeholt Abfällen Anfang 2018 eingestellt und will sie erst im Zusammenhang mit einer Gesamtplanung wiederaufnehmen. Der vorherige Betreiber BfS hatte immer betont, dass Planung und Genehmigungsverfahren für die übertägigen Anlagen zügig erfolgen müssen, um keine Verzögerung des Rückholungsbeginns zu riskieren.

Vor diesem Hintergrund hält es die BASK für erforderlich eine eigene Position zu diesem Komplex zu erarbeiten, verbunden mit der Formulierung von Rahmenbedingungen und Forderungen für das weitere Vorgehen.

### **Rahmenbedingungen und Forderungen der BASK**

Die Rückholung der in die Asse von 1967 bis 1978 eingelagerten und durch die Lagerung zusätzlich kontaminierten radioaktiven Abfälle aus der Asse sowie der Umgang mit den rückgeholt Abfällen muss nach Überzeugung der BASK unter Berücksichtigung hoher Sicherheits- und Strahlenschutzanforderungen erfolgen. Dabei genügt es nicht gerade noch die gegenwärtigen Vorgaben von Atomgesetz und Strahlenschutzverordnung zu erfüllen. Die Bundesregierung hat die Verantwortung für die Nutzung der Schachanlage Asse II als Forschungsbergwerk und de facto-Endlager. Das Bundesforschungsministerium war quasi Auftraggeber für die Einlagerung der radioaktiven Abfälle und führte von 1967 bis 2008 die Aufsicht über die ehemalige Betreibergesellschaft GSF (ursprünglich Gesellschaft für Strahlenforschung, dann Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, heute Helmholtz-Zentrum). Bedenken gegen den Betrieb wurden nicht ernst genommen. Deshalb hat die Bundesregierung eine besondere Bringschuld. Das bedeutet, es müssen die höchst möglichen Anforderungen erfüllt werden.

Planung und Umsetzung der übertägigen Anlagen müssen zügig erfolgen, um eine Verzögerung der Rückholung auf jeden Fall zu vermeiden. Dabei müssen allerdings Sicherheit und Strahlenschutz Vorrang gegenüber der Schnelligkeit haben.

Die BASK fordert:

- eine möglichst zügige Rückholung aller in die Asse eingelagerten radioaktiven Abfälle und des kontaminierten Salzgruses,
- keine Abschwächung der Strahlenschutzanforderungen für den Umgang mit den Abfällen (Charakterisierung, Konditionierung, Zwischenlagerung, Endlagerung, Transport). Die Abschätzungen für die Strahlenbelastungen durch die Rückholung und die folgenden Umgangsschritte sind konservativ vorzunehmen,
- eine möglichst geringe Strahlenbelastung bei den Umgangsschritten für das mit den Abfällen befasste Personal,
- eine möglichst geringe Strahlenbelastung beim Umgang mit den Abfällen für Personen aus der Bevölkerung in Normalbetrieb und Störfall,
- einen hohen Sicherheitsstandard für die Umgangsschritte bzgl. Abfallzustand, Behälter und Gebäude,
- den unmittelbaren Beginn der Standortauswahl zunächst in der Nähe der Asse für Charakterisierung, Pufferlagerung und Konditionierung unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien des zwischen Betreiber, Begleitgruppe und AGO abgestimmten Kriterienkataloges für den Zwischenlagerstandort und aller Strahlenschutzanforderungen,
- den unmittelbaren Beginn der Kriterien-gesteuerten Standortsuche für die längerfristige Zwischenlagerung unter wesentlicher Berücksichtigung von Strahlenschutzaspekten für Normalbetrieb und Störfall sowie der erforderlichen Transporte,
- bei einer Festlegung der Standorte von übertägigen Anlagen ist neben den Ausschlusskriterien und den technischen und sicherheitstechnischen Abwägungskriterien auch die Rechtfertigung für die Standortauswahl zu berücksichtigen.

## Begründung

### 1. Radioaktive Abfälle

#### • **Asseinventar**

Die Abfälle in der Asse stammen hauptsächlich aus Kernkraftwerken und der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe. Sie sind zum großen Teil in den 1960er Jahren und zum kleineren Teil Anfang der 1970er Jahre entstanden. Zur Einlagerung angeliefert wurden sie überwiegend vom Kernforschungszentrum Karlsruhe. Insgesamt enthalten die Abfälle nach einer Abschätzung der Gutachter des Betreibers auf Grundlage der Einlagerungsdokumentation in der Asse am 01.01.2012 ein Radioaktivitätsinventar von  $2,7 \cdot 10^{15}$  Bq [TÜV 2013] (zum Vergleich genehmigte Inventare: Abfalllager Gorleben  $4,5 \cdot 10^{15}$  Bq, Zwischenlager an Stilllegungsstandorten ca.  $10^{18}$  Bq, Konrad  $5,2 \cdot 10^{18}$  Bq).

#### • **Art, Zustand und Eigenschaften der radioaktiven Abfälle**

Bei der Anlieferung der Abfälle an der Asse wurden für das radioaktive Inventar in der Regel nur Gesamtinventare für die Strahlungsarten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  angegeben, das Inventar von Kernbrennstoffen wurde nuklidspezifisch angegeben. Die Einlagerungsbedingungen sahen im Vergleich zu heute keine differenzierte Auflistung der Radioaktivitätsinhalte von angelieferten Abfallgebinden vor. Eingehalten werden mussten lediglich die internationalen Transportvorschriften, wobei für die Einlagerung bei bis zu 10 % der Gebinde auch höhere Werte zulässig waren. Dies wurde ab 1975 stichprobenartig bei Anlieferung überprüft [HZG 2010]. Nuklidspezifische Angaben für alle Strahlungsarten in den Abfallgebinden wurden nachträglich rekonstruiert [GSF 2002]. Die gegenwärtigen nuklidspezifischen Angaben sind mit Unsicherheiten behaftet und sind als Gesamtangaben für Abfälle bestimmter Ablieferer zu verstehen. Jedoch: „Eine belastbare Aussage zur Plausibilität der von den Ablieferern deklarierten Aktivitäten ist für einzelne Abfallgebinde oder Chargen von Abfallgebinden in der Regel nicht möglich“ [TÜV 2013].

Es handelt sich zum einen Teil um mit Zement, Bitumen oder Styrol verfestigte bzw. mit diesen Materialien ausgegossene Abfallgebinde und zum anderen Teil um nicht weiter behandelte, aber mit Abschirmungsinnebehältern aus verschiedenen Materialien versehene Abfälle.

Die Abfälle wurden in 200- und 400-l-Fässern, in Verlorenen Betonabschirmungen (VBA), in die diese Fässer eingestellt sind, sowie in Sonderbehältern, die größer oder kleiner als die vorstehend genannten sind, in die Asse eingelagert [HZG 2010].

#### • **Was ist nicht bekannt?**

- differenziertes Radionuklidspektrum (einschl. Nuklidinventar) für einzelne Abfallgebinde,
- tatsächliche Ortsdosisleistung vieler Abfallprodukte ohne Abschirmung und Behälter,
- detailliertere chemische Zusammensetzung vieler Abfallprodukte und Abschirmmaterialien,
- gegenwärtiger Zustand der Einlagerungsbehälter,
- Menge des Salzgruses, der durch Behälteroberflächenkontaminationen und/oder durch Wasserzutritt verursachte Freisetzungen aus den Abfallgebinden kontaminiert wurde.

### 2. Rückholung und Umgang mit den Abfällen

Unter Tage wäre für Pufferlagerung, Charakterisierung und/oder Konditionierung der Abfälle das Auffahren neuer Hohlräume in größerem Umfang erforderlich. Dem stehen vor allem zwei Aspekte entgegen:

- Der Salzstock ist durch das Grubengebäude stark durchbaut, was trotz der inzwischen erfolgten Verfüllungen zu einer geringen Gebirgsfestigkeit und einem erhöhten Risiko für Wassereintrich führt. Die Auffahrung neuer Hohlräume muss wegen der Gefahr von Gebirgsveränderungen mit Erhöhung der Wasserzutrittsrate auf das Allernötigste begrenzt werden.
- Die Strahlenbelastung für das Personal bei Durchführung dieser Arbeiten ist unter Tage wegen der räumlichen und arbeitstechnischen Randbedingungen als höher einzuschätzen als über Tage.

Der Betreiber sieht bisher vor, Behälter oder lose Abfälle in Umverpackungsbehälter zu laden und möglichst schnell nach über Tage zu befördern.

Unter Tage sollte aus Sicht der BASK aber schon ohne Durchführung von Messungen registriert werden, um welche Art von Abfällen es sich laut Einlagerungsdokumentation und äußerem Augenschein handelt und in welchem Zustand sie sich befinden (Metall, Anteil Salzgrus, betoniert, bituminiert, Behälterzustand, zerbröseln usw.) sowie aus welcher Einlagerungscharge sie stammen. Im Rahmen der Arbeitssicherheit werden unter Tage an bestimmten Orten im Raum immer Dosisleistungsmessungen und eine Luftüberwachung durchgeführt. Daraus können ebenfalls Hinweise abgeleitet werden, was in den Abfällen enthalten sein kann. Wegen der Arbeitssicherheit müssen Oberflächenkontamination und -dosis der Umverpackungsbehälter gemessen werden.

Aus Sicht der BASK wäre es zielführend, immer möglichst nur Behälter aus der gleichen Einlagerungscharge (gleiche Abfälle, gleiche Herkunft und gleiche Behälter) zu bergen. Auf Grundlage der Einlagerungsdokumentation und der o.g. registrierten Daten sollte über die Häufigkeit der über Tage zu ziehenden Stichproben zur Charakterisierung der Abfälle entschieden werden. Bei Abweichungen der Ergebnisse von den vorher getroffenen Annahmen muss die Anzahl der Stichproben erhöht werden.

Es besteht Zeitdruck durch einen nicht auszuschließenden Wassereinbruch (Wahrscheinlichkeit wächst mit der Zeit). Ziel muss sein, unter Berücksichtigung der Sicherheit so schnell wie möglich rückzuholen, d.h. nicht nur so bald wie möglich anfangen, sondern auch so schnell wie möglich alles herausholen. Daraus ergeben sich zwei wichtige Konsequenzen:

- keine nicht zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit des Personals bzw. zum weiteren Umgang über Tage erforderlichen Arbeiten während der Rückholung unter Tage, wie z.B. Probennahme, nuklidspezifische Messungen oder Abfallbehandlungsschritte,
- den Zeitbedarf für die Genehmigungsverfahren für die übertägigen Anlagen (Charakterisierung, Pufferlagerung, Konditionierung, Zwischenlagerung) möglichst kurz zu halten, damit diese zeitgerecht zur Verfügung stehen und die Rückholung nicht verzögert wird.

Eine Verteilung der Anlagen auf mehrere Bundesländer beinhaltet Risiken. Anlagen könnten wegen unterschiedlichem Verwaltungshandeln nicht optimal aufeinander abgestimmt sein. Außerdem können Verzögerungen auftreten, da Klagen an anderen, Asse-fernen Standorten wahrscheinlicher sind und höhere Erfolgsaussichten haben. Grund dafür könnte z.B. sein, dass am Standort Asse durch die Rückholung der Abfälle ein Benefit bezüglich potenzieller Strahlenbelastungen gegeben ist. Dies wäre für andere Standorte nicht gegeben

### **3. Charakterisierung**

Mit der Charakterisierung muss die möglichst belastbare Feststellung des Radionuklidinventars, der wassergefährdenden Stoffe und der chemischen Zusammensetzung sowie des Feuchtegehaltes und weiterer für den Umgang wichtiger Eigenschaften gewährleistet werden.

Eine Charakterisierung der Abfälle ist wichtig für:

- die Genehmigungsfähigkeit von Transport, Konditionierung und Zwischenlagerung sowie der späteren Endlagerung,
- die Gewährleistung des Strahlenschutzes für Personal und Bevölkerung bei Normalbetrieb und im Störfall,
- die Auswahl des jeweiligen Konditionierungsverfahrens.

Die Anforderungen, die an die Abfälle vor allem bezüglich des Radionuklid- und des stofflichen Inventars für die Endlagerung gestellt werden, sind für den Langzeitsicherheitsnachweis unverzichtbar.

Im Rahmen der Charakterisierung sollte nicht jedes Kilogramm der Abfälle gemessen werden. Vielmehr sind Stichprobenprüfungen nach der unter Punkt 2. „Rückholung und Umgang mit den Abfällen“ genannten Vorgehensweise zielführend.

### **4. Konditionierung**

Zur Konditionierung gehört auch die zwischenlager- und transportfähige sowie ggf. auch die endlagerfähige Verpackung in geeignete Behälter.

Die in der Asse lagernden Abfälle befinden sich in sehr unterschiedlichem Zustand. Sie sind zum Teil im damals üblichen Umfang konditioniert, zum Teil auch einfach in Behälter eingebracht. Es ist mit flüssigen Rückständen

in Behältern zu rechnen. Die Abfallgebinde sind unversehrt oder versehrt und mindestens zum Teil mit festhaftendem Salzgrus versehen. Darüber hinaus muss auch kontaminierter Salzgrus aus der Umgebung der Abfallgebinde in erheblichem Umfang als radioaktiver Abfall rückgeholt und entsorgt werden.

Bisher sind keine belastbaren Bewertungen zur Konditionierung der Abfälle mit dem Ziel, vergleichbare Zustände wie für Abfälle anderer Herkunft zu schaffen, durchgeführt worden. Die BASK geht aber davon aus, dass es für die Art der meisten eingelagerten Abfälle bereits Konditionierungsmethoden gibt. Zu beachten ist aber, dass wahrscheinlich viele Abfälle mit Salz vermischt oder Behälter und/oder Abfälle mit Salz behaftet sein werden, wofür existierende Konditionierungsanlagen nicht ausgelegt sind.

In der Bundesrepublik befinden sich mehrere Konditionierungsanlagen in Betrieb. Grundsätzlich infrage kämen für die Asse-Abfälle aber nur die in den Forschungszentren in Karlsruhe und Jülich sowie beim Entsorgungswerk für Nuklearanlagen (EWN) in Greifswald. Es werden dort zwar möglicherweise Konditionierungsverfahren angewendet, die jeweils auch für einen Teil der eingelagerten Asse-Abfälle eingesetzt werden könnten, aber sie sind nicht spezifisch für diese Abfälle ausgelegt und genehmigt (u.a. mit Salz kontaminiert und höherem Anteil von Kernbrennstoffen) und ihre Kapazität reicht auch nicht aus. Daraus folgt, dass die in der Bundesrepublik in Betrieb befindlichen Konditionierungsanlagen nicht unmittelbar für alle aus der Asse geholten Abfälle einsetzbar sind. Es wären mindestens Änderungsgenehmigungen erforderlich und es müssten mit großer Wahrscheinlichkeit auch neue Anlagen gebaut werden. Darüber hinaus besteht für die Konditionierung von Salzgrus Forschungsbedarf.

Ohne Konditionierung würde keine nachhaltige Erhöhung der Sicherheit im Störfall bei der Zwischenlagerung erreicht und bisherige Endlageranforderungen würden nicht erfüllt. Deshalb ist sie unverzichtbar. Für nicht konditionierte Abfälle besteht im Fall von Transportunfällen ein größeres Risiko als für konditionierte Abfälle. Grund hierfür ist der Zustand der Abfälle. Die Freisetzungsmöglichkeiten sind größer, weil ein größerer Teil der Radionuklide nicht oder nicht mehr in eine feste Matrix eingebunden ist. Deshalb können höhere Strahlenbelastungen auftreten.

## 5. **Zwischenlagerung**

Die Zwischenlagerung ist von der Puffer- oder Bereitstellungslagerung zu unterscheiden. Eine (befristete) Pufferlagerung ist zur Sammlung von Abfällen vor dem nächsten Umgangsschritt erforderlich. Bereitstellungslagerung erfolgt vor einem Abtransport zu einem anderen Standort. Die Zwischenlagerung wird im Fall der Abfälle aus der Asse einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten benötigen. Die Bundesregierung hat für den endgültigen Verbleib dieser Abfälle noch keine Festlegung getroffen. Schacht Konrad ist für diese Abfälle im planfestgestellten Zustand nicht geeignet und das nach Standortauswahlgesetz zu suchende Endlager ist mindestens zunächst auf hoch radioaktive Abfälle begrenzt.

Für die Zwischenlagerung konditionierter Abfälle kann ein höherer Sicherheitsstandard erreicht werden als für unkonditionierte Abfälle. Darüber hinaus ist die Zahl der benötigten Behälter und damit wahrscheinlich auch das Abfallgebindevolumen geringer.

Wegen der voraussichtlich sehr langfristigen Zwischenlagerung müssen höhere Sicherheitsanforderungen erfüllt werden als bei der bisherigen Zwischenlagerung anderer schwach und mittel radioaktiver Abfälle. Deshalb sind der Einsatz von sogenannten störfallfesten Behältern und eine weitgehende Auslegung des Zwischenlagergebäudes gegen Einwirkungen von außen erforderlich. Für die Abfälle mit Kernbrennstoffen sind zusätzliche Sicherheits- und Sicherungsanforderungen zu erfüllen.

## 6. **Transporte**

Die Zahl der notwendigen Transporte ist von den Standorten für den Umgang mit den Abfällen abhängig. Bei vollständigem Umgang am Standort Asse bis zur Endlagerung, müssen alle Abfälle nur einmal in späteren Jahren zum Endlager transportiert werden. Bei externer Zwischenlagerung kommt jeweils ein zweiter Transport wenige Monate nach der Rückholung dazu. Bei zusätzlicher externer Konditionierung kommen weitere ein bis zwei Transporte dazu.

Für die Transporte gibt es rechtliche Vorschriften zum Behälter und zum Zustand der Abfälle, die mindestens eingehalten werden müssen.

## 7. **Strahlenschutz bzw. potenzielle Strahlenbelastungen beim übertägigen Umgang**

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Asse verursacht Strahlenbelastungen für Personal und Bevölkerung. Diese Strahlenbelastungen können im Sinne des Strahlenschutzgesetzes nur wegen der hohen potenziellen Strahlenbelastungen nach einem Wassereintrich in das Bergwerk, wenn die Abfälle dort bleiben, gerechtfertigt werden. Von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) in Braunschweig wurden im Jahr 2009 in grober Abschätzung mit bezüglich der Ausbreitung in den geologischen Formationen konservativen Annahmen im Falle des Absaufens der Asse für mehrere Szenarien mögliche Strahlenbelastungen für Anwohner von über 10.000  $\mu\text{Sv/a}$  und im Spitzenwert bis zu ca. 2.000.000  $\mu\text{Sv/a}$  berechnet [GRS 2009]. Das heißt, wenn die Abfälle in der Asse verbleiben, werden im Fall des Absaufens sowohl die Grenzwerte von § 99 der Strahlenschutzverordnung von 2018 für den Betrieb von Atomanlagen und der Endlagersicherheitskriterien von 1983 für die Langzeitsicherheit eines Endlagers (beide 300  $\mu\text{Sv/a}$ ) als auch der Sicherheitsanforderungen zur Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle von 2010 (100  $\mu\text{Sv/a}$ ) bei weitem überschritten. Diese Überschreitung wäre nicht auf ein Jahr beschränkt, sondern würde über einen sehr langen Zeitraum auftreten.

Beim gegenwärtigen Betrieb der Schachanlage Asse II werden durch die Bewetterung des Bergwerkes Radionuklide in die Umgebung freigesetzt. Die dafür abgeschätzte Dosis für Personen aus der Bevölkerung betrug im Jahr 2014 bis zu 34  $\mu\text{Sv/a}$  [BfS 2016a]. Die Dosis wird vom BfS für 2016 infolge einer anderen Berechnungsvorschrift um etwa den Faktor 10 niedriger abgeschätzt. Wegen der Vergleichbarkeit mit den im Folgenden angegebenen Werten, wird hier der Wert von 2014 aufgeführt.

Unter Strahlenschutzaspekten ist bei der Bewertung des jeweiligen Standortes der Anlagen zur Charakterisierung, Pufferlagerung, Konditionierung und Zwischenlagerung zu beachten:

Für den Normalbetrieb

- Je weiter die Anlagen von Wohn- oder Arbeitsstätten entfernt sind, desto geringer ist die Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung. Diese Sachlage ist jedoch gegen Belastungen durch Transporte abzuwägen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei sicherheitsgerichteter Puffer- und Zwischenlagerung die Strahlenbelastung in einer Entfernung von mehr als 500 m vergleichsweise gering ist. In einer Parameterstudie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) für die Direktstrahlung aus dem Zwischenlager in 170 m Entfernung eine Dosis von ca. 10  $\mu\text{Sv/a}$  und in 500 m Entfernung von knapp 0,2  $\mu\text{Sv/a}$  abgeschätzt [STEAG 2014]. Durch eine stärkere Auslegung des Lagergebäudes wäre eine Minimierung dieser Dosen möglich.
- Für das Zwischenlager wird in einer zweiten Parameterstudie von einer Dosis durch Freisetzung radioaktiver Stoffe von 5  $\mu\text{Sv/a}$  in 160 m Entfernung ausgegangen [BfS 2016b]. Für die Freisetzung von Radionukliden während der Konditionierung werden dabei bekannte Werte für bundesdeutsche Forschungsanlagen herangezogen. Die Strahlenbelastung wird mit 4 – 90  $\mu\text{Sv/a}$  am höchstbelasteten Ort, in unmittelbarer Nähe des Anlagenzaunes, angegeben [STEAG 2014]. Die Strahlendosis nimmt tendenziell mit der Entfernung ab. In einem Abstand von 160 m oder mehr ist eine deutlich geringere Dosis durch die Konditionierung zu erwarten.
- Bei der Abschätzung der Strahlenbelastung ist nicht nur der Abstand zwischen Anlage und Wohnbebauung, sondern auch die Zahl der im jeweiligen Abstand Betroffenen relevant.
- Die Strahlenbelastung durch den unfallfreien Transport hängt von der Zahl der Transporte und vom Zeitpunkt der Durchführung der Transporte ab. Die Dosis ist bei gleichen Anforderungen an die Behälter direkt nach der Rückholung (2030 bis 2040) deutlich höher als zu einem späteren Zeitpunkt (bspw. 2080 – 2095), weil bis dahin das Radioaktivitätsinventar durch den Zerfall deutlich abgenommen hat. In der schon genannten Parameterstudie wurde im Auftrag des BfS beispielsweise für die Abfertigung von 500 Containern pro Jahr bei einer Entfernung von 10 m von der Transportstrecke (entsprechende Abstände sind bei der Durchfahrt von Orten im Landkreis Wolfenbüttel mehrfach gegeben) abgeschätzt, dass bei sonst gleichen Randbedingungen beim Transport aller konditionierten Abfälle kurz nach der Rückholung für AnwohnerInnen nahe der Transportstrecke 7,8  $\mu\text{Sv/a}$  auftreten und Jahre später 3,6  $\mu\text{Sv/a}$  [STEAG 2014]. Die höhere Strahlenbelastung durch den Transport gegenüber der Zwischenlagerung ist trotz kürzerer Expositionszeit durch die erheblich geringere Entfernung zwischen Quelle und Mensch und die unterschiedliche Abschirmung bedingt.

- Für den Fall von Transporten müssen die zusätzlichen Strahlenbelastungen für das Anlagenpersonal durch die Abfertigung und Annahme der Container sowie die Strahlenbelastung für das Transportpersonal berücksichtigt werden. Für 250 jährliche Transporte mit 500 Containern ab 2030 über eine Entfernung von 80 km beträgt die abgeschätzte Gesamtdosis für eine Person 1.133  $\mu\text{Sv/a}$  [STEAG 2014].

#### Für Störfälle

- Bei der Standortabwägung sind sowohl Störfälle mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit als auch Störfälle mit größeren Auswirkungen (z.B. Flugzeugabsturz) zu berücksichtigen.
- In der zweiten Parameterstudie wurde als abdeckender Störfall für das Zwischenlager der Flugzeugabsturz ausgewählt. Hierfür wurden sechs Szenarien mit unterschiedlichen mechanischen und/oder thermischen Belastungen der Abfallcontainer betrachtet. Die höchste ermittelte Dosis für einen Integrationszeitraum von 7 Tagen beträgt 10.000  $\mu\text{Sv}$ . Die unterschiedlichen Szenarien zeigen, dass die Höhe der Strahlenbelastung nicht zwangsläufig mit zunehmender Entfernung vom Anlagenzaun abnimmt. Je nach Freisetzungshöhe (hauptsächlich abhängig vom thermischen Auftrieb durch den Kerosinbrand) und meteorologischen Bedingungen kann sich der Ort für die höchste Strahlenbelastung in 0,5 km, 1 km, 3 km oder auch in über 20 km Entfernung befinden [BfS 2016b].
- Bei betrieblichen Störfällen mit relativ höherer Wahrscheinlichkeit treten hauptsächlich mechanische Belastungen an den Abfallcontainern auf, z.B. beim Absturz eines solchen Containers. Ein solcher Störfall wurde für die rückgeholten Asse-Abfälle bisher nicht betrachtet. Allerdings lässt sich aus dem Ergebnis für eines der Flugzeugabsturzzenarien, bei dem nur mechanische Belastungen auftreten sollen, ableiten, dass die Dosis bereits in 500 m Entfernung vom Zwischenlager geringer als 1  $\mu\text{Sv}$  sein würde [AGO 2016]. Die Freisetzung von Radionukliden nach mechanischen Belastungen wäre bodennah, weshalb sich der Ort der höchsten Strahlenbelastung in unmittelbarer Anlagennähe befindet und mit zunehmender Entfernung rasch abnimmt.
- Die Strahlenbelastungen nach und die Wahrscheinlichkeit für Transportunfälle hängen von der Zahl der Transporte ab. Darüber hinaus hängen die Strahlenbelastungen wegen des unterschiedlichen Radioaktivitätsinventars vom Zeitpunkt der Durchführung der Transporte ab. Hierzu wurden bezüglich der in der Asse befindlichen Abfälle bisher keine Betrachtungen durchgeführt.

Die vorstehenden Dosisangaben werden hier von der BASK nicht im Hinblick auf eine ausreichende Konservativität bei den für ihre Abschätzung unterstellten Szenarien und nicht hinsichtlich der Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik zum Strahlenschutz bei der Belastung von Personen bewertet. Die Dosiswerte werden hier lediglich zum Vergleich von Strahlenbelastungen herangezogen. Die Vergleichbarkeit ist gegeben, weil alle Werte nach den in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Vorgaben und Regelungen ermittelt worden sind.

Im Vergleich der jeweils abgeschätzten Strahlenbelastungen im Normalbetrieb sind diese für den Betrieb der Schachanlage größer als durch den Umgang mit den rückgeholten Abfällen über Tage. Im Falle der Nichtrückholung der Abfälle und des Absaufens der Schachanlage können die abgeschätzten Strahlenbelastungen erheblich größer sein als durch Störfälle während der Zwischenlagerung der rückgeholten Abfälle. Störfälle während der Konditionierung der Abfälle wurden bisher nicht betrachtet. Aufgrund der für diese Anlage erforderlichen Auslegung und des geringeren Radioaktivitätsinventars, das bei einem Flugzeugabsturz betroffen wäre, gilt die vorstehende Aussage auch hierfür.

## Literatur

- AGO 2016      Arbeitsgruppe Option Rückholung (AGO): „Stellungnahme zur Unterlage , Parameterstudie zur Simulation von Ableitungen eines übertägigen Zwischenlagers für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II“; WissenschaftlerInnen-Gruppe zur

	Beratung beim Vorgehen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II, 01.07.2016
BfS 2016a	Bundesamt für Strahlenschutz: „Umweltradioaktivität und Strahlenschutz im Jahr 2014“; Parlamentsbericht, korrigierte Fassung vom 18.10.2016
BfS 2016b	Bundesamt für Strahlenschutz: „Parameterstudie zur Simulation von Ableitungen eines übertägigen Zwischenlagers für die rückgeholtten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II“; Salzgitter, 08.04.2016
GRS 2009	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH: „Abschätzung potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase“; 21.04.2009
GSF 2002	GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“, Abschlussbericht; ASSEKAT, August 2002
HZG 2010	Helmholtz Zentrum München, PG Jülich: „AG Asse Inventar – Abschlussbericht“; 31.08.2010
STEAG 2014	STEAG Energy Services GmbH: „Standortunabhängige Parameterstudie zum Vergleich der Strahlenexposition durch ein Zwischenlager sowie Abfalltransporte“; Rev. 01, 28.10.2014
TÜV 2013	TÜV SÜD INDUSTRIE SERVICE GMBH: „SCHACHTANLAGE ASSE II - BERICHT ZUR ÜBERPRÜFUNG DES ABFALLINVENTARS-3“; Bericht ETS4-43/2011, Rev. 1, November2013

Die wissenschaftliche Aus- und Erarbeitung des Papiers erfolgte durch die Atom- und Strahlenschutzkommission (BASK) des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND). Dieses Gremium setzt sich aus vom Bundesvorstand berufenen Wissenschaftler\*innen zusammen, die den BUND fachlich beraten.