

**Zur Notwendigkeit einer  
Heißen Zelle  
an Zwischenlagerstandorten**

Auftraggeber:

Greenpeace e.V.

Auftragnehmer:

intac - Beratung · Konzepte · Gutachten  
zu Technik und Umwelt GmbH

Ansprechpartner: Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

Hannover, Mai 2014

---

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Einführung .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Ausgangssituation.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Genehmigungssituation für Zwischenlager.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Heiße Zellen an den Zwischenlagerstandorten?.....</b>	<b>9</b>
4.1    Zentrale Zwischenlager .....	9
4.2    Dezentrale Zwischenlager .....	10
<b>5. Sicherheitstechnischer Hintergrund .....</b>	<b>11</b>
5.1    Reparaturkonzept mit Fügedeckel.....	11
5.2    Langzeitverhalten von Behälter und Inventar .....	13
5.3    Heiße Zelle .....	17
5.3.1    Diskussion zur Heißen Zelle .....	18
5.3.2    Reaktorgebäude als Heiße Zelle.....	19
5.3.3    Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben als Heiße Zelle .....	20
5.3.4    Notwendigkeit/Begründung für eigenständige Heiße Zelle .....	22
<b>6. Fazit / Empfehlungen .....</b>	<b>23</b>
<b>Verwendete Unterlagen und Literatur.....</b>	<b>25</b>

## Zusammenfassung

Die Genehmigungen für die Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung sind in der Bundesrepublik Deutschland gegenwärtig auf 40 Jahre beschränkt. Wegen der in diesem Zeitraum nicht möglichen Inbetriebnahme eines Endlagers, müssen die Genehmigungen über 40 Jahre hinaus verlängert werden. Hierfür sind sicherheits- und genehmigungstechnisch die Sicherstellung der vollen Funktionsfähigkeit des Dichtungssystems für den gesamten Zeitraum und die Periodische Sicherheitsüberprüfung von Behälterinnenraum und Behälterinventar zu beachten.

Die Transport- und Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente und verglaste radioaktive Abfälle in Kokillen (HAW- bzw. MAW-Kokillen) besitzen für die Zwischenlagerung ein Doppeldeckelsystem als Barrieren gegen Freisetzungen radioaktiver Stoffe und zur Überwachung der Dichtheit. Tritt an der Dichtung des Primärdeckels ein Defekt auf, muss das Doppeldeckelsystem für die weitere Zwischenlagerung entweder durch aufbringen eines weiteren Deckels (Fügedeckel) oder nach Öffnung des Behälters in der Heißen Zelle einer anderen kerntechnischen Anlage durch austauschen der Dichtung wieder hergestellt werden.

Für die Zwischenlager in Ahaus, Gorleben und Greifswald sind beide Vorgehensweisen genehmigt. Als andere kerntechnische Anlage käme hier nur die Pilot-Konditionierungsanlage in Gorleben infrage. Für die Standort-Zwischenlager ist in den Genehmigungen ab Stilllegungsbeginn der Reaktoren für die Brennelementbehälter nur das Fügedeckelkonzept angegeben.

Aus sicherheitstechnischer Sicht ist im Falle des Primärdeckeldichtungsversagens der Austausch der Dichtung die bessere Lösung gegenüber dem Aufschweißen eines Fügedeckels. Grund hierfür sind im Zusammenhang mit der langen Zwischenlagerdauer u.a. die Sicherheitsqualität der Schweißnaht und die nach einer Schweißung nur noch unter großem Aufwand mögliche erneute Reparatur sowie Zugänglichkeit des Behälterinnenraums.

Für den Zustand des Behälterinventars (Brennelemente oder Kokillen) und von Behältereinbauten im Innerraum nach einer Zwischenlagerdauer von mehreren Jahrzehnten gibt es nur theoretische Prognosen. Zum Umfang möglicher Veränderungen in den Werkstoffen und damit der Stabilität der Strukturen gibt es keine praktischen Erfahrungen. Da dies für nicht auszuschließende Störfälle während der Zwischenlagerung sowie für künftige Transporte und vor allem für die Vorbereitung zur Endlagerung von Brennelementen und Kokillen von erheblicher Bedeutung ist, ist eine Überprüfung der Richtigkeit der theoretischen Prognosen geboten. Dies kann für eine angemessene Zahl von Behältern jeden Standortes im Rahmen der für die Zwischenlager nach Atomgesetz vorgeschriebenen Periodischen Sicherheitsüberprüfung erfolgen.

Nach der Leckage an einer Primärdeckeldichtung ist die Gewährleistung eines Doppeldeckeldichtungssystems für den gesamten Zwischenlagerzeitraum sicherheitstechnisch am besten durch den Austausch der Dichtung gegeben. Eine Kontrolle des Zustands von Behälterinventar und -einbauten nach längerer Zwischenlagerzeit ist zuverlässig und nachweisbar nur durch direkte Kontrolle möglich. Austausch und Kontrolle sind nur nach einer Öffnung des bzw. der Behälter möglich.

Die Öffnung beladener Transport- und Lagerbehälter kann aus sicherheitstechnischen und Strahlenschutzgründen nur bei besonderer Abschirmung in einem hermetisch abgeschlossenen Raum mit Unterdruckstaffelung, also einer Heißen Zelle erfolgen.

Die Möglichkeit für Behälter mit Brennelementen an den Standort-Zwischenlagern, für Öffnung und weitergehende Tätigkeiten das Reaktorgebäude bzw. -lagerbecken zu nutzen, entfällt spätestens nach Beginn von deren Stilllegung, also lange vor Beendigung der Zwischenlagerung. Für Behälter mit Kokillen besteht in den Reaktorgebäuden keine Möglichkeit zum Umgang.

Die Standorte Ahaus und Greifswald besitzen in ihrer Umgebung gar keine Möglichkeit zur Behälteröffnung. Am Standort Gorleben befindet sich die Pilot-Konditionierungsanlage, in der theoretisch mit Brennelementen und Kokillen umgegangen werden könnte. Diese hat aber keine ausreichenden Pufferlagerkapazitäten zum Ausladen der jeweiligen Behälterinventare und entspricht nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik. Sie bietet deshalb keine ausreichende sicherheitstechnische

Vorsorge für die Öffnung von Behältern aus allen Zwischenlagerstandorten und ist auch wegen der durchzuführenden Transporte (mit erforderlichen Verkehrsträgerwechsel) nicht geeignet. Sicherheitstechnisch abzuwägen wäre nach der Rückziehung der Gesamtgenehmigung und einer nur begrenzt möglichen Nachrüstung lediglich die Zulassung der Nutzung für am Standort Gorleben befindliche Behälter. Kurzfristig ist letzteres vor allem für Behälter vom Typ CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M erforderlich.

Für die Gewährleistung einer möglichst sicheren Zwischenlagerung über lange Zeiträume müssen an Zwischenlagerstandorten Heiße Zellen errichtet werden.

## 1. Einführung

Die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver verglaster Abfälle (HAW-Kokillen) ist gegenwärtig in der Bundesrepublik Deutschland für maximal 40 Jahre genehmigt. Schon während der ersten Genehmigungsverfahren wurden die Fragen diskutiert, ob und wie sich diese Abfälle während dieser langen Zwischenlagerzeit verhalten und verändern können und wie sicher die Funktion der Behälterdeckeldichtungen über diesen Zeitraum ist. Die Forderung nach einer Heißen Zelle im Zwischenlager, um während der Zwischenlagerzeit defekte Deckeldichtungen austauschen zu können sowie Behälter aufgrund neuer Erkenntnisse, wegen negativer Anzeichen für Veränderungen im Behälter oder zur Kontrolle öffnen und den Inhalt begutachten zu können, wurden von den Antragstellern/Betreibern der Zwischenlager als unnötig zurückgewiesen. Die Genehmigungsbehörde Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) bzw. später Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) kam in den Genehmigungsverfahren zu dem Ergebnis, dass keine heiße Zelle erforderlich sei.

Die Frage der Notwendigkeit einer Heißen Zelle stellt sich aktuell erneut, vor allem vor dem Hintergrund zweier Veränderungen:

- ◆ Durch die von den verschiedenen Bundesregierungen seit 2003 verursachten Verzögerungen bei der Suche nach einem Endlagerstandort auf Grundlage wissenschaftlicher Kriterien verlängern sich die bisher genehmigten Zwischenlagerdauern für bestrahlte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle.
- ◆ Die Zwischenlagerung von hoch- und mittelradioaktiven verglasten Abfällen (HAW- und MAW-Kokillen), die noch aus der Wiederaufarbeitung in die Bundesrepublik Deutschland kommen, darf seit der Änderung des Atomgesetzes am 01.01.2014 nach § 9a Abs. 2a AtG nur in Standort-Zwischenlagern und damit nicht mehr im Transportbehälterlager Gorleben erfolgen.

## 2. Ausgangssituation

In der Bundesrepublik Deutschland werden Brennelemente und verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Transport- und Lagerbehältern mit einem Doppeldeckelsystem zwischengelagert. Der innere Deckel (Primärdeckel) und der darüber liegende Deckel (Sekundärdeckel) besitzen je eine Metalledichtung, um während der Zwischenlagerung die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus dem Behälterinnenraum in die Umgebung zu verhindern. Die Funktionsfähigkeit der Dichtungen wird während der Zwischenlagerung durch ein Drucküberwachungssystem zwischen den beiden Deckeln kontrolliert. Zeigt dieses Überwachungssystem einen Fehler an, wird der betroffene Behälter in den Wartungsraum gebracht und dort die Ursache für die Anzeige untersucht.

Wird eine Undichtheit am Sekundärdeckel festgestellt, wird dieser im Wartungsraum des Zwischenlagers abgenommen, eine neue Dichtung eingesetzt und der Deckel wieder verschlossen. Den Einschluss und die Abschirmung der radioaktiven Stoffe wird in dieser Zeit durch den Primärdeckel gewährleistet.

Wird eine Undichtheit am Primärdeckel festgestellt, kann diese nicht im Zwischenlager behoben werden. Da der Sekundärdeckel entfernt werden muss, um an den Primärdeckel heranzukommen, wäre der Behälter nach Abnahme des Primärdeckels offen. Selbst wenn die Behälteratmosphäre vorher abgesaugt und aufgefangen würde, könnten während der Arbeiten gas- und aerosolförmig vorliegende radioaktive Stoffe entweichen. Zusätzlich würde wegen des Wegfalls der Abschirmung eine hohe Ortsdosisleistung durch Direktstrahlung in der Umgebung des Behälters auftreten.

Um trotzdem eine Instandsetzung des Systems durchführen zu können gibt es zwei Möglichkeiten:

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

Nach Auffassung der für diese sicherheitstechnischen Aspekte zuständigen Behörde bzw. Gutachter Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung ist ein systema-

tisch bedingtes Versagen des Dichtungssystems nicht zu erwarten. Das Einzelversagen einer Dichtung sei jedoch nicht auszuschließen [BAM 1982].

Weltweit sind bisher zwei Versagen von Dichtungen in Transport- und Lagerbehältern für bestrahlte Brennelemente vom Typ CASTOR<sup>®</sup> bekannt geworden. Es handelt sich jeweils um eine Sekundärdeckeldichtung in Surry (USA) und Koeberg (Süd Afrika). Beide sind durch Korrosion verursacht worden. [HOFFMANN 2009]

Eine Überwachung des Behälterinventars und der Behältereinbauten ist für die auf 40 Jahre begrenzte Zwischenlagerdauer bisher nicht vorgesehen. Zum Zeitpunkt der Genehmigungen für die zentralen Transportbehälter-Zwischenlager sowie den Standort-Zwischenlagern war auch noch keine Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) vorgesehen. Diese wurde für Zwischenlager erst mit der Atomgesetzänderung 2011 eingeführt. Die Entsorgungskommission hat hierzu im Jahr 2010 Empfehlungen abgegeben [ESK 2010] und im Jahr 2014 fortgeschrieben [ESK 2014]. Diese enthalten jedoch nicht die Öffnung von Behältern zur Überprüfung von Primärdeckeldichtungen oder Einbauten im Behälterinnenraum und keine Prüfvorgaben für das Behälterinventar.

### **3. Genehmigungssituation für Zwischenlager**

In allen in Betrieb befindlichen, nach § 6 Atomgesetz genehmigten Zwischenlagern ist die Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen mit festgelegtem Mindest- und Höchstabbrand genehmigt. Für das Transportbehälter-Lager Gorleben (TBL) und für das Zwischenlager Nord in Greifswald/Lubmin (ZLN) ist außerdem die Zwischenlagerung von HAW-Kokillen aus La Hague bzw. Karlsruhe genehmigt. Für die noch ausstehenden MAW-Kokillen aus La Hague und HAW-Kokillen aus Sellafield sind, unabhängig vom Standort, auf jeden Fall neue Genehmigungen erforderlich. Für das TBL sind diese Genehmigungen beantragt. Wegen der Änderung des Atomgesetzes zum 01.01.2014, nach der die Kokillen in einem standortnahen Zwischenlager aufzubewahren sind, ruhen die Verfahren aber mit Ausnahme von standortunabhängigen Prüfungen [BMUB 2014].

Grundlage der in diesem Kapitel folgenden stichwortartigen Ausführungen zu ausgewählten Zwischenlagern sind die jeweiligen Genehmigungen. Die Genehmigungen für die Standort-Zwischenlager ([BFS 2003a-e] werden im Folgenden nicht einzeln zitiert.

In den Genehmigungen sind bei Dichtheitsverlust des Primärdeckels folgende Festlegungen getroffen:

TBL Gorleben: Reparaturkonzept oder Verbringen in eine andere kerntechnische Anlage. Gilt für bestrahlte Brennelemente und Kokillen. Eine Sonderstellung nimmt diesbezüglich allerdings der CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M ein. Als andere kerntechnische Anlage wird für diesen Behältertyp in der Zwischenlagergenehmigung konkret die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) am Standort genannt. Wird nach einer Dichtungsleckage ein Fügedeckel aufgeschweißt, muss der Behälter laut Zwischenlagereingenehmigung (siehe dort Kapitel zur Beschreibung des Sachverhalts und Kapitel zur rechtlichen und technischen Würdigung) vor einem späteren Abtransport über öffentliche Verkehrswege in die PKA verbracht und dort die Primärdeckeldichtung ausgetauscht werden [BFS 2010].

ZLN Greifswald (Halle 8): Reparaturkonzept oder Verbringen in eine andere kerntechnische Anlage. Gilt für bestrahlte Brennelemente und HAW-Kokillen aus Karlsruhe in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR<sup>®</sup> HAW 20/28 CG SN 16 [BFS 2009]. Im Sicherheitsbericht für das Genehmigungsverfahren ist in Bezug auf die Brennelemente nur das Reparaturkonzept beschrieben [ZLN 1995]<sup>1</sup>.

BZA Ahaus: Reparaturkonzept oder Verbringen in eine andere kerntechnische Anlage. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

SZL Brunsbüttel: Solange möglich, soll ein Dichtungsaustausch im Reaktorgebäude des KKB erfolgen. Für die Zeit danach wurde das Reparaturkonzept genehmigt. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

SZL-Biblis: Reparaturkonzept oder Dichtungsaustausch im Reaktorgebäude von Biblis A oder B. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

---

<sup>1</sup> Die Einlagerung von hochradioaktiven Abfällen, insbesondere aus anderen Anlagen als Greifswald und Rheinsberg, war damals ausgeschlossen.

SZL-Neckarwestheim: Bis zur Abschaltung bevorzugt Dichtungsaustausch im Reaktorgebäude von GKN 2 sonst Reparaturkonzept. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

SZL-Philippsburg: Bis zur Abschaltung bevorzugt Dichtungsaustausch im Reaktorgebäude von KKP 2 sonst Reparaturkonzept. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

SZL Isar: Bis Fügedeckel vorhanden Dichtungsaustausch im Reaktorgebäude von KKI-2, danach Reparaturkonzept. Bezieht sich nur auf bestrahlte Brennelemente.

An den Standort-Zwischenlagern stehen als Heiße Zelle („andere Anlage“) bis zum Beginn der Stilllegung der Atomkraftwerke die Reaktorgebäude zur Verfügung.

Dieser Zustand ist an den Standorten der oben genannten AKW in Brunsbüttel, Biblis, Krümmel und Unterweser nach deren Abschaltung und der Beantragung der Stilllegung in absehbarer Zeit erreicht. Anträge zur Änderung der Zwischenlagergenehmigungen (z.B. ggf. Verbringen in eine standortferne kerntechnische Anlage) gibt es jedoch bisher nicht.

Aus dem BZA und dem ZLN könnten Behälter bei Verlust der Dichtheit des Primärdeckels nach gegenwärtiger Genehmigungslage auch in die „andere Anlage“ Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) in Gorleben gebracht werden. Die Möglichkeit hierzu besteht theoretisch auch für die Standort-Zwischenlager, ist in deren Genehmigungen aber bisher nicht vorgesehen. Zur PKA siehe Kapitel 5.3.3.

## **4. Heiße Zellen an den Zwischenlagerstandorten?**

Eine Heiße Zelle als Anlagenteil gibt es weder in den zentralen, noch in den Standort-Zwischenlagern. Unterschiedlich ist die Situation an den Zwischenlagerstandorten in Bezug auf Heiße Zellen in deren unmittelbaren Nachbarschaft.

### **4.1 Zentrale Zwischenlager**

Neben dem Transportbehälter-Lager Gorleben befindet sich die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA). Diese Anlage ist für den Umgang mit bestrahlten Brennelemen-

ten und HAW-Kokillen ausgelegt. Das heißt, beide Arten von Abfällen können notfalls auch aus den Transport- und Lagerbehältern ausgeladen werden. Allerdings sind die Kapazitäten der Pufferlager für Brennelemente und HAW-Kokillen begrenzt. Die CASTOR<sup>®</sup> V und TN 24 für Brennelemente sowie alle Kokillenbehältertypen könnten ohne Erhöhung der Kapazitäten (Nachrüstung und Genehmigungsänderung) nicht vollständig ausgeladen werden. Weiteres zur PKA siehe Kapitel 5.3.

Im Rahmen der aktuellen politischen Debatte wurde das Zwischenlager Nord (Greifswald/Lubmin) als Standort zur Zwischenlagerung weiterer Kokillen genannt und dies vereinzelt mit der Verfügbarkeit einer Heißen Zelle begründet. Dies ist nicht nachvollziehbar. Es gibt zwei Möglichkeiten, was damit gemeint sein könnte: Im ZLN gibt es den „Caisson 5“. Dieser enthält den Wartungsplatz für die Behälter aus der Zwischenlagerung. Dabei handelt es sich nach den vorliegenden Unterlagen aber nicht um eine Heiße Zelle. Selbst wenn die kontaminierte Behälteratmosphäre vor der Deckelöffnung abgesaugt werden würde, dürfte im Caisson keine Behälteröffnung erfolgen.

Ferner gibt es am Standort die „Zentrale Aktive Werkstatt (ZAW)“. Nach der Konzeptbeschreibung von EWN zur ZAW ist der Umgang mit beladenen Behältern aus dem ZLN nicht vorgesehen [EWN 2012], in der Beschreibung der vorhandenen Verfahrenstechnik ist keine Handhabungseinrichtung für Transport- und Lagerbehälter aufgeführt und der Hallenkran ist nur für eine Tragfähigkeit von 32 Mg ausgelegt [EWN 2014]. Das ZAW ist nach § 3 StrlSchV (alt) genehmigt, der Umgang mit Spaltproduktlösungen in Kokillen der hier relevanten Radioaktivitätskonzentrationen also nicht zulässig. Eine Nachrüstung und Genehmigung der ZAW als Heiße Zelle zur Reparatur von Transport- und Lagerbehältern erscheint wegen der baulichen Gegebenheiten nicht möglich.

In der näheren und weiteren Umgebung des Brennelement-Zwischenlagers Ahaus befindet sich keine Anlage mit einer Heißen Zelle.

## 4.2 Dezentrale Zwischenlager

Das Zwischenlager für AVR-Brennelemente in Jülich kommt aus rechtlichen und Auslegungsgründen nicht für die Zwischenlagerung anderer Brennelemente bzw. von MAW- oder HAW-Kokillen infrage. Auch eine Heiße Zelle existiert hierfür nicht.

An allen zurzeit in Betrieb befindlichen Standort-Zwischenlagern könnte gegenwärtig (Mai 2014) das benachbarte Reaktorgebäude als Heiße Zelle genutzt werden. Dies ist aber nur bis zum Beginn der Stilllegung möglich. Die Stilllegung wird aber an allen Standorten deutlich vor Ende des Zwischenlagerzeitraums erfolgen. Das heißt, entweder stünde das Reaktorgebäude für die Auswechslung einer Primärdeckeldichtung nur eine beschränkte Zeit zur Verfügung oder dessen Stilllegung und Abbau müsste bis zur Beendigung der Zwischenlagerung um einige Jahrzehnte verzögert werden.

Nach deren Genehmigung und Ausrüstung können in den Reaktorgebäuden außerdem nur Transport- und Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente gehandhabt werden. Die Brennelemente könnten in den Lagerbecken der Reaktorgebäude auch entladen werden.

Mit Kokillen-Behältern darf und kann in den Reaktorgebäuden nicht umgegangen werden (siehe Kapitel 5.3.2).

## **5. Sicherheitstechnischer Hintergrund**

### **5.1 Reparaturkonzept mit Fügedeckel**

Nach diesem Konzept soll nach dem Versagen einer Primärdeckeldichtung im Wartungsraum des Zwischenlagers über den Sekundärdeckel ein Fügedeckel aufgeschweißt werden. Damit wäre wieder ein Doppeldeckelsystem realisiert.

Das Reparaturkonzept mit Fügedeckel wurde von Anfang an kontrovers diskutiert [GÖK 1996, SCHLICH 1998]. Wesentliche Kritikpunkte am Konzept sind:

- ◆ Es ist fraglich, ob die umlaufende Schweißnaht zwischen Fügedeckel und Behälterkörper in der erforderlichen Qualität (Dichtheit und Langzeitstandfestigkeit) herstellbar ist, um bei allen Betriebszuständen die notwendige zweite Barriere zu bilden.
- ◆ Der Fügedeckel besitzt im Störfall nicht die Qualität einer notwendigen zweiten Barriere. Die Störfallsicherheit des Fügedeckels ist nicht gegeben. Dies wurde von der BAM 1982 festgestellt [BAM 1982]. Seit dieser Zeit sind keine neuen diesbezüglichen Untersuchungen bekannt geworden. Zu den Standort-Zwi-

schenlagern gibt es hierzu weder in den Sicherheitsberichten der Antragsteller, noch in den Sicherheitsgutachten der Genehmigungsbehörde Hinweise. Deshalb ist nach wie vor vom Stand 1982 auszugehen. Ist aber die Störfallsicherheit für den Fügedeckel nicht gegeben, kann es bei bestimmten Störfällen (z.B. Flugzeugabsturz) zu weit höheren Freisetzungen nach Stör- und Unfällen kommen, als sie bisher in den Genehmigungsverfahren unterstellt worden sind. Das bedeutet im Falle eines Störfalles im Zwischenlager ist für diese Behälter keine ausreichende Schadensvorsorge getroffen.

- ◆ Wenn die Schweißnaht oder die Dichtung des Sekundärdeckels undicht wird, besteht im Zwischenlager keine Möglichkeit mehr, das Doppeldeckelsystem wieder herzustellen.
- ◆ Das Reparaturkonzept mit Fügedeckel erlaubt nach dessen Aufsetzen keine direkte Begutachtung von Behälterinnenraum und Inventar. Selbst für die Sekundärdeckeldichtung ist dies im Zwischenlager nicht mehr möglich.
- ◆ Wenn die Behälter zur Endlagerung über öffentliche Wege abtransportiert werden müssen, sind nach Gefahrgutrecht Stoßdämpfer für die Einhaltung der zulässigen mechanischen Belastungen bei Unfällen erforderlich. Es ist nicht bekannt, ob es Stoßdämpfer gibt, die über den Fügedeckel montiert werden können.<sup>2</sup> In den Behälterzulassungen sind keine Stoßdämpfer für Behälter mit Fügedeckel erwähnt. Beispielsweise ist auch der Beschreibung des Fügedeckelkonzeptes für den CASTOR<sup>®</sup> HAW 20/28 CG [GNB 1994] keine Möglichkeit zur Stoßdämpfermontage zu entnehmen. Für den CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M kann aus der Zwischenlagerebene [BFS 2010] der Schluss gezogen werden (siehe Kapitel 3), dass er mit Fügedeckel nicht transportfähig ist, weil die Montage eines für den Transport notwendigen Stoßdämpfers über den Fügedeckel nicht möglich ist.

Trotz der vorstehenden Argumente wurde das Reparaturkonzept bei den zentralen Zwischenlagern bedingt und bei der Standort-Zwischenlagern ohne Alternative von den Behörden genehmigt und von den Gerichten bestätigt.

---

<sup>2</sup> Dieses Problem wurde bisher öffentlich nicht diskutiert (Genehmigungsverfahren, RSK, ESK, Tagungen usw.)

## 5.2 Langzeitverhalten von Behälter und Inventar

Mit zunehmender Zwischenlagerdauer ist von einer Veränderung der Materialien bzw. des Zustandes von Behältereinbauten und Brennelementen bzw. Kokillen auszugehen. Dies kann Auswirkungen auf die Sicherheit der Zwischenlagerung, des späteren Transports und bei der Entladung oder sonstigen Vorbereitung von Brennelementen und Kokillen für die Endlagerung haben. Betriebserfahrungen im Sinne einer praktischen Überprüfung gibt es diesbezüglich für die trockene Zwischenlagerung in der Bundesrepublik Deutschland nicht. Im verschlossenen Behälterinnenraum bestehen Inventar und Behältereinbauten aus vielen unterschiedlichen Materialien. Zusammen mit den vorhandenen Gasen und den nach der Behälterbeladung verbliebenen Rückständen kann eine Vielzahl chemischer Reaktionen auftreten. Bei den Rückständen kann es sich zum Beispiel um Borsäure, Verunreinigungen wie Kupferspuren, Halogenradikale oder Halogenide, Chlor und Fluor, Spaltprodukte aus defekten Hüllrohren handeln, deren Wirkung im Zusammenwirken mit den hohen Temperaturen verstärkt werden kann [UIM 2001]. Die chemischen Reaktionen können zu Materialschwächung in den betroffenen Bereichen von Einbauten und Strukturen führen.

Darüber hinaus sind Einbauten und Inventar während der Zwischenlagerung ionisierender Strahlung, darunter Neutronenstrahlung, ausgesetzt. Dies verursacht Versprödung und damit Schwächung von Materialien und steht in Wechselwirkung mit den chemischen Reaktionen.

Sicherheitstechnisch relevant sind Material- und Zustandsänderungen vor allem an Primärdeckeldichtung, Tragkorb zur Aufnahme von Brennelementen oder Kokillen, Behälterinnenwand, Neutronenabsorber sowie Inventar (Brennelement oder Kokille).

### Primärdeckeldichtung

Die Primärdeckeldichtung ist vielfachen Belastungen und Einflüssen ausgesetzt. Es sind dies

- ◆ Mechanische Belastungen durch Zusammenpressung und Ermüdung des Dichtungswerkstoffes, durch Verdrallen oder Verschieben der Dichtungen beim Verschließen des Deckels, durch Ablagerungen oder Verunreinigungen auf der

Dichtfläche vor dem Verschließen sowie durch Erschütterungen bei Handhabung und Transport der Behälter.

- ◆ Thermische Belastungen durch die von den Brennelementen bzw. Kokillen abgegebene Wärme.
- ◆ Versprödung der Dichtungswerkstoffe durch die aus den Brennelementen bzw. Kokillen abgegebene Neutronen- und Gammastrahlung.
- ◆ Korrosion des Dichtungsmaterials durch Restfeuchte im Behälter bzw. aus den Brennelementen und vorhandenen gas- oder aerosolförmigen Stoffen.

Ursache und Auswirkungen der Belastungen sind ausführlich beschrieben in [UB 2002]. Zu einem Teil der oben genannten Effekte werden bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Untersuchungen durchgeführt [WOLF 2014]. Dabei wird aber von postulierten Umgebungsbedingungen ausgegangen, die nicht den realen entsprechen müssen.

### Tragkorb

Der Tragkorb hat die Aufgabe, die Brennelemente bzw. Kokillen im Behälter zu fixieren. Damit soll deren Unversehrtheit bei Handhabung und Transport des Behälters sowie die geordnete Endladung für die Endlagerung gewährleistet werden. Bei den Brennelementen hat der Tragkorb zusätzlich Aufgaben zur Verhinderung von Kritikalität. Daraus folgt, dass Materialschwächungen oder -schäden besonders negative Auswirkungen haben können.

Schäden können am Tragkorb vor allem durch Korrosion und mechanische Belastungen (z.B. bei Beladung oder durchgeführtem Transport) auftreten. Beides kann auch Risse an Schweißnähten verursachen, die durch Erschütterungen bei Handhabung und Transport der beladenen Behälter initiiert oder verstärkt werden können.

### Behälterinnenwand

Zur Vermeidung von Korrosion der Behälterwand ist diese bei Behältern für bestrahlte Brennelemente im Innenraum mit einer Nickellegierung beschichtet. Bei der Beladung der Behälter mit den Brennelementen kann es zu Beschädigungen kommen. Kommt es an diesen Stellen zu Korrosion bestimmter Art, kann das langfristig bis zur teilweisen Ablösung der Schicht führen. Es ist dann nicht vollständig auszuschließen, dass es zu einer Wegsamkeit bis in den Dichtungsbereich kommt.

### Neutronenmoderator

Das Neutronenmoderatomaterial befindet sich zwar nicht gemeinsam mit dem Inventar im Behälterinnenraum, sondern beim CASTOR in eigenen Bohrungen in der Behälterwand, ist dort aber auch Strahlung und Wärme ausgesetzt. Dies kann zu Versprödung, radiolytischer Zersetzung und Volumenveränderung führen. Über lange Zeiträume kann dies einen signifikanten Abschirmverlust verursachen.

### Bestrahlte Brennelemente

Nach der Entladung der Brennelemente aus dem Reaktorkern erfolgt eine Erhöhung des Innendrucks, wogegen die Umgebung, anders als im Reaktor, praktisch ohne zusätzlichen Druck ist. Dies ist eine Umkehr der Druckverhältnisse, die zu Spannungen in den Brennstabhüllrohren führen. Diese Schwächungen können bei längerer Zwischenlagerung, auch durch weitere Veränderungen der Druck- und Temperaturverhältnisse, zu Freisetzungspfaden für flüchtige Radionuklide aus den Brennstäben in den Behälterinnenraum führen.

Das Material der Brennstabhüllrohre, aber auch die Brennelementstrukturteile, sind vor allem durch die starke Neutronenstrahlung versprödet. Dies kann bereits bei der Beladung der Behälter, aber vor allem bei späteren Erschütterungen durch Handhabung, Transport oder anderen Einwirkungen von außen zu Freisetzungspfaden führen.

An den Oberflächen der Brennstabhüllrohre kann es durch chemische Reaktionen zur Oxidschichtbildung kommen, die ebenfalls zu Freisetzungspfaden führen können. Korrosion kann auch an Brennelementstrukturteilen auftreten und die Halterung der Hüllrohre beeinträchtigen.

Alle vorstehenden Effekte können zu Einschränkungen der Handhabbarkeit (insbesondere Behälterentladung) der Brennelemente führen. Dies muss für die Vorbereitung zur Endlagerung soweit wie möglich verhindert werden.

Das durch Versprödung, Korrosion oder Spannungsänderungen verursachte größerflächige Versagen von Hüllrohren muss auf jeden Fall verhindert werden. Andernfalls können Kernbrennstoffpellets herausfallen und sich am Behälterboden sammeln. Würde das an mehreren Hüllrohren passieren, kann es zu Kritikalitätsproblemen kommen.

## Kokillen

Die verglasten radioaktiven Abfälle befinden sich in Stahlkokillen. Die Kokillen sind mit einer Schweißnaht verschlossen, an die keine weitergehenden Qualifizierungsanforderungen gestellt werden.

Kokille und Schweißnaht sind während der Zwischenlagerung einer starken Strahlung und hoher Temperatur ausgesetzt. Dies führt zu Gefügeveränderungen und damit Schwächung des Materials. Zusätzlich sind Korrosion und andere chemische Reaktionen durch Rückstände im Behälter möglich, auch wenn der Behälter nicht unter Wasser beladen wurde. Die Kokille ist zwar relativ robust, die Annahme, dass es während der Zwischenlagerdauer nicht zu Schädigungen mit nicht vernachlässigbaren Freisetzungen kommt, sollte jedoch auch praktisch überprüft werden.

Am angeschweißten Kokillendeckel befindet sich auch der Greifpilz, an dem die Kokillen in und aus dem Behälter geladen werden. Deshalb ist die Vermeidung von Risiken in der Schweißnaht besonders wichtig. Kann die Schweißnaht das Gewicht der Kokille nicht mehr tragen und reißt ab, kann die Kokille nur noch unter äußerst problematischen Umständen aus dem Behälter gehoben werden.

## Fachliche Diskussion

Im Rahmen der Diskussion zu Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) von Zwischenlagern wurde die Forderung nach Öffnung einzelner Behälter zur Kontrolle von Brennelementen, Primärdeckeldichtung und weiteren Behältereinbauten erhoben [ÖKO 2003]. Hierfür wäre eine Heiße Zelle erforderlich. In den Empfehlungen der Entsorgungskommission des Bundesumweltministers (ESK) zu Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung [ESK 2013] und für die periodische Sicherheitsüberprüfung sind aber keine Vorgaben zur Prüfung der Brennelemente bzw. Kokillen sowie zur Prüfung von Korrosionserscheinungen an den Primärdeckeldichtungen und des Behälterinnenraumes bzw. der in ihm befindlichen Einbauten enthalten [ESK 2014].

Die IAEA deutet in einer neueren Publikation die mögliche Notwendigkeit einer Heißen Zelle in einer anderen Anlage zwar an, fordert sie aber nicht. Vielmehr wird darauf hingewiesen, dass eine Abschätzung ohne den Behälter zu öffnen ausreichend sein könnte [IAEA 2012].

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. Am Tragkorb gab es auch Risse [INE 2001]. Die Defekte wurden zwar als nicht direkt sicherheitsgefährdend bezeichnet, sie zeigen aber, dass diese Einbauten nicht mehr im Zustand vor der Beladung waren. Die jeweiligen Ursachen für die Defekte wurden vermutet, konnten aber nicht belastbar ermittelt werden. Bei den Brennelementen fanden sich Längenveränderungen von Brennstäben, Durchbiegungen von Brennelementen und nicht erwartete Oxidschichtbelege auf ihren Oberflächen [INE 2001]. Die Untersuchung der Integrität einiger Brennstäbe ergab keine auffälligen Befunde [CONLEY 2003].

Die Ergebnisse aus den USA lassen keine direkten Schlüsse für die Zwischenlagerung in der Bundesrepublik zu, da sich Brennelemente und Lagerbedingungen unterscheiden und das näher untersuchte Brennelement einen relativ geringen Abbrand hat. Die hier zwischengelagerten Brennelemente sind aufgrund des höheren Abbrands und weil es sich teilweise um Mischoxid-Brennelemente handelt, als problematischer anzusehen. Insofern müsste aus den Untersuchungen in den USA eher eine Empfehlung zur Kontrolle auch in der Bundesrepublik abgeleitet werden.

Die bisher bekannten Untersuchungen zu den Effekten im Behälterinnenraum sind unzureichend. Vor allem sind die teilweise durchgeführten theoretischen Berechnungen nicht durch praktische Untersuchungen verifiziert und schon gar nicht validiert. Dies kann nur durch Öffnen von Behältern in einer Heißen Zelle geschehen.

### **5.3 Heiße Zelle**

Die Öffnung des Primärdeckels eines Transport- und Lagerbehälters kann nur in einem hermetisch abgeschlossenen Raum mit gerichteter Luftströmung und Filterung der nach außen abgegebenen Luft sowie ohne direkte Anwesenheit von Personal durchgeführt werden. Eine solche Einrichtung wird Heiße Zelle genannt.

### 5.3.1 Diskussion zur Heißen Zelle

Die Einrichtung einer Heißen Zelle wurde bereits in den Genehmigungs- und Gerichtsverfahren zum Transportbehälter-Lager Gorleben (TBL) gefordert [GÖK 1996]. Das Obergerverwaltungsgericht Lüneburg hat die Genehmigung ohne Heiße Zelle im Verfahren zum TBL allerdings nicht beanstandet [OVG 1996]. Auch im Rahmen der späteren Verfahren zu den Standort-Zwischenlagern wurde das Fehlen einer Heißen Zelle bemängelt [UIM 2001], [NEUMANN 2005]. In den Sicherheitsgutachten für die Genehmigungsbehörde zu den Standort-Zwischenlagern wird jedoch für den Fall des Dichtheitsverlusts am Primärdeckel einzig das Reparaturkonzept mit Fügedeckel behandelt und als genehmigungsfähig beurteilt [TÜV 2003]. Der Verwaltungsgerichtshof München hat die entsprechende Entscheidung der Behörden im Verfahren gegen die Standort-Zwischenlager (SZL) Grafenrheinfeld und Gundremmingen [VGH 2006] als nicht zu bemängeln bewertet.<sup>3</sup>

In den von der ESK empfohlenen Leitlinien zur Zwischenlagerung sind ohne Präferenz sowohl das Verbringen in eine andere Anlage als auch die Reparatur mit Fügedeckel zugelassen [ESK 2013]. Die ESK bezeichnet den Ausfall des Doppeldeckeldichtungssystems in diesem Zusammenhang als anomalen Betrieb. Das ist eine Unterbewertung, die sicherheitstechnisch nicht nachvollziehbar ist. Auch wenn wegen der intakten zweiten Dichtung keine Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgt, handelt es sich um den Ausfall einer Sicherheitsbarriere. Das bedeutet, eine Redundanz ist ausgefallen. Der aktive Betrieb der Zwischenlagerung dieses Behälters muss eingestellt und der Fehler behoben werden. Deshalb handelt es sich um ein meldepflichtiges Ereignis nach Stufe 2 der INES-Skala [IAEA 2008] und ist als Störfall ohne Freisetzungen zu bewerten.

In einer Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums zu Aspekten der langfristigen Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen wird vom Einsatz des Reparaturkonzepts ausgegangen [GRS/ÖKO 2010]:

*„Aus sicherheitstechnischer Sicht ist daher eine heiße Zelle zur Reparatur des Deckeldichtungssystems nicht erforderlich.“*

---

<sup>3</sup> Es ist rechtlich zu prüfen, ob die Heiße Zelle im noch ausstehenden Gerichtsverfahren zum Standort-Zwischenlager Unterweser erneut problematisiert werden kann.

Die Forderung nach einer Heißen Zelle an den Zwischenlagerstandorten wurde von Einwenderseite in den Genehmigungs- und Gerichtsverfahren damit begründet, dass

- ◆ die Funktionsfähigkeit der Dichtungen über 40 Jahre nicht ausreichend nachgewiesen ist,
- ◆ das Verhalten des Inventars und der Einbauten der Transport- und Lagerbehälter nicht sicher vorhersagbar ist,
- ◆ das Reparaturkonzept mit Fügedeckel sicherheitstechnisch nicht ausreichend ist.

Bei allen vorstehenden Überlegungen wurde eine Zwischenlagerdauer von 40 Jahren unterstellt. Nach gegenwärtigem Stand in der Bundesrepublik Deutschland ist jedoch mindestens für die meisten Zwischenlager von einer längeren Lagerzeit auszugehen.

### **5.3.2 Reaktorgebäude als Heiße Zelle**

Wie bereits in Kapitel 4.2 beschrieben, steht das Reaktorgebäude als Heiße Zelle nicht für den gesamten Zwischenlagerzeitraum zur Verfügung. Darüber hinaus ist in ihm – wie folgt beschrieben – auch nur die Handhabung von Behältern mit Brennelementen nicht aber von Behältern mit HAW- oder MAW-Kokillen möglich.

Behälteröffnung sowie die Ent- und Beladung von Behältern sind im Reaktorgebäude nur unter Wasser im Reaktorlagerbecken möglich. Die Kokillenbehälter werden in den Wiederaufarbeitungsanlagen trocken beladen und sind für die Handhabung unter Wasser nicht ausgelegt [MUKE 2014]. Beispielsweise fehlt ein Anschluss im Primärdeckel zur Entwässerung des Behälters [GNB 1994], nachdem er aus dem Becken gehoben wurde, und die Korrosionsresistenz im Behälterinnenraum ist nicht im erforderlichen Umfang gegeben. Das Eintauchen der Kokillen in Wasser könnte – auch bei vorhergehender langsamer Abkühlung – zu unkontrollierbaren Reaktionen führen. Die Kokillen sind nicht korrosionsgeschützt und die Schweißnaht ihres Deckels ist nicht entsprechend qualifiziert. Wegen der großen Temperaturunterschiede zwischen Beckenwasser und Kokille wäre der Glaskörper Spannungen ausgesetzt und würde möglicherweise Risse bekommen. Dies könnte Probleme bei der weiteren Zwischenlagerung (z.B. höherer Freisetzungsquellterm bei schweren Störfällen) und vor allem für die spätere Endlagerung bedeuten. Bei letzterer wäre das Auslagerverhalten für Radionuklide in der geogenen Umgebung deutlich erhöht. Die Genehmigung der Zwischenlagerung von Kokillen erfolgte (in Gorleben und Greifswald) auf-

grund der Begutachtung bei einer trockenen Beladung [BAM 1995], bei der die vorstehenden Aspekte nicht relevant waren.

Abgesehen von Behälterauslegung und den Problemen mit den Kokillen, sind auch die Einrichtungen im Reaktorgebäude nicht für den Umgang mit Kokillenbehältern und Kokillen ausgelegt. Für die Handhabung von Behältern mit MAW- oder HAW-Kokillen, für die Abnahme der Deckel und die Handhabung der Kokillen wäre die Nachrüstung von Krananschlügen und Deckelgreifern erforderlich. Kokillen könnten im Lagerbecken auch nicht entladen werden, weil es hierfür keine Lagergestelle gibt. Für alle Nachrüstungen wären atomrechtliche Änderungsgenehmigungen der Reaktorgenehmigung erforderlich.

Aus Strahlenschutz- und sicherheitstechnischen Gründen ist auch zu bezweifeln, ob eine Nachrüstung für eine trockene Ent- und Beladung möglich ist. Die im Lagerbecken durch das Wasser gegebene Abschirmung der Direktstrahlung aus den Abfällen sowie die Rückhaltung von aerosolförmigen Freisetzungen aus defekten Kokillen oder von Oberflächenkontaminationen müsste im Reaktorgebäude durch die zusätzliche Errichtung eines stark abgeschirmten Raumes mit Lagergestellen für die Kokillen erreicht werden. Wenn überhaupt, wäre das erst nach dem endgültigen Abschalten des Reaktors möglich, während des Reaktorbetriebes dürfte das allein aus Platzgründen ausgeschlossen sein. Nach der Abschaltung würde eine solche Einrichtung aber, u.a. aus räumlichen und Strahlenschutzgründen, die Stilllegung behindern.

Das Reaktorgebäude kann die Aufgabe einer Heißen Zelle für die längerfristige Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen nur in einem begrenzten Zeitraum und für Kokillen gar nicht übernehmen.

### **5.3.3 Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben als Heiße Zelle**

In Kapitel 3 wird ausgeführt, dass die PKA für die Zwischenlagerung von CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M im TBL Gorleben genehmigungstechnisch notwendig ist. Für alle anderen, im TBL gelagerten Behälter sowie für Behälter aus Ahaus und Greifswald wäre das nach Genehmigungslage auch möglich. Darüber hinaus könnten, obwohl in den Genehmigungen nicht vorgesehen auch Behälter aus den Standort-Zwischenlagern zur Reparatur angenommen werden. Theoretisch wäre außer der Reparatur von Primärdeckeldichtungen auch die Inspizierung von Behälterinventar und begrenzt auch von

Behältereinbauten möglich. Die PKA ist hierfür allerdings in mehrfacher Hinsicht keine adäquate Anlage.

Sollten nach dem Öffnen des Primärdeckels außer an der Dichtung weitere Probleme entdeckt werden, ist die Instandsetzung mit der genehmigten Einrichtung - wenn überhaupt - nur in sehr beschränktem Umfang möglich.

Das größte Problem wäre die nicht vollständig mögliche Entladung der Behälter. Das entsprechende Pufferlager hat für Druckwasserreaktor-Brennelemente nur 12 und für Siedewasserreaktor-Brennelemente nur 32 Lagerpositionen [NMU 2000]. Die in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Behälter enthalten jedoch mindestens 19 Druckwasserreaktor-Brennelemente oder 52 Siedewasserreaktor-Brennelemente. Für Kokillen existieren nur 20 Pufferlagerplätze, die Behälter beinhalten aber 28 Kokillen. Eine Nachrüstung der Kapazitäten wird in der PKA nicht möglich sein, da die Anlage dafür sicherheitstechnisch nicht ausgelegt ist und in der Genehmigung nicht nur die Zahl, sondern auch die Menge Schwermetall (Kernbrennstoff) für das Pufferlager begrenzt ist.

Außer bezüglich der Kapazität, entspricht die Anlage auch technisch und sicherheitstechnisch nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik [NEUMANN 2014] und [FEIGE 2014]. Das gilt für die Systeme, die für den Normalbetrieb benötigt würden (z.B. Prozessleittechnik, Elektrotechnik) und für die Auslegung der PKA gegen Einwirkungen von außen (z.B. Flugzeugabsturz, Erdbeben). Sie ist genehmigungstechnisch gegenwärtig auch nur für die Instandsetzung des Deckelsystems zugelassen [NMU 2000].

Die Nutzung der PKA als Heiße Zelle für andere Zwischenlagerstandorte als Gorleben wäre mit einem längeren Transport und dem mindestens einmaligen Umladen des Behälters von Schienen- auf Straßenfahrzeug (in Dannenberg) verbunden. Dadurch entstehen zusätzliche Risiken und Strahlenbelastungen.

Insgesamt ist die PKA als Reparaturanlage oder für Überprüfungen im Rahmen der PSÜ nicht geeignet. Wenn überhaupt darf lediglich geprüft werden, unter welchen Bedingungen die PKA in Bezug auf Behälter aus dem TBL genutzt werden kann.

#### **5.3.4 Notwendigkeit/Begründung für eigenständige Heiße Zelle**

Wie vorstehend gezeigt, ist die Nutzung der Reaktorgebäude als Heiße Zelle für Brennelemente nur zeitlich beschränkt bzw. für Kokillen gar nicht möglich und die PKA hierfür nicht geeignet. Damit bleibt nur die Möglichkeit, Heiße Zellen an Zwischenlagerstandorten zu errichten.

Sicherheitstechnisch ist eine Heiße Zelle im Vergleich zum Konzept mit Fügedeckel zur Einhaltung des Vorsorgegrundsatzes geboten. Neben den in Kapitel 5.1 bereits genannten Gründen ist der Austausch der Primärdeckeldichtung auch zu bevorzugen, weil hier weitergehende Prüfungen und ggf. Instandsetzungsmaßnahmen am Behälter erfolgen können. Dagegen bleiben andere Defekte beim Aufschweißen eines Fügedeckels unentdeckt. Unabhängig von möglicherweise auftretenden Undichtheiten am Primärdeckel, ist es auch im Rahmen der bereits genannten PSÜ für Zwischenlager erforderlich, dass der Zustand des Behälterinventars (Brennelemente oder HAW-/MAW-Kokillen) und des Tragkorbs sowie weiterer Behälterbauteile überprüft wird. Dies kann aufgrund der großen Zahl von zwischenzulagernden Behältern aus Strahlenschutzgründen zwar nicht für alle Behälter, sollte aber für ausgewählte Behälter erfolgen, die das Spektrum von Behältertyp, Behälterinventar und Beladevorgang abdecken.

In Bezug auf die Inaugenscheinnahme des Inventars muss die Zahl der im Rahmen einer PSÜ zu öffnenden Behälter für Brennelemente größer sein, da reale Spezifikation und Beladevorgang für verglaste Abfälle (HAW-/MAW-Kokillen) einheitlicher und die Abfallform stabiler sind.

In den Niederlanden war einer der wesentlichen Gründe für die Konzeption des dortigen Langzeitzwischenlagers ohne Lagebehälter, die nicht mögliche Kontrolle des Behälterinventars [CODEE 2014]. Im dortigen Zwischenlager HOBOG sollen überwiegend verglaste HAW-Kokillen für einen Zeitraum von ca. 100 Jahre zwischengelagert werden.

## 6. Fazit / Empfehlungen

Die Frage der Notwendigkeit einer Heißen Zelle an Zwischenlagerstandorten gilt in Bezug auf drei Aspekte:

- ◆ Dichtungsversagen an der Primärdeckeldichtung eines Transport- und Lagerbehälters.
- ◆ Überprüfung von bestrahlten Brennelementen und Kokillen durch stichprobenartige Inaugenscheinnahme bei Periodischen Sicherheitsüberprüfungen, insbesondere bei langen Zwischenlagerdauern.
- ◆ Überprüfung von Behältereinbauten in dessen Innenraum (Tragkorb, Innenwandbeschichtung) und der Neutronenabschirmung.

Aus sicherheitstechnischer Sicht ist die Auswechslung der Primärdeckeldichtung gegenüber dem Reparaturkonzept mit Fügedeckel zu bevorzugen, unter anderem auch wegen der langen Zwischenlagerzeiten. Bezüglich des Behälterinventars (Brennelemente oder Kokillen) und den Behältereinbauten ist ihre Inaugenscheinnahme sicherheitstechnisch geboten, da die Nachweissicherheit für die Einhaltung der Zwischenlageranforderungen und der Transportsicherheit sowie für die Intaktheit und spätere Handhabbarkeit für die Endlagerung des Inventars deutlich größer ist.

### Empfehlungen:

- A Solange die Lagerbecken in den Reaktorgebäuden an den Standort-Zwischenlagern verfügbar sind, sollte bei Primärdeckelundichtheiten an mit bestrahlten Brennelementen beladenen Transport- und Lagerbehältern die Dichtungsauwechslung dort erfolgen und kein Fügedeckel aufgesetzt werden. Vor Beginn der Nichtverfügbarkeit der Lagerbecken sollte an den Standorten geprüft werden, ob für die Zwischenlager-PSÜ die Inaugenscheinnahme des Inhalts eines oder mehrerer Behälter durchzuführen ist.
- B Aufgrund der notwendigen langen Lagerzeiten (länger als die gegenwärtig genehmigten 40 Jahre) sollen an Zwischenlagerstandorten Heiße Zellen errichtet werden, in denen der Austausch von Primärdeckeldichtungen und die Periodische Sicherheitsüberprüfung von Behälterinventar (einschl. Entladung) und Behältereinbauten des Innenraumes sowie nötigenfalls deren Instandsetzung möglich sind.

- C Die Genehmigung der PKA ist zurück zu ziehen, da diese Anlage für ihren Zweck nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Es ist zu prüfen, ob eine Nachrüstung der PKA für die Öffnung und ggf. Instandsetzung von im TBL gelagerten Transport- und Lagerbehältern sowie die Prüfung des Behälterinventars durchgeführt werden kann und genehmigungsfähig wäre. Die Beschränkung auf Behälter aus dem TBL ist vor dem Hintergrund des Standort-suchgesetzes für ein Endlager im Atomgesetz zu regeln.
- D Für die Vorbereitung auf die Endlagerung ist am Standort des Endlagers eine Heiße Zelle, ggf. Konditionierungsanlage, vorzusehen.

---

## Verwendete Unterlagen und Literatur

- BAM 1982 Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM): „Gutachten zur Beurteilung behälterspezifischer Fragen der trockenen Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente in einem Transportbehälterlager bei Gorleben, Az. 1.02/3022, Bl. 80, Berlin, November 1982
- BAM 1995 Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM): „Gutachten zur Sicherheitstechnischen Beurteilung der Behälterbauart CASTOR® HAW 20/28 CG zur trockenen Zwischenlagerung von HAW-Glaskokillen im Transportbehälterlager Gorleben, Az. 9.3/20 296, Berlin, Januar 1995
- BFS 2003a-e Bundesamt für Strahlenschutz: Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in den Standort-Zwischenlagern in Biblis, Brunsbüttel, Ohu, Neckarwestheim und Philippsburg; Februar bis Dezember 2003
- BFS 2009 Bundesamt für Strahlenschutz: 6. Änderungsgenehmigung zur Aufbewahrungsgenehmigung vom 05.11.1999 zum Transportbehälterlager des Zwischenlagers Nord (ZLN) in Rubenow, Salzgitter, 24.02.2009
- BFS 2010 Bundesamt für Strahlenschutz: 4. Änderungsgenehmigung zur Aufbewahrungsgenehmigung vom 02.06.1995 – ET 3.3-2.1.1.13 – für das Transportbehälterlager Gorleben, Az.: SE 1.3 – 85605 14 vom 29. Januar 2010, S. 26
- BMUB 2014 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Antwort des Parl. Staatssekretärs Pronold auf die Frage der Abgeordneten Kottling-Uhl (Bündnis 90 / Die Grünen) auf der 13. Sitzung des Deutschen Bundestages am 12. Februar 2014
- CODEE 2014 H. Codée (COVRA N.V.): „Experience and Expansion. Long-term storage of HLW in the Netherlands“; 45. Jahrestagung Kerntechnik, Frankfurt/Main, 6. - 8. Mai 2014

- 
- CONLEY 2003 M. Conley: „ISFSI renewal gets data boost“; Nuclear Fuel, Vol.28 No. 26, December 22, 2003
- ESK 2010 Entsorgungskommission: Empfehlung „Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (PSÜ-ZL)“; vom 04.11.2010
- ESK 2013 Entsorgungskommission: Empfehlung „ Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“; revidierte Fassung vom 10.06.2013
- ESK 2014 Entsorgungskommission: Empfehlung „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle vom 13.03.2014
- EWN 2012 Energiewerke Nord GmbH: <http://www.ewn-gmbh.de/ewngruppe/ewn/standort-greifswald/zentrale-aktive-werkstatt-zaw/konzept.html>, Stand 22.03.2012
- EWN 2014 Energiewerke Nord GmbH: <http://www.ewn-gmbh.de/ewngruppe/ewn/standort-greifswald/zentrale-aktive-werkstatt-zaw/angewendete-verfahren-und-techniken.html>, Stand 12.02.2014
- FEIGE 2014 G. Feige (Leiter Abteilung 4, Atomaufsicht, Strahlenschutz im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz): Bestätigung der Aussage von W. Neumann zum Stand von Wissenschaft und Technik der PKA anlässlich eines Fachgespräches im Ministerium am 07.02.2014
- GNB 1994 Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH: Beschreibung des Füge-deckelkonzeptes für den Transport- und Lagerbehälter CASTOR HAW-20/28-CG, Rev. 1, GNB B 28/93, März 1994

- 
- GÖK 1996 W. Neumann (Gruppe Ökologie e.V.): „Stellungnahme zum Füge-  
deckelkonzept der zur Einlagerung in das TBL zugelassenen Behäl-  
ter“; im Auftrag der Rechtshilfe Gorleben e.V., Hannover, 15.08.1996
- GRS/ÖKÖ 2010 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH und  
Öko-Institut e.V.: Sicherheitstechnische Aspekte der langfristigen  
Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und verglastem  
HAW; GRS-A-3597, Köln, April 2010
- HOFFMANN 2009 D. Hoffmann (GNS mbH): „Erfahrungen mit Druckschaltern bei  
der Zwischenlagerung“; Vortrag auf der 4. Sitzung des Ausschusses  
Abfallkonditionierung, Transporte und Zwischenlagerung der Entsor-  
gungskommission am 01.04.2009
- IAEA 2008 International Atomic Energy Agency: “INES THE INTERNATIONAL  
NUCLEAR AND RADIOLOGICAL EVENT SCALE USER’S  
MANUAL”; Edition 2008, Vienna, 2013
- IAEA 2012 International Atomic Energy Agency: IAEA Safety Standards No.  
SSG-15, “Storage of Spent Nuclear Fuel”, Specific Safety Guide,  
Ziffer 6.10, Vienna, 2012
- INE 2001 Idaho National Engineering and Environmental Laboratory (INEEL):  
“Dry Cask Storage Characterization Project – Phase 1: CASTOR  
V721 Cask Opening and Examination”; Report No. INEEL/EXT-01-  
00183, Rev. 1, August 2001  
<http://www.inl.gov/technicalpublications/Documents/3310832.pdf>
- MUKE 2014 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-  
Württemberg: „Reparaturkonzept CASTOR HAW 28M“; Schreiben an  
Greenpeace e.V. vom 5. Mai 2014
- NEUMANN 2005 W. Neumann: Aussagen anlässlich der mündlichen Verhandlung  
vor dem Bayerischen Verwaltungsgerichtshof zum Standort-Zwi-  
schenlager Gundremmingen; Niederschrift des 22. Senats zum 1.  
Verhandlungstag am 13. Dezember 2005

- 
- NEUMANN 2014 W. Neumann: „Die Pilotkonditionierungsanlage“; Vortrag auf der Veranstaltung ‚Die PKA auf dem Prüfstand‘ der BI Umweltschutz Lüchow-Dannenberg, Dünsche, 27.11.2013
- ÖKO 2003 B. Kallenbach-Herbert und M. Sailer Öko-Institut e.V.: Langzeitaspekte der BE-Zwischenlagerung. Vortrag im Rahmen des „3. Symposium Beförderung und Lagerung radioaktiver Stoffe“ der TÜV NORD Akademie. Hannover, 8. Mai 2003. Link:  
<http://www.oeko.de/oekodoc/97/2003-007-de.pdf>
- OVG 1996 Oberverwaltungsgericht Lüneburg: Urteil zur Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, 7 K 4357/95, verkündet am 2. September 1996
- SCHLICH 1998 E. Schlich: „Schwarzbuch CASTOR“; Öko-Institut Werkstattreihe Nr. 106, Freiburg 1996
- TÜV 2003 TÜV Süddeutschland: „Gutachten für die Sicherheitstechnische Beurteilung der Behälterbauart CASTOR® V/52 bei der trockenen Zwischenlagerung“; im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, Oktober 2003 für Standort-Zwischenlager Brunsbüttel und Dezember 2003 für Brennelement-Zwischenlager Kernkraftwerke Gundremmingen  
TÜV Süddeutschland: „Gutachten für die Sicherheitstechnische Beurteilung der Behälterbauart CASTOR® V/19 ab Seriennummer 06 bei der trockenen Zwischenlagerung“; im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, Februar 2003 für Brennelementbehälterlager Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
- UB 2002 Umweltbundesamt Österreich: „Grenzüberschreitende UVP gemäß Artikel 7 UVP-RL zum Standort-Zwischenlager Gundremmingen“; Bericht an das Österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie an die Landesregierungen von Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg, Wien Jänner 2002

- 
- UIM 2001      Umweltinstitut München e.V.: „Stellungnahme zum Bau des Zwischenlager Kernkraftwerk Unterweser (ZL-KKU) am Kernkraftwerk Unterweser im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren“; im Auftrag der Gemeinde Stadland, München, März 2001
- VGH 2006      Bayerischer Verwaltungsgerichtshof: Urteil zur atomrechtlichen Genehmigung der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente im Standort-Zwischenlager Gundremmingen, 22 A 04.40016, verkündet am 2. Januar 2006
- WOLF 2014      D. Wolf: „Bewertung der Langzeiteignung von Zwischenlagerbehältern“; 4. RAM-Behältersicherheitstage, Berlin, 26.-27. März 2014
- ZLN 1995      Zwischenlager Nord GmbH: „Sicherheitsbericht für das Transportbehälterlager 09/95“, Teil II, Lubmin