

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



Aktuelle Probleme und Gefahren bei deutschen Zwischenlagern für hoch-radioaktive Abfälle

**Studie
von Diplom-Physikerin Oda Becker
im Auftrag des BUND.**

Oktober 2017

Vorwort

Die Art und Weise, wie derzeit mit dem real vorhandenen Atommüll in Deutschland umgegangen wird, stützt nicht gerade die Glaubwürdigkeit der Zusagen eines neuen, transparenten und partizipativen Such-Verfahrens für ein Atommüll-Endlager. Glaubhaft wären diese nur, wenn sich die betroffenen Menschen vor Ort bei bereits laufenden Verfahren auf Transparenz und Mitbestimmungsrechte verlassen könnten, dies auch beim Rückbau der Atomkraftwerke und bei den Fragen der Sicherheit der vorhandenen Zwischenlager. Die Realität allerdings sieht völlig anders aus, das zeigt sich an den mittlerweile 16 Zwischenlager-Standorten in Deutschland.

Die oberirdischen Lager haben Sicherheitsdefizite und werden deutlich länger als geplant und bisher genehmigt in Betrieb bleiben, was neue Risiken bringt.

Diese Probleme werden von den zuständigen Politiker*innen bislang weitgehend ignoriert, dabei gehen die Zwischenlager 2019 sogar komplett in staatliche Verantwortung über. Während in Fachgremien bereits über „Konsolidierte Zwischenlager“, also das Ersetzen der bisherigen Lager durch eine reduzierte Anzahl von Neubauten, diskutiert wird, findet eine transparente öffentliche Debatte über die wachsenden Risiken der Zwischenlagerung und einen zukünftigen verantwortungsvollen Umgang mit dem Atommüll bisher nicht statt. Die Probleme werden verheimlicht, eine öffentliche Diskussion so verhindert. Aber nur, wenn auch aktuell beim Umgang mit dem hochradioaktiven Atommüll die Grundsätze von Transparenz und Beteiligung eingehalten und weiterentwickelt werden, kann Vertrauen in ein neues Suchverfahren für ein Atommülllager in Deutschland aufgebaut werden.

Der BUND fordert, dass nun in einem breiten öffentlichen Prozess mit Beteiligung der Menschen an den Zwischenlager-Standorten diskutiert wird, wie die Zwischenlagerung weitergehen soll, welche Nachrüstungen erforderlich sind und ob Neubauten die alten Lager ersetzen sollten.

Informationen und Rückfragen bei:
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)
Thorben Becker
Leiter Atompolitik
Am Köllnischen Park 1
10179 Berlin
030-27586-421
thorben.becker@bund.net

Inhaltsverzeichnis

–

1 Einleitung	4
2 Mengen, Lagerung und Verantwortlichkeit	5
2.1 Mengen an abgebrannten Brennelementen und hoch-radioaktiven Abfällen.....	5
2.2 Lagerung der abgebrannten Brennelemente und hoch-radioaktiven Abfälle	6
2.3 Neustrukturierung der Verantwortlichkeit.....	9
3 Erhebliche Verlängerungen der bisher genehmigten Lagerdauern	10
4 Probleme aufgrund der notwendigen langen Zwischenlagerung	14
4.1 Fehlende Erfahrungen und fehlendes Wissen	14
4.2 Fehlende Anforderungen	17
4.3 Fehlende Einrichtungen.....	19
4.4 Mängel in der Qualitätssicherung.....	21
5 Unzureichender Schutz gegen Terrorangriffe	21
5.1 Nachrüstungen gegen SEWD-Ereignisse	21
5.2 Konsequenzen aus dem Brunsbüttel-Urteil	23
6 Spezielle Probleme	27
6.1 Problem: Restliche Abfälle aus der Wiederaufarbeitung	27
6.2 Problem: Fehlende Genehmigung für das Zwischenlager Jülich	29
6.3 Problem: Fehlende Genehmigung für Standort-Zwischenlager Brunsbüttel.....	31
6.4 Problem: Fehlende Nachrüstungen für das Zwischenlager Nord	32
7 (Unnötige) Transporte	35
8 Unplausibles Eingangslager	38
9 Überwachung und Strahlenschutz im Lagerbetrieb.....	40
10 Neubewertungsprozess des Zwischenlagerkonzepts	41
11 Literatur	47

1 Einleitung

Laut RL 2011/70/Euratom des Rates „über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle“ sind die Mitglieder der Europäischen Union verpflichtet, nationale Programme für die Entsorgung ihrer abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle zu erstellen. Diese Programme müssen alle Stufen der Entsorgung umfassen. Ziel ist die sichere und verantwortungsvolle Entsorgung zum Schutz von Arbeitskräften und Bevölkerung vor ionisierender Strahlung. Künftigen Generationen sollen keine unangemessenen Lasten aufgebürdet werden. Diese Nationalen Programme sollen alle drei Jahre der Europäischen Kommission vorgelegt werden. Erstmals musste dieses bis zum 23. August 2015 erfolgen.

Im Folgenden wird das von der Bundesregierung vorgelegte Nationale Programm (NaPro) (BMUB 2015g) bezüglich der Angaben zur Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und hoch-radioaktiver Abfälle diskutiert. Denn das NaPro ist als das aktuelle Konzept der Bundesregierung zur geplanten Entsorgung der radioaktiven Abfälle zu verstehen.

Die im NaPro präsentierten Pläne/Konzepte und technischen Lösungen für die Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sind unzureichend.

In Deutschland existieren mehrere schwerwiegende Gründe, die gesamte Situation der Zwischenlagerung derartiger Abfälle neu zu bewerten und das bestehende Zwischenlagerkonzept in Frage zu stellen. Im NaPro werden diese existierenden Probleme entweder nicht erwähnt oder ihre Bedeutung wird nicht ausreichend dargestellt.

In dieser Studie werden die existierenden Probleme der Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen und hoch-radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung diskutiert. In Kapitel 2 werden zunächst Mengen und Standorte der Lagerung sowie Verantwortlichkeiten beschrieben. Dann werden in Kapitel 3 und 4 die notwendige Verlängerung der Genehmigung der Zwischenlager und die daraus resultierenden Probleme diskutiert. In Kapitel 5 wird der unzureichende Schutz gegen potenzielle Terroranschläge thematisiert.

In Kapitel 6 werden exemplarisch weitere aktuelle Probleme der derzeitigen Zwischenlagerung (z. B. fehlende Genehmigungen in Brunsbüttel und Jülich) erörtert. Kapitel 7 thematisiert das Transportrisiko. In Kapitel 8 wird die Idee eines Eingangslagers am Standort des zukünftigen geologischen Tiefenlagers beleuchtet. Eine deutliche Verlängerung der Betriebszeit kann auch Implikationen auf die Freisetzungüberwachung im sogenannten Normalbetrieb der Zwischenlager haben (siehe Kapitel 9).

Insgesamt ist ein Neubewertungsprozess des Zwischenlagerkonzepts erforderlich, in welchem die Risiken der verschiedenen Optionen abgewogen werden. Dieser wird im abschließenden Kapitel 10 thematisiert.

2 Mengen, Lagerung und Verantwortlichkeit

2.1 Mengen an abgebrannten Brennelementen und hoch-radioaktiven Abfällen

Laut Nationalem Entsorgungsprogramm (NaPro) wird davon ausgegangen, dass etwa 10.500 Megagramm-Schwermetall (MgSM)¹ in Form abgebrannter Brennelemente aus dem Betrieb der **Leistungsreaktoren** anfallen werden, die in Deutschland endgelagert werden müssen. Der Bestand zum Stichtag 31.12.2014 betrug etwa 8.380 MgSM. (BMUB 2015g)

In den deutschen Zwischenlagern werden zurzeit rund 1000 Behälter mit bestrahlten Brennelementen und Abfällen aus der Wiederaufarbeitung aufbewahrt.

Verglaste hoch-radioaktive Abfälle lagern in Form von 3.164 Kokillen in 113 Behältern im Transportbehälterlager Gorleben² und dem Zwischenlager Nord.³ (BMUB 2015e)

Die aus **Nicht-Leistungsreaktoren**⁴ stammende Menge bestrahlter Kernbrennstoffe ist laut NaPro deutlich geringer, als die zu entsorgende Menge aus Leistungsreaktoren. Aus den Nicht-Leistungsreaktoren wird eine Abfallmenge im Bereich von 10 bis 12 MgSM erwartet. (BMUB 2015g)

Die in den deutschen Versuchs- und Demonstrationsreaktoren⁵ angefallene Menge an Brennstoff, die noch endzulagern ist, lagert zurzeit in 461 Behältern im Zwischenlager Ahaus (305 Behälter), im Forschungszentrum Jülich (152) und im Zwischenlager Nord (4).

Die aus Forschungsreaktoren stammende Menge bestrahlter Brennelemente lagert an den Forschungsreaktoren in Berlin, in Garching und in Mainz sowie in 18 Behältern im Zwischenlager Ahaus.

Laut NaPro dürfen bestrahlte Brennelemente aus Nicht-Leistungsreaktoren entsprechend den gesetzlichen Regelungen in ein Land, in dem Brennelemente für Forschungsreaktoren bereitgestellt oder hergestellt werden, verbracht werden. (BMUB 2015g)

Bewertung

Die in Deutschland noch zu erwartende Menge an abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren lässt sich aufgrund der durch das Atomgesetz festgelegten Laufzeiten bzw. Elektrizitätsmengen relativ gut prognostizieren.⁶

¹ Megagramm Schwermetall (Mg SM) ist die Einheit der Schwermetallmasse und damit ein Maß für den Brennstoffgehalt (Uran, Plutonium und Thorium) eines Brennelements

² 108 Behälter mit HAW-Glaskokillen, die aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bei der AREVA NC in La Hague (Frankreich) stammen.

³ 5 Behälter aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

⁴ Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren

⁵ Versuchs- und Demonstrationsreaktoren (inzwischen alle in Stilllegung oder bereits abgebaut): AVR (Jülich), HDR (Großwelzheim), VAK (Kahl), KKN (Niederaichbach), KNK II (Karlsruhe), MZFR (Karlsruhe), THTR-300 (Hamm) und das Nuklearschiff Otto-Hahn (Geesthach).

⁶ Aus unterschiedlichen Gründen kann sich die restliche Betriebszeit der noch betriebenen acht deutschen Atomkraftwerke verkürzen (z.B. Klage gegen die Betriebsgenehmigung, Petition für das vorzeitige Betriebsende, vorzeitiges Betriebsende aufgrund technischen Probleme und vorzeitiges Betriebsende aus wirtschaftlichen Gründen...)

Auch wenn die Menge an Kernbrennstoff aus Nicht-Leistungsreaktoren geringer ist als die aus den Leistungsreaktoren, ist es dennoch eine große Menge an hoch-radioaktiven Stoffen. Diese müssen noch für einen langen Zeitraum sicher bzw. risikoarm gelagert werden.

Export

Nach RL 2011/70/Euratom, Art. 4 Abs. 1, hat jeder Mitgliedstaat die abschließende Verantwortung für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle, die in seinem Hoheitsgebiet entstanden sind. Aus den Angaben im NaPro wird nicht deutlich, welche Brennelemente aus Nicht-Leistungsreaktoren exportiert werden sollen. Derzeit wird erwogen, die abgebrannten Brennelemente aus dem AVR Jülich und dem THTR Hamm-Uentrop zur Wiederaufarbeitung und zum dauerhaften Verbleib in die USA zu exportieren. Es sind verschiedene Rechtsauffassungen zur Rechtmäßigkeit eines derartigen Exports vorhanden (siehe z.B. (WOLLENTEIT 2014)). Dies ist in jedem Fall als Verstoß gegen die Zielsetzung der Entsorgung auf nationalem Territorium anzusehen.

In der aktualisierten Fassung des NaPro werden Anlagen, die der Spaltung von Kernbrennstoffen, aber nicht der gewerblichen Erzeugung von Elektrizität dienen, Nicht-Leistungsreaktoren genannt. (BMUB 2015f) Damit wird die strittige Unterteilung in Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren – zumindest sprachlich – vermieden. Aber auch in der aktualisierten Fassung wird weiterhin die Ausfuhr von bestrahlten Brennelementen aus „Nicht-Leistungsreaktoren“ in Länder erlaubt, in denen Brennelemente für Forschungsreaktoren bereitgestellt oder hergestellt werden.

Der Bericht der Endlagerkommission enthält folgende Empfehlung: *„Die Kommission spricht sich für die gesetzliche Einführung eines generellen Exportverbots für hoch-radioaktive Abfälle aus.“* Zur Begründung schreibt die Kommission, sie sähe darin ein wichtiges Signal, um das Ziel einer umfassenden Endlagerung von bestrahlten Brennelementen im Inland zu unterstreichen. Die Kommission fordert die Bundesregierung auf, eine Neuregelung⁷ zu einem Exportverbot auch für bestrahlte Brennelemente aus Forschungsreaktoren zu erarbeiten. (KOMMISSION 2016a)

In der Novellierung des Standortauswahlgesetzes setzt der Gesetzgeber die Empfehlung der Endlagerkommission nicht um. Der Export von hoch-radioaktiven Abfällen aus Forschungsreaktoren ist weiterhin nicht klar untersagt. Das Nationale Begleitzentrum (NBG) setzt sich weiter für ein striktes Exportverbot ein. Auch der BUND setzt sich weiterhin für ein umfassendes Exportverbot ein.

2.2 Lagerung der abgebrannten Brennelemente und hoch-radioaktiven Abfälle

Die Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente und der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung soll in Deutschland in Transport- und Lagerbehältern in Lagergebäuden erfolgen. Zurzeit wird noch mehr als die Hälfte der abgebrannten Brennelemente (bezogen auf die Schwermetallmenge MgSM) nass gelagert (in den Reaktorbecken der jeweiligen Reaktoren sowie im Nasslager in Obrigheim).⁸

⁷ Die Kommission weist darauf hin, dass diese Neuregelung zwingenden Gesichtspunkten der Non-Proliferation und der Ermöglichung von Spitzenforschung, insbesondere im Forschungsreaktor München II, Rechnung tragen soll.

⁸ Die aus den Reaktoren entladenen Brennelemente werden zunächst mehrere Jahre in den Lagerbecken innerhalb des Reaktorgebäudes aufbewahrt, bevor sie in Transport- und Lagerbehälter umgeladen werden.

Das Konzept der Bundesrepublik Deutschland sieht vor, die abgebrannten Brennelemente an den Standorten der Atomkraftwerke zwischenzulagern, bis sie endlagergerecht konditioniert und endgelagert werden. So sollen Brennelementtransporte vermieden werden. An insgesamt zwölf AKW Standorten befinden sich Standortzwischenlager (SZL). (Eine Ausnahme stellt das stillgelegte AKW Obrigheim dar, dessen abgebrannte Brennelemente aus dem dortigen Nasslager in das SZL Neckarwestheim transportiert werden sollen.)

Für die **dezentralen Standort-Zwischenlager (SZL)** werden zwei Lagerhallenkonzepte (STEAG- und WTI-Konzept) für die Auslegung der Lagerhallen verwendet, die sich in ihrer Schutzfunktion gegen Einwirkungen von außen unterscheiden (s.u.). Ausnahme bildet das SZL Neckarwestheim, in welchem Behälter in zwei Tunnelröhren im Berg aufbewahrt werden.

Die **zentralen Zwischenlager**, das Transportbehälterlager (TBL) **Ahaus**⁹ (genehmigt 1997) und das TBL **Gorleben**¹⁰ (genehmigt 1995) wurden für die Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung errichtet. Für die abgebrannten Brennelemente der stillgelegten AKWs Greifswald und Rheinberg wurde 1999 ein weiteres zentrales Zwischenlager bei Rubenow (**Zwischenlager Nord**) in Betrieb genommen. (BMUB 2014b)

Im TBL Gorleben sind 113, im TBL Ahaus 329 der 420 Stellplätze mit Behältern belegt. Im Zwischenlager Nord werden 74 Behälter (80 Stellplätze) aufbewahrt.

Das **Forschungszentrum Jülich (FZJ)** betreibt seit 1993 ein **Zwischenlager** für die Aufbewahrung der bestrahlten kugelförmigen Brennelemente des stillgelegten AVR-Versuchsreaktors. Diese lagern in 152 Transport- und Lagerbehältern des Typs CASTOR THTR/AVR – seit dem 30. Juni 2013 ohne Genehmigung (s.u.).

Der **Forschungsreaktor München II (FRM II)** wird mit hochangereichertem Uran (HEU, Highly Enriched Uranium, Anreicherung 93 Prozent) betrieben.¹¹ Die FRM II-Brennelemente sollen in das TBL Ahaus verbracht werden. Der erste Transport ist für die zweite Jahreshälfte 2018 geplant. (s.u.)

Die abgebrannten Brennelemente aus dem **Forschungsreaktor BER II** in Berlin wurden bisher an das amerikanische Department of Energy (DOE) zurückgegeben. Laut BMUB befindet sich am 26. Juni 2017 letztmalig ein Transport mit bestrahlten Brennelementen aus dem BER II auf dem Weg in die USA. Die Rückführung ist mit einem vollständigen Eigentumsübergang verbunden, d.h. es besteht keine Verpflichtung zur Rücknahme von radioaktiven Abfällen. (BMUB 2017a) Nach neuer Rechtslage ist eine Ausfuhr abgebrannter Brennelemente nur noch in Ausnahmefällen möglich. Weitere abgebrannte Brennelemente sollen in das TBL Ahaus verbracht werden. Ein entsprechender Vorvertrag liegt vor.

⁹ Im TBL Ahaus werden neben abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren auch abgebrannte Brennelemente aus Forschungsreaktoren aufbewahrt.

¹⁰ Nur für das TBL Gorleben besteht bisher eine Genehmigung zur Aufbewahrung für die aus der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague zurückgeführten hochradioaktiven Glaskokillen. Aber gesetzlich ist Rücktransport in das TBL Gorleben ausgeschlossen.

¹¹ Das Absetzbecken des FRM II verfügt über 50 Lagerpositionen für abgebrannte Brennelemente. Am 12.05.2015 lagerten dort 36 abgebrannte Brennelemente.

Der **TRIGA-Reaktor (Mainz)** hat einen Lebenszeitkern.¹² Insgesamt sind 89 Brennelemente am Standort vorhanden.¹³ Es ist beabsichtigt, die bestrahlten Brennelemente im TBL Ahaus zwischenzulagern. Ein Genehmigungsantrag dafür ist noch nicht eingereicht. (KOMMISSION 2015a)

Bewertung

Im Falle von Stör- oder Unfällen in Zwischenlagern für abgebrannte Brennelemente und hoch-radioaktive Abfälle ist grundsätzlich eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre möglich.

Unter dem Gesichtspunkt potenzieller unfallbedingter Auswirkungen ist eine trockene Zwischenlagerung in Behältern gegenüber der Nasslagerung zu bevorzugen, da zum einen die Anfälligkeit für Störfälle geringer ist und zum anderen die Freisetzungsmengen radioaktiver Stoffe im Falle eines Unfalls geringer wären (da im Allgemeinen nicht gleichzeitig eine große Menge von Brennelementen vom Unfall betroffen ist). Das gilt zumindest dann, wenn der Schutz des Gebäudes und/oder der Behälter ausreichend ist.

Die Bundesregierung ging noch im Jahr 2014 davon aus, dass in den acht in 2011 abgeschalteten AKWs in den Jahren 2016 bzw. 2017 Brennstofffreiheit hergestellt werden kann. Es traten aber erhebliche Verzögerungen auf, unter anderem, wegen Unvollständigkeit der Antragsunterlagen für die verkehrsrechtlichen Behälterzulassung des CASTOR® V/52 und wegen fehlender Konzepte für den Umgang mit beschädigter und/oder unvollständig abgebrannter Brennstäbe (DBT 2015a).

Trotz der potenziellen Gefahr, die von den in Lagerbecken der stillgelegten Atomkraftwerke aufbewahrten Brennelemente ausgeht, soll bei gefüllten Lagerbecken bereits mit dem Abbau von Systemen und Komponenten der jeweiligen Anlagen begonnen werden. Im Lagerbecken des Block B des AKW Gundremmingen befindet sich ein Cäsium-137 Inventar von rund 3100 PBq. In Folge eines Terrorangriffs mit einem großen Verkehrsflugzeug oder durch einen gezielten Sprengstoffanschlag sind schwere Schäden am Brennelement-Lagerbecken möglich, die ein Ausfließen des Kühlmittels (Wasser) zur Folge haben könnten. Falls das Kühlwasser nicht ersetzt werden kann, werden nach Schätzungen 10% bis 100 % des Cäsium-Inventars des Beckens in die Atmosphäre freigesetzt. Das entspräche einem Cs-137 Quellterm von 310-3.100 PBq. Zum Vergleich: Zurzeit wird davon ausgegangen, dass während des Unfalls in Fukushima insgesamt rund 10 PBq (8,8 PBq) Cs-137 und während des Unfalls in Tschernobyl rund 100 PBq (85 PBq) Cs-137 freigesetzt worden sind. (UMWELTBUNDESAMT 2017)

Auch für Brennelemente aus den **Forschungsreaktoren** muss eine risikoarme langfristige Zwischenlagerung gewährleistet werden. Es ist sicherheitstechnisch wenig vorausschauend diese in das schlechtgeschützte Zwischenlager Ahaus zu transportieren, dessen Betriebsgenehmigung zudem bereits 31.12.2036 endet.

Darüberhinaus besteht für den Brennstoff aus dem FRM II ein besonderes Problem: Aufgrund der relativ kurzen Einsatzzeit im Kern haben die abgebrannten Brennelemente immer noch eine hohe Anreicherung (87 Prozent) und sind nach wie vor atomwaffenfähig. Das Umweltinstitut München lehnt

¹² Nahezu alle Brennelemente sind seit Betriebsbeginn 1965 im Kern eingesetzt und werden bis zur Stilllegung dort verbleiben. Alle vier bis fünf Jahre wird ein neues TRIGA-Brennelement in den Kern eingesetzt.

¹³ Vier bestrahlte Brennelemente werden in speziellen Lagergruben gelagert.

den Einsatz von HEU im Forschungsreaktor von Garching sowie einen Transport nach Ahaus ab, da waffenfähiges Material dort in einem „relativ ungeschützten Zwischenlager“ lagern würde. Es setzt sich stattdessen dafür ein, für die bereits vorliegenden hoch-radioaktiven Abfälle die Errichtung eines Zwischenlagers am Standort Garching zu prüfen, das für die Lagerung von hoch angereichertem Material gesichert ist. Zudem solle ein Verfahren entwickelt werden, mit dem die abgebrannten Brennelemente konditioniert und abgereichert werden können.¹⁴ (UIM 2017)

Insgesamt ist festzustellen, dass aktuell ein Konzept zur Lagerung der abgebrannten Brennelemente aus den Forschungsreaktoren fehlt.

2.3 Neustrukturierung der Verantwortlichkeit

Auf Grundlage der Ergebnisse der „Kommission zur Überprüfung der Finanzierung des Kernenergieausstiegs“ (KFK) wird seit Ende 2016 eine bedeutende Neustrukturierung der Verantwortlichkeiten im Bereich radioaktive Abfälle durchgeführt. Mit dem „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“ wurden Ende 2016 langfristig die Verantwortlichkeiten für die Stilllegung und den Rückbau der Atomkraftwerke sowie für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle neu geregelt. Die Betreiber der Atomkraftwerke sind für die Abwicklung und Finanzierung der Bereiche Stilllegung, Rückbau und die fachgerechte Verpackung der radioaktiven Abfälle zuständig. Die Durchführung und Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung fällt zukünftig in die Verantwortung des Bundes.

Die finanziellen Mittel für die Zwischen- und Endlagerung werden dem Bund von den Betreibern in einem öffentlich-rechtlichen Fond zur Verfügung gestellt. Insgesamt sind ca. 24 Milliarden Euro in den Fond eingezahlt worden. (BMUB 2017)

Am 1. März 2017 ist von der Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS), einem Gemeinschaftsunternehmen der Atomkonzerne, die Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ) gegründet worden. Im August 2017 übernimmt Bund die Geschäftsanteile an der BGZ – einschließlich der Transportbehälterlager Ahaus und Gorleben. Die BGZ wird ab 2019 auch für die 12 dezentralen Standort-Zwischenlager sowie ab 2020 für die 12 Lager mit schwach- und mittel-radioaktiven Abfällen aus dem Betrieb und Rückbau der Atomkraftwerke die Verantwortung übernehmen.¹⁵

Bewertung

Die Atomkonzerne haben sich durch eine Einmalzahlung von rund 24 Mrd. Euro von den weiteren Kostenrisiken der Lagerung der radioaktiven Abfälle vollständig befreit und deren Haftung beendet. Mit der künftigen staatlichen Verantwortung übernehmen die Steuerzahlerinnen und Steuerzahler die Risiken auch für die Finanzierung der künftigen Kosten.

¹⁴ Für die Konditionierung von HEU-Brennelementen aus Forschungsreaktoren wurde bereits in den 1990er Jahren in den USA ein so genanntes Melt & Dilute-Verfahren entwickelt.

¹⁵ Der Bund als neuer Eigentümer der BGZ will das Personal an den Zwischenlagerstandorten in Ahaus und Gorleben (ca. 80 Beschäftigte) sowie zum Teil am Standort Essen (ca. 70 Beschäftigte) übernehmen. Hauptsitz und die Zentrale der BGZ ist weiterhin Essen sein.

Auch die EU Kommission sieht diese Risiken und erklärt: „Die Kommission kam bei ihrer Prüfung zu dem Schluss, dass die Entscheidung Deutschlands zur Übernahme der Haftung für die Entsorgung radioaktiver Abfälle eine staatliche Beihilfe beinhaltet, da die Gesamtkosten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle mit erheblicher Unsicherheit behaftet sind und die geplante Zahlung von rund 24,1 Mrd. EUR Deutschland nicht in vollem Umfang vor Kostenüberschreitungen schützen wird. Zwar liegen dem in den neuen öffentlich-rechtlichen Fonds einzuzahlenden Betrag die besten derzeit verfügbaren Kostenschätzungen zugrunde, diese Berechnungen sind aber aus verschiedenen Gründen sehr unsicher. Vor allem hat Deutschland noch keinen Standort für die Endlagerung radioaktiver Abfälle festgelegt, und es gibt keine vergleichbaren Kosten-Benchmarks für den Bau einer entsprechenden Anlage.“ (EU KOM 2017) Die Kommission genehmigt dennoch den Vorgang.

Es ist zwar zu begrüßen, dass die Atomkraftwerksbetreiber ihre Rückstellungen für die Zwischen- und Endlagerung in einen öffentlich-rechtlichen Fonds übertragen und einen – wenngleich auch geringen – Risikozuschlag zahlen. Zu kritisieren ist aber, dass mit dieser Regelung die Atomkraftwerksbetreiber von sämtlichen finanziellen Verpflichtungen befreit werden.

Wie sich die Neuregelung der Verantwortlichkeiten auf die Sicherheit der Zwischenlagerung auswirkt, wird sich zeigen müssen. Ob es von Vor- oder Nachteil ist, dass der Bund Betreiber und zuständige Genehmigungsbehörde ist, wird sich zeigen müssen.

3 Erhebliche Verlängerungen der bisher genehmigten Lagerdauern

Die Genehmigungen zur Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente und der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in den Zwischenlagern sind auf 40 Jahre befristet.¹⁶ Das Ende der Genehmigungen für die derzeit betriebenen Zwischenlager (Ende der Genehmigungen 2034-2047)¹⁷ steht nicht in Einklang mit den offiziellen Plänen zur Inbetriebnahme eines geologischen Tiefenlagers (etwa 2050).

Laut NaPro kann nach heutigen Erkenntnissen *„in diesem Zeitraum eine vollständige Räumung der Lager nicht gewährleistet werden. Daher werden derzeit die technischen Voraussetzungen für eine verlängerte Aufbewahrung an den Standorten der Zwischenlager sowie in den Transportbehälterlagern untersucht.“*

Weiterhin wird erklärt: Mit der ersten Teilgenehmigung für das Endlager soll am Standort auch ein Eingangslager für alle abgebrannten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung genehmigt und damit die Voraussetzung für den Beginn der Räumung der bestehenden Zwischenlager

¹⁶ Die Befristung der Genehmigung auf 40 Jahre gilt bei den Standortzwischenlagern ab der Einlagerung des ersten Behälters, bei den Transportbehälterlagern in Ahaus und Gorleben sowie beim Zwischenlager Nord in Lubmin ab Erteilung. Auch die Lagerung hoch-radioaktiver Abfallstoffe in den einzelnen Behältern sind jeweils auf 40 Jahre befristet. Bei allen in Zwischenlagern aufbewahrten Behältern mit hoch-radioaktiven Abfällen erreicht die Genehmigung des Lagers früher das Fristende als die Genehmigung des jeweiligen Behälters. Einzige Ausnahme bilden 305 Behälter im Zwischenlager Ahaus. (KOMMISSION 2016a)

¹⁷ Die erste Genehmigung für das TBL Gorleben endet bereits am 31.12.2034

geschaffen werden. Die abgebrannten Brennelemente und die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sollen bis dahin an vorhandenen Zwischenlagerstandorten aufbewahrt werden. (BMUB 2015g)

Im Bericht der Endlagerkommission wird erklärt, dass es schon bei der optimistischen Zeitstruktur des Standortauswahlgesetzes zu einem zeitlichen Delta zwischen dem Auslaufen der derzeitigen Genehmigungen für die Standortzwischenlager und der Einlagerung der ersten Behälter in das Endlager, erst recht bis zur vollständigen Einlagerung aller Behälter, käme. Dieses Delta könne von einem halben Jahrzehnt bis hin zu vielen Jahrzehnten dauern – je nachdem ob es zu Verzögerungen, Rückschlägen oder Rücksprüngen im Verfahren kommt. Angesichts der gegenwärtigen Erfahrungen bzgl. des plausiblen Zeitbedarfs für Genehmigungsverfahren, für Öffentlichkeitsbeteiligung, für Abstimmungs- und Abwägungsprozesse, für Rechtsschutzverfahren, für Nacherhebung von Daten und die Erkundung von Gebieten kommt man explorativ zu deutlich anderen Zeiträumen als laut Standortauswahlgesetz vorgesehen sind. Danach könnte die gesamte erste Etappe (Standortauswahlverfahren) 35 bis 61 Jahre dauern. Die Inbetriebnahme (Beginn der Einlagerung der Abfälle) könnte dann erst im nächsten Jahrhundert erfolgen. Die Endlagerkommission stuft die genannten Daten (Standortauswahl: 2031 und Inbetriebnahme: etwa 2050) mit Blick auf die Phasen im Standortauswahlverfahren letztlich als unrealistisch ein. (KOMMISSION 2016a)

Schon jetzt seien Zielkonflikte absehbar, die durch die zeitliche Lücke zwischen bislang genehmigter Zwischenlagerung und Endlagerungsbeginn drohen könnten. Beschleunigungsmöglichkeiten im Verfahren auf Kosten von Sicherheit oder auf Kosten von Beteiligung lehne die Kommission ab. Der Aufbau von Vertrauen benötige Zeit und stehe in Konflikt mit Ansätzen zu einer Beschleunigung des Verfahrens. Der Zeitbedarf ist hinsichtlich der Gewichtung nachrangig zu den Zielen Sicherheit und Partizipation. (KOMMISSION 2016a)

Bewertung

Das Problem der zeitlichen Lücke für die Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung wird im NaPro zwar benannt, eine nachvollziehbare Lösung wird aber nicht präsentiert.

Laut NaPro sollen einerseits die Genehmigungen für die Zwischenlager verlängert und zum anderen ein Eingangslager am Endlagerstandort errichtet werden. Weder der Zeitraum für die Verlängerung der Zwischenlager noch die Betriebsdauer des Eingangslagers werden im NaPro genannt.

Selbst bei fristgerechter Inbetriebnahme des Endlagers würde die vollständige Räumung aller Zwischenlager erst deutlich nach Ende der bestehenden Genehmigungen erfolgen können. Dies würde eine erhebliche Verlängerung der jetzt genehmigten Betriebszeiten bedeuten.

Zudem muss die Verlängerung zumindest für einen Teil der Lager für einen deutlichen längeren Zeitraum als bis zur Inbetriebnahme des Eingangslagers andauern, da mit der Räumung der bestehenden Zwischenlager dann zwar begonnen werden könnte. Aber laut Umweltbericht ist die Kapazität des Eingangslagers offenbar nicht derart bemessen, dass alle Zwischenlager vollständig geräumt werden könnten. Zunächst müssten dann erst die Einlagerung in das Endlager erfolgen, bevor wieder Behälter in das Eingangslager abtransportiert werden könnten.

Vor allem aber ist auch die Lagerung hoch-radioaktiver Abfallstoffe in den einzelnen Behältern jeweils auf 40 Jahre befristet. Mit einem Umräumen der Behälter ist die aus der Verlängerung entstehende sicherheitstechnische Problematik nicht gelöst.

Das ist insbesondere auch deshalb relevant, da der Unterschied zwischen dem aufgrund von gegenwärtigen Erfahrungen als plausibel anzusehenden Zeitraum und dem im NaPro dargelegten Zeitraum bis zur Einlagerung in ein Endlager offenkundig sehr groß ist

In den Stellungnahmen, die im Rahmen des UVP-Verfahrens zum NaPro eingereicht wurden, wird von der Bundesregierung die Vorlage eines realistischen Zeitplans gefordert. Auf die Kritik entgegnete die Bundesregierung jedoch nur, dass das Nationale Entsorgungsprogramm auf den geltenden gesetzlichen Vorgaben beruht. (BMUB 2016a)

Die Einhaltung des Termins (etwa 2050) für die Inbetriebnahme des gesuchten Endlagers, der im NaPro genannt wird und auf gesetzlichen Vorgaben beruht, bezweifeln auch außerhalb der Endlagerkommission viele Experten. Auf einem Fachgespräch verdeutlichte ein Vertreter des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume in Schleswig-Holstein auf folgender Grafik den möglichen Zeitbedarf (BACKMANN 2016):

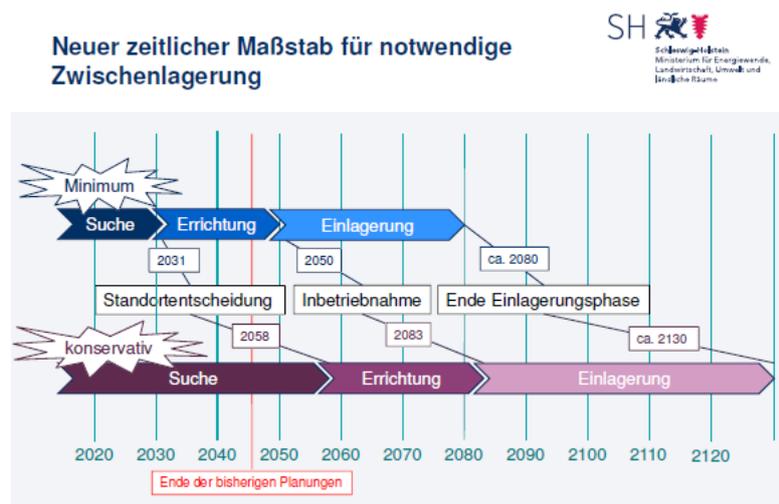


Abbildung 1: Zeitlicher Maßstab für erforderliche Zwischenlagerung

Die Grafik zeigt, dass nach konservativer Schätzung die Einlagerung in ein Endlager von 2080 bis 2130 und nicht von 2050 bis 2080 erfolgen würde. Das bedeutet, die erforderliche Zwischenlagerung kann noch mehr als 110 Jahre andauern. Alle Behälter müssten deutlich mehr als 40 Jahren zur Aufbewahrung hoch-radioaktiver Abfälle verwendet werden.

Ein noch höherer Zeitbedarf wurde von zwei Experten der Endlagerkommission ermittelt. Kudla trug auf der Jahrestagung Kerntechnik im Mai 2017 zum Thema Zeitbedarf für die Standortauswahl vor, der auch in der Kommissionsdrucksache 267 der Endlagerkommission dargestellt wurde (KOMMISSION 2016b). Nach dieser detaillierten Schätzung ist die Standortsuche im Jahr 2077 bzw. zwischen 2059 – 2096 abgeschlossen.¹⁸ Das wäre ein Verschätzen um den Faktor 4 (!) gegenüber dem im

¹⁸ Insgesamt wurde ein Zeitbedarf von 59 Jahren ermittelt. Als Unsicherheit wird eine Abweichung um 30 % (± 18 Jahre) angenommen.

StandAG angenommenen Zeitraum (14 Jahre), betonte Kudla. Bei realistischer Zeitplanung sei erst mit einer Einlagerung der **ersten** hoch-radioaktiven Abfälle in etwa 100 Jahren (Jahr 2117) zu rechnen. Bei optimistischer Zeitplanung ist eine Einlagerung der ersten Abfälle in etwa 70 Jahren zu erwarten (Jahr 2088) und bei pessimistischer Einschätzung erst nach 131 Jahren (Jahr 2150). (KUDLA 2017)

Kudla vertrat die Auffassung, dass das Vertrauen der Bevölkerung nur zu gewinnen ist, wenn realistische Zeitangaben gemacht werden.

Auch ein Vertreter der Atomaufsicht Schleswig-Holstein forderte hinsichtlich des Planungshorizonts der Zwischenlagerung die Verlängerung gegenüber den gesetzlichen Vorgaben zu unterstellen. Das sei aus den Erfahrungen mit der langfristigen Lagerung nicht Wärme entwickelnder Abfälle¹⁹ geboten, wo zahlreiche Lagerungsschäden auftraten (Beispiel: AKW Brunsbüttel). Es trat Korrosion bis hin zum Integritätsverlust auf. Eine wesentliche Ursache war die ungeplante Verlängerung der Lagerungsdauer. Die Inbetriebnahme für das Endlager Konrad war ursprünglich für 1986 geplant, es gab jedoch sukzessive Verschiebungen. Nach jetziger Planung ist die Inbetriebnahme für 2022 vorgesehen. Die Erfahrungen sollten auf die Zwischenlagerung von hoch-radioaktiven Abfällen übertragen werden.

Laut RL 2011/70/Euratom, Art. 12 Abs. 1 lit. b) (EU-RL 2011) soll das nationale Entsorgungsprogramm maßgebliche Zwischenetappen und klare Zeitpläne für die Erreichung dieser Zwischenetappen enthalten. Im NaPro fehlen jedoch klare Zeitpläne bezüglich der Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung. Für die Erfüllung der EU-Richtlinie kann es nicht ausreichend sein, nur die entsprechenden Termine zu nennen. Diese Termine sollten auf einer realistischen Abschätzung anhand von Erfahrungen basieren. Es ist nicht zielführend, trotz zahlreicher kritischer Hinweise von Endlagerkommission und Experten an den unrealistischen Zeitplänen festzuhalten.

Die Dauer der erforderlichen Verlängerung der Betriebszeit sollte konservativ ermittelt werden, denn diese bestimmt den Umfang der von der Sicherheitsbehörde geforderten Einrichtungen.

Beschleunigungsmöglichkeiten der Endlagersuche auf Kosten von Sicherheit und Partizipation sind abzulehnen. Daher sollten in einem Abwägungsprozess die Termine für die Standortauswahl und die Inbetriebnahme anhand von plausiblen Überlegungen neu festgelegt werden. Dabei sollte – wie von der Endlagerkommission vorgeschlagen – der Zeitbedarf nachrangig zu den Zielen Sicherheit und Partizipation gewichtet werden. Anhand dieser Zahlen sollte der Zeitraum für die notwendige Zwischenlagerung festgelegt werden. Das Vertrauen der Bevölkerung kann nur durch die Angaben von realistischen Zeitplänen gewonnen werden und nicht durch die Verheimlichung der Realität.

Aufgrund der voraussichtlichen langen Lagerzeiträume ergeben sich nicht nur Anforderungen an die Sicherheit (siehe Kapitel 4) sondern auch bzgl. der Sicherung (siehe Kapitel 5). Es stellen sich aber auch Anforderungen an Personal und Organisation sowie an die Akzeptanz der Bevölkerung an den Standorten.

¹⁹ Schwach- und mittel-radioaktive Abfälle

4 Probleme aufgrund der notwendigen langen Zwischenlagerung

4.1 Fehlende Erfahrungen und fehlendes Wissen

Die Endlagerkommission betont, dass die Frage nach den benötigten Zeiträumen für die Verlängerung der Zwischenlagerung in mehrfacher Hinsicht von großer Bedeutung ist: Sie beeinflusst maßgeblich die technischen Erfordernisse für die notwendige Zwischenlagerung, die Auslegung von Genehmigungsverfahren sowie die Sicherstellung der Sicherheit der Zwischenlager bis zur Einlagerung der Abfälle in ein Endlager. (KOMMISSION 2016a)

Eine Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente von mehr als 50 Jahren wird laut IAEA als Langzeitlagerung bezeichnet (IAEA 2012). Für eine Zwischenlagerdauer von mehr als 50 Jahren gibt es bisher in keinem Staat weltweit Erfahrungen. Insofern kann der erforderliche Lagerzeitraum für die Behälter mit abgebrannten Brennelementen und Abfällen aus der Wiederaufarbeitung in Deutschland von deutlich mehr als 50 Jahren gegenwärtig noch nicht als Stand von Wissenschaft und Technik der trockenen Zwischenlagerung bezeichnet werden.

Auch die Entsorgungskommission (ESK) erklärte im Oktober 2015 in einem Diskussionspapier zur verlängerten Zwischenlagerung: Zwischenlagerzeiträume von ca. 65 bis 100 Jahren liegen deutlich außerhalb der national und international für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern bereits zugrunde gelegten Zeiträume von bis zu 50 Jahren (z. B. Ungarn, Japan, USA). **Die vor diesem Hintergrund in Deutschland in absehbarer Zeit notwendig werdende Erweiterung der genehmigten Zwischenlagerzeiträume führt zu einer Reihe von sicherheitstechnischen Fragestellungen, die im Rahmen der bisherigen Genehmigungsverfahren nicht zu behandeln waren.**

Die ESK weist weiterhin daraufhin, dass Untersuchungsprogramme zum Nachweis des Langzeitverhaltens von Behälterkomponenten (z. B. Metalldichtungen) und Inventaren (z. B. Brennstabintegrität) für eine verlängerte Zwischenlagerung voraussichtlich mit **hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden sind und frühzeitig initiiert werden sollten**. Weiterhin wird eine aktive Beteiligung an internationalen Untersuchungsprogrammen als sinnvoll erachtet, um Erkenntnisse, soweit übertragbar, berücksichtigen zu können. (ESK 2015)

Nach einer ausführlichen Analyse hat die Entsorgungskommission (ESK) auf eine Reihe von zu klärenden Aspekten im Hinblick auf die Zwischenlagerung und die daran anschließenden Entsorgungsschritte hingewiesen (ESK 2015).

Die ESK erklärt u.a., dass die notwendigen sicherheitstechnischen Nachweise für Behälter und Inventare für eine verlängerte Zwischenlagerung hinreichend belastbare Daten und Erkenntnisse aus der Auswertung der Betriebserfahrungen und aus zusätzlichen Untersuchungsprogrammen erfordern.

Darüber hinaus stellt sich laut ESK die Frage der **langfristigen Verfügbarkeit austauschbarer Komponenten** wie z. B. Druckschalter, Metalldichtungen, Tragzapfen und Schrauben. Aufgrund der derzeit vorliegenden Erfahrungen ist innerhalb der genehmigten Lagerzeiten nicht von einem systematischen Ausfall und Ersatzbedarf auszugehen. Es ist derzeit jedoch nicht geklärt, ob dies auch für verlängerte Zwischenlagerzeiten gilt. Es wäre daher für eine verlängerte Zwischenlagerung zu zeigen, dass die Funktionstüchtigkeit auch bei austauschbaren Komponenten weiterhin zuverlässig

gewährleistet ist, und dass für einen ggf. erforderlichen Austausch die benötigten Ersatzkomponenten zur Verfügung stehen. (ESK 2015)

Auch aus Sicht der Endlagerkommission sind die von der ESK benannten Fragestellungen wichtig. Es wird erklärt, der notwendige Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu den genannten Aspekten sei fortlaufend zu prüfen und entsprechende Arbeiten zu initiieren (KOMMISSION 2016a).

Bewertung

Mit zunehmender Zwischenlagerdauer ist von einer Veränderung der Materialien bzw. des Zustandes von Behälterkomponenten und bestrahlten Brennelementen bzw. Kokillen auszugehen.

Alterungseffekte können an zahlreichen Behälterkomponenten auftreten. Sicherheitstechnisch wesentlich sind Effekte an Bolzen und Schrauben, an metallischen und Elastomer-Dichtringen im Deckelsystem, am Dichtheitsüberwachungssystem (Druckschalter) und an den Polyäthylen-Strukturen zur Neutronenmoderation / Abschirmung.

Prüfbar von außen sind die Anzugsmomente der Verschraubungselemente, Korrosionserscheinungen an Mantelfläche und Tragbolzen, die Dichtheitsüberwachung (selbstprüfend), Oberflächendosisleistung und das Temperaturprofil.

Nicht direkt prüfbar ist die Dichtheit und die Integrität der Hüllrohre. Hüllrohre werden jedoch stetig durch Strahlung, Nachzerfallsleistung und Innendruck (Druckbeaufschlagung, freigesetzte Spaltgase, Helium) thermisch und mechanisch belastet. Diese Belastungen führen zur Versprödung durch Strahlung und Wasserstoffeinlagerungen und zur Verformung durch Kriechen und Herabsetzung der Duktilität des Hüllrohres bei Temperaturabnahme. Mögliche Konsequenzen (vor allem für Transport und Konditionierung) sind der Verlust der Dichtheit der Hüllrohre und Verlust der mechanischen Integrität der Hüllrohre. (KILGER 2015)

Alterungseffekte können negative Auswirkungen auf die Sicherheit der Zwischenlagerung haben sowie eine Entladung oder sonstige Vorbereitungen von Brennelementen und Kokillen für die Endlagerung verzögern. Sicherheitstechnisch relevant sind Material- und Zustandsänderungen vor allem an der Primärdeckeldichtung, dem Tragkorb zur Aufnahme von Brennelementen oder Kokillen, der Behälterinnenwand, dem Neutronenabsorber sowie dem Inventar (Brennelement oder Kokille). (NEUMANN 2014)

In den USA wurde die Zwischenlagerung in Transport- und Lagerbehältern mit einem Forschungsprogramm begleitet. In diesem Rahmen wurde ein Behälter nach 15 Jahren Zwischenlagerung geöffnet. An Primärdeckeldichtung, Nickelbeschichtung des Behälterinnenraumes und am Tragkorb wurden Defekte gefunden. Die Defekte wurden zwar als nicht direkt sicherheitsgefährdend bezeichnet, sie zeigen aber, dass diese Einbauten ihren Zustand während der Lagerung verändern. Die jeweiligen Ursachen für die Defekte konnten nicht vollständig belastbar ermittelt werden. Bei den Brennelementen fanden sich Längenveränderungen von Brennstäben, Durchbiegungen von Brennelementen und nicht erwartete Oxidschichtbelege auf ihren Oberflächen. Laut NEUMANN (2014) lassen die Ergebnisse aus den USA keine direkten Schlüsse für die Zwischenlagerung in Deutschland zu, da sich Brennelemente und Lagerbedingungen unterscheiden.

Aber aus den Untersuchungsergebnissen kann eine Empfehlung zur Kontrolle der Behälterinnenräume auch in Deutschland abgeleitet werden.

Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) erklärt, dass durch wiederkehrende Prüfungen und Inspektionen, Auswertungen von Betriebserfahrungen und Wartungsmaßnahmen bekannte Alterungseffekte bei einer längerfristigen Zwischenlagerung systematisch beobachtet werden müssen. Die GRS warnt aber auch vor dem Auftreten weiterer, bisher noch nicht berücksichtigter Alterungseffekte. (GRS 2015)

Bereits vor Jahren hatte die GRS daraufhin gewiesen, dass bei Komponenten, deren Überwachung nur mit erheblichem Aufwand möglich ist (z. B. Behälterunterseiten, Neutronenmoderatoren, Brennelemente, Tragkörbe, Behälterinnenflächen), an einer angemessenen Auswahl von Behältern geeignete exemplarische Untersuchungen mit beweisicherndem Charakter vorzunehmen sind. (GRS 2010)

Negative Alterungseffekte können nicht nur bei Komponenten, die im Behälter verbaut sind, sondern auch bei gelagerten Ersatzteilen von grundsätzlich austauschbaren Komponenten auftreten. Darauf weist berechtigterweise die ESK hin. Auch dafür muss eine geeignete Lösung gefunden werden, die sich an realistisch abgeschätzten Zwischenlagerzeiten orientiert.

Die GRS erforscht derzeit im Auftrag der Bundesregierung Aspekte der Sicherheit der längerfristigen Zwischenlagerung. Dafür werden Modelle und Methoden erarbeitet, mit denen sich das Verhalten einiger wichtiger Eigenschaften der Behälter und Brennelemente simulieren und Prognosen erstellen lassen. Einen Schwerpunkt bildet derzeit die Untersuchung des Langzeitverhaltens von Brennelementen. (Bei Brennelement-Hüllrohren kann es altersbedingt z. B. zu Versprödung durch Strahlung oder Einlagerungen von Wasserstoff kommen.) Durch die Kombination von Abbrand- und Temperaturberechnungen konnte die GRS einen Ansatz zur Bestimmung der Innendrucke von Hüllrohren und Umfangsspannungen erarbeiten, um erste Prognosen zur Langzeitintegrität der Hüllrohre zu erhalten.

Die GRS betont, dass die experimentelle Datenlage zur Validierung der Methoden zur Bestimmung des Langzeitverhaltens der Brennelemente und der Behälter bislang beschränkt ist. Weitere, auch nationale, Forschungen sind deshalb nötig, um das Wissen hierüber zu erweitern. (GRS 2015)

Es wird im NaPro nicht benannt, für welchen Zeitraum die technischen Voraussetzungen für eine verlängerte Zwischenlagerung untersucht werden. Daher ist zu vermuten, dass nur die laut Gesetz entstehende zeitliche Lücke für die Untersuchungen zugrunde gelegt wird. Nach anderen Schätzungen sind erheblich längere Zeiträume für die notwendige Zwischenlagerung zu betrachten.

Gemäß RL 2011/70/Euratom, Art. 12, Abs. 1 lit. f) haben die nationalen Programme Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationstätigkeiten zu enthalten, die erforderlich sind, um Lösungen für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle umzusetzen. Im Nationalen Entsorgungsprogramm werden nur einige kurze Erläuterungen in Bezug auf die Zuständigkeiten des Bundes für Forschung und Entwicklung im Zusammenhang mit dem Programm angeführt.

Die voraussichtlich sehr langen Lagerzeiträume für die abgebrannten Brennelemente und hochradioaktiven Abfälle haben eine Reihe von Implikationen. Aufgrund der voraussichtlichen

langen Lagerzeit ergeben sich vor allem Anforderungen an den Behälter (Integrität und Dichtheit), Verfügbarkeit der Ersatzteile und die Transportfähigkeit am Ende der Zwischenlagerzeit. Aufgrund fehlender Erfahrung und fehlendem Wissen bzgl. negativer Alterungseffekte müssen jetzt umfangreiche Forschungsvorhaben initiiert werden.

4.2 Fehlende Anforderungen

Im „Erster Bericht zur Durchführung der Richtlinie 2011/70/Euratom“ (BMUB 2015f) wird erklärt, dass für die Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen die von der Entsorgungskommission (ESK) erarbeiteten Leitlinien *„ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, Empfehlung der Entsorgungskommission“* (ESK 2013d) zu Grunde liegen. Durch diese würden Anforderungen an eine sichere Zwischenlagerung unter Berücksichtigung der wechselseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Entsorgungsschritte gestellt.

Eine Überwachung des Behälterinventars und der im Innenraum befindlichen Behälterkomponenten ist für die auf 40 Jahre begrenzte Zwischenlagerdauer bisher nicht vorgesehen. In den 2014 veröffentlichten ESK-Leitlinien zur periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) sind weder Vorgaben zur Prüfung der Brennelemente bzw. HAW-Kokillen noch zur Prüfung der Primärdeckeldichtungen, des Behälterinnenraumes bzw. der in ihm befindlichen Komponenten enthalten.

Im November 2010 hatte die Entsorgungskommission (ESK) *„Empfehlungen für Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (PÜ-ZL)“* herausgegeben. (ESK 2010) Die Notwendigkeit entsprechender Regelungen ergibt sich sowohl aus den Referenzlevel der WENRA als auch durch die Anforderungen an die Zwischenlagerung in der Richtlinie 2009/71/Euratom zur nuklearen Sicherheit kerntechnischer Anlagen. (BMUB 2014b)

Im März 2014 wurden die überarbeiteten *„Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement zur Zwischenlagerung für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“* von der ESK herausgegeben (ESK 2014). Zu den Zielen der PSÜ gehört auch eine aktualisierte Sicherheitsbewertung unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik und die Einhaltung der sicherheitstechnischen Anforderungen im Hinblick auf die Handhabung und den späteren Abtransport der Transport- und Lagerbehälter. Der Inhalt der PSÜ umfasst auch eine Überprüfung und ggf. Aktualisierung der Störfallanalyse im Hinblick auf die Auslegungsstörfälle und auslegungsüberschreitenden Ereignisse sowie der dafür vorgesehenen Maßnahmen. (BMUB 2014b)

Bewertung

Die bisherigen Anforderungen an Untersuchungen und Sicherheitsnachweise beziehen sich nur auf einen Lagerzeitraum von 40 Jahren. Insofern müssen neue Sicherheitsanforderungen formuliert werden und auch in entsprechenden Leitlinien bzw. im untergesetzlichen Regelwerk festgeschrieben werden. Zudem sind die Gebäude und die vorhandene Ausstattung der Zwischenlager bisher nur für einen Zeitraum von 40 Jahren ausgelegt.

Fachlich ist nicht nachvollziehbar, warum die ESK in ihren Leitlinien keine systematische Untersuchung des Innenraums der Behälter fordert bzw. empfiehlt. Diese sind nicht für die offenbar erforderlichen langen Zwischenlagerzeiträume formuliert. Inzwischen scheint die ESK ihre Meinung dazu verändert zu haben, wie aus dem o.g. Diskussionspapier für die Endlagerkommission deutlich wird.

Eine Überarbeitung der ESK-Leitlinien scheint gerade aufgrund der Abschätzung der Endlagerkommission zu möglichen Zeiträumen für die Zwischenlagerung erforderlich.

Auch die GRS erklärt, dass die in den Behältern gelagerte Brennelementen untersucht werden müssen.

Aufgrund der notwendigen Verlängerung der Lagerzeit wäre es dringend erforderlich, den Zustand des Behälterinventars und des Tragkorbs sowie weiterer Behälterbauteile zum Beispiel im Rahmen der PSÜ zu überprüfen. Dies sollte für ausgewählte Behälter erfolgen, die ein repräsentatives Spektrum von Behältertyp, Behälterinventar und Beladevorgang abdecken. Die bisher bekannten Untersuchungen in Deutschland zu den Effekten im Behälterinnenraum sind unzureichend. Vor allem sind die teilweise durchgeführten theoretischen Berechnungen nicht durch praktische Untersuchungen verifiziert. Dies kann nur durch Öffnen von Behältern in einer Heißen Zelle geschehen. (NEUMANN 2014)

Überprüfungen sollten entweder als Sonderprogramm oder im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) erfolgen und sollten auch das Behälterinnere inklusive der Brennelemente inspizieren, zumindest in repräsentativen Stichproben.

Eine entsprechende Änderung der PSÜ-Leitlinien wäre ein erster Schritt, um die in einem Diskussionspapier der Entsorgungskommission (ESK), von der Endlagerkommission und von Experten für erforderlich gehaltenen Untersuchungen durchzuführen.

Es ist nicht bekannt welche Erfahrungen bisher hinsichtlich der periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) und des technischen Alterungsmanagements vorliegen. Es ist auch nicht bekannt, ob eine Aktualisierung der PSÜ-Leitlinien geplant ist, die u.a. eine Untersuchung der Behälterinnenräume einschließt.

Es sollte aus den Erfahrungen der Zwischenlagerung der schwach- und mittel-radioaktiven Abfälle gelernt werden. Dort war der Korrosionsproblematik zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Die durch die ESK-Leitlinien seit mehreren Jahren vorgeschriebenen regelmäßigen visuellen Inspektionen der Abfallgebinde werden des Öfteren nicht im erforderlichen Umfang durchgeführt. (BMUB 2015a)

Auch an die **Lagergebäude** müssen bei den langfristigen Zwischenlagern zusätzliche Anforderungen gestellt werden. Im Nutzungszeitraum sinkt der Bauwerkswiderstand durch Alterung und durch einwirkungsbedingte Schädigungen. Deren Vorhersage, insbesondere über lange Zeit, ist mit Unsicherheit verbunden. Deshalb muss der Bauwerkszustand während des Betriebs überwacht werden. Dazu stehen bereits heute viele Möglichkeiten zur Verfügung, die beispielsweise bei Brücken und Offshore-Bauwerken zum Einsatz kommen. Im Rahmen des ENTRIA Projekts (Arbeitspaket 7.2) sollen für Systemkomponenten und -gruppen Monitoring-, Prognose- und Interventionswerkzeuge (Reparatur, Austausch, Ertüchtigung etc.) entwickelt werden. (ENTRIA 2017) Die Ergebnisse von

ENTRIA bezüglich der Anforderungen an die Gebäude für eine langfristige oberflächennahe Zwischenlagerung sollten in den Sicherheitsanforderungen für die erforderlichen langen Genehmigungszeiträume der Zwischenlager berücksichtigt werden.

4.3 Fehlende Einrichtungen

Die Brennelemente und verglasten Abfälle aus der Wiederaufarbeitung werden in Transport- und Lagerbehältern mit einem Doppeldeckelsystem zwischengelagert. Der innere Deckel (Primärdeckel) und der äußere Deckel (Sekundärdeckel) besitzen je eine Metalledichtung.

Wird eine Undichtigkeit am Primärdeckel festgestellt, kann diese nicht im Zwischenlager behoben werden, da der Behälter nach Abnahme des Primärdeckels gegenüber der Gebäudeatmosphäre und damit zur Biosphäre insgesamt offen wäre. Für eine Instandsetzung des Systems gibt es laut Angaben der Bundesregierung zwei Möglichkeiten:

- Reparaturkonzept mit Aufbringen eines dritten Deckels, dem sogenannten Fügedeckel, über dem Sekundärdeckel zur Wiederherstellung des Doppeldichtsystems oder
- Verbringung des Behälters in eine „Heiße Zelle“ zum Austausch der Primärdeckeldichtung nach Öffnung des Behälters.

In einer Bewertung der eingegangenen Stellungnahmen zum Nationalen Entsorgungsprogramm und zum Umweltbericht erklärt die Bundesregierung dennoch, dass derzeit keine Erkenntnisse vorliegen, die die Errichtung „Heißer Zellen“ an den Standorten der Zwischenlager erforderlich machen. (BMUB 2016a)

Bewertung

An allen Standort-Zwischenlagern könnte gegenwärtig das benachbarte Reaktorgebäude als „Heiße Zelle“ genutzt werden. (NEUMANN 2014) Dies ist aber nur noch eine sehr begrenzte Zeit möglich.

Ein Vertreter der Atomaufsicht Schleswig-Holstein wies darauf hin, dass im Rahmen der erforderlichen Verlängerungen der Zwischenlager berücksichtigt werden muss, dass ein Problem bereits lange vor Ende der bestehenden Genehmigungen der Zwischenlager besteht: Es ist keine „Heiße Zelle“ für Reparatur-, Wartungs- und Prüfmaßnahmen mehr vor Ort vorhanden. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang (BACKMANN 2015):

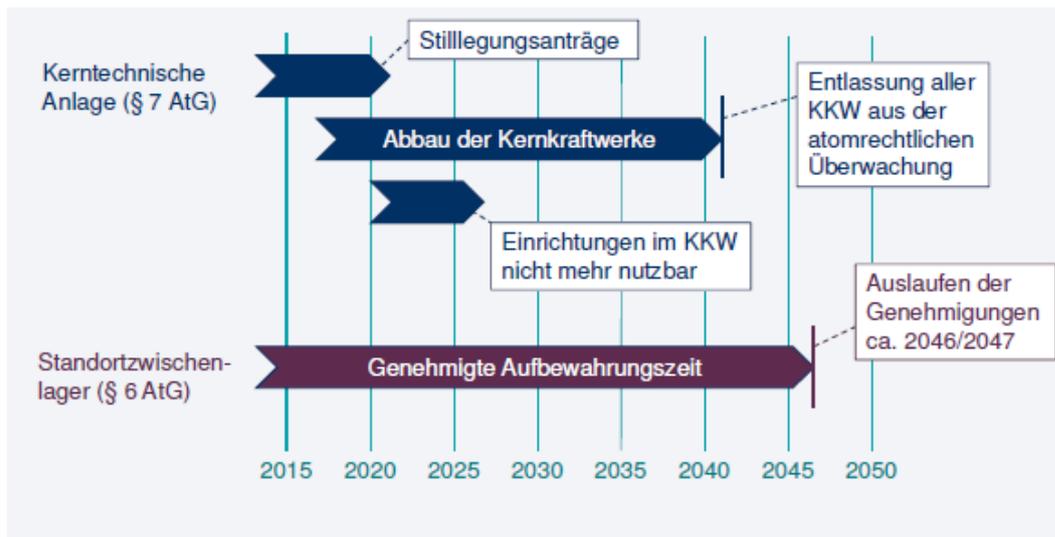


Abbildung 2: Zeitlicher Ablauf der Stilllegung der Atomkraftwerke und damit Fehlen einer „Heißen Zelle“

In den ESK-Leitlinien zur Zwischenlagerung sind für den Fall einer Primärdeckelundichtigkeit sowohl das Verbringen in eine andere Anlage als auch die Reparatur mit Fügedeckel zugelassen. (ESK 2013d) Dabei wurde jedoch, wie bereits erwähnt, nur eine Zwischenlagerdauer von 40 Jahren unterstellt. Es muss jedoch für die meisten Behälter von einer deutlich längeren Lagerzeit ausgegangen werden. Aus sicherheitstechnischer Sicht ist die Auswechslung der Primärdeckeldichtung gegenüber dem Reparaturkonzept mit Fügedeckel zu bevorzugen.

Das Reparaturkonzept mit Fügedeckel wurde bereits bei der Genehmigung der Standortzwischenlager kontrovers diskutiert. Ein wesentlicher Kritikpunkt am Konzept ist, dass der Fügedeckel im Störfall nicht die Qualität einer notwendigen zweiten Barriere besitzt, denn die Störfallsicherheit des Fügedeckels ist nicht gegeben. Dadurch kann es bei bestimmten Störfällen (z. B. Flugzeugabsturz) zu weit höheren Freisetzungen kommen, als sie in den Genehmigungsverfahren unterstellt worden sind. (NEUMANN 2014)

Wenn das Primärdeckeldichtsystem von Behältern mit hoch-radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (Behälter des Typ CASTOR®HAW28M) versagt, kann für den Lagerbetrieb die Wiederherstellung des Doppeldeckelsystems mit einem Fügedeckel erreicht werden. Vor einem Abtransport muss jedoch eine neue Primärdeckeldichtung eingesetzt werden, denn nach der verkehrsrechtlichen Zulassung kann der Behälter des Typ CASTOR®HAW28M nur mit intaktem Primärdeckelsystem befördert werden. Für eine Reparatur wäre dann eine „Heiße Zelle“ erforderlich.

Die Aussage der Bundesregierung, es lägen keine Erkenntnisse vor, die die Errichtung „Heiße Zellen“ an den Standorten der Zwischenlager erforderlich machen, ist insgesamt nicht nachzuvollziehen.

Aufgrund der notwendigen langen Lagerzeiten sollten an allen langfristigen Zwischenlagerstandorten während der gesamten zu erwartenden Betriebszeit „Heiße Zellen“ vorhanden sein, in denen ggf. der Austausch von Primärdeckeldichtungen sowie die Überprüfungen von Inventar und Einbauten im Behälterinnenraum möglich sind.

4.4 Mängel in der Qualitätssicherung

Nachdem Mängel bemerkt wurden, war eine Überprüfung der Dokumentation der Qualitätssicherung bei der Herstellung von Tragzapfen aller Transport- und Lagerbehälter des Typ Castor erforderlich geworden. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und der Behälterhersteller, die Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) stellten fest, dass bundesweit 315 beladene und in den Zwischenlagern aufbewahrte Behälter von dem Qualitätsfall „Tragzapfenfertigung“ betroffen sind. Nach Auffassung der BAM sind Konsequenzen erforderlich. (NMU 2015a)

Bewertung

Dieser Vorfall zeigt, dass umfangreiche Mängel in der Qualitätssicherung der Behälter bestehen können. Insgesamt sind Material- und Komponentenschäden nicht auszuschließen, die insbesondere bei einer langfristigen Zwischenlagerung negative Auswirkungen auf die Sicherheit haben können. Zudem könnte bei Qualitätsmängeln an den Behältern ein späteres Abtransportieren zum Endlagerstandort erheblich verzögert werden. **Qualitätsmängel an Behälterkomponenten wirken sich bei einem deutlichen längeren Lagerzeitraum stärker aus und müssen daher neu bewertet werden.**

5 Unzureichender Schutz gegen Terrorangriffe

Eine große Menge (mehr als 10.000 Tonnen Schwermetall) an hoch-radioaktivem Material muss in Deutschland noch für einen langen Zeitraum oberirdisch gelagert werden. Neben den Fragen der Sicherheit sind auch Aspekte der Sicherung von großem Belang.

Unter dem Begriff der Sicherung von Atomanlagen versteht man in Abgrenzung zum Begriff der Sicherheit den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (kurz SEWD), z. B. Wachschutzmaßnahmen. Besonders relevant aus dem Bereich Sicherung ist der Schutz gegen Terroranschläge.

Auf die Gefahr eines terroristischen Angriffs auf ein Zwischenlager wird mit Bezug auf die Ereignisse am 11.09.2001 auch von der EU-Kommission hingewiesen. (EU COM 2002)

5.1 Nachrüstungen gegen SEWD-Ereignisse

Die Basis für die Sicherung von Zwischenlagern bildete bisher der inhärente Schutz durch den Transport- und Lagerbehälter selbst. Es wurde davon ausgegangen, dass dieser einen ausreichenden Schutz gegen die bei ortsfesten kerntechnischen Einrichtungen zu unterstellenden gewaltsamen Einwirkungen bietet. Das Zwischenlagergebäude wurde daher baulich nicht zwingend so ausgeführt wie beispielsweise die relevanten Gebäude eines Kernkraftwerkes.

Sowohl die Szenarien als auch die festgelegten Sicherungsmaßnahmen werden regelmäßig überprüft und zwischen dem BMUB, den atomrechtlichen Aufsichts- und Genehmigungsbehörden, den Innenbehörden des Bundes und der Länder, dem BfE²⁰, den Sicherheitsbehörden des Bundes sowie

²⁰ Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) ist seit dem 30. Juli 2016 die nach § 6 des Atomgesetzes zuständige Genehmigungsbehörde für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in zentralen und

Sicherheitsexperten abgestimmt. Die unmittelbar beteiligten Bund-Länder-Gremien im Bereich der Sicherung sind der Arbeitskreis Sicherung und die Kommission "Sicherung und Schutz kerntechnischer Einrichtungen" (KoSikern).²¹

Unter Leitung des Bundesumweltministeriums haben sich 2010 die o.g. Behörden mit den Betreibern auf ein gemeinsames generisches Sicherungskonzept zur Nachrüstung der Zwischenlager verständigt.

Aufgrund eines Erlasses des BMU vom 28. März 2011 forderte dann das BfS die Betreiber von Zwischenlagern mit Schreiben vom 15. April 2011 auf, die zur Verbesserung der Sicherungsmaßnahmen der Zwischenlager erforderlichen Maßnahmen einzuleiten. (DBT 2016)

Für alle Zwischenlager wurde daher in einer Änderungsgenehmigung zu bestehenden Genehmigung eine „Erweiterung des baulichen Schutzes gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD)“ beantragt.

Laut BMUB hatte sich zu bestimmten Angriffsszenarien im Nahbereich der Transport- und Lagerbehälter, die zu Schutzzielverletzungen führen können, die Bewertung und Erkenntnislage derart verändert, dass die Sicherungsmaßnahmen optimiert werden müssen. Dazu werden bauliche Maßnahmen und – bis zu deren Umsetzung – temporäre Maßnahmen durchgeführt. Einzelheiten zu den neuen Erkenntnissen, den Lastannahmen²² und den Sicherungsmaßnahmen unterliegen der Geheimhaltung und können öffentlich nicht genannt werden, um ihre Wirksamkeit nicht zu gefährden. (BMUB 2012)

Bewertung

Die Maßnahmen, die unter dem Begriff „Härtungen“ durchgeführt werden, sind von den jeweiligen standortspezifischen Umständen, insbesondere von der Bausubstanz der Halle abhängig. In den norddeutschen Zwischenlagern²³ nach dem STEAG Konzept (Stärke der Wand: ca. 120 cm, Stärke Decke: 130 cm) soll das Lagergebäude zumindest einen gewissen Schutz vor Einwirkungen von außen gewährleisten. In den süddeutschen Zwischenlagern²⁴ nach dem WTI-Konzept (Stärke der Wand: ca. 85 cm, Stärke der Decke: ca. 55 cm) sowie in den zentralen Zwischenlager sollen im Wesentlichen nur die Behälter selbst den Schutz vor Einwirkungen von außen gewährleisten.

Nachrüstmaßnahmen sind aber für alle deutschen Zwischenlager erforderlich und 2011 auch an allen Standorten beantragt worden. Für die Hälfte der Standort-Zwischenlager wurden die Genehmigungen bereits erteilt; die Erteilung einiger Genehmigungen steht noch aus. Für das Zwischenlager Nord sind die geplanten „Härtungen“ jedoch nicht durchführbar. Welche Konsequenzen sich daraus ergeben, ist (noch) nicht bekannt. (siehe Kapitel 6.4)

dezentralen Zwischenlagern. Es hat diese Aufgabe vom bis dahin zuständigen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übernommen.

²¹ Beim Arbeitskreis Sicherung handelt es sich um einen Arbeitskreis des Fachausschusses Reaktorsicherheit des Länderausschusses für Atomkernenergie. Die KoSikern ist eine Kommission des Unterausschusses Führung, Einsatz, Kriminalitätsbekämpfung des Arbeitskreises II der Innenministerkonferenz.

²² In den sogenannten Lastannahmen werden u.a. Täterverhalten und Tatabsichten, zu unterstellende Waffen und Hilfsmittel festgelegt. Gegen diese Szenarien muss eine Atomanlage ausreichend geschützt sein.

²³ Brunsbüttel, Krümmel, Unterweser, Lingen, Grohnde, Brokdorf

²⁴ Gundremmingen, Grafenrheinfeld, Philippsburg, Isar, Biblis

Im Wesentlichen werden die Lagerhallen entlang einiger Wände durch eine zusätzliche zehn Meter hohe Mauer geschützt. Auch der Zugang der Hallen wird verändert, so dass ein Eindringen von Unbefugten erschwert wird. Der Umfang und die Zielsetzung der Nachrüstungen sind nicht öffentlich. Diese Nachrüstungen an den bestehenden Zwischenlagern können die Gefährdung durch einen Terroranschlag geringfügig verringern.

Die Bundesregierung erklärte, dass sie sich mit den Betreibern auf die Nachrüstungen geeinigt hat. Damit wird deutlich, dass nicht die Nachrüstungen erfolgen, die aufgrund der bestehenden Sicherheitsdefizite bestehen, sondern jene, die dem Betreiber zumutbar sind.

Inzwischen befinden sich Lagersysteme auf dem Markt, die gegen Terroranschläge ausgelegt sein sollen: Für amerikanische Zwischenlager wurde ein Lagersystem für die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen (HI-STORM UMAX) entwickelt, in welchem die Behälter einzeln in Löcher in den Boden versenkt werden. Die Verbesserung der Lagertechnologie war als Folge der Terroranschläge vom 11. September 2001 erfolgt. (HOLTEC 2017)

Die Forschungsplattform ENTRIA untersucht als eine Entsorgungsoption eine obertägige oder oberflächennahe Zwischenlagerung auch für sehr lange Zeiträume von ggf. mehreren hundert Jahren. Laut ENTRIA kann dem umgebenden Bauwerk der größte Teil der Schutzfunktion zugewiesen werden. Seine Komponenten müssen entsprechend ausgebildet werden, in einem obertägigen Bauwerk z. B. durch dicke Wände und sehr robuste Konstruktionen, um auch extremen Einwirkungen während der gesamten Nutzungsdauer widerstehen zu können. Alternativ kann der Lager- bzw. Abfallbehälter selbst derart ausgeführt werden, dass er den maßgebenden Einwirkungen standhält. In diesem Fall wären an die Bauwerkskomponenten geringere Anforderungen zu stellen. (ENTRIA 2017) Die Ergebnisse von ENTRIA bezüglich der Anforderungen an eine sehr lange oberflächennahe Zwischenlagerung sollten in den Sicherheitsanforderungen für die erforderlichen langen Genehmigungszeiträume für die Zwischenlager berücksichtigt werden.

5.2 Konsequenzen aus dem Brunsbüttel-Urteil

Die Gewährleistung des erforderlichen Schutzes gegen SEWD für Zwischenlager ist Genehmigungsvoraussetzung gemäß Atomgesetz (§ 6 (2) Nr. 4).

2013 hob das OVG Schleswig aufgrund einer Klage eines Anwohners die Genehmigung für das Standort-Zwischenlager (SZL) Brunsbüttel auf. In der Klage ging es um die Frage, ob die möglichen Auswirkungen eines gezielten Flugzeugabsturzes und eines Beschusses mit panzerbrechenden Waffen im Genehmigungsverfahren ausreichend geprüft wurden.

Die Genehmigungsbehörde, das BfS (jetzt BfE), vertritt die Auffassung, dass das Urteil des OVG Schleswig nicht auf Basis einer festgestellten unzureichenden Sicherheit des Zwischenlagers erfolgt sei. Aufgrund von Geheimhaltungsverpflichtungen sei es nicht möglich gewesen, dem Gericht in der gewünschten Detailtiefe darzulegen, dass die Genehmigung für das Zwischenlager Brunsbüttel den nach dem Atomgesetz erforderlichen Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) gewährleistet. (BfS 2015d)

Bewertung

Es ist jedoch nicht, wie vom BfE behauptet, zutreffend, dass die Sicherheitsnachweise vorhanden sind und nur geheim gehalten werden müssen. Es ist vielmehr so, dass im Verfahren deutlich wurde, dass im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen fehlerhaft bewertet und ermittelt wurde.

Zwar ist ein Gericht nicht für die Prüfung der Sicherheit einer kerntechnischen Anlage zuständig, aber faktisch bedeutet die Feststellung von Ermittlungs- und Bewertungsdefiziten in den Sicherheitsanalysen im Genehmigungsverfahren, dass die Sicherheit nicht nachgewiesen ist. Bei einer genauen Analyse des entsprechenden Urteils wird deutlich, dass sich der Senat inhaltlich tief in die Materie eingearbeitet hat.

Im Rahmen der Genehmigung für das SZL Brunsbüttel wurden mögliche Auswirkungen eines potentiellen Hohlladungsbeschusses betrachtet, der als abdeckendes SEWD Szenario gilt. Dabei wird unterstellt, dass eine Gruppe von Tätern in das Zwischenlager eindringt und mit panzerbrechenden Waffen die Behälter beschädigt. Durch einen Beschuss mit einem Hohlladungsgeschoss kann die Wand eines metallischen Behälters durchschlagen und in seinem Inneren Brennstoff zerstäubt werden. Der Beschuss bewirkt weiterhin einen Druckaufbau im Inneren des Behälters. Dadurch würde eine beträchtliche Menge an radioaktivem Material in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Laut Urteil des OVG Schleswig hat die Genehmigungsbehörde die Risiken des vom Kläger geltend gemachten Szenarios eines terroristischen Angriffs auf das Zwischenlager mit panzerbrechenden Waffen im Genehmigungsverfahren fehlerhaft ermittelt und bewertet. Es war für den Senat nicht überzeugend, dass die 1992 auf dem Markt befindlichen und bei den Beschussversuchen der GRS (1992) verwendeten Waffen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit auch noch zum Zeitpunkt der Genehmigung des SZL Brunsbüttel (2003) repräsentativ gewesen sein sollen. Der Senat erklärt, zu folgen sei demgegenüber dem klägerischen Vortrag, wonach 2003 leistungsstärkere und leichter zu handhabende Hohlladungs-Waffensysteme auf dem Markt waren, die zu potentiell höheren Zerstörungswirkungen beim Einsatz gegen Behälter führen könnten. (OVG SH 2013)

In der Urteilsbegründung wird weiterhin erklärt: „Die Beklagte hat bei der Erteilung der Genehmigung für das Standortzwischenlager das erforderliche Maß des Schutzes gegen terroristische Einwirkungen in Gestalt eines gelenkten Absturzes eines Verkehrsflugzeuges auf das Zwischenlager fehlerhaft ermittelt und bewertet.“ Aus Sicht des Senats besteht in der Ausklammerung des Airbus A380 aus der Betrachtung ein Ermittlungsdefizit der Genehmigungsbehörde, weil absehbar war, dass dieser Flugzeugtyp innerhalb des Genehmigungszeitraumes in Dienst gestellt werden würde und somit ebenfalls als Tatmittel in Betracht kam. (OVG SH 2013)

Der Senat erklärt, dass wegen der weiteren Ermittlungs- und Bewertungsdefizite dahinstehe, ob das wegen der Ausblendung des Airbus A380 gegebene Ermittlungsdefizit mittlerweile durch eine entsprechende Untersuchung der GRS aus 2010 unerheblich ist. Laut dieser Untersuchung kommt es infolge eines derartigen Absturzes zu keinen beträchtlichen radiologischen Folgen. Es wird in der Urteilsbegründung jedoch angemerkt, dass der Vortrag der Beklagten über den Inhalt des von ihr geheim gehaltenen Gutachtens allerdings Zweifel an der hinreichenden Konservativität der verwendeten Untersuchungsmethode erwecke. Laut Urteilsbegründung weist die Genehmigung ein

weiteres Ermittlungs- und Bewertungsdefizit hinsichtlich der thermischen Lastannahme eines Flugzeugabsturzes auf. (OVG SH 2013)

In BMUB (2016a) wird erklärt, dass sich aus der Aufhebung der Genehmigung des SZL Brunsbüttel keine Aussage zur Sicherheit oder Sicherung anderer Zwischenlager ableiten ließe und so keine Auswirkungen auf die Genehmigung von den anderen Zwischenlagern hätte.

Das ist so aber nicht zutreffend: Das Urteil des OVG Schleswig bezieht sich zwar ausschließlich auf die Zwischenlagerung hoch-radioaktiver Brennelemente im SZL Brunsbüttel. Jedoch sind die Annahmen und Untersuchungen für den als abdeckend betrachteten Terrorangriff (Beschuss mit Hohlladungsgeschoss) an allen SZL gleich. Das betrifft auch das Szenario bezüglich eines absichtlich herbeigeführten Absturzes eines Verkehrsflugzeugs. Die vom OVG Schleswig gerügten Bewertungs- und Ermittlungsfehler des Genehmigungsverfahrens bestehen daher bei allen deutschen Zwischenlagern.

Die Bundesregierung erklärte 2015, dass sich Bund und Länder bezüglich des Urteils des OVG Schleswig in der Pflicht sehen, neue Erkenntnisse zu berücksichtigen, das Regelwerk weiterzuentwickeln, die Nachvollziehbarkeit der Abwägungen zu Sicherheitsfragen zu verbessern und dieses – soweit möglich – gesetzlich bzw. untergesetzlich zu regeln. Im Hinblick auf die derzeit anhängigen Antragsverfahren werde geprüft, welche Konsequenzen sich aus dem Beschluss des BVerwG vom 8. Januar 2015 sowie des Urteils des OVG Schleswig vom 13. Juni 2013 für die Durchführung der Verfahren ergeben. (DBT 2015a)

Im NaPro ist das bestehende Problem nicht thematisiert, obgleich von dieser Entscheidung alle anderen Zwischenlager ebenfalls betroffen sind. Es ist nicht bekannt, ob die o.g. Prüfung der Bundesregierung bereits abgeschlossen ist, bzw. welches Ergebnis diese ggf. hatte. Anzumerken ist, dass die Genehmigung eines weiteren Zwischenlagers (SZL Unterweser) beklagt wird.

Auf dem Erörterungstermin zur von Vattenfall beantragten Neugenehmigung des SZL Brunsbüttel am 14./15.6.2017 in Brunsbüttel wurde bzgl. eines möglichen Angriffs mit panzerbrechende Waffen erklärt, dass ein derartiges Szenario jetzt durch die baulichen Maßnahmen verhindern wäre. Neue Beschussversuche sind daher nicht erfolgt.

Zurzeit werden wie bereits erwähnt die Zwischenlager in Deutschland „gehärtet“. Im o.g. Klageverfahren hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) erklärt, dass die Nachrüstungsmaßnahmen nicht durch die Szenarien Flugzeugabsturz und Hohlladungsbeschuss veranlasst wurden. Jedoch würden die Nachrüstungen – auch bereits die temporären Maßnahmen –, einen Hohlladungsbeschuss verhindern. Aus Sicht des Senats war aber nicht nachvollziehbar, dass durch jene Maßnahmen auch der Zugang von Personen zum Lagergebäude und damit auch das Szenario eines Hohlladungsbeschusses ausgeschlossen würde. (OVG SH 2013)

Die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) fordert, bei der Betrachtung von möglichen Terrorangriffen das Versagen des physischen Schutzsystems zu unterstellen. (IAEA 2012)

Auch nach durchgeführten Nachrüstungen muss davon ausgegangen werden, dass eine bewaffnete und entschlossene Terrorgruppe in der Lage ist, in die Halle einzudringen.

Ein kürzlich bekannt gewordener Vorfall mit manipulierten Zuverlässigkeitsüberprüfungen von Mitarbeitern belegt vorhandene Schwachstellen. In der Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen (JEN) sind manipulierte Quermeldungen²⁵ entdeckt worden. 21 Personen hatten ohne rechtmäßige Sicherheitsüberprüfung Zutritt zu sicherheitsrelevanten Bereichen in Nuklearanlagen erhalten. (AZ 2017, BW 2017)

Auf dem Erörterungstermin zur Neugenehmigung des SZL Brunsbüttel am 14./15.6.2017 in Brunsbüttel wurde erläutert, dass gegen einen Flugzeugabsturz bisher keine Nachrüstungen erfolgt sind. Allerdings wird zurzeit ein Gutachten bzgl. der möglichen Konsequenzen eines gezielten Absturzes mit einem A380 auf das Zwischenlager erstellt. Wie dann aber die rechtliche Handhabung der Genehmigungsbehörde bzgl. des Umfangs der möglicherweise erforderlichen Nachrüstungen ist, ist laut Aussage des BfE noch ungeklärt. Die Rechtslage hat sich verändert. Am 31. August 2016 gab das BMUB die Beschlüsse des Länderausschusses für Atomenergie - Hauptausschuss - zum Thema „Rechtlicher Rahmen der Beurteilung des Szenarios ‚Terroristischer Flugzeugabsturz‘ durch die Exekutive“ bekannt (BMUB 2016b). Darin wird u.a. festgestellt:

- Bei der Genehmigung von Zwischenlagerung wurde das Szenario „Terroristischer Flugzeugabsturz“ nicht in die Lastannahmen des Regelwerks zum Schutz gegen SEWD aufgenommen. Die zuständige Genehmigungsbehörde prüft unter Einbeziehung des Gefährdungspotenzials (u.a. Lagerungsdauer sowie standortspezifische Faktoren), ob und gegebenenfalls welche Maßnahmen, die unter der Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit die Strahlenexposition im Ereignisfall minimieren bzw. begrenzen, verlangt werden können.
- Seit der Brunsbüttel Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts von 2008 ist höchststrichterlich entschieden, dass im Bereich der Sicherheit auch gegen auslegungsüberschreitende Ereignisse Vorsorgemaßnahmen verlangt werden können. Allerdings werden keine quantitativen Strahlenschutzanforderungen festgelegt, die Anforderungen sind vielmehr abgestuft im Vergleich zu den Anforderungen auf der Sicherheitsebene 3.²⁶
- Die jeweilige Genehmigungsbehörde kann entscheiden, welchen Typ eines Verkehrsflugzeugs für die Untersuchungen herangezogen wird. In die Betrachtung einzubeziehen sind dabei zwar grundsätzlich alle regelmäßig für den Passagierverkehr eingesetzten Flugzeugtypen. Der Hauptausschuss geht aber davon aus, dass in Anlehnung an die Vorgehensweise der

²⁵ Personen, die in kerntechnischen Anlagen tätig werden, müssen vor Beginn der Tätigkeit im Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit überprüft werden. Die Überprüfung erfolgt durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde. Mit sogenannten „Quermeldungen“ übermitteln Betreiber die Ergebnisse bereits amtlich durchgeführter Zuverlässigkeitsüberprüfungen bundesweit an andere Betreiber, woraufhin diese Personen dann auch in anderen Anlagen tätig werden können. Dies ist im Gesetz ausdrücklich so vorgesehen und bundesweit geübte Praxis.

²⁶ In deutschen AKWs gibt es vier Sicherheitsebenen: Die erste Ebene entspricht dem Normalbetrieb, die zweiten Ebene dem „anormalen Betrieb“. In der dritten Ebene sollen Störfälle durch Sicherheitssysteme beherrscht werden. In der vierten Ebene wird mit „anlageninternen Notfallschutzmaßnahmen“ versucht, die Auswirkungen eines Störfalles auf die Anlage selbst zu beschränken und einschneidende Maßnahmen in der Umgebung (insbesondere Evakuierung) nicht notwendig werden zu lassen.

Reaktorsicherheitskommission (RSK) der Airbus A 340-600 in der Regel als exemplarischer Flugzeugtyp angesehen werden kann.

Die Behörde entscheidet über das Schutzmaß in eigener Verantwortung. Bei ihr liegt die Risikoermittlung und Risikobewertung (Funktionsvorbehalt der Exekutive). Die Gerichte haben aber zu überprüfen, ob diese Entscheidung auf einer ausreichenden Datenbasis beruht und dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Eine Begründung für die Berücksichtigung des gegenüber dem Airbus A380 deutlich kleinerem Airbus A340-600 wird vom Hauptausschuss nicht genannt. Daher sollte die zuständige Genehmigungsbehörde mögliche Auswirkungen des Airbus A380 als Grundlage ihrer Bewertung nehmen. Aber selbst wenn dies erfolgt, ist nicht geregelt, welche Anforderungen an die Schutzmaßnahmen gestellt werden, da diese laut Hauptausschuss im Vergleich zu den Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgestuft sein können.

Auch unabhängig von dem Urteil zum Zwischenlager Brunsbüttel muss, insbesondere aufgrund der langen zu erwartenden Lagerzeiträume, eine deutliche Verbesserung des Schutzes der zwischengelagerten abgebrannten Brennelemente und hoch-radioaktiven Abfälle gegen Terrorangriffe erfolgen.

6 Spezielle Probleme

6.1 Problem: Restliche Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

Bis Juni 2005 wurden abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich oder Großbritannien transportiert. Seit der Änderung des Atomgesetzes im Jahr 2002 wurde die Lieferung von abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren in die Wiederaufarbeitung verboten.²⁷

Die Rücklieferung der hoch-radioaktiven verglasten Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich (La Hague) wurde im November 2011 abgeschlossen. Die Rücklieferung von 21 Behälter mit verglasten hoch-radioaktiven Abfällen aus Großbritannien (Sellafield) sowie fünf Behälter mit verglasten mittel-radioaktiven Abfällen aus La Hague steht noch aus.

Seit der Änderung des Atomgesetzes am 01.01.2014 dürfen Behälter mit verglasten Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung nur in Standortzwischenlagern und damit nicht mehr wie zuvor im Transportbehälterlager (TBL) Gorleben zwischengelagert werden. Bundes- und Landesregierungen sowie die Betreiber der Standortzwischenlager haben sich nach langer Debatte im Juni 2015 auf die Standorte für die Zwischenlagerung der restlichen insgesamt 26 Behälter mit radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung geeinigt.

Die fünf Behälter mit mittel-radioaktivem Abfall aus dem französischen La Hague sollen bis 2019 zum Zwischenlager in Philippsburg (Baden-Württemberg) transportiert werden. Von den 21 Behältern mit hoch-radioaktivem Abfall aus dem britischen Sellafield sollen je sieben bis 2020 auf die SZL Isar

²⁷ Das bei der Wiederaufarbeitung abgetrennte Plutonium wird zur Herstellung von MOX-Brennelementen verwendet und vollständig in deutschen Reaktoren eingesetzt. Bis Ende 31.12.2013 wurden rund 94 % dieses Plutoniums wiederverwendet.

(Bayern), Biblis (Hessen) und Brokdorf (Schleswig-Holstein) verteilt werden. Sie sollen dort bis zur Annahmefähigkeit eines Eingangslagers am Standort eines Endlagers zwischengelagert werden. Hierfür sind Behälter der Bauart CASTOR® HAW28M vorgesehen.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) hat am 19. Juni 2015 ein „Gesamtkonzept zur Rückführung von verglasten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung“ veröffentlicht. Darin hat das BMUB u.a. mitgeteilt, dass im Rahmen einer etwaigen Änderungsgenehmigung für ein Standortzwischenlager die wesentlichen Parameter, die für Auswirkungen auf die Umwelt relevant sind, nicht verändert würden. Das BMUB bezieht sich hierbei auf die Zahl der genehmigten Stellplätze für Behälter, die gesamte Wärmeleistung des Zwischenlagers, die gesamte Schwermetallmasse sowie die gesamte Strahlenexposition aus dem Betrieb des Standortzwischenlagers. Das BMUB zieht hieraus den Schluss, dass die Änderung der bestehenden und bereits einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterzogenen Genehmigungslage keine, nicht bereits geprüften Umweltauswirkungen habe. In einer Anfrage erklärt die schleswig-holsteinische Landesregierung, sie gehe davon aus, dass in einem neuen Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG insbesondere geprüft würde, ob die genannten Annahmen des BMUB zutreffen. (LT SH 2016)

Im Umweltbericht zum NaPro wird erklärt, dass die Standortzwischenlager für die Aufnahme dieses Abfallstroms weder baulich erweitert noch hinsichtlich des zulässigen Aktivitätsinventars modifiziert werden sollen. Wenn das Primärdeckeldichtsystem dieser Behälter versage, könne für den Lagerbetrieb die Wiederherstellung des Doppeldeckelsystems mit einem Fügedeckel erreicht werden. Vor einem Abtransport in ein Endlager muss jedoch ein zulassungskonformer Zustand hergestellt werden. Nach der verkehrsrechtlichen Zulassung des Behälters CASTOR®HAW28M kann dieser nur mit intaktem Primärdeckel befördert werden. Um die Transportfähigkeit im Falle des Versagens des Primärdeckels wiederherzustellen, kann der Bau einer „Heißen Zelle“ erforderlich werden, um darin eine Behälteröffnung durchzuführen und den Primärdeckel zu erneuern. Relativierend wird im Umweltbericht aber auch erklärt, dass aus Sicht der Entsorgungskommission (ESK) nur eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass während der Zwischenlagerzeit ein Versagensereignis hinsichtlich des Primärdeckelsystems eines Behälters CASTOR®HAW28M auftritt. Daher sei das Erfordernis zur Errichtung einer „Heißen Zelle“ eher unwahrscheinlich. (ÖKOINSTITUT & GRS 2015a)

Im Zusammenhang mit der Rückführung der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ist eine Änderung der bestehenden Genehmigung des hierfür vorgesehenen Zwischenlagers notwendig. Dieses Genehmigungsverfahren führt das BfE durch. Laut Antwort der Landesregierung Baden-Württemberg auf eine Anfrage steht das Bundesumweltministerium derzeit in Gesprächen mit den AKW-Betreibern. Die Gespräche des Bundes mit EnBW haben bisher offensichtlich (noch) nicht zu dem Ergebnis geführt, dass die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) einen entsprechenden Antrag gestellt hat. (LT BW 2015)

Laut einer Medienmeldung hat RWE am 29.09.2017 beim Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit einen Antrag zur Aufbewahrung von sieben Castoren aus der Wiederaufarbeitung im SZL Biblis gestellt. (MM 2017)

Bewertung

Die Einschätzung der ESK, dass nur eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass während der Zwischenlagerzeit ein Versagensereignis hinsichtlich des Primärdeckelsystems eines Behälters CASTOR®HAW28M auftritt, ist fachlich nicht nachzuvollziehen. Zum einen kann für die erforderliche lange Lagerzeit niemand belastbare Prognosen über eine Versagenswahrscheinlichkeit der Deckeldichtungen geben. Zum anderen wäre, selbst wenn die Versagenswahrscheinlichkeit gering wäre, aus sicherheitstechnischen Gründen eine Reparaturmöglichkeit erforderlich. (s.u.)

Die Änderungsgenehmigungen für die Aufnahme der Behälter aus der Wiederaufarbeitung in die Standort-Zwischenlager sollten im Rahmen von einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt werden. Stattdessen führt die Bundesatomaufsicht hinter verschlossenen Türen Gespräche mit den AKW-Betreibern.

6.2 Problem: Fehlende Genehmigung für das Zwischenlager Jülich

Seit dem 30. Juni 2013 ist für das Zwischenlager Jülich die am 17. Juni 1993 erteilte Genehmigung (nach § 6 AtG) zur Aufbewahrung der graphithaltigen AVR-Brennelemente nicht mehr gültig. Im Genehmigungsverfahren konnte das Forschungszentrum Jülich (FZJ) nicht nachweisen, dass die Voraussetzungen für die Erteilung einer neuen Genehmigung vorliegen. Die fehlenden Nachweise betreffen vor allen Dingen die Erdbebensicherheit – insbesondere den Nachweis, dass bei einem Erdbeben keine Bodenverflüssigung eintritt.

Das FZJ hatte am 26. Juni 2007 bei der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), eine Verlängerung der Genehmigung für weitere drei Jahre ab dem 1. Juli 2013 beantragt.²⁸ Die Voraussetzungen für die Erteilung der Genehmigung liegen jedoch nicht vor. Daher hat die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde (das Wirtschaftsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen – MWEIMH) die weitere Aufbewahrung der AVR-Brennelemente im Zwischenlager Jülich angeordnet. Die erste Anordnung war befristet bis zum 31. Dezember 2013, die zweite bis zum 31. Juli 2014. Da ein Abschluss des Genehmigungsverfahrens auch bis zum Ablauf der zweiten Anordnung nicht möglich war, hat das MWEIMH am 2. Juli 2014 die Anordnung zur Räumung des AVR-Behälterlagers Jülich erlassen. Für die Räumung sollte das FZJ der Aufsichtsbehörde (MWEIMH) bis zum 30. September 2014 ein detailliertes Konzept vorlegen.

Es wurden drei Varianten untersucht:

- Verbringung der Kernbrennstoffe in ein neu zu errichtendes Zwischenlager am Standort Jülich.
- Verbringung der Kernbrennstoffe in das TBL Ahaus. Am 15. Dezember 2014 gab das FZJ bekannt, dass es auch die Möglichkeit eines Transports in das TBL Ahaus wieder verfolgen möchte. Dazu hat die GNS das Genehmigungsverfahren für die Aufbewahrung der Brennelemente im TBL Ahaus mit Schreiben vom 6. Januar 2015 wieder aufgenommen.

²⁸ Am 16. Juli 2010 bat dann das FZJ, dieses Verfahren ruhend zu stellen. Am 16. Mai 2012 beantragte das FZJ, das Verfahren wieder aufzunehmen.

- Verbringung der Kernbrennstoffe in die USA. Seit Mitte 2012 prüft das FZJ bzw. jetzt die JEN²⁹ die Möglichkeit eines Transports der AVR-Brennelemente in die USA.

Die Aufsichtsbehörde ließ das vom FZJ vorgelegte Konzept vom TÜV-Nord als Sachverständigen auf Plausibilität insbesondere hinsichtlich des ermittelten Zeitbedarfs prüfen (FZJ ermittelte einen Zeitbedarf von 3 bis 8 Jahren). Fazit dieser Prüfung war, dass auf Basis der bisher seitens des FZJ zur Verfügung gestellten Informationen keine abschließende Aussage darüber möglich ist, welche der drei dargestellten Varianten am schnellsten umzusetzen ist. Alle drei Varianten werden weiterverfolgt. Das Wirtschaftsministerium erklärt, es werde nun die weitere Vorgehensweise mit dem FZJ besprechen und die weiteren Planungen überwachen. (MWEIMH 2015)

Laut einer Antwort der Landesregierung Nordrhein-Westfalen wird, ausgehend von dem TÜV-Gutachten in regelmäßigen Gesprächen der Atomaufsicht mit der Betreiberin JEN, der Status der Bearbeitung der drei bestehenden Optionen erörtert. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann noch keine der drei Optionen (Neubau eines Zwischenlagers am Standort Jülich, Zwischenlagerung in Ahaus, Verbringung in die USA) endgültig ausgeschlossen werden. (LT NW 2017)

Nach Mitteilung der JEN wird in Bezug auf die Option „Verbringung der Kernbrennstoffe in die USA“ das Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zur Annahme der AVR-Brennelemente in den USA abgewartet, bevor weitere Verfahrensschritte eingeleitet werden. Die UVP ist eine Grundvoraussetzung, um die Kernbrennstoffe in den USA überhaupt übernehmen zu können. (LT NW 2017)

Bewertung

Das Zwischenlager Jülich wird nunmehr seit vier Jahren ohne Genehmigung betrieben, obwohl bereits vor 10 Jahren eine Verlängerung der Genehmigung beantragt wurde. Für das Zwischenlager in Jülich hat die zuständige Aufsichtsbehörde bereits vor 3 Jahren die Anordnung zur Räumung angeordnet.

Dieser Zustand wird vermutlich noch eine Weile andauern. Selbst die „Lösungssuche“ ist – zumindest offiziell – noch lange nicht abgeschlossen. Statt schnellst möglich eine konstruktive bauliche Verbesserung anzustreben, wird versucht das Problem anderweitig zu lösen.

Anzumerken ist, dass horizontale Lagersysteme für Behälter (NUHOMS®) auf dem Markt existieren, die laut Hersteller für starke Erdbeben mit einer Bodenbeschleunigung von maximal 1,5 g ausgelegt sein sollen. (AREVA 2015)

Das BMUB erklärt, dass das NaPro die grundlegende Strategie der Bundesregierung für die nukleare Entsorgung in Deutschland wiedergibt. Für die Planungen im Programm ist nicht entscheidend, ob bereits entsprechende Genehmigungen vorliegen. Diese Aussage und auch der gesamte Vorgang ist, angesichts des erheblichen Verlängerungsbedarf für alle Betriebsgenehmigung der deutschen Zwischenlager, jedoch bedenklich. **Wenn die Zwischenlager über einen längeren Zeitraum auf-**

²⁹ Am 1. September 2015 übertrug das FZJ die Betriebsführung für das Zwischenlager auf die neu gegründete AVR GmbH, die zum 1. Januar 2016 in die Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN) umbenannt wurde. Damit ist die JEN Betreiberin des Zwischenlagers. Die Entscheidung über den weiteren Verbleib der im Zwischenlager Jülich lagernden AVR-Brennelemente obliegt der JEN als verantwortlicher Besitzerin der AVR-Brennelemente.

grund sicherheitstechnischer Bedenken keine gültige Genehmigung besitzen, werden aufgrund fehlender Alternativen die Kernbrennstoffe dort dennoch weiter gelagert (werden müssen). Deshalb ist es von zentraler Bedeutung rechtzeitig eine erforderliche Verlängerung der Genehmigung zu beantragen. Insbesondere da davon auszugehen ist, dass ein Neubau von Zwischenlagern unvermeidbar ist.

6.3 Problem: Fehlende Genehmigung für Standort-Zwischenlager Brunsbüttel

Mit Urteil des Oberverwaltungsgerichts (OVG) Schleswig (4 KS 3/08) am 19.06.2013 wurde die Genehmigung für das SZL Brunsbüttel aufgehoben; eine Revision wurde nicht zugelassen. Sowohl das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als Beklagte als auch der Beigeladene (Vattenfall) stellten einen Antrag auf Zulassung der Revision. Das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) hat mit Urteil vom 8. Januar 2015 die Beschwerde auf Zulassung der Revision abgelehnt. Mit dieser Entscheidung wurde das Urteil des OVG Schleswig, durch das die Genehmigung für das SZL Brunsbüttel aufgehoben wird, rechtskräftig.

Die Behälter werden dennoch weiterhin im SZL Brunsbüttel auf Grundlage einer Anordnung der zuständigen Aufsichtsbehörde (Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume – MELUR) gelagert. Bis Anfang 2018 sollen diese ohne Genehmigung im SZL Brunsbüttel verbleiben. Rechtsgrundlage für die Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente ist eine bis Januar 2018 befristete aufsichtliche Anordnung der Aufsichtsbehörde. Sie soll die Zeit überbrücken, bis der Betreiber eine neue Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel oder eine andere genehmigte Aufbewahrungsmöglichkeit erwirkt hat.

Darüber hinaus erteilte am 24. November 2016 die schleswig-holsteinische Atomaufsichtsbehörde die Zustimmung für die Bereitstellung der Behälter im SZL Brunsbüttel für eine spätere Zwischenlagerung. Bereits am 25. November 2016 begann der Betreiber (Vattenfall) mit der Verladung der abgebrannten Brennelemente in einen ersten Behälter. (MELUR 2016) Am 24. Juni 2017 wurden die letzten intakten bestrahlten Brennelemente in einen Behälter verladen und in das Standortzwischenlager verbracht.³⁰ Es handelte sich um insgesamt 11 Behälter. (MELUR 2017)

Nach Überzeugung der Atomaufsicht wird mit der Räumung des Reaktordruckbehälters für zusätzliche Sicherheit gesorgt. Der Sicherheitsgewinn bezieht sich auch auf den Schutz des Gebäudes gegen Einwirkungen von außen (Angriffe von außen, terroristisch herbeigeführter Flugzeugabsturz). Dieser Sicherheitsgewinn ist auch in einem Gutachten bestätigt worden. Die Atomaufsicht hatte dieses Vorhaben unter anderem in einem Rechts- und einem Sicherheitsgutachten prüfen lassen. Die Gutachten hatten grundsätzlich weder juristische noch technische Bedenken gegen das Vorhaben ergeben. Daraufhin war die Atomaufsicht zu dem Ergebnis gekommen, dass unter den am Standort vorhandenen Gegebenheiten die Bereitstellung im Standortzwischenlager als bestmögliche Schadensvorsorge im Sinne des Atomgesetzes anzusehen ist.

³⁰ Im Reaktorgebäude befinden sich jedoch noch 13 sog. Defektstäbe, d.h. einzelne Brennstäbe, die im Laufe der Betriebszeit wegen festgestellter Schäden aus dem zugehörigen Brennelement entnommen wurden.

Am 16.11.2015 wurde beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ein Antrag auf eine neue Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 des Atomgesetzes (AtG) in dem bestehenden SZL Brunsbüttel gestellt. (BfS 2015e) Sie soll wie die ursprüngliche Genehmigung bis zum 4. Februar 2046 gelten.

Das SZL wurde am 5. Februar 2006 mit der Einlagerung des ersten Behälters in Betrieb genommen. Am 31. Dezember 2015 lagerten dort neun Behälter des Typs CASTOR® V/52. Aufgrund der vorzeitigen Außerbetriebnahme des AKW Brunsbüttel werden von den insgesamt 80 Stellplätzen im SZL Brunsbüttel nur noch etwa 20 Stellplätze benötigt. Die nunmehr beantragte Gesamtwärmeleistung, Gesamtschwermetallmasse, Gesamtaktivität und die Zahl der benötigten Behälterstellplätze sind damit geringer als in der ursprünglichen Genehmigung festgelegt. Bestandteil des Neugenehmigungsverfahrens sind außerdem die Inhalte aller bis zum 8. Januar 2015 beantragten und/oder erteilten Änderungsgenehmigungen.

Im Laufe des Genehmigungsverfahrens muss das BfE eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchführen. Die Einwendungen wurden in einem Erörterungstermin am 14. und 15. Juni 2017 mit dem Antragsteller und den zuständigen Behörden diskutiert.

Bewertung

Auch nach Aufhebung der Genehmigung aufgrund begründeter Zweifel an den Sicherheitsnachweisen werden die Behälter weiter im Zwischenlager aufbewahrt.

Auch zusätzliche Behälter werden eingelagert bzw. bereitgestellt. Der Rechtsanwalt Wollenteit hat in einem Gutachten im Auftrag von Greenpeace dieses Vorgehen als nicht rechtmäßig erklärt.

Sinn des UVP-Verfahrens im Rahmen der Neugenehmigung ist, dass die betroffene Öffentlichkeit die Möglichkeit erhält, sich über das Vorhaben zu informieren und gegebenenfalls Einwendungen zu erheben. Gegen den Antrag von Vattenfall, eine neue Genehmigung für das Zwischenlager zu erhalten, haben u. a. die BUND-Landesverbände in Schleswig-Holstein und Hamburg umfangreiche Einwendungen erhoben.

Aber gerade zu den Themen (gezielter Flugzeugabsturz und Behälter-Beschuss mit panzerbrechender Waffe), die Ausschlag für die Aufhebung der Genehmigung gaben, wurden in den ausgelegten Unterlagen keine Informationen gegeben. Die Bevölkerung muss der Behörde trauen, die – wie sich im Klageverfahren herausgestellt hat – schon bei der ursprünglichen Genehmigung fehlerhaft ermittelt und bewertet hat. (siehe auch Kapitel 5.2)

6.4 Problem: Fehlende Nachrüstungen für das Zwischenlager Nord

Das Zwischenlager Nord (ZLN) liegt direkt am Betriebsgelände des stillgelegten AKWs Greifswald. Betreiber ist die bundeseigene EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH.

Das Zwischenlager besteht aus einem achtschiffigen Hallenkomplex zur Lagerung radioaktiver Abfälle, an den ein weiterer Teil mit Behandlungseinrichtungen zur Konditionierung von Abfällen angeschlossen ist. Die Hallen 1 bis 7 dienen der Aufnahme nicht wärmeentwickelnder radioaktive

Abfälle³¹, die Halle 8 der Aufnahme von Kernbrennstoffen.³² Genehmigungsbehörde für Halle 8 nach § 6 Atomgesetz ist das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), atomrechtliche Aufsichtsbehörde ist das Ministerium für Inneres und Sport Mecklenburg-Vorpommern. Aktuell befinden sich insgesamt 74 Behälter³³ in Halle 8 des Zwischenlagers Nord, weitere Einlagerungen sind bisher nicht vorgesehen. Die derzeitige Aufbewahrungsgenehmigung gilt bis zum 31. Oktober 2039. (BfE 2016a)

Erweiterung des baulichen Schutzes gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD)

Das vom Betreiber (Energiewerke Nord GmbH (EWN) zunächst entwickelte und beantragte Konzept zur SEWD-Nachrüstung des Standorts erwies sich als nicht genehmigungsfähig. Die EWN zog daher den betreffenden Genehmigungsantrag am 20. Juli 2015 zurück.

Ende 2015 war nach Kenntnis der Bundesregierung die Optionenprüfung der Energiewerke Nord GmbH zur Nachrüstung des Zwischenlagers Nord noch nicht abgeschlossen.

Laut Betreiber und Genehmigungsbehörde sorgen die **temporären Maßnahmen** derzeit für ausreichenden Schutz. Mit temporären Maßnahmen müssen die Betreiber so lange ein ausreichendes Sicherungsniveau sicherstellen bis die erforderliche bauliche und sonstige technische Nachrüstung des jeweiligen Zwischenlagers abgeschlossen ist. Es handelt sich im Wesentlichen um personelle sowie administrative Maßnahmen. Grundsätzlich haben aus Sicht der Bundesregierung bauliche und sonstige technische Maßnahmen Vorrang vor personellen Maßnahmen.

Es ist dem Betreiber überlassen, einen Genehmigungsantrag zu formulieren und einzureichen. Die Bundesregierung ging davon aus, dass dies baldmöglichst erfolgt. Laut Medienangaben soll auch geprüft werden, ob ein Neubau einer entsprechenden Zwischenlagerhalle erforderlich wäre. (DBT 2015b) Auch im Januar 2017 verfügte die Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern noch nicht über neue Erkenntnisse, ob zur Sicherung des Zwischenlagers in Lubmin gegen mögliche terroristische Angriffe der Neubau einer oder mehrerer besser gesicherter Hallen zur Unterbringung von Castoren mit hoch-radioaktivem Material erforderlich sein wird. (LT MV 2017) Bisher ist offiziell nicht bekannt, wie der Schutz vor SEWD-Ereignissen am Standort umgesetzt werden wird.

Bewertung

Aufgrund des Aufbaus der Halle lassen sich die baulichen Nachrüstungen nicht wie an den anderen Zwischenlagern durchführen. Offenbar versucht der Betreiber mit administrativen Maßnahmen einen Neubau der Halle zu umgehen. **Aus fachlicher Sicht ist es kritisch zu sehen, dass der ungeklärte Zustand im Zwischenlager Lubmin, obwohl Defizite bestehen, bereits seit Jahren anhält.** Auch in

³¹ Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde für die Hallen 1 bis 7 sowie die Behandlungseinrichtungen des Zwischenlagers Nord ist das Ministerium für Inneres und Sport Mecklenburg-Vorpommern.

³² In Halle 8 des Zwischenlagers Nord ist ein kleiner Platz für die staatliche Verahrung von Kernbrennstoffen reserviert: Für den Fall, dass beispielsweise bei Grenzkontrollen kleinere Mengen an Kernbrennstoffen aufgefunden werden, muss der Staat die sichere Aufbewahrung sicherstellen. Hierfür sind vorsorglich drei Behälterstellplätze im Zwischenlager Nord angemietet, die aber derzeit nicht genutzt werden.

³³ 59 Behälter mit Brennelementen aus dem AKW Greifswald, 6 Behälter mit Brennelementen aus dem AKW Rheinsberg, 4 Behälter mit Brennstäben aus Karlsruhe und dem Forschungsschiff "Otto Hahn und 5 Behälter aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

Hinblick auf die erforderlichen Verlängerung der Genehmigungen der bestehenden Zwischenlager ist dieses langwierige Vorgehen bedenklich.

7 (Unnötige) Transporte

Überführung der Behälter von Zwischenlagerstandorten zum Endlagerstandort

In Zukunft sind knapp 1.400 Behälter vom Typ B mit bestrahlten Brennelementen und Wiederaufarbeitungsabfällen und ggf. einige 100 mit bestrahlten Brennelementen aus Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren von den Zwischenlagerstandorten zum Endlagerstandort zu transportieren (ÖKO-INSTITUT & GRS 2015a).

Bei einem Transport mit der Eisenbahn können gleichzeitig mehrere Behälter, bei einem Transport mit dem LKW nur jeweils ein Behälter befördert werden. Auch wenn die Transporte, zumindest auf längeren Strecken, überwiegend mit der Eisenbahn durchgeführt werden sollten, handelt es sich um eine relevante Zahl von Transporten.

Mögliche Umweltauswirkungen werden im Umweltbericht durch Direktstrahlung beim unfallfreien Transport und durch Direktstrahlung sowie Freisetzungen nach Transportunfällen gesehen. (ÖKO-INSTITUT & GRS 2015a)

Weitere Transporte

Bestrahlte Brennelemente dürfen laut Atomgesetz seit 2005 nicht mehr zur Wiederaufarbeitung ins Ausland verbracht werden. Insofern sind derartige Transporte nicht mehr erforderlich. Einige Transporte mit der **Rückführung der hoch- und mittel-radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung** nach Deutschland stehen noch aus. (siehe Kapitel 6.1)

Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) hat am 16.05.2017 die Beförderung von **15 Behältern aus dem AKW Obrigheim in das SZL Neckarwestheim** genehmigt.³⁴ Den Antrag auf Beförderung hatte die Firma DAHER im Auftrag der EnBW Kernkraft GmbH am 27.03.2014 gestellt. Gestattet wurden maximal acht Transporte mit einem Binnenschiff über den Neckar. Bei den Transporten werden Behälter vom Typ CASTOR[®] 440/84 mVK eingesetzt. (BfE 2017a)

Bei der vorliegenden Genehmigung handelt es sich um eine sogenannte gebundene Entscheidung nach §4 AtG. Das heißt: Wenn alle gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt sind, besteht ein Rechtsanspruch auf Genehmigung. Dies beinhaltet unter anderem den Nachweis, dass die Transporte ausreichend gegen Einwirkungen Dritter, wie zum Beispiel Terror- und Sabotageakte, geschützt sind. Die Beförderungsgenehmigung ist befristet bis zum 13.11.2018. Die Überführung der Behälter zum SZL Neckarwestheim soll voraussichtlich in fünf einzelnen Schiffstransporten mit jeweils drei Behältern erfolgen. (BfE 2017a)

³⁴ Für den Standort Obrigheim wurde zwar am 22.04.2005 der Bau eines Standortzwischenlagers (SZL) für 15 Behältern mit insgesamt 342 bestrahlten Brennelementen aus dem stillgelegten AKW Obrigheim beantragt. Die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) stellte am 10.12.2013 aber auch einen Antrag zur Aufbewahrung dieser Brennelemente im SZL Neckarwestheim. Eine entsprechende Genehmigung nach § 6 AtG wurde am 09.08.2016 erteilt. (BfS 2016b) Das SZL Neckarwestheim verfügt über 151 Stellplätze für Behälter. Insgesamt werden rund 125 Plätze für die Zwischenlagerung der Brennelemente aus den beiden Reaktoren des AKW Neckarwestheim benötigt. Die Unterbringung der 15 Castoren aus dem AKW Obrigheim ist also möglich.

Der erste Transport fand am 28. Juni 2017 statt, begleitet durch zahlreiche Proteste. Die Gemeinde Neckarwestheim beabsichtigt über den Rechtsweg weitere derartige Transporte zu verhindern. (SWR 2017) Der zweite Transport fand am 6. September 2017 statt. (STIMME 2017b)

Transporte von bestrahlten Brennelementen aus Nicht-Leistungsreaktoren

Letztmalig fand am 26. Juni 2017 ein Transport mit bestrahlten **Brennelementen aus dem Berliner Forschungsreaktor (BER II) in die USA** statt. Der Transport mit niedrig angereichertem Uran (LEU) erfolgt vom Hafen Nordenham auf dem Seeweg in die USA. Die erforderliche Transportgenehmigung wurde vom BfE noch vor Inkrafttreten des neuen Standortauswahlgesetzes erteilt. Nach neuer Rechtslage (seit dem 16. Mai 2017) ist eine Ausfuhr abgebrannter Brennelemente generell untersagt und nur noch in schwerwiegenden Ausnahmefällen möglich. Die jetzt erfolgte Rückführung bestrahlter Brennelemente aus einem Forschungsreaktor entspricht einem Abkommen mit den USA zur Nichtverbreitung von waffenfähigem Uran.³⁵ (BMUB 2017a) Es ist geplant die bestrahlten Brennelemente zukünftig in das TBL Ahaus zu transportieren.

Der erste Transport **abgebrannter Brennelemente des FRM II in das TBL Ahaus** ist für die zweite Jahreshälfte 2018 vorgesehen. Nach heutigem Kenntnisstand werden bis Ende 2036 ca. 17 Transporte (pro Transport maximal fünf abgebrannte Brennelemente) erfolgen. (LT B 2015a) Die Behälter des Typs CASTOR MTR3 befinden sich derzeit in der Entwicklung. Die verkehrsrechtliche Zulassung ist für 2018 geplant.

Bewertung

Das Konzept der Bundesrepublik Deutschland sieht vor, die abgebrannten Brennelemente an den Standorten der Atomkraftwerke zwischenzulagern, bis sie endlagergerecht konditioniert und endgelagert werden. So sollen Transporte vermieden werden. Dieses aus sicherheitstechnischen Gründen grundsätzlich gute Konzept sollte aber nur dann weiter beibehalten werden, wenn erhebliche Nachrüstungen oder Neubauten erfolgen, damit die langfristigen Zwischenlager so risikoarm wie möglich betrieben werden können. Die dennoch notwendigen Transporte sollten unter geeigneten konstruktiven Sicherungsmaßnahmen erfolgen.

Insgesamt sind mindestens 150 Transporte von Zwischenlagern zu dem Standort des geologischen Tiefenlagers zu erwarten. Daher sollten diese erst erfolgen, wenn das geologische Tiefenlager sicher in Betrieb genommen wird. Verfrühte Transporte zu einem vermeintlichen Eingangslager können eine ganze Reihe unnötiger Transporte zur Folge haben.

Ein Integritätsverlust eines Behälters während des Transports durch einen Unfall oder einen Terrorangriff würde massive Strahlendosen in der Umgebung verursachen. In einer Studie (INTAC 1996) wurde nach einem schweren Unfall beim Transport von verglasten, hoch-radioaktiven Abfällen eine Überschreitung des Störfallplanungswertes der Strahlenschutzverordnung von 50 mSv noch in 15 km Entfernung vom Unfallort und aufgrund der Strahlenbelastungen die Notwendigkeit der

³⁵ Das Abkommen gilt für Brennelemente, die bis Mai 2016 bestrahlt wurden. Die Rückführung ist mit einem vollständigen Eigentumsübergang verbunden, d.h. es besteht keine Verpflichtung zur Rücknahme von radioaktiven Abfällen.

Umsiedlung der BewohnerInnen für ein Gebiet bis in ca. 5 km Entfernung ermittelt. In dieser Studie wurde die Eintrittswahrscheinlichkeit nicht berücksichtigt, sondern stattdessen unter Berücksichtigung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Möglichkeiten ein Szenario für den maximal glaubhaften Unfall entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Grenzwert bei sehr schweren Unfällen durchaus auch in größeren Entfernungen überschritten werden kann.

Exemplarisch für einen Terrorangriff auf Behälter während des Transports sollen hier die möglichen Folgen eines relativ einfach auszuführenden Terroranschlags, der Beschuss mit einer tragbaren panzerbrechenden Waffe, genannt werden. Für den Beschuss eines mit bestrahlten Brennelementen beladenen Transport- und Lagerbehälters vom Typ CASTOR mit einer panzerbrechenden Waffe wurde in einer Studie der Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit mbH eine Strahlenbelastung von 300 mSv in 500 m Entfernung ermittelt (GRS 2003). Für ein ähnliches Szenario mit zusätzlicher Berücksichtigung eines Zircaloy-Brandes im Behälter wurde in einer weiteren Studie die Notwendigkeit der Umsiedlung der Bevölkerung für ein Gebiet bis in ca. 5 km Entfernung ermittelt (GÖK/UIM 2004).

Die Entladung der Brennelemente aus dem Nasslager in Obrigheim in Transport- und Lagerbehälter und der Transport in das SZL Neckarwestheim trägt zur Verminderung des Unfallrisikos am Standort Obrigheim bei. Solange allerdings die Transporte unter nicht ausreichenden Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden, wird insgesamt das Risiko für die Bevölkerung nicht gemindert.

Vor allem ist wenig nachvollziehbar, wie ohne vorhandenes Gesamtkonzept für die langfristige Zwischenlagerung aktuell Transporte erfolgen. So kann nicht ausgeschlossen werden, dass die hoch-radioaktiven Stoffe häufiger als erforderlich transportiert werden müssen.

Das gilt auch für die Transporte aus Nicht-Leistungsreaktoren zum TBL Ahaus. Besonders problematisch ist, dass der FRM II mit hoch angereichertem Uran (HEU, Highly Enriched Uranium, Anreicherung 93 Prozent) betrieben wird, das für den Bau von Atombomben verwendet werden kann (Proliferationsrisiko). Ab einer Anreicherung von mehr als 20 Prozent gilt Uran als hoch angereichert und waffentauglich. Die Verwendung dieses Brennstoffs widerspricht dem internationalen Programm zur Umstellung von Forschungsreaktoren auf niedrig angereichertes Uran.

Die abgebrannten Brennelemente lagern bisher in einem Nasslager, das für zehn Betriebsjahre ausgelegt ist. Als Entsorgungsnachweis galt die Verbringung der abgebrannten Brennelemente in das TBL Ahaus. Die bestrahlten Brennelemente des FRM II, die noch immer waffenfähig sind, sollen nun von München bis nach Ahaus transportiert werden und über Jahrzehnte in einem relativ schlecht geschützten Zwischenlager lagern, dessen Betriebsgenehmigung zudem deutlich vor der geplanten Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers endet.

Dezentrale Zwischenlager direkt an den Standorten der Erzeugung sind gegenüber zentralen Lagern vorzuziehen, da sie die erforderlichen Transporte von radioaktiven Stoffen und das damit verbundene Risiko minimieren. Das gilt aber nur dann, wenn die Zwischenlager ausreichend geschützt sind. Ein durch konstruktive Maßnahmen gesicherter Transport in ein besser gesichertes Lager kann insgesamt die Risiken für die Bevölkerung minimieren. In einem Abwägungsprozess sollten die Risiken von notwendigen Lagerungen und Transporten im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für die Zwischenlagerung bewertet werden.

8 Unplausibles Eingangslager

Um die zeitliche Lücke zwischen dem Ende der Zwischenlagereignisgenehmigungen und der Inbetriebnahme des Endlagers zu schließen, sieht das NaPro die schnelle Errichtung eines großen Eingangslagers am Endlagerstandort vor. Dieses kann laut NaPro bereits nach einer ersten Teilgenehmigung des Endlagers errichtet werden. Angaben zur Kapazität des geplanten Eingangslagers sind im NaPro nicht vorhanden.

Etwa 1.400 Behälter mit abgebrannten Brennelementen und Abfällen aus der Wiederaufarbeitung sowie ggf. einige hundert Behälter mit Brennelementen aus Nicht-Leistungsreaktoren müssen an den Endlagerstandort transportiert werden und könnten so gleichzeitig im Eingangslager aufbewahrt werden.

Im Umweltbericht wird angenommen, dass das Eingangslager etwa 500 Stellplätze für Behälter mit abgebrannten Brennelementen und Abfällen aus der Wiederaufarbeitung hat. Es wird nicht deutlich, ob diese Schätzung eine plausible Annahme ist oder auf konkreten Überlegungen der Bundesregierung beruht. Die Auslegung und Sicherheitsanforderung an das Eingangslager werden im NaPro nicht genannt. Allerdings wird im Umweltbericht in einem Analogieschluss zur Größe des Transportbehälterlagers in Ahaus und der Standortzwischenlager die Flächeninanspruchnahme ermittelt. Es wird eine Gebäudehöhe von 20 m und eine Gebäudelänge von etwa 200 m abgeschätzt (ÖKO-INSTITUT & GRS 2015a).

In der Stellungnahme zu den Einwendungen im Rahmen des UVP-Verfahrens des NaPro erklärt die Bundesregierung, dass derzeit keine konkreten Planungen zur Dimensionierung des Eingangslagers vorliegen, daher wurden im Umweltbericht Annahmen für die Betrachtung möglicher Umweltauswirkungen verwendet. Eine genaue Planung wird zum Zeitpunkt der Antragstellung für die Genehmigung für ein solches Eingangslager vorliegen. (BMUB 2016a)

Weiterhin wird von der Bundesregierung erklärt, dass es nicht notwendig sei, alle einzulagernden Behälter zeitgleich in dem Eingangslager unterzubringen, da der Transport zum Lager eine längere Zeitspanne benötige und schon um das Jahr 2050 ein Abfluss der hoch-radioaktiven Abfälle in das Endlager erfolgen soll. (BMUB 2016a)

Bewertung

Das NaPro lässt offen, ob alle bestrahlten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung gleichzeitig oder nacheinander, also durchlaufend, in dem Eingangslager aufbewahrt werden sollen. Den Äußerungen der Bundesregierung zu diesem Thema ist zu entnehmen, dass noch keine konkrete Planung vorliegt. Es wird aber offenbar davon ausgegangen, dass zunächst die Behälter einiger Zwischenlager in das Eingangslager transportiert werden, und dann nach und nach die anderen Lager geräumt werden, sobald Behälter in das geologische Tiefenlager eingelagert wurden.

In der Äußerung der Bundesregierung wird aber ausgeblendet, dass eine Inbetriebnahme um das Jahr 2050 von vielen Experten für unrealistisch gehalten wird. Zudem wird die Einlagerung voraussichtlich 20-30 Jahre andauern.

Das zentrale Eingangslager kann laut NaPro bereits nach einer ersten Teilgenehmigung des Endlagers errichtet werden. Mit der ersten Teilgenehmigung für das Endlager besteht jedoch weder Rechtssicherheit noch die Garantie, dass das Endlager tatsächlich in Betrieb genommen wird. Insofern könnten falls sich der Standort als ungeeignet für ein Endlager herausstellt, eine Vielzahl von Transporten an einen neuen Standort erforderlich sein..

Auch die Endlagerkommission wies auf mögliche Schwierigkeiten mit dem Eingangslager hin: Die Konzentration eines Großteils der hoch-radioaktiven Abfallstoffe im Eingangslager am Endlagerstandort kann die Legitimität der Standortauswahl im Nachhinein beeinträchtigen, vor allem wenn die Abfallstoffe länger im Eingangslager verbleiben. Wenn dieses Lager errichtet wird bevor das Endlager eine rechtskräftige Genehmigung hat entsteht der Eindruck einer Vorentscheidung, der Zweifel an der Rechtmäßigkeit des Verfahrens auslösen kann. Wenn ein großes Eingangslager errichtet wird, könnte dies in der Diskussion vor Ort zudem als die größere Belastung im Vergleich zum Endlager wahrgenommen werden. Eine Reihe von weiteren Entwicklungen ist zudem schwer vorhersehbar, etwa die Entwicklung hinsichtlich des Schutzes vor Einwirkungen Dritter, die in den letzten Jahren eine starke Dynamik entfaltet hat. (KOMMISSION 2016a)

Die Arbeitsgemeinschaft der Standortgemeinden mit kerntechnischen Anlagen (Asketa³⁶) forderten kürzlich, bis 2031 ein zentrales Eingangslager am Standort des geologischen Tiefenlagers zu bauen. Dort sollten die Behälter mit hoch-radioaktivem Abfall so lange stehen bleiben, bis das geologische Tiefenlager in Betrieb gehen könne. Auf diesem Weg könnten die Zwischenlager an den Atomkraftwerken früher geräumt werden, so die Vorstellung der Standortgemeinden. (STIMME 2017a) Aber es ist bisher nicht vorgesehen, alle Behälter gleichzeitig umzulagern. Das Räumen der Zwischenlager wird sich über mehrere Jahrzehnte hinziehen.

Vollkommen unklar ist, welche Zwischenlagereignisgenehmigungen bis zu welchem Zeitraum verlängert werden und in welcher Reihenfolge dann die Behälter in ein Eingangslager transportiert werden sollen. Dieses Vorgehen wird noch nicht einmal für den unwahrscheinlichen Fall, dass der gesetzlich festgelegte Zeitplan eingehalten wird, im NaPro plausibel dargestellt. Wie sich dieses theoretische Konzept praktisch umsetzen lässt – insbesondere wenn es zu dem erwarteten längeren Zwischenlagerzeitraum kommt, ist vollständig unklar.

Die o.g. Angabe im Umweltbericht zeigt, dass für das Eingangslager eine ähnliche Auslegung wie für die bestehenden Lagergebäude erwartet wird. Das ist angesichts der bestehenden Terrorgefahren nicht angemessen. Die Einlagerung der radioaktiven Stoffe in das Endlager wird in jedem Fall mehrere Jahrzehnte andauern. Wenn sich tatsächlich für die Option Abtransport der Behälter in ein Eingangslager entschieden wird, sollte die Betriebszeit des Lagers anhand von konservativen Zeitannahmen festgelegt werden, da diese die anzulegenden Sicherheitsanforderungen mitbestimmt. Bei der Auswahl der Lagerkonzepte für das neu zu errichtende Eingangslager sowie im Rahmen der Erweiterung der vorhandenen Lagerkapazitäten ist der Schutz vor möglichen Terrorangriffen zu berücksichtigen.

³⁶ Die Asketa wurde 1994 gegründet und vertritt derzeit 25 deutsche Städte und Gemeinden mit kerntechnischen Anlagen.

Insgesamt sollten aber zur Minimierung von Risiken die Behälter erst dann zum Eingangslager transportiert werden, wenn ihre Konditionierung und Einlagerung absehbar bevorsteht; die Kapazität des Eingangslagers sollte entsprechend gewählt werden.

9 Überwachung und Strahlenschutz im Lagerbetrieb

Die Überwachung des dichten Einschlusses radioaktiver Stoffe in den Behältern, die in den Zwischenlagern aufbewahrt werden, wird mittels einer Kontrolle des Überdrucks im Sperrraum zwischen Primär- und Sekundärdeckel des Behälters realisiert. Die Druckprüfung erfolgt mit einem Druckschalter (Membrane), der bei einer Absenkung des Druckes im Sperrraum anspricht und dabei einen Stromkreiskontakt öffnet. Dies erzeugt eine Meldung des Überwachungssystems.

Der Sperrraum zwischen dem inneren Primärdeckel und dem äußeren Sekundärdeckel ist mit Helium gefüllt. Der Sperrraumdruck beträgt 0,6 MPa und liegt somit höher als der Behälterinnendruck und als der äußere Atmosphärendruck. Die Funktionsweise des Druckschalters und die beim Einbau durchzuführende Funktionsprüfung sollen sicherstellen, dass ein Nachlassen der Dichtwirkung einer der beiden Dichtbarrieren angezeigt wird. Der Druckschalter arbeitet selbstüberwachend, das heißt, er zeigt nicht nur die Unterschreitung des voreingestellten Wertes im Sperrraum des Behälters, sondern auch Defekte des Druckschalters an.

Bewertung

Für das Verhalten der Materialien, welche die Dichtheit bzw. deren Überwachung (Dichtungen, Druckschalter, Schweißnähte usw.) gewährleisten sollen, fehlen die Nachweise über die wahrscheinlich notwendige, lange Lagerzeit. Die Einhaltung der in der Kerntechnik üblichen Sicherheitsstandards würde eine diversitäre Überwachung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe verlangen. Die bisherige Überwachung ist zusätzlich deshalb unzureichend, da sie nicht durchgehend erfolgt. Die Freisetzungüberwachung findet nicht statt, wenn mit dem Behältern im Lagerbereich hantiert wird, eine Fehlfunktion eines Druckschalters auftritt, der Behälter im Wartungs-/Reparaturbereich steht und die Arbeiten noch nicht begonnen wurden bzw. abgeschlossen sind, die Stromversorgung unterbrochen ist oder das Drucküberwachungssystem wegen Defekt oder Störfall außer Betrieb ist.

Eine kontinuierliche Messung der Raumluft im Lagergebäude bzw. der Abluft würde ein diversitäres Element in der Überwachung des Zwischenlagers darstellen. International ist eine Überwachung der Raumluft in Zwischenlagern für abgebrannte Brennelemente mit vergleichbarem Lagerkonzept durchaus üblich. In der Schweiz ist im dortigen Zwischenlager (seit Herbst 2001 in Betrieb) eine Überwachung der Hallenatmosphäre mittels Monitor auf Aerosole stichprobenweise durchzuführen. In der Tschechischen Republik werden unter dem Dach der Lagerhalle des Zwischenlagers kontinuierlich die Volumenaktivität von Edelgasen kontrolliert und an sechs Stellen in der Nähe der Abluftöffnungen die Aerosolaktivität (u.a. Cäsium-137) registriert und wöchentlich im Labor analysiert. (UMWELTBUNDESAMT 2002)

Eine Freisetzungüberwachung mittels Messung von Raumluftaktivitäten ist in Zwischenlagern schon seit Jahren Stand der Technik. Diese sollte wegen der gebotenen Vorsorge und Nachweispflicht auch

in Deutschland eingesetzt werden. Aufgrund der langen Betriebszeit der Zwischenlager ist eine vielfach geforderte kontinuierliche Messung der Raumluft im Lagergebäude bzw. der Abluft notwendig. Diese Überwachung stellt ein diversitäres und potenziell redundantes Element in der Überwachung des Zwischenlagers dar. Es käme dem berechtigten Interesse der Bevölkerung entgegen, möglichst umfassend und transparent über die Umweltauswirkungen des Zwischenlagers informiert zu werden.

In den letzten Jahren zeigt sich nach Auffassungen einiger Forschungsgruppen, dass ionisierende Strahlung bereits in Niedrigdosisbereich negative Wirkungen haben. Es wird u.a. vom BUND gefordert, dass internationale und nationale Grenzwerte im Strahlenschutz überarbeitet und gesenkt werden. Das Geschlechtsverhältnis bzw. seine Änderung ist ein Indikator für die mutagene Wirkung der Radioaktivität. Umfangreiche Studien belegen, dass das Geschlechtsverhältnis um Atomanlagen erhöht ist. Die Ergebnisse bzgl. der Veränderung des Geschlechterverhältnisses für Gorleben wurden unabhängig durch das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) bestätigt. Die Autoren der Studien zu Gorleben sind aufgrund der vorliegenden Ergebnisse sowie zahlreichen anderen Untersuchungen in Europa mit ähnlichen Befunden der Überzeugung, dass alle Atomanlagen einen Effekt in Richtung der Zunahme des Anteils der männlichen Geburten hervorrufen. Dieser genetische Effekt ist ein klarer Beleg für das Auftreten von letalen Mutationen beim Menschen in der Nähe von Nuklearanlagen. (KUSMIERZ 2014) **Diese Fragestellungen und die Gewährleistung eines erweiterten Strahlenschutzes der Bevölkerung müssen aufgrund der langen Betriebszeit der Zwischenlager dringend öffentlich diskutiert werden.**

10 Neubewertungsprozess des Zwischenlagerkonzepts

Die Endlagerkommission empfiehlt in ihrem Abschlussbericht eine regelmäßige Überprüfung der Belastbarkeit des aktuellen Zwischenlagerungskonzepts. Diese Überprüfung muss sich laut Endlagerkommission insbesondere auf folgende Aspekte erstrecken:

- notwendige Maßnahmen für die weiterhin sichere Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente und der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bis zur Räumung des letzten Behälters,
- Gewährleistung der technischen Transportfähigkeit der Zwischenlager-Behälter als Voraussetzung zur Erteilung einer Transportgenehmigung bei Bedarf,
- ein professionelles Alterungsmanagement,
- regelmäßige stichprobenartige Prüfungen des Inventarzustands,
- Möglichkeit von Behälterreparaturen und Umpacken in zentralen oder dezentralen Einrichtungen,
- Fachkunderhalt des Personals,
- die Aspekte der Anlagensicherung,
- Akzeptanz der Lagerung,

- Entwicklung der KKW-Standorte.

Gegebenenfalls sollten auch Aussagen dazu getroffen werden, wie lange das gegenwärtige Konzept unter diesen Gesichtspunkten noch tragfähig ist (KOMMISSION 2016a).

Aus Sicht der Endlagerkommission impliziert diese Überprüfung eine Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen einer **konsolidierten Zwischenlagerung an mehreren größeren Standorten** sowie mit einer Verbringung in ein Zwischenlager am Endlagerstandort in verschiedenen Varianten (Pufferlager für Teilmengen, Lager mit Kapazität für alle Behälter und Möglichkeit der parallelen Einlagerung). Die Bundesregierung sollte im Rahmen der nächsten Fortschreibung des NaPro das Zwischenlagerkonzept einschließlich des geplanten Eingangslagers auf notwendige Optimierungen und Veränderungsbedarf prüfen, stellt die Endlagerkommission fest (KOMMISSION 2016a).

Von der Endlagerkommission wird auf die in den vorangegangenen Kapitel dieser Studie benannten Probleme (fehlende „Heiße Zelle“, fehlende Gewährleistung der Integrität der Behälterinventare und Handhabbarkeit der Behälter für lange Lagerzeiträume, überdimensioniertes Eingangslager, unzureichender Terrorschutz) hingewiesen und gefordert, dass diese in einen differenzierten und ausgewogenen Neubewertungsprozess für die notwendige Zwischenlagerung einfließen. (KOMMISSION 2016a)

Es wird erklärt: Da Verzögerungen bei der Standortauswahl für ein Endlager typischerweise unvorhersehbar sind und folglich einerseits mit ihnen zu rechnen sei, sie andererseits aber nicht unterstellt werden können, wäre ein schrittweises Verfahren zur Auswahl von Standorten für eine konsolidierte Zwischenlagerung möglich. Wenn ein für eine bestimmte Phase der Standortauswahl vorgesehener Zeitraum überschritten wird, wird die nächste Phase der Zwischenlagerbereitstellung eingeleitet. Dies könnte jeweils automatisch oder aufgrund der Entscheidung eines unabhängigen Gremiums geschehen. Für die Prüfung erscheint ein kürzerer Zeitraum als jener der Endlagerkommission (z. B. 1 Jahr) sowie ein überschaubareres Format, welches aber trotzdem auch die gesellschaftlichen Implikationen mit abdeckt, ausreichend und sinnvoll. Insgesamt würde so Vorsorge für Verzögerungen bei der Standortauswahl für ein Endlager getroffen werden, ohne den Vorrang der Endlagerung vor der Zwischenlagerung aufzugeben. (KOMMISSION 2016c)

Die Endlagerkommission erklärt, dass es nicht Aufgabe der Kommission war, auch für die notwendige Zwischenlagerung³⁷ Kriterien zu entwickeln. Angesichts der dargestellten Zeitpläne und bestehender Zusammenhänge zwischen End- und Zwischenlagerung lässt sich die Thematik der notwendigen Zwischenlagerung aber auch nicht ausblenden. Zwar sei eine zügige Standortauswahl und Inbetriebnahme des Endlagers grundsätzlich anzustreben, doch darf dies nicht dazu führen, dass notwendige Schritte und ggf. auch Rücksprünge nicht oder nicht in der gebotenen Gründlichkeit vorgenommen werden. An dieser Stelle seien damit Standortauswahl für ein Endlager und Zwischenlagerungskonzept miteinander verzahnt. (KOMMISSION 2016a)

³⁷ Die Endlagerkommission bezeichnet diese Form der Zwischenlagerung in Abgrenzung zur „Langfristigen Zwischenlagerung“ als „notwendige Zwischenlagerung“, da sie per se nicht als Entsorgungsoption betrachtet wird und auf das bis zur Einlagerung in das Endlager unabdingbare Maß zu reduzieren ist.

Bewertung

Es wird zutreffend von der Endlagerkommission erklärt, dass Endlager- und Zwischenlagerkonzept miteinander verzahnt sind. Eine risikoarme Zwischenlagerung ist eine Grundbedingung für eine erfolgreiche Endlagersuche.

Aufgrund der voraussichtlichen langen Lagerzeit ergeben sich eine Reihe von zusätzlichen Anforderungen an die Zwischenlagerung. Diese betreffen nicht nur die Sicherheit und die Sicherung, sondern auch Anforderungen an das Personal (insbesondere Knowhow-Erhalt) und die Organisation (Veränderung der Betreibergesellschaften) sowie an die Akzeptanz an den Standorten.

Auch wenn der Ansatz der Endlagerkommission zur Überprüfung des Zwischenlagerkonzepts richtig ist, so grenzt es sich nicht ausreichend gegenüber dem bisher gewählten Ansatz „Durchmauscheln“ ab. **Um einen angemessenen Schutz der hoch-radioaktiven Stoffe zu gewährleisten, muss für das notwendige (neue) Zwischenlager eine Betriebsdauer aufgrund einer konservativen Schätzung angesetzt werden. Alle Implikationen, die diese lange Zwischenlagerdauer haben können, müssen frühzeitig, d.h. jetzt, berücksichtigt werden.**

Exkurs international

In einem kürzlich erschienenen Fachartikel wird auf den Umgang mit der langfristigen Zwischenlagerung in anderen Ländern hingewiesen. (BUDELMANN 2017)

Einleitend wird erklärt, dass aus einer sozialwissenschaftlichen Perspektive die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und hoch-radioaktiver Abfälle ein komplexes Problem mit gesellschaftlichen, ethischen, ökonomischen, ökologischen und politischen Dimensionen und Implikationen darstellt. Es gibt noch kein Land auf der Welt mit einem betriebsbereiten Endlager für derartige Abfälle. **Insgesamt zeichnet sich klar ab, dass in den meisten Ländern der Zeitbedarf zur Planung, Genehmigung und Errichtung eines Endlagers viel höher sein wird als ursprünglich vorgesehen.**

Bis dahin werden die abgebrannten Brennelemente und hoch-radioaktiven Abfälle zwischengelagert. **Die zeitliche Befristung ihrer Betriebsgenehmigung birgt sowohl eine technische als auch eine politisch-gesellschaftliche Herausforderung.** Die Konzeption eines technischen Systems orientiert sich unter anderem aus wirtschaftlichen Gründen immer am vorgesehenen Nutzungszeitraum. Spätestens nach Ablauf dieses Zeitraums sind umfangreiche Instandhaltungsmaßnahmen bis hin zur Neukonzeptionierung zu erwarten.

Ein umfassender Dialog zum weiteren Umgang mit den hoch-radioaktiven Abfällen muss frühzeitig, das heißt vor Ablauf des Genehmigungszeitraums der Zwischenlager, zwischen Politik, Energieversorgern und Gesellschaft stattfinden. **Niemand kann angesichts der weltweiten Erfahrungen bei der Endlagersuche später ernsthaft behaupten, dass die Zwischenlager in bisheriger Weise weiterbetrieben werden müssen, weil mit einem höheren Zeitbedarf oder sogar mit einem (erneuten) Scheitern der Standortsuche für ein Endlager nicht zu rechnen war.**

Wenige Länder haben mit der Konzeptionierung einer *langfristigen Zwischenlagerung* bereits heute begonnen. Im Vergleich zu konventionellen Zwischenlagern, die üblicherweise für 40 bis 60 Jahre konzipiert und genehmigt sind, wird bei langfristigen Zwischenlagern ein Nutzungszeitraum von 100 bis 300 Jahren zugrunde gelegt. Gemessen an den Zeiträumen, die ein Endlager bestehen soll, sind diese Zeiträume marginal klein.

Aus technischer Sicht weist ein langfristiges Zwischenlager den Vorteil einer entsprechend der vorgesehenen Nutzungsdauer robusteren Konstruktion auf, die bei richtiger Planung und Ausführung auch einen geringeren Instandhaltungsaufwand mit sich bringt.

In Großbritannien, USA und Frankreich wurden Studien zur strategischen Bedeutung sowie Ausgestaltung einer langfristigen Zwischenlagerung durchgeführt.

In Großbritannien hat das *Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM)* 2006 die Rolle der **langfristigen Zwischenlagerung als eine der wesentlichen Komponenten in einer ganzheitlichen Entsorgungsstrategie deutlich herausgestellt**. Die Nuclear Decommissioning Authority (NDA) nahm diese Empfehlung auf und erarbeitete eine sehr ausführliche Richtlinie für den Bau und Betrieb von Zwischenlagern. Neu errichtete Zwischenlager sollen demnach für mindestens 100 Jahre ausgelegt werden.

Auch die USA haben im Jahr 2010 infolge der jahrzehntelangen erfolglosen Bemühungen, ein Endlager zur Genehmigungsreife zu bringen, eine Kommission eingesetzt, die Empfehlungen für eine neue Entsorgungsstrategie erarbeiten sollte. Die *Blue Ribbon Commission (BRC)* empfahl, ein oder mehrere zentrale Zwischenlager zu bauen und den Übergang des Abfalls von den Energiekonzernen zum Staat einzuleiten. Als besonderes ökonomisches Problem stellte die BRC den Weiterbetrieb von Zwischenlagern an bereits stillgelegten Reaktorstandorten heraus, an denen Personal weiterbeschäftigt werden muss und nach dem Rückbau der Reaktoren Möglichkeiten zur Handhabung der Abfälle fehlen. Diese müssten neu geschaffen werden. Nachdrücklich wird darauf hingewiesen, dass auch dem Bau zentraler Zwischenlager ein partizipatorisches Verfahren zur Standortauswahl vorausgeschaltet werden muss und nur ein „parallel laufender effektiver, fokussierter und deutlich sichtbarer Endlagersuchprozess verdeutlicht, dass die zentralen Zwischenlager nicht zu faktischen Endlagern werden“. (BUDELMANN 2017)

Neubewertungsprozess in Deutschland

In Deutschland wäre ein transparentes Verfahren für die Entwicklung eines neuen Zwischenlagerkonzepts mit einer umfassenden Bürgerbeteiligung erforderlich. Dies wäre zudem ein wirksamer Schritt in Richtung erfolgreicher Standortauswahl für ein geologisches Tiefenlager.

Momentan basiert das Zwischenlagerkonzept auf „Durchmauscheln“ bis die abgebrannten Brennelemente und hoch-radioaktiven Abfälle in ein Endlager verbracht werden können. Die Behälter sollen in den bestehenden Zwischenlager verbleiben (dazu sollen die Genehmigungen verlängert werden) und dann in ein Eingangslager verbracht werden. Wie dieses theoretische Konzept praktisch umgesetzt wird, ist vollständig unklar. (siehe Kapitel 8)

Drei unterschiedliche Optionen für ein (neues) Zwischenlagerkonzept in Deutschland liegen auf dem Tisch:

1. Alle bestehenden Standorte für die Zwischenlagerung beizubehalten und weitere an den Standorten der Nicht -Leistungsreaktoren einzurichten.
2. An mehreren Standorten zentrale Zwischenlager einrichten.
3. Ein sehr großes Zwischenlager (Eingangslager) am vermutlichen Standort des zukünftigen Endlagers zu errichten.

Zu 1: Entscheidender Vorteil der Option 1 ist die Vermeidung von Transporten. Allerdings müssten die Zwischenlager umfangreich nachgerüstet oder wahrscheinlich sogar neugebaut werden, um die sicherheitstechnischen Anforderungen für einen langen Lagerzeitraum und den Schutz gegen mögliche terroristische Angriffe zu erfüllen. Auch an den Standorten von Nicht-Leistungsreaktoren müssten Lager neu errichtet werden. Es ist zu vermuten, dass wirtschaftliche Überlegungen umfangreiche Nachrüstungen oder Neubauten an allen Standorten verhindern. Nachteil dieser Option könnte auch der große Bedarf an kompetentem Personal für Wartung, Inspektion und Kontrolle sein.

Zu 2: An mehreren Standorten dezentrale Zwischenlager zu betreiben, führt definitiv zu einer Vielzahl von Transporten. Insgesamt könnte aber ein Sicherheitsgewinn gegenüber der bestehenden Situation erzielt werden, wenn dann an den Standorten für langfristige Zwischenlager, deutlich verbesserte Neubauten errichtet würden. Herausforderung hierbei ist die Standortauswahl für die zentralen Zwischenlager, die dann zusätzlich zu der Standortauswahl für das Endlager stattfinden müsste. Allerdings kann in einer angemessenen Standortauswahl mit Beteiligung der Bevölkerung auch eine Chance liegen.

Zu 3: Theoretisch wäre mit der Option (Eingangslager) insgesamt die geringste Zahl von Transporten realisierbar. Zeitlich ist diese Option aber kritisch zu sehen. Bis zum Zeitpunkt, an dem über die Realisierung des geologischen Tiefenlagers an einem bestimmten Standort genug Sicherheit besteht, müssten die Behälter in den bestehenden Zwischenlagern verbleiben, deren Genehmigungen dann voraussichtlich sukzessive immer wieder für kurze Zeiträume verlängert werden müssten. In der Zeitplanung ist auch zu berücksichtigen, dass Plan, Genehmigung und Bau des Eingangslagers einige Jahre in Anspruch nehmen wird. Ein vernünftiger und realisierbarer Kompromiss zwischen den Anforderungen die Behälter schnellst möglich aus den bestehenden Zwischenlagern zu räumen, sie aber nicht verfrüht umzulagern, ist schwer zu finden. Es besteht die Gefahr, dass die Behälter viel zu lange in nicht mehr genehmigten Zwischenlagern „bereitgestellt“ werden und/oder in ein Eingangslager transportiert werden, das nicht an dem letztendlichen Standort für ein geologisches Tiefenlager steht.

Zwei deutsche Zwischenlager besitzen seit Jahren aufgrund fehlender Sicherheitsnachweise keine gültigen Genehmigungen, sondern lagern die abgebrannten Brennelemente aufgrund aufsichtlicher Anordnungen. Es wäre fatal, aus diesen Fehlern nicht zu lernen und abzuwarten, bis eine derartige Situation erneut eintritt. Daher muss frühzeitig eine umfassende Überprüfung des gesamten Zwischenlagerkonzepts, das auch die reale Situation betrachtet, erfolgen. Vernünftig erscheint die Idee, das Zwischenlagerkonzept regelmäßig umfassend zu überprüfen, um eine Verzahnung mit dem Endlagerkonzept zu ermöglichen.

Das Standortauswahlgesetz (StandAG) ist nach langer Diskussion am 31.3.2017 in Kraft getreten. In einem vergleichenden Verfahren soll nun ein Ort für ein geologisches Tiefenlager für hoch-radioaktive Abfälle gefunden werden.³⁸ Das neue Standortauswahlverfahren muss sich das Vertrauen der Betroffenen erst noch verdienen. (BUND 2017) Erforderlich für das Gewinnen des Vertrauens der Bevölkerung wäre die Partizipation bei der Konzeption und Realisierung der notwendigen Zwischenlagerung.

Mit der Lagerung hoch-radioaktiver Stoffe ist immer ein Risiko verbunden. In einem Abwägungsprozess sollte entschieden werden, mit welcher der genannten Optionen (oder Kombination der Optionen) die geringsten Risiken verbunden sind.

Ein transparentes Verfahren für die Entwicklung eines neuen Zwischenlagerkonzepts mit einer umfassenden Bürgerbeteiligung wäre ein erforderlicher und zudem ein wirksamer Schritt in Richtung einer erfolgreichen Standortauswahl für ein geologisches Tiefenlager.

³⁸ Das neue Standortauswahlgesetz geht auf Empfehlungen der Endlagerkommission aus dem Jahr 2016 zurück. Bereits diese Empfehlungen hatte der BUND kritisiert und ein Sondervotum abgeben. Trotz deutlicher Verbesserungen zum bisherigen Gesetz (etwa bei der Bürgerbeteiligung oder dem Rechtsschutz) hat auch die Neuversion des Standortauswahlgesetzes aus Sicht des BUND gravierende Mängel.

11 Literatur

- AREVA 2015 Nuhoms – the horizontal difference in used Nuclear Fuel Storage; <http://us.aveva.com/EN/home-3138/aveva-inc-aveva-tn--nuhoms-used-fuel-storage-system.html#tab=tab4>
- AZ 2017 Aachener Zeitung: Manipulierte Sicherheitsunterlagen: 21 Fälle bekannt, 4. September 2017; <http://www.aachener-zeitung.de/lokales/region/manipulierte-sicherheitsunterlagen-21-faelle-bekannt-1.1707281>
- BACKMANN 2016 Dr. Dr. Jan Backmann, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein: Notwendige Zwischenlagerung - Zeit für ein neues Konzept? Vortrag auf dem Niedersächsischen Fachgespräch „Bis in alle Ewigkeit - Verlängerte Zwischenlagerzeiten? Konsequenzen für die nächsten Jahrzehnte“ 29.02.2016, <http://www.umwelt.niedersachsen.de/bis-in-alle-ewigkeit/bis-in-alle-ewigkeit9-140637.html>
- BfS 2015d Bundesamt für Strahlenschutz: Aktuelle Information zum Zwischenlager Brunsbüttel; 16.01.2015. <http://www.bfs.de/DE/themen/ne/zwischenlager/mehr-infos/brunsbuettel/brunsbuettel.html>
- BfS 2015e Bundesamt für Strahlenschutz: Information zum Standort-Zwischenlager Brunsbüttel; 16.11.2015. <http://www.bfs.de/DE/themen/ne/zwischenlager/dezentral/genehmigung/kkb.html>
- BfE 2016a Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit: Zwischenlager Nord bei Lubmin (Gemeinde Rubenow); 16.09.2016. <http://www.bfe.bund.de/DE/ne/zwischenlager/zentral/nord/nord.html>
- BfE 2017a Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit: Transporte bestrahlter Brennelemente nach Neckarwestheim genehmigt; 16.05.2017, <https://www.bfe.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/BfE/DE/2017/003.html>
- BMUB 2012 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Sicherung der Zwischenlager und Hintergründe der erforderlichen Nachrüstung; 08.02.2012; <http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/zwischenlagerung/sicherung-der-zwischenlager-und-hintergruende-der-erforderlichen-nachruetzung/>
- BMUB 2014b Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Gemeinsames Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle. Bericht der Bundesrepublik Deutschland für die fünfte Überprüfungs-konferenz im Mai 2015. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Referat RS III (Sonstige Angelegenheiten der nuklearen Entsorgung, nuklearen Versorgung), August 2014.
- BMUB 2015a Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Entsorgungskommission bemängelt unzureichende Umsetzung ihrer Leitlinien; 15.05.2015; <http://www.bmub.bund.de/pressemitteilung/entsorgungskommission-bemaengelt-unzureichende-umsetzung-ihrer-leitlinien/>
- BMUB 2015e Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Bestand zum 31. Dezember 2014 und Prognose). August 2015
- BMUB 2015f Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Erster Bericht zur Durchführung der Richtlinie 2011/70/Euratom. (Bericht nach Artikel

- 14 (1) der Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle) August 2015.
- BMUB 2015g Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm). August 2015.
- BMUB 2016a Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Bewertung der eingegangenen Stellungnahmen zum Nationalen Entsorgungsprogramm und zum Umweltbericht aus dem Inland.
www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_stellungnahmen_inland_bf.pdf
- BMUB 2016b Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Bekanntmachung der Beschlüsse des Länderausschusses für Atomenergie - Hauptausschuss - zum Thema „Rechtlicher Rahmen der Beurteilung des Szenarios ‚Terroristischer Flugzeugabsturz‘ durch die Exekutive“; 31.08.2016
- BMUB 2017a Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Letzte Rückführung bestrahlter Brennelemente aus dem Berliner Forschungsreaktor BER II in die USA Berlin, BMUB-Pressedienst Nr. 228/17 Atom/Transporte 28. Juni 2017
- BUDELMANN 2017 Auf dem Weg in die Endlagerung – Die Notwendigkeit der langfristigen Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle; Harald Budelmann, Maria Rosaria Di Nucci, Ana María Isidoro Losada, Dennis Köhnke, Manuel Reichardt, GAIA 26/2 (2017) S. 110–113
- BUND 2017 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): Atommüll-Lagersuche startet neu – aber dem Verfahren fehlt (noch) das Vertrauen, 03. April 2017.
<https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/atommuell-lagersuche-startet-neu-aber-dem-verfahren-fehlt-noch-das-vertrauen/>
- BW 2017 Umweltministerium Baden-Württemberg: Manipulierte Zuverlässigkeitsüberprüfungen für kerntechnische Anlagen aus Jülich; 25.08.2017, <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/manipulierte-zuverlaessigkeitsueberpruefungen-fuer-kerntechnische-anlagen-aus-juelich/>
- DBT 2015a Deutscher Bundestag: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Annalena Baerbock, Bärbel Höhn, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Drucksache 18/4741); Drucksache 18/4887; 12.05.2015
- DBT 2015b Deutscher Bundestag: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hubertus Zdebel, Kerstin Kassner, Karen Lay, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. Drucksache 18/6795 Zwischenlagerung hochradioaktiver Abfälle bei den Energiewerken Nord/Lubmin – Sicherungsmaßnahmen Drucksache 18/6961; 08.12.2015
- DBT 2016 Deutscher Bundestag: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Steffi Lemke, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Stand der Sicherungsmaßnahmen für das Zwischenlager Nord, Drucksache 18/9435 19.08.2016
- ENTRIA 2017 Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Vertikalprojekt 7: Oberflächenlagerung; <https://www.entria.de/vertikalprojekt7.html>

- ESK 2010 Entsorgungskommission (ESK) „Empfehlungen für Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (PÜ-ZL)“ Anlage zum Ergebnisprotokoll der 14. ESK-Sitzung am 04.11.2010
- ESK 2013d: Entsorgungskommission: ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, Empfehlung der Entsorgungskommission, Revidierte Fassung vom 10.06.2013.
- ESK 2015 Entsorgungskommission: Diskussionspapier zur verlängerten Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und sonstiger Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle; Diskussionspapier der Entsorgungskommission vom 29.10.2015
- EU COM 2002 Nukleare Sicherheit im Rahmen der Europäischen Union. Europäische Kommission, Mitteilung an den Rat und das Europäische Parlament, KOM(2002)605 endgültig, vom 06.11.2002
- EU KOM 2017 Europäische Kommission: Staatliche Beihilfen: Kommission genehmigt Errichtung eines mit 24 Mrd. EUR ausgestatteten Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung in Deutschland, Pressemitteilung. Brüssel, 16. Juni 2017. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1669_de.htm
- EU-RL 2011 Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle. Abl Nr. L 199, S. 48-56.
- GÖK/UIM 2004 Gruppe Ökologie e.V. und Umweltinstitut München e.V.: Stellungnahme zu Flugzeugabsturz und Einwirkungen Dritter auf das Standort-Zwischenlager Gundremmingen und Berechnung der Strahlenbelastung nach Flugzeugabsturz und Einwirkungen Dritter auf das Standort-Zwischenlager Gundremmingen. Im Auftrag von Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortungsvolle Energiepolitik e.V., Hannover/München, September 2004
- GRS 2003 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit: Pretzsch, G. und Maier, R.: German Approach to estimate potential radiological consequences following a sabotage attack against nuclear interim storage. Eurosafe 2003
- GRS 2010 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit: Sicherheitstechnische Aspekte der langfristigen Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und verglastem HAW; GRS - A – 3597, April 2010.
- GRS 2015 Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit mbH: Längerfristige Zwischenlagerung hoch-radioaktiver Abfälle; 30.03.2015 <http://www.grs.de/laengerfristige-zwischenlagerung>
- HOLTEC 2017 Holtec International: HI-STORM UMAX – Holtec International Storage Module Underground MAXimum Capacity, 2017. <https://holtecinternational.com/productsandservices/wasteandfuelmanagement/dry-cask-and-storage-transport/hi-storm/hi-storm-umax/>
- IAEA 2012 International Atomic Energy Agency: Storage of Spent Nuclear Fuel IAEA Safety Standards Series SSG-15, Vienna.
- KILGER 2015 Sicherheitsaspekte bei der längerfristigen Zwischenlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle, Robert Kilger, GRS Fachgespräch 2015, 26.-27. Februar 2017, Berlin
- KOMMISSION 2015a Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Bericht des BMUB zur Entsorgung bestrahlter Brennelemente aus Forschungs-, Versuchs- und Demonstra-

- tionsreaktoren, Vorgelegt in der 9. Sitzung der Arbeitsgruppe 2 am 7. September 2015
- KOMMISSION 2016a – Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe: Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Verantwortung für die Zukunft. Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes. Vorabfassung, K-Drs. 268.
<https://www.bundestag.de/endlager/mediathek/dokumente>,
- KOMMISSION 2016b Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe Zeitbedarf für das Standortauswahlverfahren und für die Errichtung eines Endlagers, K-Drs. 267. Verfasser: Prof. Dr. rer. nat. Bruno Thomauske und Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla, 22.06.2016
- KOMMISSION 2016c Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe (2016b): Entwurf des Berichtsteils zu Teil B – Kapitel 4 (Entsorgungsoptionen und ihre Bewertung); Entwurf der AG 3 für die 20./21. Sitzung der Kommission am 21./22. Januar 2016; Bearbeitungsstand 15.01.2016; K-Drs. 160.
http://www.bundestag.de/blob/402344/fc0f2eb6980227a8ab42aa74e3b81ffb/drs_160-data.pdf
- KUDLA 2017 Ablauf und Zeitplan für ein Standortauswahlverfahren und die Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla; 48. Jahrestagung Kerntechnik, 16.-17. Mai 2017, Berlin
- KUSMIERZ 2014: Wendland-Gutachten: Gutachten zum Phänomen der „Verlorenen Mädchen“ und zur Freisetzung sekundärer Radioaktivität durch Neutronenstrahlung an Castorbehältern; im Auftrag des Landkreises Lüchow-Dannenberg; Ralf Kumierz, Dr. Hagen Scherb, Dr. Kristina Voigt; Helmholtz Zentrum München; Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt; Institute of Computational Biology – ICB; Oktober 2014
- LT-B 2015a Bayrischer Landtag: Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Benno Zierer FREIE WÄHLER, vom 12.05.2015; Abgebrannte Brennelemente des Forschungsreaktors, FRM II; 17/7172, 24.07.2015
- LT BW 2015 Landtag von Baden-Württemberg: Kein Platz für Castoren? Weitere Entwicklungen im Zusammenhang mit der durch die Landesregierung angebotenen Zwischenlagerung zusätzlicher Castor-Behälter in Baden-Württemberg, , Antrag der Abg. Ulrich Lusche u. a. CDU und Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; 15. Wahlperiode Drucksache 15 / 6443, 03. 02. 2015
- LT MV 2017 Landtag Mecklenburg-Vorpommern: Sicherungsmaßnahmen am atomaren Zwischenlager Lubmin; Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Mignon Schwenke, Fraktion DIE LINKE und ANTWORT der Landesregierung Drucksache 7/116. 09.01.2017
- LT NW 2017 Landtag Nordrhein-Westfalen: Stand der Dinge beim Zwischenlager Jülich, Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage vom 27. Januar 2017 des Abgeordneten Hanns-Jörg Rohwedder PIRATEN Drucksache 16/14112; 16. Wahlperiode Drucksache 16/14342 01.03.2017
- LT SH 2016 Landtag Schleswig-Holstein: Standortzwischenlager Brokdorf; Kleine Anfrage der Abgeordneten Angelika Beer und Dr. Patrick Breyer (PIRATEN) und Antwort der Landesregierung; Drucksache 18/3806; 18. Wahlperiode 2016-02-11
- MELUR 2016 Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein: Ministerium gibt grünes Licht zur Räumung des Reaktor-druckbehälters im Kernkraftwerk Brunsbüttel – Verladung abgebrannter Brennelemente in CASTOR-Behälter hat begonnen, Datum 25.11.2016

- https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2016/1116/MELUR_161125_Verladung_BE_Castoren.html
- MELUR 2017 Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein: Reaktorgebäude des Kernkraftwerks Brunsbüttel brennelementefrei, Medien-Information, 21. Juni 2017 https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2017/0617/MELUR_170621_Brennelementefreiheit.html
- MM 2017 Mannheimer Morgen: Castoren nach Biblis; 30. September 2017, https://www.morgenweb.de/mannheimer-morgen_artikel,-laender-castoren-nach-biblis-arid,1122893.html
- MWEIMH 2015 Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen: Prüfung der Plausibilität des Detailkonzepts der Forschungszentrum Jülich GmbH zur Entfernung der Kernbrennstoffe aus dem AVR-Behälterlager – Zusammenfassung; http://www.mweimh.nrw.de/presse/container_presse/Zusf-Plausibilitaetsgutachten.pdf
- NEUMANN 2014: Wolfgang Neumann (intac GmbH): Zur Notwendigkeit von Heißen Zellen an Zwischenlagerstandorten; im Auftrag von Greenpeace e.V., Hannover, Mai 2014
- NMU 2015a Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: Qualitätsfall Tragzapfenfertigung für CASTOR-Behälter: Bundesweit über 300 beladene Behälter betroffen Pressemitteilung Nr. 86/2015; 10.04.2015. <http://www.umwelt.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/qualitaetsfall-tragzapfenfertigung-fuer-castor-behaelter-bundesweit-ueber-300-beladene-behaelter-betroffen-132813.html>
- ÖKO-INSTITUT & GRS 2015a: Strategische Umweltprüfung zum Nationalen Entsorgungsprogramm. Umweltbericht für die Öffentlichkeitsbeteiligung. Der Umweltbericht wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) erstellt. Darmstadt/Köln 27.3.2015.
- OVG SH 2013: Oberverwaltungsgericht Schleswig-Holstein; Urteil 4 KS 3/08, verkündet am 19. Juni 2013
- SSK 2014 Strahlenschutzkommission. Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken, Empfehlung verabschiedet in der 268. Sitzung der SSK am 13./14. Februar 2014; www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2014/Planungsgebiete.pdf?__blob=publicationFile
- STIMME 2017a Kommunen mit AKWs fordern zentrales Castor-Eingangslager, 11. Juli 2017 <http://www.stimme.de/suedwesten/nachrichten/pl/Atom-Baden-Wuerttemberg-Deutschland-Kommunen-mit-AKWs-fordern-zentrales-Castor-Eingangslager;art19070,3879001>
- STIMME 2017b Zweites Schiff mit Atommüll erreicht Neckarwestheim; 6. September 2017; <http://www.stimme.de/heilbronn/nachrichten/region-hn/region/Zweites-Schiff-mit-Atommuell-erreicht-Neckarwestheim;art87698,3908224>
- SWR 2017 SWR AKTUELL: Atommüll in Neckarwestheim – Gemeinde will weitere Transporte stoppen, 30.6.2017, <https://www.swr.de/swraktuell/bw/heilbronn/atommuell-schiff-neckar/-/id=1562/did=19786668/nid=1562/14nqli/index.html>

- UIM 2017 Umweltinstitut München: Forschungsreaktor, München FRM II; Positionspapier des Umweltinstituts München e. V. zum Forschungsreaktor Garching von Christina Hacker und Karin Wurzbacher, 01.06.2017, http://www.nationales-begleitgremi-um.de/SharedDocs/Downloads/DE/Positionspapier_Umweltinstitut_M%C3%BCnchen.html?nn=8556084
- UMWELTBUNDESAMT 2002: Christian Baumgartner; Oda Becker, Andreas Frank; Helmut Hirsch; Jürgen Kreusch, Wolfgang Neumann, et al.: Grenzüberschreitende UVP gemäß Art. 7 UVP-RL zum Standortzwischenlager Biblis. Bericht an das österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie an die Landesregierungen von Oberösterreich und Vorarlberg. Wien, Februar 2002. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOOverfahren/Zwischenlager_Deutschland/Biblis/BerichtZwilagBiblis_oe.pdf
- UMWELTBUNDESAMT 2017: Oda Becker: UVP-Verfahren Abbau KRB II Block B – Mögliche Grenzüberschreitende Auswirkungen, REP-0603, Wien 2017
- WENRA 2013: Western European Nuclear Regulatory Association: Report Safety of new NPP designs; Study by Reactor Harmonization Working Group (RHWG); March 2013; http://www.wenra.org/media/filer_public/2013/08/23/rhwg_safety_of_new_npp_designs.pdf
- WOLLENTEIT 2014: Rechtsgutachten zur Zulässigkeit der Verbringung von abgebrannten Kernbrennstoffen aus dem stillgelegten Kernkraftwerk AVR Jülich in die Wiederaufarbeitungsanlage Savannah River Site (USA), U. Wollenteit; erstellt im Auftrag von Greenpeace e.V., Hamburg, 3. September 2014