

# **Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und wärmeentwickelnder Abfälle**

## **“Zwischen Laufzeitende und Endlagerung”**

**Vortrag von Wolfgang Neumann<sup>1</sup>**

**Veranstaltung der  
Evangelischen Akademie Loccum**

**4. Juni 2016**

### **1. Hintergrund**

In der Bundesrepublik Deutschland läuft zurzeit ein Prozess zur Auswahl eines Endlagerstandortes für insbesondere wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle, das sind hauptsächlich bestrahlte Brennelemente aus Leistungs- und Forschungs-/Versuchsreaktoren sowie hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung. Da dieser Auswahlprozess und die anschließende Errichtung und Inbetriebnahme des Endlagers länger dauern wird als bis zum Ablauf der bisher auf 40 Jahre beschränkten Genehmigungen der Zwischenlagerung dieser radioaktiven Abfälle, wird entweder eine weitere Aufbewahrung in den gegenwärtigen oder der Neubau von Zwischenlagern unausweichlich. Hierfür sind neue Genehmigungen erforderlich.

Von dem verlängerten Zeitbedarf für die Zwischenlagerung abgesehen gibt es weitere Anlässe, die Handeln bei der Zwischenlagerung erfordern. Die Zwischenlager in Brunsbüttel und Jülich werden gegenwärtig ohne rechtskräftige Genehmigung betrieben und es müssen verglaste hochradioaktive Abfälle aus Sellafield sowie mittelradioaktive Abfälle aus La Hague zwischengelagert werden, die bei der dortigen Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente angefallen sind.

Bereits für die bisherige Zwischenlagerung gab es Diskussionen, inwieweit die nach Atomgesetz erforderliche Vorsorge ausreichend gegeben ist. Das betraf vor allem die Standzeit von Behälterdichtungen und Neutronenmoderator, die Überwachung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe, die Kontrollmöglichkeit des Zustands von Behälter und Behälterinventar sowie die Auslegung der Zwischenlager gegen schwere Einwirkungen von außen. Für eine Verlängerung der Zwischenlagerdauer gewinnen diese Sicherheitsaspekte mit unmittelbarer Auswirkung für den Strahlenschutz noch

---

<sup>1</sup> Ing. grad Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann  
intac - Beratung · Konzepte · Gutachten  
zu Technik und Umwelt GmbH  
Kleine Düwelstraße 21  
30171 Hannover  
wneumann@intac-hannover.de

verstärkt an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund werden die genannten Sicherheitsaspekte in diesem Beitrag diskutiert.

Die grundsätzlichen Prämissen für diesen Beitrag sind das Ziel einer Endlagerung der radioaktiven Abfälle und die bis dahin vorübergehend notwendige Zwischenlagerung an der Oberfläche. Es handelt sich also um die situationsbedingte Fortsetzung der Zwischenlagerung bis ein Endlager zur Verfügung steht, und nicht um eine bewusste Entscheidung der langfristigen Zwischenlagerung für einige 100 Jahre, wie sie bspw. im Forschungsprojekt ENTRIA des Bundesministeriums für Bildung und Forschung untersucht wird [ENTRIA 2014].

## **2. Kurze Beschreibung des Zwischenlagerkonzeptes**

Die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und anderer hochradioaktiver Abfälle erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland trocken in Transport- und Lagerbehältern. Zur Gewährleistung der Wärmeabfuhr sowie der Verringerung von Korrosion wird der Behälterinnenraum nach der Beladung evakuiert und dann mit Helium befüllt. Die Behälter sind die Hauptbarriere gegen Freisetzungen im Normalbetrieb und im Falle von Störfällen. Sie stehen mit ihrem radioaktiven Inventar aufrecht in einer Lagerhalle. Für die Auslegung dieser Halle gibt es in Deutschland zwei Konzepte: An den zentralen Zwischenlagerstandorten Ahaus, Gorleben und Lubmin sowie den süddeutschen Standort-Zwischenlagern handelt es sich mehr oder weniger um Hallen in konventioneller Industriebauweise, die vorwiegend dem Wetterschutz dienen. Bei den norddeutschen Standort-Zwischenlagern folgen aus der Hallenauslegung eine stärkere Abschirmung der ionisierenden Strahlung gegenüber der Umgebung und eine zusätzliche Barriere bei Störfällen oder sonstigen Einwirkungen von außen.

Die durch den radioaktiven Zerfall in den Brennelementen und Abfällen entstehende Wärme wird über den Tragkorb, der die Brennelemente bzw. Kokillen im Behälter fixiert, und das im Innenraum befindliche Gas an den Behälterkörper übertragen. Über die mittels eingearbeiteter Kühlrippen vergrößerte Behälteroberfläche wird die Wärme an die vorbeistreichende Luft abgegeben. Bei beiden genannten Konzepten befinden sich an den Hallenseiten Lufteinlassöffnungen und im Dachbereich Luftauslassöffnungen, um einen natürlichen Luftkonvektionszug zur Wärmeabfuhr zu erreichen.

Jeder Transport- und Lagerbehälter ist mit einem Doppeldeckelsystem versehen. Dies dient zur Herstellung eines Zwischenraumes der mit Druck beaufschlagt wird und mittels eines Druckschalters eine Dichtheitsüberwachung der Behälter erlaubt. Eine direkte messtechnische Überwachung zur Freisetzung radioaktiver Stoffe enthalten die Zwischenlagerkonzepte bisher nicht.

### 3. Unabhängig von der Verlängerung der Zwischenlagerdauer zu lösende Probleme

Die auf 20 Jahre befristete Genehmigung zur Zwischenlagerung von Hochtemperaturbrennelementen in **Jülich** ist vor 3 Jahren ausgelaufen. Für eine Verlängerung bzw. Neugenehmigung konnten bisher nicht die notwendigen Sicherheitsnachweise, insbesondere zu Erdbebenfolgen, geführt werden. Die Zwischenlagerung erfolgt zurzeit aufgrund von aufsichtlichen Anordnungen. Dieser Zustand muss unter Berücksichtigung aller Sicherheitsanforderungen schnellstmöglich verändert werden.

Die Genehmigung zur Zwischenlagerung der Brennelemente aus dem Atomkraftwerk **Brunsbüttel** im dortigen Standort-Zwischenlager ist nach Beschlüssen des Obergerverwaltungsgericht Schleswig-Holstein und des Bundesverwaltungsgerichts rechtskräftig aufgehoben. Es wurden schwerwiegende Ermittlungs- und Bewertungsdefizite festgestellt. Dies betraf vor allem die Betrachtungen des Absturzes großer Verkehrsflugzeuge und von terroristischen Angriffen mit Hohlladungskörpern (Panzerfaust) [OVG 2013]. Beim Flugzeugabsturz wurde der kurz vor Indienststellung stehende Typ Airbus 380 rechtswidrig nicht sowie im Nachtrag nicht hinreichend berücksichtigt und beim Panzerfaustbeschuss wurde die Weiterentwicklung in der Waffentechnik nicht berücksichtigt. Außerdem wurde nur ein Teil der heranzuziehenden Bewertungsmaßstäbe für die radiologischen Auswirkungen auslegungsüberschreitender Ereignisse berücksichtigt.

Da die Vorgehensweise bei allen Genehmigungsverfahren für Standort-Zwischenlager und für die Genehmigungsänderungsverfahren für das Transportbehälterlager Gorleben mit dem für das Standort-Zwischenlager Brunsbüttel vergleichbar war, sind auch für diese anderen Zwischenlager Konsequenzen erforderlich. Das gilt für den laufenden Betrieb und erst recht für die mögliche Verlängerung der Zwischenlagerdauer. Da bisher keine Aktivitäten von BMUB oder BfS festzustellen sind, wurde nunmehr ein erster Antrag zur Aufhebung der Genehmigung von AnwohnerInnen des Standort-Zwischenlagers in Gundremmingen gestellt [KRB-SZL 2016].

Im Rahmen der Entwicklung des Gesetzes zur Standortauswahl für ein Endlager insbesondere für wärmeentwickelnde Abfälle wurde in § 9a Abs. 2a AtG festgelegt, dass in der Bundesrepublik Deutschland noch aus dem Ausland anzunehmende **verglaste Wiederaufarbeitungsabfälle** nicht im Transportbehälterlager Gorleben, sondern in Standort-Zwischenlagern aufzubewahren sind.

Das Bundesumweltministerium (BMUB) hat nach langen Diskussionen einen Vorschlag für die Verteilung der Transport- und Lagerbehälter vorgelegt. Die fünf

Behälter mit mittelradioaktiven verglasten Abfälle aus La Hague sollen im Standort-Zwischenlager Philippsburg und die 21 Behälter mit hochradioaktiven verglasten Abfällen aus Sellafield auf die Standort-Zwischenlager Brokdorf, Biblis und Isar verteilt zwischengelagert werden. Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) sollten dem bis spätestens Ende März 2016 zustimmen oder eine eigene Verteilung vorschlagen. Bis zum 4. Juni 2016 (Tag dieses Vortrages) wurde von den EVU noch keine Stellungnahme veröffentlicht und es wurden auch noch keine Genehmigungsanträge beim zuständigen Bundesamt für Strahlenschutz gestellt.

Das BMUB vertritt die Ansicht, dass für die Genehmigung bzw. Genehmigungsänderung zur Zwischenlagerung der verglasten Abfälle keine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist und keine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt werden sollte [BMUB 2016]. Dem kann hier nicht zugestimmt werden, da es sich aus folgenden Gründen um eine wesentliche Änderung der bestehenden Genehmigungen handelt:

- Die bestehenden Zwischenlager-Genehmigungen beschränken sich auf am Standort selbst angefallene Abfälle. Eine Zusage, dass es dabei bleibt, gab es während des Genehmigungsverfahrens an die jeweilige örtliche Bevölkerung. Die Wiederaufarbeitungsabfälle enthalten jedoch auch Abfälle von anderen Standorten.
- Es gibt wesentliche Unterschiede zwischen den bisher genehmigten und den neu zu genehmigenden Behälter – vor allem in deren Kopfbereich.
- Es gibt wesentliche Unterschiede bei Struktur und Zustand des radioaktiven Inventars.
- Es gibt Unterschiede bezüglich der räumlichen Verteilung der Spaltproduktkonzentration.
- Die möglichen Freisetzungsszenarien für radioaktive Stoffe nach schweren Störfällen oder sonstigen Einwirkungen Dritter unterscheiden sich drastisch.
- Der Verlauf der Wärmeentwicklung unterscheidet sich bei Brennelementen und verglasten Abfällen, was Auswirkungen im Normalbetrieb und bei Störfällen haben kann.
- Für die Behälter CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M, in denen die verglasten Abfälle zwischengelagert werden, ist eine Heiße Zelle vorzuhalten, um nach einem nicht auszuschließenden Versagen der Primärdeckeldichtung die Transportfähigkeit herstellen zu können.

Wegen dieser wesentlichen Aspekte sind Umweltverträglichkeitsprüfung (zumindest eine Ergänzung) und Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich. Von den rechtlichen und sicherheitstechnischen Fragen abgesehen, würden Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung das Vertrauen der Bevölkerung an den

Zwischenlagerstandorten in die weitere Entwicklung wegen der Verzögerungen bei der Endlagerung stark negativ beeinflussen.

#### **4. Verlängerung der Zwischenlagerdauer**

##### **4.1 Situation in der Bundesrepublik Deutschland**

Die Genehmigungen zur Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und anderer hochradioaktiven Abfälle sind auf 40 Jahre begrenzt. Damit müssten beispielsweise das Transportbehälterlager Gorleben im Jahr 2034 und das Standort-Zwischenlager Gundremmingen im Jahr 2046 geräumt sein. Ursprünglich wurde in der Bundesrepublik davon ausgegangen, dass zu diesem Zeitpunkt ein Endlager zur Verfügung steht. Dies wird jedoch nicht der Fall sein.

Bereits der im Standortauswahlgesetz [STANDAG 2013] angestrebte Zeitplan (Standortfestlegung 2031, Inbetriebnahme 2050) würde zu einer Lücke für den Verbleib der zwischengelagerten Abfälle führen. Das Nationale Entsorgungsprogramm der Bundesregierung sieht auf dieser Grundlage die Inbetriebnahme eines Eingangslagers am Endlagerstandort mit ca. 500 Behälterstellplätzen im Jahr 2050 vor [SUP 2015]. Damit würde die Lücke bspw. für das Transportbehälterlager Gorleben ca. 15 Jahre und für die Standort-Zwischenlager mindestens 4 Jahre betragen.

Der Zeitplan des StandAG wird mittlerweile nicht mehr als haltbar angesehen. Die Endlagerkommission geht jetzt von einer Standortfestlegung etwa 2058 aus [KOM 2016a]. Damit würde die Lücke nach Ablauf der Zwischenlagergenehmigungen für alle Standorte mehr als 30 Jahre betragen. Dazu kommt, dass die bis dahin zwischengelagerten Behälter bei Betriebsbeginn des Endlagers nicht alle auf einmal eingelagert werden können. Für die Dauer der Einlagerung aller Behälter werden mindestens 40 Jahre veranschlagt. Das bedeutet es wird Abfälle geben, die 70 Jahre länger zwischengelagert werden müssen nachdem die jetzige Zwischenlagergenehmigung ausläuft.

Eine weitere Verlängerung der Zwischenlagerdauer ist möglich, wenn die Endlagerung mit einem Pilot-Endlager begonnen wird. Die Endlagerkommission nennt für eine solche Pilotphase den Zeitraum von 20 Jahren [KOM 2016b]. Ist auf Grundlage des Auftrages der Kommission das Offenhalten der Frage nach einer Pilotphase schon nicht nachvollziehbar, so ist es insbesondere vor dem Hintergrund der Bedeutung für die Zwischenlagerdauer völlig unverständlich. Bei einer zusätzlichen Verlängerung von 20 Jahren wäre endgültig eine Entscheidung zur Vorbereitung einer langfristigen Zwischenlagerung zu fordern und auf eine Verlängerung der jetzigen Genehmigungen zu verzichten.

Der Öffentlichkeit an den Zwischenlagerstandorten ist von „der Politik“ und in den Genehmigungsverfahren von der Behörde zugesagt worden, dass die Zwischenlagerung nicht länger als 40 Jahre dauert. Da dies – wie vorstehend gezeigt – nicht realisierbar sein wird, sind dringend Veranstaltungen und Diskussionen an den Zwischenlagerstandorten erforderlich. Die Notwendigkeit einer sorgfältigen Endlagerstandortsuche mit dem Ziel der bestmöglichen Sicherheit und mit der Gewährleistung gesellschaftspolitischer Anforderungen muss der Bevölkerung und den PolitikerInnen in den Zwischenlagerstandortregionen vermittelt werden. Es müssen Angebote zur Beteiligung an den Prozessen mit tatsächlichen Einflussmöglichkeiten angeboten werden. Nur dann ist eine zielgerichtete gesellschaftliche Diskussion zur weiteren Vorgehensweise bei der Zwischenlagerung möglich.

Im Rahmen der Entwicklung des StandAG wurde eine Beteiligung der Bevölkerung nicht durchgeführt. Auch die Endlagerkommission konnte diesen Fehler nicht heilen und hat mit ihren Veranstaltungen nur einen unzureichenden Ansatz für einzelne Teilgruppen mit begrenzter Teilnehmerzahl geboten. Zur gesellschaftlichen Absicherung der sorgfältigen Endlagerstandortsuche, als Vorbereitung auf die Beteiligungsverfahren und zur Sensibilisierung von Bevölkerung, FunktionsträgerInnen (Landrätinnen, BürgermeisterInnen usw.) und PolitikerInnen an allen Zwischenlagerstandorten wird hier vorgeschlagen beispielsweise baldmöglichst

- regionale öffentliche Informationsveranstaltungen vom BMUB durchzuführen,
- Diskussionen der ParteienvertreterInnen aus der Endlagerkommission in ihren jeweiligen örtlichen Parteigremien bzw. Kreistags- und Gemeinderatsfraktionen durchzuführen.

#### 4.2 Kritische Aspekte für den Normalbetrieb

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren für die Zwischenlagerung gab es intensive Diskussionen, inwieweit die beantragten und schließlich auch genehmigten Zwischenlager dem Vorsorgegedanken im Atomgesetz ausreichend Rechnung tragen (siehe z.B. [UBA 2002]). Bei einer Verlängerung der Zwischenlagerzeiten verstärken sich diese Bedenken [NEUMANN 2014].

Probleme mit der Funktionsfähigkeit von Behälterkomponenten und der Stabilität der Behälterinventare können verursacht werden durch Gamma- und Neutronenstrahlung, Wärme, Korrosion und Alterungseffekte.

Die wichtigsten Behälterkomponenten, die diesen Belastungen ausgesetzt sind und versagen bzw. in ihrer Wirksamkeit nachlassen können, sind

- die metallischen Behälterdeckeldichtungen

- die Behälterdeckeldichtungen aus Elastomeren,
- die Druckschalter zur Überwachung der Dichtheit,
- die polymeren Neutronenmoderatoren in/an der Behälterwand sowie am Boden und zwischen den Deckeln,
- der Tragkorb in dem das radioaktive Inventar fixiert ist,
- die Tragzapfen, an denen die mehr als 100 Mg schweren Behälter bewegt werden müssen,
- die Bolzen bzw. Schrauben, mit denen die Deckel oder andere Komponenten befestigt sind.

Das Behälterinventar muss auch nach Ablauf der verlängerten Zwischenlagerdauer zum Zweck des Umverpackens uneingeschränkt handhabbar sowie konditionierbar und transportierbar sein. Die oben genannten Einflüsse gefährden vor allem die Stabilität

- der Brennstabhüllrohre (die zusätzlich durch das in ihnen während des Reaktorbetriebes angesammelte Wasserstoff destabilisiert werden können),
- der Brennelementstrukturteile,
- der Glaskörper der hochradioaktiven Abfälle,
- der Kokillen (in denen sich die verglasten Abfälle befinden) und ihre Schweißnaht.

Für die Genehmigung einer verlängerten Zwischenlagerdauer müssen zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Behälterkomponenten und der Stabilität der Behälterinventare neue Sicherheitsnachweise für weitere 40 oder mehr Jahre erbracht werden. Diese Sicherheitsnachweise dürfen nicht nur theoretisch geführt werden und sich nicht nur auf wenige Untersuchungen stützen, bei denen sich die Randbedingungen von den Zwischenlagersituationen unterscheiden. Vielmehr müssen die Computermodellierungen und Berechnungen durch Untersuchungen an real zwischengelagerten Behälterkomponenten und -inventaren validiert werden.

Abgesehen von den für die Genehmigung zu erbringenden Sicherheitsnachweisen ist der Zustand von Behälterkomponenten und -inventaren während der Zwischenlagerzeit in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren. Dies geschieht gegenwärtig im Rahmen der nach § 19a Abs. 3 AtG alle 10 Jahre vorgeschriebenen „Periodischen Sicherheitsüberprüfung“ nur für von außen zugängliche Behälterkomponenten. Spätestens bei einer Verlängerung der Zwischenlagerdauer muss auch die direkte Kontrolle von Komponenten im Behälterinnenraum und des Behälterinventars durchgeführt werden. Dies kann in Stichproben erfolgen, die aber das gesamte Spektrum der Komponentenwerkstoffe, der Behälterinventare und der Beladevorgänge repräsentieren müssen.

Darüber hinaus ist ein wirkungsvolles Alterungsmanagement für die Zwischenlagerung erforderlich [ESK 2014], das unter anderem auf die Ergebnisse der Periodischen Sicherheitsüberprüfung gestützt werden muss.

Für die derzeit bereits zwischengelagerten Behälter, aber auch für neue Behälter ist trotz erbrachter Sicherheitsnachweise eine Beeinträchtigung oder ein Versagen von Komponenten während der langen Zwischenlagerzeit nicht auszuschließen. Hierfür müssen Reparatur- und Austauschmöglichkeiten vorhanden sein. Dies gilt insbesondere für die Behälterdeckeldichtungen. Das bisher vorgesehene Reparaturkonzept mit Aufbringen eines Fügedeckels nach Versagen einer Primärdeckeldichtung ist nicht ausreichend [NEUMANN 2014].

Ein zusätzliches Problem stellen bezüglich der Primärdeckeldichtung die Behälter vom Typ CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M mit den verglasten Wiederaufarbeitungsabfällen dar. Sie dürfen nach einem Versagen der Primärdeckeldichtung ohne deren Erneuerung nicht transportiert werden [NEUMANN 2015].

Für die Validierung der Sicherheitsnachweise, für die Periodischen Sicherheitsüberprüfungen, für den Austausch von Primärdeckeldichtungen und falls notwendig für die Ertüchtigung zur weiteren Zwischenlagerung, den Transport und der Handhabbarkeit zur Vorbereitung der Endlagerung ist die Einrichtung Heißer Zellen erforderlich, in denen die Behälter vollständig geöffnet und alle Komponenten und Inventare gehandhabt werden können. Hierfür sind auch die Verfügbarkeit aller austauschbaren Komponenten des Zwischenlagersystems über den gesamten Zwischenlagerzeitraum und der Kompetenzerhalt des Personals sicherzustellen.

Unabhängig von den vorstehend dargestellten Erfordernissen, wird hier zur zusätzlichen Vorsorge die Prüfung der Möglichkeit einer Kapselung der Brennelemente vorgeschlagen. Dadurch wäre eine zusätzliche Barriere gegen Freisetzungen gegeben (Ersatz möglicherweise defekter Brennelementhüllrohre), die Handhabbarkeit der Brennelemente nach Ablauf der Zwischenlagerdauer wäre besser gewährleistet und nicht auszuschließende Veränderungen der Verteilung des Kernbrennstoffs im Behälter wären zur Erhöhung der Kritikalitätssicherheit beschränkt. Die Kapselung von Brennelementen vor der Zwischenlagerung wurde bereits in den 1990er Jahren im Rahmen einer dezentralen Entsorgungsstrategie diskutiert [NEUMANN 1997, GÖK 1998] und unabhängig davon als „Frühe Kapselung“ von der Firma Siemens untersucht [DANNERT 1997].

Der Betrieb des Zwischenlagers muss einer strengen Kontrolle hinsichtlich der Freisetzungen radioaktiver Stoffe unterliegen. Das Zwischenlagerkonzept beinhaltet die oben genannte Drucküberwachung, aber keine direkte Emissionsmessung. Eine solche Kontrolle ist aber für längere Zwischenlagerzeiten zumindest als



Beweissicherung notwendig. Das gilt zum Beispiel für Behälter die wegen Wartung oder aus anderem Grund nicht an das Dichtheitsüberwachungssystem angeschlossen sind und für den Fall des Ausfalls des Behälterüberwachungssystems (Stromausfall oder andere Ursachen). Die Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit für entsprechende Zustände steigt mit zunehmender Zwischenlagerdauer.

Darüber hinaus ist auch die Kontrolle der Freisetzungen von radioaktiven Gasen, die trotz intaktem Behälter austreten können, und von durch Neutronen aktivierten Bestandteilen der Hallenatmosphäre sowie von den Behälteroberflächen mobilisierte Oberflächenkontaminationen, sofern diese beiden Effekte in größerem Umfang auftreten, erforderlich.

#### 4.3 Kritische Aspekte bzgl. Störfällen und Terror

Auch bezüglich der Beherrschung von Störfällen und Terrorangriffen müssen die Nachweise bei einer Verlängerung der Zwischenlagerdauer um 40 oder mehr Jahre neu erbracht werden. Dabei ist sowohl der gegenüber den bisherigen Zwischenlagergenehmigungen fortgeschrittene Stand von Wissenschaft und Technik als auch deren absehbare weitere Entwicklung zu berücksichtigen.

Das bedeutet unter anderem, dass neben dem Behälter eine zweite Barriere gegen Einwirkungen von außen notwendig ist. Eine solche Redundanz ist in anderen kerntechnischen Anlagen mit hohem Radioaktivitätsinventar seit langer Zeit üblich. Bei den Standort-Zwischenlagern in Niedersachsen und Schleswig-Holstein sind die Gebäude wenigstens gegen einen größeren Teil von Einwirkungen ausgelegt. Die Gebäude der übrigen Standort-Zwischenlager sowie der zentralen Zwischenlager (Ahaus, Gorleben, Lubmin) sind gar nicht gegen Einwirkungen von außen ausgelegt.

In jüngster Zeit werden als Terrorschutzmaßnahme zusätzliche Mauern vor die Längswände der Zwischenlagerhallen gebaut [BMU 2012]. Der genaue Zweck wird nicht bekannt gegeben. Gegen Flugkörper oder Flugzeugabsturz helfen diese Mauern jedoch nichts. Mindestens insofern werden die Feststellungen vom Obergericht Schleswig-Holstein zum Standort-Zwischenlager Brunsbüttel bezüglich nicht ausreichender Sicherheitsnachweise [OVG 2013] mit dieser Maßnahme nicht aufgehoben. Die Anforderungen des OVG müssen aber für alle Zwischenlager erfüllt werden. Es gibt hier also auf jeden Fall Handlungsbedarf.

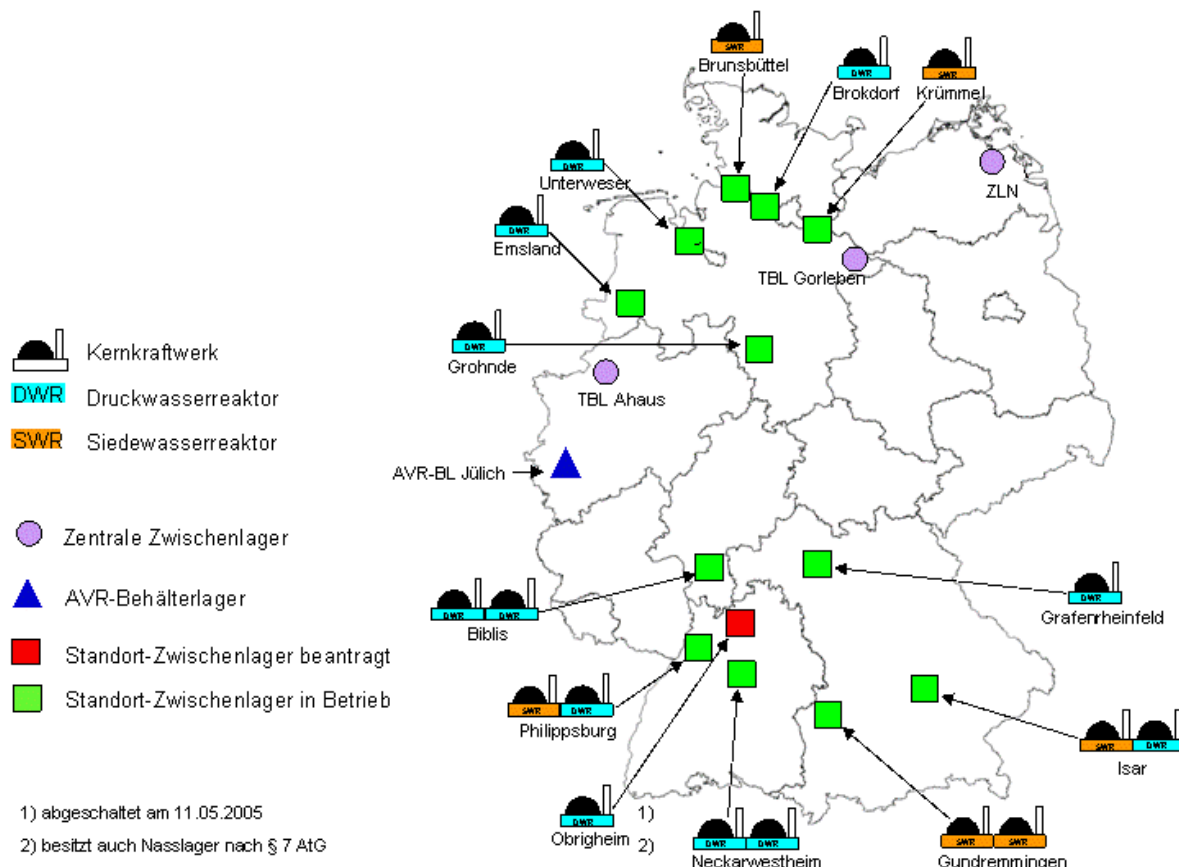
#### 4.4 Verlängerung alter Zwischenlagergenehmigungen oder Bau neuer Zwischenlager?

Die Notwendigkeit neuer Genehmigungsverfahren für die über die 40 Jahre hinausgehende Zwischenlagerung unter Berücksichtigung der Vorsorge nach dem dann gegebenen Stand von Wissenschaft und Technik scheint in der Bundesrepublik

Deutschland gegenwärtig unstrittig zu sein. Dies schließt auch Umweltverträglichkeitsprüfung und förmliche Öffentlichkeitsbeteiligung ein und gilt sowohl für die Verlängerung der Zwischenlagerdauer in bestehenden Lagern als auch für Neubauten.

Bei einer Verlängerung in bestehenden Zwischenlagern muss dazu allerdings rein rechtlich gewährleistet werden, dass keine stückweise Verlängerung (Schritte < 10 Jahre), sondern eine den vermuteten Gesamtzeitraum abdeckende Verlängerung beantragt wird.

Die gegenwärtigen Zwischenlagerstandorte sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.



**Abbildung:** Standorte zur Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: BfS). Der künftige Status an den Standorten Brunsbüttel, Jülich und Obrigheim ist gegenwärtig offen.

In der Bundesrepublik Deutschland muss zeitnah mit der Diskussion des Zwischenlagerstandortkonzeptes für die Verlängerung der Lagerdauer begonnen werden. Es gibt drei prinzipielle Möglichkeiten:

- Ein neues zentrales Zwischenlager.
- Mehrere neue, aber in der Zahl reduzierte Zwischenlager.
- Zwischenlager an allen bisherigen Standorten mit Nachrüstung der alten oder dem Bau neuer.

Welches Standortkonzept verfolgt wird, sollte auch nach **sicherheitstechnischen Aspekten** entschieden werden. Dabei sind die jetzige Auslegung der Zwischenlagerhallen (vor allem der nicht gegen Einwirkungen von außen ausgelegten zentralen Zwischenlager und der süddeutschen Standort-Zwischenlager), die erforderlichen Handhabungen der Behälter samt Inhalt und die Transporte zu berücksichtigen. Für die beiden zentraleren Standortkonzepte müssten zunächst Transporte zu den neuen Zwischenlagern und später von dort zum Endlager durchgeführt werden. Damit wären die doppelte Zahl von Transporten und die doppelte Zahl der dafür erforderlichen Handhabungen im Zwischenlager sowie der dafür erforderlichen Verladungen auf Fahrzeuge erforderlich. Davon können bis zu 1.900 Behälter betroffen sein.

Durch den zusätzlichen Umgang mit den Transport- und Lagerbehältern werden die Strahlenbelastungen für Personal und Bevölkerung, das Störfallrisiko im Zwischenlager und das Transportunfallrisiko erhöht. Dies muss mit der bei neuen Zwischenlagern eher möglichen besseren Auslegung abgewogen werden.

Wenn neue Zwischenlager relevant werden, sollte auch das technische Zwischenlagerkonzept diskutiert werden. Neben der Möglichkeit, das in der Bundesrepublik Deutschland etablierte Behälterlagerungskonzept an der Oberfläche weiter einzusetzen (ergänzt durch eine redundante zweite Barriere gegen Einwirkungen von außen), gibt es beispielsweise auch Zwischenlagerkonzepte mit Behältern nahe der Oberfläche, z.B. [SINGH 2012]. Die Vor- und Nachteile dieser Konzepte in Bezug auf Flugzeugabsturz, Terrorattacken und kriegerischer Einwirkungen (sind für lange Zwischenlagerzeiten auch nicht grundsätzlich auszuschließen) sollten untersucht werden.

Ein neues **zentrales Zwischenlager** wird im Nationalen Entsorgungsprogramm der Bundesregierung angekündigt. Dieses Zwischenlager soll am Standort des Endlagers errichtet werden und als Eingangslager für das Endlager dienen [SUP 2015]. Zu den Zeitpunkten des Auslaufens der bisherigen Genehmigungen zur Zwischenlagerung ist der Endlagerstandort jedoch noch nicht bekannt. Wie bereits in Kapitel 4.1 dargelegt, bestünde selbst bei optimistisch veranschlagtem Zeitablauf für

das Endlagerstandortauswahlverfahren eine zeitliche Lücke. Darüber hinaus wäre es gesellschaftlich nicht vermittelbar ein Eingangslager in Betrieb zu nehmen, bevor der Betrieb eines Endlagers an einem Standort genehmigt ist. Das verbieten die Erfahrungen mit dem Standort Gorleben. Ein zentrales Zwischenlager scheidet als Konzept damit aus.

Neue **Zwischenlager** bedeuten auch **in reduzierter Zahl** eine Vielzahl von Transporten bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle. Um diese zumindest möglichst gering zu halten wäre es sinnvoll, bestimmte Zuordnungen zwischen neuen und bisherigen Standorten zu treffen. Zum Beispiel könnte in jedem Bundesland, in dem bestrahlte Brennelemente angefallen bzw. derzeit gelagert sind, ein neues Zwischenlager gebaut werden. Dies würde eine Verringerung gegenüber den jetzigen Standorten von 17 auf 7 bedeuten. Der jeweilige Standort könnte auch mit einem jetzigen Standort identisch sein. Die Festlegung der Standorte sollte unter Abwägung sicherheitstechnischer Kriterien erfolgen.

Ein Verbleib der Abfälle in den **jetzigen Zwischenlagerstandorten** würde der sicherheitstechnischen Intention des Bundesgesetzgebers bei der Einführung der standortnahen Zwischenlagerung in das Atomgesetz von 2002 weiter Rechnung tragen. Voraussetzung dafür wären aber neue Sicherheitsnachweise und eine sicherheitstechnische Auslegung, die die Anforderungen von Bundesverwaltungsgericht und Oberverwaltungsgericht Schleswig-Holstein erfüllt. Inwieweit dies für die norddeutschen Standort-Zwischenlager durch neue Nachweise und Nachrüstungen möglich ist, kann hier nicht bewertet werden. Es bestehen aber auf jeden Fall starke Zweifel, dass die Anforderungen bei den zentralen Zwischenlager und den süddeutschen Standort-Zwischenlager, selbst bei umfangreichen Nachrüstungen, erfüllt werden können. Hier erscheinen Neubauten als unausweichlich.

**Welches Standortkonzept** am tragfähigsten ist, muss bezüglich der oben genannten sicherheitstechnischen Aspekte abgewogen und in einem gesellschaftlichen Diskurs entschieden werden. Ein gesellschaftlicher Konsens ist unbedingt erforderlich, da sowohl der um Jahrzehnte längere Verbleib der Abfälle an den jetzigen Standorten als auch der Bau an neuen Standorten erhebliches Konfliktpotenzial beinhaltet. Ein Konsens ist auch notwendig, um den Auswahl- und Genehmigungsprozess für den Endlagerstandort mit der erforderlichen Sorgfalt durchführen und absichern zu können.

## **5. Zusammenfassung und Fazit**

Für eine sorgfältige und sicherheitsorientierte Suche nach dem bestmöglichen Endlagerstandort in der Bundesrepublik Deutschland ist aufgrund der dafür

benötigten Zeit eine Verlängerung der Zwischenlagerdauer für radioaktive Abfälle erforderlich. Die längere Zwischenlagerung kann entweder an den bisherigen Standorten oder an weniger Standorte (z.B. an einem Standort in jedem Bundesland mit bestrahlten Brennelementen und hoch radioaktiven Abfällen) durchgeführt werden. Welches das bessere Standortkonzept ist, muss sicherheitstechnisch abgewogen und in einem gesellschaftlichen Diskurs festgelegt werden.

Die längere Zwischenlagerung erfordert neue Sicherheitsnachweise für die Funktionsfähigkeit der Behälterkomponenten und der Stabilität der Behälterinventare, da diese während der Zwischenlagerung physikalischen, chemischen, mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Diese bisher hauptsächlich theoretischen Nachweise müssen anhand von tatsächlichen Zuständen während der Zwischenlagerung überprüft werden. Für diese Validierung der Sicherheitsnachweise, für die atomrechtlich vorgeschriebene Periodische Sicherheitsüberprüfung, für die Möglichkeit zum Austausch von Behälterkomponenten (insbesondere Dichtungen) und für die Möglichkeit zur Ertüchtigung von Behälterinventaren sind Heiße Zellen erforderlich, in denen die Behälter vollständig geöffnet und alle Komponenten und Inventare gehandhabt werden können.

Als zusätzliche Barriere gegen Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus den Brennelementhüllrohren und zur besseren Gewährleistung der Handhabbarkeit der Brennelemente nach der Zwischenlagerung wird mit diesem Beitrag vorgeschlagen, die Möglichkeit der Kapselung der Brennelemente zu untersuchen.

Für die längere Zwischenlagerung ist, zumindest zur Beweissicherung, eine Freisetzungsüberwachung durch direkte Messung von radioaktiven Emissionen erforderlich.

Die Beherrschung von Störfällen durch Einwirkungen von außen und von Terrorangriffen erfordert für die längere Zwischenlagerung eine zweite Barriere. Beim Zwischenlagerkonzept der trockenen Behälterlagerung muss neben dem Behälter auch das Gebäude entsprechend ausgelegt sein. Dabei ist sowohl der gegenüber den bisherigen Zwischenlagereignissen fortgeschrittene Stand von Wissenschaft und Technik als auch deren absehbare weitere Entwicklung zu berücksichtigen.

Auf dem Weg zu einem möglichst sicheren und dauerhaften Verbleib der radioaktiven Abfälle gibt es noch viel zu tun. Die erforderlichen Maßnahmen zur längeren Zwischenlagerung sollten sofort, umfassend und sicherheitsorientiert festgelegt werden. Der Auswahlprozess für einen Standort zum endgültigen Verbleib sollte zielstrebig, aber mit der notwendigen Sorgfalt und sicherheitsorientiert

angepackt und durchgeführt werden. Um für beide Aufgaben, Zwischenlagerung und Endlagerung, eine langfristig wirksame gesellschaftliche Akzeptabilität zu erreichen, sind gesellschaftliche Diskurse erforderlich, die eine Öffentlichkeitsbeteiligung mit Einwirkungsmöglichkeiten beinhalten. Für die Genehmigungsverfahren an den festgelegten Standorten sind darüber hinaus förmliche Öffentlichkeitsbeteiligungen nach Atomrechtlicher Verfahrensverordnung unter Wahrung des Klagerechts durchzuführen. Das gilt auch für die unabhängig von der Verlängerung der Zwischenlagerdauer kurzfristig durchzuführenden Genehmigungsverfahren (Jülich, Brunsbüttel, Wiederaufarbeitungsabfälle).

## 6. Literatur

- BMU 2012 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: „Sicherung der Zwischenlager und Hintergründe der erforderlichen Nachrüstung“, 8.02.2012  
<http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/zwischenlagerung/sicherung-der-zwischenlager-und-hintergruende-der-erforderlichen-nachruetzung/>
- BMUB 2016 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, mündlicher Vortrag von C. Götz auf dem Endlager-Symposium von AiNT in München am 4. und 5. Februar 2016
- DANNERT 1997 V. Dannert et al.: „Frühe Kapselung abgebrannter Brennelemente“. Fachsitzung Jahrestagung Kerntechnik, Aachen, 13.-15. Mai 1997
- ENTRIA 2014 „Memorandum zur Entsorgung hochradioaktiver Reststoffe“. Klaus-Jürgen Röhlig et al., Hannover, 30.04.2014.
- ESK 2014 Entsorgungskommission: „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“. Empfehlung vom 13.03.2014
- GÖK 1998 Gruppe Ökologie e.V.: „Analyse der Entsorgungssituation in der Bundesrepublik Deutschland und Ableitung von Handlungsoptionenunter der Prämisse des Ausstiegs aus der Atomenergie“. Im Auftrag der Heinrich Böll Stiftung, Hannover, August 1998

- KOM 2016a Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe nach der Sitzung am 3.06.2016. <http://www.bundestag.de/mobil/kw22-endlagerkommission/424744>
- KOM 2016b Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, Entwurf für den Abschlussbericht der Kommission, Stand 6.05.2016
- KRB-SZL 2016 Antrag auf Aufhebung der Genehmigung für das Standortzwischenlager Gundremmingen. Meisterernst · Rechtsanwälte, München, eingereicht am 27. Mai 2016
- NEUMANN 1997 Wolfgang Neumann: „Konzept einer dezentralen Umgangsstrategie für Brennelemente“. Erstellt im Rahmen des Beirats für Fragen des Kernenergieausstiegs beim Niedersächsischen Umweltministerium, Hannover, Endbericht Februar 1997
- NEUMANN 2014 Wolfgang Neumann (intac GmbH): „Zur Notwendigkeit von Heißen Zellen an Zwischenlagerstandorten“. Studie im Auftrag von Greenpeace e.V., Hannover, Mai 2014  
[http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/heisse\\_zelle\\_zwischenlagerung-02042015.pdf](http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/heisse_zelle_zwischenlagerung-02042015.pdf)
- NEUMANN 2015 Wolfgang Neumann (intac GmbH): „Zwischenlagerung von CASTOR® HAW 28M“. Ergänzung der Studie „Zur Notwendigkeit von Heißen Zellen an Zwischenlagerstandorten“ im Auftrag von Greenpeace e.V., Hannover, Januar 2015  
[http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/ergaenzung\\_castor\\_haw\\_28m\\_zu\\_notwendigkeit\\_heisse\\_zelle\\_fuer\\_zwischenlagerung.pdf](http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/ergaenzung_castor_haw_28m_zu_notwendigkeit_heisse_zelle_fuer_zwischenlagerung.pdf)
- OVG 2013 Schleswig-Holsteinisches Oberverwaltungsgericht, Az. 4 KS 3/08, Urteil vom 19.06.2013
- SINGH 2012 Kris Singh (Holtec International): „Overview of the design features of HI-STORM UMAX storage system“. Florida-USA, 19. April 2012  
<http://www.nrc.gov/docs/ML1216/ML12160A254.pdf>
- STANDAG 2013 Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für insbesondere Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG). Ausfertigungsdatum: 23.07.2013, BGBl. I S. 2553

- SUP 2015      Strategische Umweltprüfung zum Nationalen Entsorgungsprogramm. Umweltbericht für die Öffentlichkeitsbeteiligung, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Darmstadt/Köln 27.3.2015
- UBA 2002      Grenzüberschreitende UVP gemäß Art. 7 UVP-RL zum Standortzwischenlager Philippsburg. Bericht an das Österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie an die Landesregierungen von Oberösterreich und Vorarlberg, Umweltbundesamt – Österreich, Wien Februar 2002