



Greenpeace e.V. · 22745 Hamburg

Störfall Castor

Atombehälter sind nicht sicher

Veit Bürger
Greenpeace e.V.
22745 Hamburg

unter Mitarbeit von

Dipl. Phys. Wolfgang Neumann
Gruppe Ökologie, Hannover

Oktober 2000

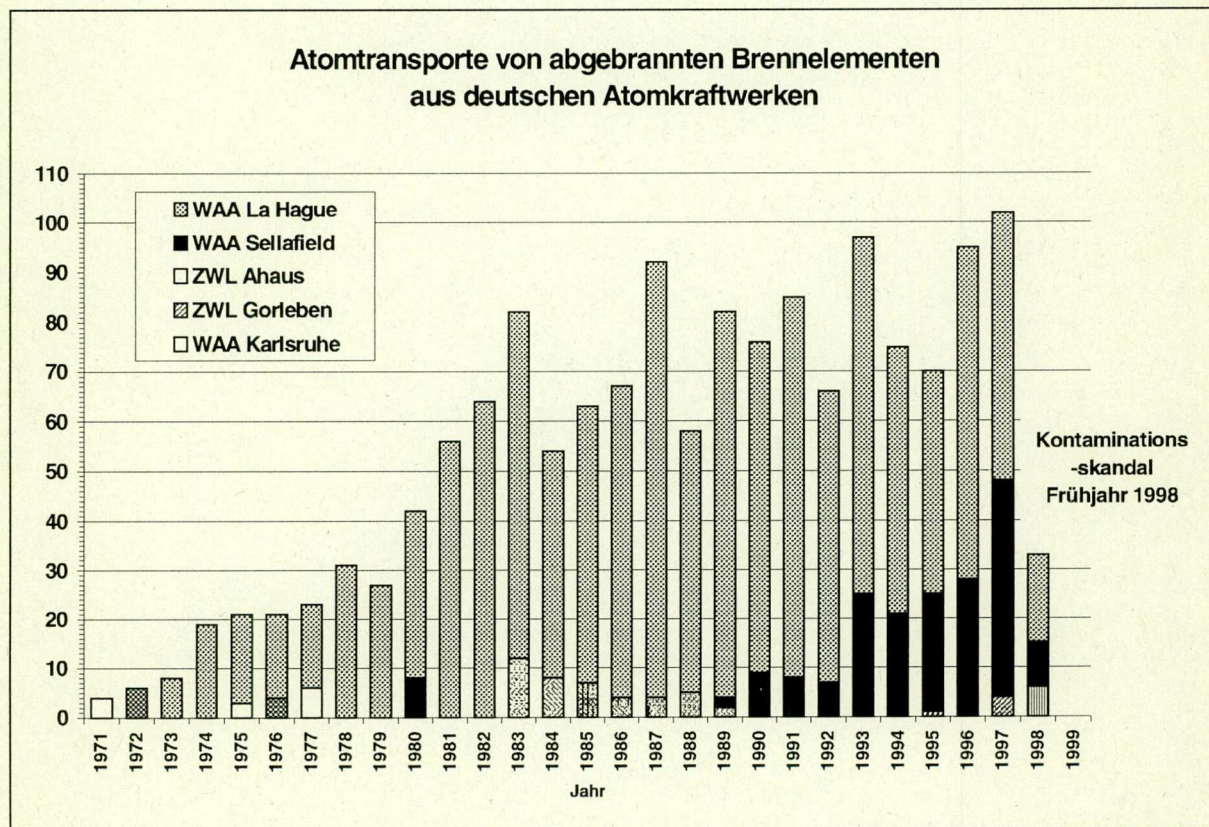
Inhalt

1	Einleitung	3
2	Behälter zum Transport von abgebrannten Brennelementen.....	4
3	Schwachpunkte der WAA-Behälter.....	5
3.1	Grundkonstruktion der Transportbehälter	5
3.2	Stoßdämpfer	6
3.3	Sicherheitsnachweis für die Transportbehälter	6
3.4	Neutronenabsorber	7
3.5	Oberflächenkontaminationen	7
3.6	Transportablauf	8
3.7	Transportstrecken	9
4	Schwachpunkte der Zwischenlager-Behälter (Castor)	9
4.1	Sicherheitsnachweis	9
4.2	Behälterwerkstoff	10
4.3	Behälterdichtungen.....	10
4.4	Restfeuchte im Behälterinnenraum	11
4.5	Restfeuchte in Dichtungszwischenräumen	12
4.6	Nickelschicht	13
4.7	Fügedeckel.....	13
4.8	Neutronenabsorber	13
4.9	Qualitätssicherung	14
4.10	Oberflächenkontaminationen	14

1 Einleitung

Am 22. September 2000 genehmigte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), 8 Atommüllbehälter aus deutschen Atomkraftwerken zur Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) La Hague/ Frankreich zu transportieren. Schon im Januar gab das BfS grünes Licht für die Wiederaufnahme der innerdeutschen Transporte in das Zwischenlager Ahaus/ Nordrhein-Westfalen. Bei den Transporten nach La Hague handelt es sich um 5 Behälter von hochaktiven abgebrannten Brennelementen aus dem Atomkraftwerk in Stade, 2 aus dem AKW Philippsburg und 1 Behälter aus dem hessischen AKW Biblis. Alle 8 Behälter sollen noch in diesem Jahr nach Frankreich gehen. Für das Jahr 2001 beantragten die Betreiber der Atomkraftwerke bisher weitere 48 Transporte. Die Genehmigung der Transporte nach Ahaus und La Hague beendet den über zwei Jahre andauernden Transportstopp, den noch die damalige Umweltministerin Angela Merkel in Folge des Skandals um kontaminierte Atommüllbehälter verhängt hatte.

Atomtransporte wurden in Deutschland 1973 aufgenommen. Seitdem schickten die Atomkraftwerksbetreiber rund 1.500 Transporte auf die Reise, größtenteils zu den Wiederaufarbeitungsanlagen nach La Hague und Sellafield/ Großbritannien. Folgende Abbildung gibt eine Übersicht der Atomtransporte zu den WAAs und den Zwischenlagern Gorleben und Ahaus.



Innerhalb des Atomkonsenses verständigten sich die Bundesregierung und die Atomindustrie darauf, die Transporte zu den Wiederaufarbeitungsanlagen bis zum 30.6.2005 weiterlaufen zu lassen. Bis dahin dürfen die Stromkonzerne weitere rund 2000 Tonnen hochradioaktiven Müll ins Ausland transportieren. Dies entspricht rund 500 Transporten in den kommenden fünf Jahren.

Es gibt zahlreiche Gründe, die gegen die Wiederaufnahme der Transporte sprechen. Vor allem die Umstände um die Wiederaufarbeitung im französischen La Hague und englischen Sellafield verdeutlichen die Absurdität, Atom Müll über Tausende von Kilometern quer durch Europa zu transportieren. Beide Atomanlagen leiten Tag für Tag Unmengen an radioaktiv belasteten Abwässern durch ihre Abwasserrohre in das Meer und schädigen dadurch nachhaltig die Menschen und die Natur um die Anlagen. Gleichzeitig vervielfacht sich bei der Wiederaufarbeitung das Volumen des zu entsorgenden Atom Mülls.

Dieser Report konzentriert sich allerdings auf die Fragen, die mit der Sicherheit und der Zuverlässigkeit der Behälter, in denen der Atom Müll transportiert wird, zusammenhängen. Schließlich stellen auch die Behälter ein großes Risiko dar, da bei jedem Transport die Gefahr besteht, in einen Unfall verwickelt zu werden. Grundsätzlich gibt es für Transportunfälle keinen wirksamen Katastrophenschutz. Zugunsten der Interessen der AKW-Betreiber wird die Sicherheit von Bahnarbeitern, Polizei und Anwohnern der Transportstrecke leichtfertig aufs Spiel gesetzt.

2 Behälter zum Transport von abgebrannten Brennelementen

Atom Müllbehältern kommt die Aufgabe zu, beim Transport den hochaktiven radioaktiven Inhalt, der je nach Behältergröße mehrere Tonnen abgebrannter Brennelemente beträgt, von der Umwelt abzuschirmen. Hierbei sollen die Behälter gewährleisten, dass sie auch bei einem schweren Transportunfall dicht bleiben. Die Folgen eines Atomtransport-Unfalls, bei dem radioaktive Substanzen austreten, können ein katastrophales Ausmaß annehmen, insbesondere dann, wenn sich Unfälle in Ballungsgebieten ereignen.

Daneben müssen die Behälter in der Lage sein, die Wärme aus ihrem Inneren an außen abzuführen. Durch Spaltprozesse erzeugen die abgebrannten Brennelemente im Inneren der Behälter immer noch Energie, die sogenannte Nachzerfallswärme. Kann diese Energie nicht aus dem Behälter entweichen, ist es nur eine Frage der Zeit, wann der Behälter undicht wird.

Obwohl sich die Begriffe „Castor“ bzw. „Castortransporte“ als Synonym für Atom Müllbehälter und Atomtransporte eingebürgert haben, kommen bei den Transporten dennoch verschiedene Behältertypen zum Einsatz. Die Behälter unterscheiden sich vor allem in ihrem Aufbau und in den Anforderungen (z.B. Dichtheit), die an sie gestellt werden:

1. Für die Transporte in die Zwischenlager Ahaus und Gorleben verwendet man sogenannte Transport- und Lagerbehälter, bekannt als Castor-Behälter. In den Atomkraftwerken werden abgebrannte Brennelemente in die Castor-Behälter geladen. Die Castoren werden in die Zwischenlagerhallen transportiert und dort für einen Zeitraum von rund 40 Jahren gelagert. Die Zwischenlagerung setzt voraus, dass die Behälter im Inneren weitgehend trocken sind.

Castor-Behälter werden von der Gesellschaft für Nuklear-Behälter (GNB) gebaut. Die bekanntesten Vertreter der Castor-Familie sind der Castor V/19 und der Castor V/52.

Zur Wärmeabfuhr besitzen Castor-Behälter an der Außenseite Kühlrippen.

2. Für die Transporte zu den Wiederaufarbeitungsanlagen verwendet man reine Transportbehälter. Da diese nur für den relativ kurzen Zeitraum des Transports eingesetzt werden, müssen sie nur geringere Sicherheitsanforderungen erfüllen. Die verwendeten Behälter für die WAA-Transporte werden in Frankreich und Großbritannien hergestellt und tragen Namen wie TN13/1, TN13/2, TN17/2, Excellox 6.

Zur Kühlung besitzen die WAA-Behälter keine Kühlrippen sondern sogenannte Kühlstachel. Bei den Kühlstacheln handelt es sich um rund 30cm lange Metallstreifen, die auf den zylindrischen Grundkörper aufgeschweißt sind.

3 Schwachpunkte der WAA-Behälter

3.1 Grundkonstruktion der Transportbehälter

Die zum Transport nach La Hague verwendeten Behälter TN 13/1, TN 13/2 und TN 17/2 besitzen einen Körper aus Schmiedestahl mit angeschweißtem Boden. Der TN 13/1 besitzt darüber hinaus zwischen Deckelsystem und Kühlstachelbereich des Grundkörpers eine Behälterverlängerung, die ebenfalls angeschweißt ist. Alle TN-Behälter besitzen in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit bei Unfällen nur einen relevanten Deckel.

Bewertung

Schweißnähte bzw. Wärmeübergangsbereiche von der Schweißnaht zum Vollwerkstoff sind grundsätzlich als Schwachstelle für Schädigungen bei starken Belastungen anzusehen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich die Schweißnaht in unmittelbarer Nähe einer Ecke (hier: Übergang des zylindrischen Grundkörpers des Behälters zum Boden) befindet.

Bei den TN-Behältern soll mit nur einem Deckel gewährleistet werden, dass nach einem Unfall keine radioaktiven Stoffe freigesetzt werden. Der Verschluss mit zwei Deckeln als sicherheitstechnische Doppelbarriere beim Transport wäre nach Stand der Technik möglich und notwendig.

3.2 Stoßdämpfer

Während des Transportes sind alle Transportbehälter auf der Deckel- und der Bodenseite mit Stoßdämpfern versehen. Bei den TN-Behältern handelt es sich um Stoßdämpfer, die von der geometrischen Konstruktion her eine Fortsetzung des Behälterkörpers bilden.

Bewertung

Aufgrund ihrer Konstruktion bieten die Stoßdämpfer der TN-Behälter ausschließlich bei einer axialen Belastung auf die Deckel- oder Bodenseite des Behälters einen Schutz. Die Stoßdämpfer reduzieren keine mechanischen Belastungen auf die Mantelfläche des Behälters (auch im Deckelbereich) mit ihren Schweißnähten, beispielsweise durch einen harten Aufprall.

3.3 Sicherheitsnachweis für die Transportbehälter

Im Rahmen des verkehrsrechtlichen Zulassungsverfahrens für einen Behälter muss ein Sicherheitsnachweis zur Widerstandsfähigkeit bei mechanischen und thermischen Belastungen geführt werden. Die zu erfüllenden Anforderungen entsprechen den Richtlinien der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA). Die Behälter müssen folgenden Belastungen widerstehen können:

- Aufprall auf eine unnachgiebige Fläche aus einer Höhe von 9 Metern
- Aufprall auf einen Dorn aus einer Höhe aus 1 Metern
- Feuer mit einer Temperatur von 800°C über einen Zeitraum von 30 Minuten
- Druck bei einer Wassertiefe von 15 Metern über einen Zeitraum von 8 Stunden
- Druck bei einer Wassertiefe von 200 Metern über einen Zeitraum von 1 Stunde

Die Nachweise wurden mit praktischen Tests und theoretischen Überlegungen durchgeführt.

Bewertung

Die praktischen Tests wurden überwiegend mit kleineren Modellen der Behälter durchgeführt. Die Übertragung von Testergebnissen mit kleinen Modellen auf originalgroße Behälter sorgt für Unsicherheiten bei der Bewertung.

Die von der IAEA empfohlenen und in den bundesdeutschen Gefahrgutverordnungen festgelegten Anforderungen decken nicht die möglichen Belastungen realistischer Unfallszenarien ab. Unter anderem US-amerikanische Untersuchungen stellten fest, dass in ca. 1% der realen Unfälle die oben genannten mechanischen und/oder thermischen Belastungen überschritten werden. So werden bei Zugunfällen, bei denen leicht entzündbare Stoffe wie Benzin oder Propangas beteiligt sind, Temperaturen von bis zu 2000 Grad Celsius erreicht und auch der im Test vorgeschriebene Zeitraum von 30 Minuten leicht überschritten. Mit den TN-Behältern wurden keine über die IAEA-Belastungen hinausgehenden Simulationen vorgenommen. Damit ist ein Versagen der Behälter in Unfallsituationen möglich.

3.4 Neutronenabsorber

Zur Abfuhr der während des Transportes in den Brennelementen erzeugten Nachzerfallswärme sind auf dem Behälterkörper der TN-Behälter im zylindrischen Bereich Kühlstacheln aufgelötet. Zur Abschwächung der Neutronenstrahlung aus den Brennelementen sind die Zwischenräume mit sogenanntem neutronenabsorbierenden Moderatormaterial ausgegossen. Bei dem Material handelt es sich um eine harzähnliche Substanz. Die Moderatorschicht ist mit einer dünnen Silikonschicht abgedeckt.

Bewertung

1998 wurde bekannt, dass in der Vergangenheit während des Transportes abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitungsanlage La Hague mehrfach ein Abtropfen der harzhaltigen Neutronenabsorberschicht von TN-Behältern beobachtet wurde. Abhängig vom Umfang dieses Effektes, kann dies im Normalbetrieb zu einer lokalen Schwächung der Neutronenabsorptionsfähigkeit und damit zu einer erhöhten Ortsdosisleistung, d.h. Strahlenbelastung durch Neutronenstrahlung, führen. Wie bedeutsam diese Schwächung ist, hängt von der abgetropften Harzmenge ab. Hierzu liegen bisher keine Angaben vor.

Einen großen Schwachpunkt stellt die außen aufgebrachte Absorberschicht für die Abschwächung der Neutronenstrahlung bei Unfällen mit Folgebränden dar. Ist der Behälter einem Feuer ausgesetzt, kann es sehr schnell zu einem Abschmelzen und dadurch Verlust des gesamten Absorbermaterials kommen. Personen, die sich in der Nähe aufhalten, insbesondere Feuerwehr und Polizei, sind dann einer stark erhöhten Neutronenstrahlung ausgesetzt.

Dies könnte mit einer anderen Konstruktion vermieden bzw. stark reduziert werden. Die TN-Behälter entsprechen daher in diesem Punkt nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik und erfüllen nicht das Minimierungsgebot für radioaktive Strahlung unterhalb zulässiger Grenzwerte.

3.5 Oberflächenkontaminationen

Im Frühjahr 1998 wurden zum Teil drastische Überschreitungen von Grenzwerten für die Oberflächenkontamination bei Behältern für bestrahlte Brennelemente bekannt. Die Transporte wurden daraufhin von der Bundesregierung gestoppt.

Bewertung

Besonders häufig und besonders hoch waren die Überschreitungen der Grenzwerte bei TN-Behältern. Die Gründe hierfür liegen in der bereits angesprochenen Konstruktion eines Stachelmantels zur Wärmeabfuhr. Bei Behältern vom Typ TN 13/1 ist zusätzlich die schlechte Zugänglichkeit bestimmter Stellen im Deckelbereich und ein durch die Behälterverlängerung verursachter Spalt verantwortlich zu machen. Durch diese Merkmale besitzen die TN-Behälter zahlreiche Ecken und Ritzen, in denen sich Kontaminationen festsetzen können. Die verwinkelte Behälterkonstruktion führt aber auch dazu, dass es äußerst schwierig ist, den Behälter nach seiner Beladung im Lagerbecken eines Atomkraftwerks zu dekontaminieren.

Die im Rahmen des 3-Phasen-Konzeptes der Bundesregierung zur Wiederaufnahme der Transporte vorgesehenen Maßnahmen sind lediglich geeignet, die Wahrscheinlichkeit für erneute erhöhte Oberflächenkontaminationen zu verringern. Die Maßnahmen, die beispielsweise zu einer Modifikation des Beladevorgangs der Behälter führen, stützen sich auf Plausibilitätsüberlegungen sowie auf bisherige Betriebserfahrungen. Notwendig wäre dagegen eine sorgfältige Ursachenklärung der vergangenen Kontaminationsereignisse, die nach wie vor aussteht.

Der Maßnahmenkatalog der Bundesregierung sieht vor, die Kontaminationen zukünftig mit zum Teil abenteuerlichen dreiteiligen Schutzkonstruktionen (sogenannten Kontaminations-schutzhemden) zu verhindern. Behälter, für die eine derart komplizierte Handhabung bei der Beladung notwendig ist und für die Grenzwertüberschreitungen trotzdem nicht generell ausgeschlossen werden können, sollten im Interesse des Strahlenschutzes - vor allem auch für das Betriebspersonal in den Atomkraftwerken - nicht eingesetzt werden.

3.6 Transportablauf

Transporte zu den ausländischen Wiederaufarbeitungsanlagen wurden in der Vergangenheit im Rahmen des Regelgüterverkehrs der Deutschen Bahn durchgeführt. Eine Änderung dieser Vorgehensweise wurde bisher nicht bekannt gegeben.

Bewertung

Die Eingliederung in den Regelgüterverkehr führt dazu, dass die Waggons mit den vollen Transportbehältern auf mehreren Rangierbahnhöfen in der Bundesrepublik Deutschland und im Ausland für zum Teil mehrere Stunden stehen. Dieser Ablauf sorgt für unnötige Strahlenbelastungen von Rangier- und Sicherungspersonal auf den Bahnhöfen, sowie von den Bewohnern anliegender Wohnungen.

Darüber hinaus erhöht sich durch die Aufenthalte auch das Risiko für einen Unfall, da Rangierbahnhöfe der Bereich ist, in dem bei der Bahn die höchste Unfallwahrscheinlichkeit herrscht und dort zeitgleich eine Vielzahl anderer gefährlicher (z.B. brennbarer oder explosiver) Stoffe rangiert werden.

3.7 Transportstrecken

Die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague liegt im Nordwesten von Frankreich, Sellafield in Nordwest-England. Die Transportstrecke von den deutschen Atomkraftwerken zu den beiden Anlagen beträgt durchschnittlich über 1000 km und führt durch dicht besiedelte Gegenden.

Bewertung

Die Länge der Transporte zur Wiederaufarbeitung in Frankreich und England erhöht das Risiko für Transportunfälle, bei denen radioaktive Substanzen freigesetzt werden. Daneben belasten die langen Transporte auch im Normalbetrieb ohne Unfall eine Vielzahl von Menschen entlang der Transportstrecke durch radioaktive Strahlung im Niederdosisbereich.

4 Schwachpunkte der Zwischenlager-Behälter (Castor)

4.1 Sicherheitsnachweis

Im Rahmen des verkehrsrechtlichen Zulassungsverfahrens für einen Behälter muss ein Sicherheitsnachweis zur Widerstandsfähigkeit bei mechanischen und thermischen Belastungen geführt werden. Die zu erfüllenden Anforderungen entsprechen den IAEA-Richtlinien (s.o.). Für die CASTOR V-Reihe wurde dieser Nachweis bezüglich der Integrität des Deckelbereiches (z.B. Leckrate der Dichtungen) ausschließlich theoretisch, ohne praktische Tests geführt.

Bewertung

Die Sicherheitsnachweise werden von unabhängigen Sachverständigen für alle CASTOR-Typen (insbesondere V/19, V/52) angezweifelt. Eine Nachweisführung mittels Computerprogrammen, die in Bezug auf das Dichtungsverhalten unzureichend verifiziert und gar nicht validiert sind, wird den Anforderungen nicht gerecht.

Zur Abstützung der Rechenergebnisse wurden Übertragbarkeitsüberlegungen angestellt, die auf Ergebnissen praktischer Tests basieren, die vor ca. 20 Jahren an Behältern aus zum Teil anderen Werkstoffen und/oder anderen Konstruktionsmerkmalen durchgeführt wurden. Die Übertragbarkeitsüberlegungen sind dadurch nicht oder nur beschränkt tauglich für einen Sicherheitsnachweis. Verzichtet man bei Neukonstruktionen oder Konstruktionsänderungen von Behältern auf reale Falltests, um die theoretischen Ergebnisse abzusichern, bietet ein Sicherheitsnachweis keine Gewähr für die Integrität des Behälters bei tatsächlichen Belastungen durch schwere Unfälle.

4.2 Behälterwerkstoff

CASTOR-Behälter bestehen aus Gusseisen mit Kugelgraphit (GGG 40). Dieses Material hat bestimmte Werkstoffeigenschaften, die die Durchführung des sog. Sprödbrechtsicherheitsnachweises problematisch machen. Beim Sprödbrechtsicherheitsnachweis wird die Bruchfestigkeit des Behälters (u.a. die Zähigkeit des verwendeten Werkstoffes) ermittelt. Dieser Nachweis ist für Brennelementbehälter aus Stahl obligatorisch. Die Bundesanstalt für Materialprüfung hat deswegen eine Nachweismethodik entwickelt, die bestimmte Elemente der für Stahl möglichen Nachweisführung ersetzen soll.

Bewertung

Die entwickelte Nachweismethodik für CASTOR ist fachlich umstritten. In Japan durchgeführte praktische Versuche zur Sprödbrechtsicherheit von GGG 40-Behältern können die wissenschaftlich etablierte Nachweisführung nicht vollständig ersetzen. Deswegen werden GGG 40-Behälter in den USA und Japan nicht als Transportbehälter zugelassen.

4.3 Behälterdichtungen

Die Deckel der CASTOR-Behälter werden jeweils mit einer Elastomer- und einer Metalledichtung abgedichtet. Die Metalledichtungen sollen die Dichtheit während der langen Zwischenlagerzeit von rund 40 Jahren gewährleisten. Die Langzeitdichtheit der Metalledichtungen kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden:

- a) mechanische Belastungen (Stöße beim Transport, ständiger Anpressdruck während der langen Lagerzeit, erhöhter Druck im Behälterinnenraum durch defekte Brennelemente (Ausgasung) und
- b) Korrosion (Feuchtigkeit, Spaltprodukte in Behälteratmosphäre) und Neutronenversprödungseffekte.

Die Elastomerdichtungen ermöglichen beim Verschließen des Behälters (und nur dann) die jeweilige Prüfung der Dichtheit von Primär- und Sekundärdeckeldichtung. Hierzu wird der jeweilige Zwischenraum zwischen Elastomer- und Metalledichtung überprüft. Anfang der 80er Jahre wurde den Elastomerdichtungen auch die Hauptfunktion während des Transportes zugeschrieben. Davon nehmen die Betreiber keinen Kredit mehr.

Bewertung

Die Erfahrung mit der Langzeitdichtheit der Metalledichtungen ist begrenzt. Der am längsten zwischengelagerte Behälter, der unter bundesdeutschen Randbedingungen beladen wurde und gelagert wird, kommt aus dem AKW Philippsburg und steht im Transportbehälterlager Gorleben (TBL). Er hat eine bisherige Standzeit von knapp 5,5 Jahren.

Die mechanischen Belastungen der metallischen Deckeldichtungen werden in Frankreich in einem Laborversuch seit mehr als 20 Jahren getestet. Unzureichend abgedeckt sind dabei

schnelle Belastungswechsel wie sie beispielsweise bei Transporten auftreten. Insgesamt ist die Datenbasis nicht ausreichend, um langfristig Undichtheiten der Behälter sicher auszuschließen.

Die Elastomerdichtungen dürften ihrer Aufgabe gerecht werden. Aufgrund der Strukturveränderungen des Materials (Elastomer) durch die Neutronen- und γ -Strahlung sowie die von den Brennelementen abgegebenen Wärme können sie jedoch nicht für längere Zeiträume Dichtfunktion übernehmen.

4.4 Restfeuchte im Behälterinnenraum

CASTOR-Behälter werden in geflutetem Zustand in den Lagerbecken der Atomkraftwerke mit den Brennelementen beladen. Nach Abschluss der Beladung muss das Wasser aus dem Behälterinnenraum bis auf einen bestimmten - sehr kleinen - Wert für die Restfeuchte mittels Vakuumpumpen entleert werden. Dies soll verhindern, dass die Brennstabhüllrohre, die Brennelementstrukturteile (beispielsweise Abstandshalter) und die Primärdeckeldichtung korrodieren. Die Korrosion muss innerhalb eines Behälters ausgeschlossen werden, da dabei Wasserstoff ausgast und den Druck im Behälter erhöht.

Bewertung

Es bestehen Zweifel, ob die Restfeuchte im Behälterinnenraum soweit reduziert werden kann, dass keine Korrosionsgefahr mehr besteht. Grund hierfür sind die Größe des Hohlraumes in Verbindung mit der Pump- und Messtechnik, die Geometrie der Hohlräume bzw. die komplizierte Struktur der Brennelemente sowie eine mögliche Oberflächenveränderung von Bestandteilen der Tragkörbe in denen die Brennelemente fixiert sind. In der Vergangenheit traten bereits Probleme auf:

- In der KFA Jülich wurde ein über zweijähriger Lagerversuch in einem CASTOR Ia Behälter durchgeführt (1983 - 1986). Nach anderthalb Jahren wurde im Behälter ein Feuchtwert festgestellt, der über dem zulässigen Wert lag. Diese Überschreitung um ein Mehrfaches trat auf, obwohl der Behälter vorschriftsmäßig beladen und verschlossen worden war und dabei auch die vorgeschriebenen Messwerte eingehalten worden waren.
- Im Atomkraftwerk Philippsburg gab es 1994 Probleme, den vorgeschriebenen Höchstwert für die Restfeuchte in einem CASTOR IIa zu erreichen. Darüber hinaus versagte auch noch das Feuchtemessgerät.
- In Greifswald wurde 1996 in einem CASTOR WWER 440/84 festgestellt, dass sich durch die Korrosion bestimmter Bestandteile des Tragkorbes für die Brennelemente Wasserstoff bildete. Auch hier war die Beladung des Behälters zunächst vorschriftsmäßig abgelaufen.

4.5 Restfeuchte in Dichtungszwischenräumen

Behälter vom Typ CASTOR werden mit zwei Deckeln und der jeweils dazugehörigen Metallsichtung verschlossen. Um die Korrosion der Dichtungen zu vermeiden, dürfen in dem Hohlraum zwischen den Dichtungen bestimmte Werte für die vorhandene Restfeuchte nicht überschritten werden.

Bewertung

Aufgrund der Geometrien und der Abmessungen der Hohlräume zwischen den Dichtungen muss bezweifelt werden, ob die Dichtungszwischenräume ausreichend „getrocknet“ werden können, um die Korrosion der Dichtungen auszuschließen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass bei der Zersetzung der Elastomerdichtungen (durch Strahlung und Wärme) Stoffe (korrosive organische Verbindungen, Wasser) freigesetzt werden, die zur Korrosion der Metallsichtungen führen können. Probleme mit der Restfeuchte gab es immer wieder:

- 1994 dauerte im Atomkraftwerk Philippsburg der Trocknungsvorgang für den Dichtungszwischenraum bei einem CASTOR IIa statt der vorher abgeschätzten 4 Stunden 5 Tage. Als Ursache wurde die Hohlraumgeometrie zwischen den Dichtungen verantwortlich gemacht.
- 1998 wurde bei der Kalterprobung zur Beladung von CASTOR WWR 440/84 im Zwischenlager Nord Feuchtigkeit in einer Metallsichtung festgestellt. Die Feuchtigkeit wurde im Rahmen einer Testreihe gefunden, obwohl der Beladevorgang ordnungsgemäß simuliert die Behälter für die Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen ordnungsgemäß vorbereitet worden waren.

Aufgrund der Vorkommnisse in Greifswald wurde das gesamte Trocknungsverfahren verändert. Dennoch traten im Frühjahr 2000 bei der Beladung von CASTOR V/19 in den Atomkraftwerken Neckarwestheim und Biblis neue Probleme auf. Die vorgeschriebene Dichtigkeit der Behälter konnte nicht erreicht werden, da sich bei der Entwässerung der Behälter Bor aus dem Wasser des Lagerbeckens im Dichtungsbereich abgesetzt hatte. Daraufhin wurde der Trocknungsvorgang abermals verändert und nach Aussagen von Betreiber und Behörden dadurch die vorgeschriebene Dichtigkeit erreicht.

Trotz der veränderten Vorgehensweise traten bei der Beladung eines typgleichen CASTOR-Behälters im Atomkraftwerk Philippsburg die gleichen Probleme erneut auf und konnten auch bis zum September 2000 nicht gelöst werden.

4.6 Nickelschicht

Als Korrosionsschutz ist auf die Behälterinnenwand eine bis über den Dichtungsbereich hinaus gehende Nickelschicht galvanisch aufgebracht.

Bewertung

Kommt es in der Nickelschicht zu Rissen und Ablösungen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass radioaktive Substanzen aus dem Behälterinneren an den Dichtungen vorbei nach Außen gelangen.

4.7 Fügedeckel

Das Reparaturkonzept für CASTOR-Behälter während der Zwischenlagerung sieht vor, dass im Falle des Versagens einer Primärdeckeldichtung ein Fügedeckel aufgeschweißt wird.

Bewertung

Der Fügedeckel sorgt für zwei Probleme:

1. Er besitzt im Störfall nicht die Qualität einer notwendigen zweiten Barriere.
2. Es ist fraglich, ob die Schweißnaht in der erforderlichen Qualität (Dichtheit und Langzeitstandfestigkeit) herstellbar ist, damit der Fügedeckel bei allen Betriebszuständen überhaupt die notwendige zweite Barriere bilden kann. Besitzt beispielsweise der Behälter beim Schweißen noch eine hohe Eigentemperatur, führt dies unter Umständen zu einer unsymmetrischen Temperaturverteilung und somit zu Spannungen in der Schweißnaht.

Bei Schweißversuchen für Behälter vom Typ CASTOR THTR/AVR (aus dem Thorium-Hochtemperaturreaktor Hamm-Uentrop THTR) in Ahaus im Jahr 1990 traten Probleme auf, in deren Folge das Schweißkonzept und die Fügedeckelgeometrie für alle CASTOR-Typen geändert wurden. Die Atomkraftwerksbetreiber und Antragsteller, beispielsweise die GNS, halten das Problem aufgrund der Versuche an dem genannten CASTOR-Typ und aufgrund theoretischer Betrachtungen zur Übertragbarkeit auf andere CASTOR-Typen für gelöst. Allerdings müssen hier aufgrund der Vorgehensweise Zweifel an der Übertragbarkeit angemeldet werden.

4.8 Neutronenabsorber

Um die Neutronenstrahlung aus den Behältern abzuschwächen, befindet sich bei allen CASTOR-Typen für Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren sogenanntes Moderatormaterial in im Behälterkörper konzentrisch angeordneten Bohrlöchern (Neutronenabsorber).

Bewertung

Ende 1998 wurde festgestellt, dass die Bohrlöcher zu klein dimensioniert waren und sich deswegen das Moderatormaterial wärmebedingt nicht ausreichend ausdehnen konnte. Für bereits gefertigte Behälter wurde als Abhilfe die zulässige Wärmeentwicklung der Brennele-

mente verringert. Die Reduktion der Wärmeleistung kann entweder dadurch erreicht werden, dass die Brennelemente länger im kraftwerksinternen Abklingbecken lagern und kühlen oder indem weniger Brennelemente pro Behälter transportiert werden. Für künftig zu fertigende Behälter will man ein anderes Moderator material einsetzen.

Bei gegenwärtigem Kenntnisstand ist nicht zu beurteilen, ob die Ursachenprüfung die notwendige Tiefe hatte und damit das Problem für die Zukunft ausgeschlossen werden kann.

4.9 Qualitätssicherung

Bei der Serienfertigung von Komponenten ist es üblich, die Einhaltung der Qualität der gefertigten Teile, das heißt Einhaltung festgelegter Spezifikationen, durch Qualitätssicherung in Form von Prüfungen zu gewährleisten. Diese Vorgehensweise wird auch bei der Herstellung von CASTOR-Behältern angewendet.

Bewertung

Die Prüfung des Werkstoffzustandes des Behälterkörpers mittels Ultraschallprüfung (mit dieser Methode lassen sich Aussagen über das gesamte Werkstoffvolumen machen) ist nur bei einem Zwischenfertigungsstand möglich. Durch die anschließend eingebrachten Bohrlöcher für die Neutronenabsorber (s.o.) und die Fräsung der Kühlrippen können Veränderungen des Werkstoffzustandes nicht ausgeschlossen werden.

Die Möglichkeiten zur Qualitätsüberprüfung nach Fertigung der Behälter sind also unzureichend, später auftretende Qualitätsmängel können nicht ausgeschlossen werden.

4.10 Oberflächenkontaminationen

Im Frühjahr 1998 wurde festgestellt, dass der Grenzwert für die Oberflächenkontaminationen bei CASTOR-Behältern, die in das Zwischenlager Ahaus transportiert worden waren überschritten wurde. Recherchen ergaben, dass entsprechende Oberflächenkontaminationen an CASTOR-Behältern auch in den USA aufgetreten sind. Durch Änderungen beim Beladungsablauf, zusätzlichen Messungen und insbesondere einer Kontaminationsschutzkonstruktion sollen Grenzwertüberschreitungen in Zukunft vermieden werden.

Bewertung

Die vorgesehenen Maßnahmen sind zwar geeignet, die Wahrscheinlichkeit für erneute, den Grenzwert verletzende Oberflächenkontaminationen zu verringern, aber nicht, sie grundsätzlich auszuschließen. Die Maßnahmen stützen sich auf Plausibilitätsüberlegungen sowie auf bisherige Betriebserfahrungen. Notwendig wäre eine sorgfältige Ursachenklärung, die bisher aussteht.