

Stellungnahme

**zu möglichen Terroranschlägen auf die im
Standort-Zwischenlager Brunsbüttel
aufbewahrten Behälter
des Typs CASTOR[®] V/52**

im Rahmen des Klageverfahrens

vor dem OVG Schleswig

AZ.: 4 KS 03/8

Oda Becker, Hannover, Juni 2013

Inhalt

Teil A Terroristischer Angriff mit einem Verkehrsflugzeug	3
A.1 Annahmen der Beklagten zum Flugzeugabsturz	3
A.1.1 Betrachtung des Airbus A380	3
A.1.2 Aufprallgeschwindigkeit und Anflugwinkel	5
A.1.3 Kerosineintrag	5
A.1.4 Brandfläche	6
A.1.5 Leckagerate	7
A.2 Mögliche Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes	8
A.3 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 17.04.2013	9
A.3.1 Zu Punkt 1: In das Zwischenlager eindringende Kerosinmenge	9
A.3.2 Zu Punkt 2: Flächenberechnung für die Ausbreitung der Kerosinlache	10
A.3.3 Zu Punkt 3: Zahl der von Trümmerteile getroffenen Behältern	10
A.3.4 Zu Punkt 5: Freisetzungshöhe	11
A.3.5 Zu Punkt 8: Konservativitäten und Wahrscheinlichkeiten	11
Teil B: Terroristischer Angriff mit Panzerabwehrlenk Waffen (ATGW).....	15
B.1 Behälter-Beschuss mit einer Panzerabwehrlenkwaffe (ATGW).....	15
B.1.1 Freisetzungsmenge und Leistung des Hohlladungsgeschosses	17
B.1.2 Überschreitung des Evakuierungswerts am Ort des Klägers.....	18
B.1.3 Verhältnismäßigkeit denkbarer Schutzvorkehrungen	19
B.2 Zurückhaltung von Informationen	19
B.3 Aussagen zu dem Behälterbeschuss	20
B.4 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 06.05.2013	21
B.4.1 Mehrfachbeschuss gemäß GRS-Gutachten	21
B.4.2 Synergieeffekte	22
B.5 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 07.06.2013	23
Teil C: Weitere mögliche terroristische Angriffsszenarien	25
C.1 Terroristischer Angriff mit einer Hohlladungsmine	25
C.2 Terroristischer Angriff unter Einsatz einer Sauerstofflanze	25
C.3 Terroristischer Angriff mit einer Maschinenkanone	26
C.4 Terroristischer Angriff mit einer ATWG und thermobarischen Gefechtskopf	27

Teil A Terroristischer Angriff mit einem Verkehrsflugzeug

A.1 Annahmen der Beklagten zum Flugzeugabsturz

Im Folgenden werden die Hauptkritikpunkte an den Annahmen des Behördenszenarios zum Flugzeugabsturz und den daraus resultierenden Unterschätzungen der radiologischen Folgen für den Kläger kurz zusammengefasst. Die Ausführungen basieren auf der bereits mit der Klage eingereichten Stellungnahme des Experten Wolfgang Neumann.¹

A.1.1 Betrachtung des Airbus A380

Im TÜV-Gutachten zum gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeugs, das dem Kläger nur in einer überarbeiteten Zusammenfassung² zur Verfügung gestellt wurde, wird von einer Boeing 747-400 bzw. von einem Airbus A340-600 ausgegangen.

Da der Einsatz des Airbus A380 vor der Genehmigung des Zwischenlagers Brunsbüttel feststand, hätte dieser Flugzeugtyp zwingend berücksichtigt werden müssen.

Bereits am 19.12.2000 beschloss der Aufsichtsrat von Airbus in Toulouse den Start des Programms; damit war der offizielle Startschuss für den Bau des Airbus A380 gefallen.³ Bereits Ende 2004 sollte der Erstflug stattfinden.⁴ Für 2006, also kurze Zeit nach der geplanten Inbetriebnahme des Zwischenlagers, war die Inbetriebstellung des Airbus A380 geplant.

Bis zum Juli 2003 hatten bereits zehn Fluggesellschaften insgesamt 103 Flugzeuge des Typs Airbus A380 bestellt, darunter auch die Lufthansa, die 15 Maschinen geordert hatte. Die Flugzeugdaten (Maße, Gewicht, Turbinen, Kerosinmenge, Anordnung der Tanks)⁵, welche zum Generieren der Absturzszenarien verwendet wurden, lagen am 01.07.2003 oder eher vor.

Für die Ermittlung der Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes sind folgende Eigenschaften eines Flugzeuges zu berücksichtigen:

- Gesamtmasse,
- Zahl und Anordnung sowie geometrischer Aufbau und Masse steifer Massen (Triebwerke, Fahrgestell etc.),
- Kerosinmenge und sonstige Brandlasten,
- Anzahl und Anordnung der Tanks.

Der Airbus A380 besitzt ein Gesamtstartgewicht von 560 Mg und eine Kerosinkapazität von 310 m³. Die folgende Tabelle fasst die relevanten Daten der drei Flugzeuge zusammen.

¹ Stellungnahme zu einem Flugzeugabsturz auf das Standort-Zwischenlager am KKB; Wolfgang Neumann (Gruppe Ökologie); Hannover; Februar 2005

² Zusammenfassung von ZL-KKB FLAB 08/2003, TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., vom BfS überarbeitete Version

³ Süddeutsche Zeitung: Auf den Großflughäfen wird es eng; 16.01.2001

⁴ Neue Züricher Zeitung: Der Vater der A-380, 07.06.2001

⁵ Geo: A380 – Vorstoß in den Grenzbereich des Fliegens; 01.07.2003

Tabelle 1: Vergleich relevanter Daten des Airbus A380 und der betrachteten Flugzeugtypen

Flugzeugtyp	Maximale Startmasse [Mg]	Max. Kerosinmenge [m ³]	Spannweite [m]
Boeing 747-400	397	217	64
Airbus A340-600	365	195	63,5
Airbus A380	560	310	80

Die Barrierewirkung des Lagergebäudes wurde nach Auffassung der Genehmigungsbehörde für den Absturz einer Boeing 747 nachgewiesen. Für den Airbus A 380 ist ein Versagen des Lagergebäudes möglich, da ein erheblich größerer mechanischer Impuls und eine andere Kräfteverteilung wirken. Auch auf Grundlage einer vereinfachten Betrachtung lässt sich das Versagen prognostizieren: Das Massenverhältnis zwischen dem Airbus A380 und der Boeing 747 beträgt knapp 1,5. Das gleiche Verhältnis weisen die Dicken der Außenwände des Zwischenlagers Brunsbüttel und des Zwischenlagers Grafenrheinfeld auf. Für das Zwischenlager Grafenrheinfeld geht die Genehmigungsbehörde bei einem Flugzeugabsturz einer Boeing 747 von einem Versagen des Lagergebäudes aus.

Aufgrund der gleichen Verhältnisse von Flugzeugmassen (und damit Impuls bzw. Einwirkungskräften) und Stahlbetonwanddicken kann für den Airbus A380 von einem Versagen der Barrierewirkung des Lagergebäudes in Brunsbüttel ausgegangen werden. Als Folge sind nicht nur erhebliche direkte mechanische Belastungen von gelagerten Behältern möglich, sondern es würde auch eine sehr viel größere Kerosinmenge in den Lagerbereich eindringen.

Aufgrund der für den Airbus A380 größeren Parameter sind bereits die für alle weiteren Überlegungen zu Abläufen und Belastungen beim Flugzeugabsturz relevanten Grundannahmen nicht konservativ. Die im Vergleich zu den berücksichtigten Flugzeugtypen größere Gesamtmasse des Airbus A380 sowie seine neuere Herstellungstechnik erhöhen den mechanischen Lasteintrag in das Gebäude und stellen seine Standsicherheit sowie das unterstellte Eindringverhalten für harte Flugzeugteile in Frage.

Damit resultieren höhere mechanische Behälterbelastungen, die zu höheren Leckageraten der Behälter führen können, sowie größere Gebäudeschäden, durch die dann mehr Kerosin in das Lagergebäude eindringen kann.

Eine größere Kerosinmenge erhöht die Branddauer und damit den entscheidenden Parameter für das Versagen der Behälterdichtungen und für die Höhe der Behälterinnentemperatur. Somit wären die radioaktiven Freisetzungen gegenüber dem Absturz einer Boeing 747 deutlich erhöht.

Das Lagergebäude hat eine Länge von ca. 83 m, eine Breite von ca. 27 m und eine Höhe von ca. 23 m. Der Airbus A380 hat eine Flügelspannweite von 79,75 m. Die inneren Triebwerke haben einen Abstand von ca. 28 m und die äußeren von ca. 51 m. Je nach Aufprallfläche ist

ein Treffer von 1 bis 4 Triebwerken – entscheidend für die mechanische Belastung – grundsätzlich möglich.

Die oben geschilderten einfachen Abschätzungen hätten die Behörde veranlassen müssen, vor Erteilung der Genehmigung die Auswirkungen eines Airbus A380 zu ermitteln

A.1.2 Aufprallgeschwindigkeit und Anflugwinkel

Das Schadensausmaß eines Flugzeugabsturzes hängt außerdem von den Flugdaten unmittelbar vor Aufprall auf das Gebäude ab:

Geschwindigkeit
Auftreffwinkel zur Horizontalen.

Im Gutachten zum gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeugs wird eine für die Boeing 747-400 und den Airbus A340-600 auslegungskonforme Geschwindigkeit ermittelt und ein flacher Anflugwinkel auf das Zwischenlagergebäude unterstellt.

Die mechanischen Analysen ergaben, dass das Lagergebäude für die betrachteten Flugzeugtypen und die gewählten Absturzgeschwindigkeiten und -winkel standsicher bleibt. Ein Teil des Flugzeugs dringt jedoch in bestimmten Aufprallkonfigurationen lokal begrenzt in das Gebäude ein.

Die unterstellte Aufprallfluggeschwindigkeit von 175 m/s (630 km/h) erscheint relativ gering. Sicher wird die Geschwindigkeit geringer als die maximale Reisegeschwindigkeit des Flugzeugs sein. Bei der Festlegung ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Pilot sich nicht an den Auslegungsdaten des Flugzeuges für den sicher beherrschbaren Flug orientiert, sondern mit der Geschwindigkeit fliegen wird, die gerade noch ein zielfähiges Steuern erlaubt. Für den Terroranschlag auf das World Trade Center im September 2001 wurden für die Flugzeuge Geschwindigkeiten von 210 bzw. 264 m/s abgeschätzt

Auch der Anflugwinkel (kleiner als 10°) stellt zumindest für einen Aufprall auf die Dachfläche keinen konservativen Parameter dar. Auch hier ist davon auszugehen, dass der Pilot einen gerade noch fliegbaren Winkel wählt.

Die beiden Parameter hätten konservativ und nicht nach Regeln der normalen Flugvernunft festgelegt werden müssen. Diese nicht konservative Vorgehensweise blendet mögliche stärkere Einwirkungen willkürlich aus.

A.1.3 Kerosineintrag

Wegen der kurzen Entfernung zu möglichen Startflugplätzen (z. B. Hamburg) ist der Absturz eines fast voll betankten Flugzeugs möglich. In den ersten Flugphasen wird nur etwa 1 % des Treibstoffs verbraucht. Es ist nicht bekannt, welchen Tankinhalt die Behörde vor dem Absturz unterstellt hat.

Weiterhin geht die Beklagte offenbar davon aus, dass durch den Aufprall des Flugzeuges ein großer Teil des Kerosins aus den Tanks austritt, zerstäubt wird und unmittelbar in einem Feuerball explosiv abbrennt. Die Entstehung eines Feuerballs, in dem Kerosin spontan und explosiv verbrennt, ist für einen harten Aufprall eine mögliche Annahme. Sie ist jedoch aus naturwissenschaftlicher Sicht keineswegs für den größeren Teil des Kerosins zwingend anzunehmen. Auch eine Wahrscheinlichkeitsaussage hinsichtlich der Kerosinmenge, die im Feuerball abbrennen könnte, ist mangels umfangreicher Statistik solcher Vorgänge nicht

möglich. Bei den Überlegungen zum Entstehen eines Feuerballs ist zu berücksichtigen, dass der Aufprall der Tanks durch vorgelagerte Flugzeugteile und vorheriges Aufprallen von Bugfahrwerk und Triebwerke gedämpft werden kann.

Die Berechnung des Kerosineintrags erfolgte mittels Projektion der Flugzeugtanks auf die Zuluftöffnungen und anhand eines Modells für die Ausbreitung des Kerosins durch die Öffnungen. Das ist zwar ein wissenschaftlicher Ansatz, die Ergebnisse erscheinen aber wenig plausibel.

Gerade in dem Schadensszenario, bei dem eine große Gebäudeöffnung (150 m²) entsteht, wird angenommen, dass das Kerosin aus Flügeltanks und Rumpftank nicht in das Gebäude eindringt. Nach der dort getroffenen Annahme soll nur der geringe Tankinhalt des an der Heckflosse befindlichen Trimm tanks, in dem sich nur knapp 6 % des gesamten Kerosins befinden, eindringen.

Für den als abdeckend angesehenen Fall wird das Eindringen von 32 m³ Kerosin (17% der Gesamtkerosinmenge) in den Lagerbereich unterstellt. Dies ist, gemessen an der Gesamtkerosinmenge im Flugzeug und die Verteilung auf verschiedene Tanks, relativ wenig.

Der größte Tank der Boeing 747 hat eine Kapazität von knapp 65 m³, die beiden nächst größeren Tanks fassen je knapp 48 m³ Kerosin. Es ist nicht plausibel, dass nur der Teilinhalt von genau 32 m³ eines größeren Tanks in das Gebäude gelangen soll. Setzen sich die 32 m³ aus dem Inhalt mehrerer Tanks zusammen, erscheint die Festlegung noch willkürlicher. Bei einer Flügelspannweite von 64 m erlaubt der Abstand der beiden äußeren Tanks zueinander theoretisch das Eindringen des gesamten Kerosins in das Lagergebäude.

Unabhängig von der Art und Weise der Ermittlung der Kerosinmenge wäre für den nach Stand und Technik konservativ zu betrachtenden Airbus A380 auf jeden Fall deutlich mehr Kerosin im Lagerbereich zu unterstellen.

Die Kraftstofftanks des Airbus A380 sind als Integraltanks ausgeführt und sind somit Teil der tragenden Struktur. Die Tanks sind in die Tragflächen integriert, nur der Trimm tank befindet sich der Heckflosse (23 m²). Die inneren Tanks im Bereich hinter den inneren Turbinen haben eine Kerosinkapazität von je ca. 75 m³, die äußeren Tanks im Bereich hinter den äußeren Turbinen eine Kerosinkapazität von je ca. 73m³. Aus diesen Gelegenheiten lässt sich ableiten, dass bei einem Absturz eines Airbus A380 deutlich mehr Kerosin in das Lagergebäude eindringen kann, als beim Absturz einer Boeing 747.

A.1.4 Brandfläche

Ein geringer Teil des eingedrungenen Kerosins soll laut TÜV-Gutachten spontan innerhalb des Gebäudes in einem Feuerball verbrennen. Das restliche eingedrungene Kerosin bildet eine Lache im Lagerbereich und brennt entsprechend den vorhandenen Lüftungs- und Randbedingungen ab.

Aus den angegebenen Parametern für die Abbrandrate (2 mm/Minute) und für die Branddauer (17 Minuten) ergibt sich eine Höhe des Kerosins von 34 mm. Bei dem unterstellten Kerosineintrag (32 m³) muss sich dieses auf einer Fläche von 941 m² verteilen. Bei Betrachtung der Konstruktion des Lagergebäudes erscheint dies, selbst ohne Berücksichtigung von Trümmern, extrem unwahrscheinlich.

Im ca. 1.350 m² großen Lagerbereich stehen ca. 770 m² als effektive Lagerfläche zur Verfügung.⁶ Es ist zu berücksichtigen, dass sich die Höhe des Kerosins innerhalb der betroffenen Fläche durch die dort vorhandenen Materialien (Behälter, Trümmer etc.) erhöht. Allein für die Lagerbehälter ist bei voller Auslastung eine Fläche von ca. 370 m² abzuziehen.

Die von der Beklagten unterstellte gleichmäßige Verteilung der Flugzeugtrümmer im gesamten Lagerbereich, die zudem nicht zu einer Reduzierung der Brandfläche führen soll, ist weder konservativ noch irgendwie plausibel. Die Trümmer werden mit einiger Wahrscheinlichkeit dafür sorgen, dass keine gleichmäßige Verteilung des Kerosins im gesamten Lagergebäude stattfindet.

Die zur Verfügung stehende Fläche zum Ausbreiten des Kerosins ist damit deutlich kleiner als die offenbar unterstellte Fläche von 941 m². **Die von der Beklagten angenommenen Randbedingungen für die Schichthöhe des Kerosins und damit für die Branddauer sind daher nicht nachvollziehbar.** Es kann sich in bestimmten Bereichen eine sehr viel höhere Kerosinschicht bilden und sich somit die Branddauer deutlich erhöhen.

Anzumerken ist noch, dass die in der Presse gemeldete Errichtung von Schutzmauern zu einer zusätzlichen Verkleinerung der Lagerfläche führen würde.

A.1.5 Leckagerate

Die bei dem unterstellten Szenario auftretenden Belastungen der betroffenen Behälter sollen eine maximale Erhöhung der Leckagerate der Behälterdichtung von 10⁻⁸ Pa·m³/s auf 10⁻⁴ Pa·m³/s bewirken. Das gilt sowohl für die ermittelten mechanischen als auch für die thermischen Belastungen. Auch in dem als abdeckend betrachteten Schadensbild für die Ermittlung der radiologischen Folgen wird eine Leckagerate von 10⁻⁴ Pa·m³/s unterstellt.

Eine derartig geringe Leckagerate aufgrund der thermischen Belastung wird unterstellt, da aufgrund des unterstellten kurzen Brandes die kritischen Temperaturen zum Versagen der Dichtung von 500°C (Metалldichtungen) bzw. 380°C (Silberdichtungen) nicht erreicht werden.

Ein Versagen der Dichtung aufgrund von thermischen Belastungen entspricht einer um einen Faktor 1000 höheren Leckagerate (10⁻¹Pa·m³/s). Dieses ist ab einer Branddauer von etwa zwei Stunden, die unter den gegebenen Randbedingungen möglich ist, zu erwarten.

Eine höhere mechanische Belastung des Deckelbereichs bei anderen Absturzszenarien ist ebenfalls möglich. Experimentell wurde für den Aufprall des Triebwerkes eines schnell fliegenden Militärflugzeugs (300 m/s, 1.000 kg) auf den Deckelbereich des Behälters ein Anstieg der Leckagerate von 1·10⁻⁸ Pa·m³/s auf 3,4·10⁻² Pa·m³/s ermittelt.

⁶ Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im Standort-Zwischenlager in Brunsbüttel der Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG; Az.: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS); GZ-V4 – 854 510; 28. November 2003

A.2 Mögliche Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes

Eine mechanische Belastung der Behälter resultiert, wenn die Baustruktur des Zwischenlagers dem Aufprall des Flugzeugs nicht standhält. Dieses ist bei Aufprall einer Boeing 747 mit größerer Geschwindigkeit als angenommen oder eines Airbus A380 möglich.

Aufgrund der starken Armierung und der Dicke von Dach und Wänden sowie wegen des großen Massenunterschiedes von Flugzeug und Zwischenlagergebäude (es handelt sich um ein bis zwei Größenordnungen im Mg-Bereich) wird das Gebäude nicht vollständig zerstört. Die Behälter werden jedoch erheblich mechanisch belastet durch:

- Aufprall von Gebädetrümmern auf den Deckelbereich
- Aufprall steifer Massen des Flugzeuges auf den Deckelbereich
- Umkippen aus der vertikalen Lagerposition
- Druckwelle durch Feuerball

Eine thermische Belastung der Behälter resultiert, wenn nach dem Aufprall eines Verkehrsflugzeugs große Mengen an Kerosin durch Gebäudeöffnungen, Risse an Wänden und Dach sowie die vorhandenen Lüftungsöffnungen in den Lagerbereich eindringen. Das Kerosin kann sich durch Gebäude und Flugzeugtrümmern, andere Hindernisse und durch den Flugzeugabsturz verursachte Vertiefungen des Lagergebäudebodens in einem Teil (oder mehreren Teilen) des Lagerbereiches sammeln und abbrennen. Die Behälter stehen oder liegen in diesem Fall direkt im Feuer und werden dementsprechend thermisch belastet.

Zu beachten ist, dass auch eine kombinierte mechanische und thermische Belastung der Behälter auftreten kann, da durch mechanische Belastung in ihrer Dichtheit stark beeinträchtigte Behälter in Brandbereich stehen oder liegen. Eine kombinierte Belastung kann zudem auftreten, wenn Behälter bereits durch den Brand in ihrer Dichtheit beeinträchtigt sind und durch die starke Wärmeentwicklung über eine längere Zeit Trümmer aus der Gebäudestruktur auf die Deckelbereiche dieser Behälter herabfallen.

Sollte sich das Kerosin auf einer oder mehreren kleinen Flächen verteilen, ist eine deutlich längere Branddauer zu erwarten, als von der Behörde unterstellt wurde. Im Fall eines Absturzes eines Airbus A380 ist ein deutlich höherer Kerosineintrag und so ebenfalls eine Verlängerung der Branddauer zu erwarten.

Ab einer Branddauer von zwei Stunden ist von einem Versagen der Behälterdichtungen auszugehen. Die zusätzlich zu erwartenden mechanischen Belastungen erhöhen sowohl die Wahrscheinlichkeit für das Dichtungsversagen eines Behälters als auch die Anzahl der betroffenen Behälter. Ein Dichtungsversagen **entspricht, wie oben erwähnt, einer um einen Faktor 1000 höheren Leckagerate als von der Behörde unterstellt.**

Bei einer Abbrandrate von 2 mm/min ist für eine Branddauer von 120 Minuten eine Kerosinhöhe von 240 mm oder 0,24 m erforderlich. Eine derartige Kerosinhöhe entsteht z. B. bei einer Verteilung von 24 m³ Kerosin auf einer Fläche von 100 m², 48 m³ Kerosin auf einer Fläche von 200 m² oder 96 m³ Kerosin auf einer Fläche von 400 m².

Zusätzlich erhöht ein längerer Brand die Temperatur im Innenraum des Behälters. Dieses erhöht auf zweifache Weise die mögliche Freisetzungshöhe:

- Die Freisetzungsrate ist abhängig vom Innendruck, welcher – vor dem Dichtungsversagen – proportional mit der Temperatur ansteigt.

- Das Alkalimetall Cäsium-137 schmilzt bereits bei einer Temperatur von 28°C und beginnt bei höheren Temperaturen zu verdampfen. Die Konzentration des gasförmigen Cäsium-137 in der Behälteratmosphäre steigt stark mit der Innentemperatur an.

Aus einem längeren Brand resultiert nicht nur eine deutliche höhere radioaktive Freisetzung aus dem Behälter. Aufgrund des thermischen Auftriebs ist auch die effektive Freisetzungshöhe der radioaktiven Stoffe höher als von der Behörde angenommen, was zusätzlich die radioaktiven Belastungen am Wohnort des Klägers erhöht.

A.3 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 17.04.2013

A.3.1 Zu Punkt 1: In das Zwischenlager eindringende Kerosinmenge

Weshalb wurde in dem Gutachten des TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt vom August 2003 bei der Berechnung der möglicherweise in das Zwischenlagergebäude eindringenden Kerosinmenge das abgeschätzte 80-Perzentil als Basis für die weitere Abschätzung der Brandauswirkung unterstellt?

Die Beklagte begründet ihr Vorgehen damit, dass aus geometrischen Bedingungen ermittelt worden sei, dass ein für mögliche Auswirkungen relevanter Kerosineintrag nur dann erfolgen kann, wenn die Zuluftöffnungen ideal getroffen werden. Als geometrische Bedingungen werden die Verteilung des Kerosins in den Flugzeugtanks sowie die vorhandenen Zuluft- bzw. Abluftöffnungen genannt.

Auf Grundlage der bekannten geometrischen Abmessungen von Lagerhalle, Flugzeug, Tankanordnung und -volumen ist diese Aussage nicht nachvollziehbar, insbesondere da nur das Eindringen von 32 m³ von insgesamt 217 m³ (17 Prozent) des maximalen Tankinhalts unterstellt wird (siehe dazu auch Kapitel A.1.3).

Zur Begründung wird weiterhin angeführt, dass die komplementär-kumulative Häufigkeitsverteilung (CCFD) des Kerosineintrags im Hinblick auf die unterstellte Täterabsicht konservativ gewählt sei. Diese Begründung ist nicht gerechtfertigt. Die Täterabsicht „Flugzeugabsturz auf Zwischenlager“ ist die Grundannahme für das Szenario und kann nicht als Begründung herangezogen werden, an einer anderen Stelle – wie bei der eindringenden Kerosinmenge – von einer konservativen Vorgehensweise abzuweichen.

Das Vorgehen der Beklagten ist gerade bei Vorhandensein eines Schwellenwertes (Cliff-edge Effekts) wissenschaftlich nicht nachvollziehbar. Dies Vorgehen wäre nur dann gerechtfertigt, wenn bereits der Wert für das 80-Perzentil oberhalb der Schwelle für Dichtungsversagen läge oder ein Dichtungsversagen auch deutlich oberhalb des Wertes für 100% nicht erreicht würde.

Die Beklagte weist schlussendlich daraufhin, dass das 80-Perzentil in Verbindung mit den übrigen konservativen Annahmen der Untersuchung im Gesamtszenario einen hinreichend konservativen Wert darstelle. Diese Aussage ist nicht begründet, denn die für das Schadensausmaß entscheidenden Annahmen sind nicht konservativ (siehe Kapitel A.3.5).

A.3.2 Zu Punkt 2: Flächenberechnung für die Ausbreitung der Kerosinlache

Weshalb ist im TÜV-Gutachten bei der Flächenberechnung hinsichtlich der möglichen Ausbreitung einer Kerosinlache eine Flächenbeanspruchung durch Trümmerteile nicht mit in Rechnung gestellt worden?

Gebäudetrümmer

Laut Angaben der Beklagten kann ein Abreißen der entstandenen Wandsegmente nach den Ergebnissen der Simulationsrechnung ausgeschlossen werden. Diese Aussage kann nicht überprüft werden, da die entsprechenden Gutachten nicht vorliegen. Fraglich ist zudem, ob diese Aussage noch für höhere Aufprallgeschwindigkeiten und -winkel gilt. Zudem ist diese Aussage bei einem Absturz eines Airbus A380 nicht mehr zutreffend. Insgesamt ist das Entstehen von Gebäudetrümmern, die die Brandfläche verringern und somit die Branddauer erhöhen, nicht auszuschließen (siehe Kapitel A.2).

Flugzeugtrümmer

Laut Angaben der Beklagten muss aufgrund der zu erwartenden Dynamik des Eindringvorgangs von einer starken Zerkleinerung und räumlichen Verteilung der Flugzeugtrümmer ausgegangen werden. Daher wurde der Trümmerbereich im Berechnungsmodell auf den gesamten Lagerbereich ausgedehnt; dies führe aufgrund der Gleichverteilung der Trümmer nicht zu einer Verringerung der Flächenbeanspruchung.

Auch wenn es plausibel erscheint, dass von einer starken Zerkleinerung der Trümmer auszugehen ist, erscheint eine Gleichverteilung, die zudem nicht zu einer Verringerung der Fläche führt, absurd.

Bisherige Flugzeugabstürze zeigten, dass die Trümmer nach dem Aufprall in einem großen Umkreis verteilt werden. Dieses ist im Zwischenlager nicht möglich, daher wird sich ein Teil der Trümmer vor den Wänden sammeln und so die Brandfläche verkleinern.

A.3.3 Zu Punkt 3: Zahl der von Trümmerteile getroffenen Behältern

Es wird um Erläuterung der unterstellten Annahme im TÜV-Gutachten gebeten, dass lediglich 5 von 80 Behältern mechanisch von Trümmerteilen getroffen und geschädigt werden können.

Die Beklagte stellt zunächst klar, dass nicht die Behälter beschädigt werden, sondern nur die Brennstoff-Hüllrohre im Innenraum. Für die mechanisch belasteten Behälter werden Hüllrohrschäden bei 100% der Brennelemente unterstellt. Für alle anderen Behälter wird eine Schadensquote von 1% der Hüllrohre angenommen. Diese Schadensquote wird generell – auch ohne Flugzeugabsturz – für Lagerbehälter vorausgesetzt.

Eine Begründung, weshalb nur 5 von 80 Behältern betroffen sind, fehlt. Die Beklagte gesteht allerdings zu, dabei nicht konservativ vorgegangen zu sein, sondern „realistisch“.

Nach Angaben der Beklagten führen die mechanischen Belastungen nicht zu einer Erhöhung der Leckagerate. Diese Aussage scheint wenig plausibel, kann aber ebenfalls nicht überprüft werden. Beim Absturz eines Airbus A380 sind jedoch in jedem Fall Auswirkungen der mechanische Belastungen auf die Behälterdichtungen und somit eine Erhöhung der Leckagerate zu erwarten.

A.3.4 Zu Punkt 5: Freisetzungshöhe

Weshalb wurde bei der Berechnung der Freisetzung und Ausbreitung im Gutachten des TÜV von einer Freisetzungshöhe von 10 m (Zuluftöffnungen) und nicht auch von 23 m (Abluftöffnungen/Gebäudehöhe) ausgegangen?

Laut Aussage der Beklagten ist nach Störfallberechnungsgrundlagen die effektive Freisetzungshöhe zu ermitteln, die aufgrund der Verwirbelungen um das Gebäude auftritt. Die so ermittelte Freisetzungshöhe liege nur zufällig auf der gleichen Höhe wie die Zuluftöffnungen.

Jedoch ist für dieses Szenario eine Freisetzungshöhe von deutlich über 10 m plausibel, da bei einem Kerosinbrand mit einer Temperatur von 1000°C ein thermischer Auftrieb unterstellt werden muss, der zu einer Erhöhung der effektiven Freisetzungshöhe führt.

Eine größere Freisetzungshöhe zieht höhere radiologische Belastungen am Ort des Klägers nach sich.

Im TÜV-Gutachten zum Flugzeugabsturz zum Zwischenlager Grafenheinfeld wird ebenfalls eine effektive Freisetzungshöhe (auch Quellhöhe) von nur 10 m unterstellt. Dort heißt es: *Der Einfluss der möglicherweise erheblichen Wärmefreisetzung durch den unterstellten Treibstoffbrand auf die effektive Quellhöhe wurde nicht berücksichtigt, da die wesentliche Freisetzung erst nach Ende des Treibstoffbrandes erfolgt.*⁷

Diese Begründung trifft – wenn überhaupt – nur in Zusammenhang mit der unterstellten kurzen Branddauer zu, die aus Sicht des Klägers nicht zutreffend ist. Bei einer längeren Branddauer finden Freisetzungen bereits während des Brandes statt, folglich sind größere Freisetzungshöhen und damit auch höhere Belastungen am Ort des Klägers zu erwarten.

A.3.5 Zu Punkt 8: Konservativitäten und Wahrscheinlichkeiten

Die Beklagte führt zu Konservativitäten und Wahrscheinlichkeiten aus, da die Fragen des Gerichts Anlass zu einigen grundsätzlichen Ausführungen zu erforderlichen Konservativitäten der durchgeführten Ermittlungen und Bewertungen gäben. Die Beklagte kritisiert zunächst, dass den Fragen des Gerichts teilweise die Vorstellung zu Grunde läge, die Beklagte müsse für alle dem Szenario zu Grunde liegenden Annahmen stets die ungünstigen wählen. Um zu verdeutlichen, dass diese Vorstellung schon im Ansatz unzutreffend sei, wird ein theoretischer Fall konstruiert. Es wird festgestellt, dass, wenn für die Einzelannahmen mit bekannten statistischen Wahrscheinlichkeitsverteilungen stets der ungünstigste Fall gewählt würde und dieser Fall jeweils eine Wahrscheinlichkeit von z. B. 1% (10^{-2}) oder 10% (10^{-1}) hätte, die Gesamtwahrscheinlichkeit des Szenarios bei 10^{-28} oder 10^{-14} läge.

Bei der Analyse der genannten 14 Einzelannahmen im Rahmen dieser Stellungnahme zeigt sich, dass bei den Parametern deutlich höhere Wahrscheinlichkeiten als 1% oder 10% als plausibel anzunehmen sind. Einige der im theoretischen Fallbeispiel aufgezählten Einzelannahmen sind irrelevant und vermitteln ein mangelhaftes Grundverständnis der relevanten Vorgänge.

⁷ Technischer Überwachungsverein Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. / TÜV NORD Gruppe: Gutachten zu den Auswirkungen eines absichtlich herbeigeführten Absturzes eines Verkehrsflugzeuges auf das Standort-Zwischenlager Grafenheinfeld (ZL-KKG); erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, Juni 2003 Gutachten lag zu einem erheblichen Teil geschwärzt vor.

Die Beklagte behauptet, dass einige Parameter, die auf variablen Fakten beruhen, konservativ mit dem jeweiligen Maximum angenommen wurden. Als Beispiel nennt die Beklagte fälschlich die unten genannten Punkte 3 und 5.

Die Beklagte behauptet weiterhin unverständlicherweise, dass aufgrund des Erfassens von Parametern durch statistische Methoden sichergestellt sei, dass immer das Zusammentreffen von ungünstigen Faktoren erfasst werde. Damit werde auch sichergestellt, dass selbst bei einzelnen wenigen Parametern mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit die Kombination aller Wahrscheinlichkeiten wieder zu einer konservativen Bewertung führe.

Die Beklagte will damit suggerieren, dass insgesamt ausreichend konservativ vorgegangen sei. Dieser Aussage muss entschieden widersprochen werden.

Gerade die Parameter, die für die Auswirkungen – insbesondere für die Branddauer – entscheidend sind, wurden im Szenario nicht konservativ gewählt.

Die konstruierte Begründung für das nicht konservative Vorgehen wäre überhaupt nur relevant, wenn die Parameter lineare Effekte und Auswirkungen betreffen würden. Die gewählten Parameter betreffen aber Prozesse mit Schwellenwerten (wie Dichtungsversagen) bzw. mit nicht linearen Zusammenhängen.

Zunächst sind hier die Annahmen der Beklagten noch einmal aufgelistet und werden dann anschließend diskutiert.

Der Fall der Beklagten:

Ein terroristischer Flugzeugangriff richtet nur dann Schaden an,

1. wenn es überhaupt zur Tat entschlossene und hinreichend ausgebildete Täter gibt,
2. wenn ihnen die Übernahme eines Flugzeugs des gewünschten Typs gelingt,
3. wenn die Terroristen das Ziel mit möglichst vollen Tanks erreichen
4. und aus Sicht der Täter optimal, also mit den größtmöglichen Auswirkungen auf das Gebäude treffen,
5. zu einem Zeitpunkt, an dem das Lager voll belegt ist
6. und die Behälter mit den ungünstigsten Beladungen an den ungünstigsten Stellen stehen,
7. dort optimal mechanisch getroffen werden,
8. und aufgrund optimal verteilter Trümmerlasten
9. den ungünstigsten thermischen Auswirkungen in Bezug auf Temperatur und Branddauer ausgesetzt sind,
10. wenn zugleich die so entstehende Freisetzung durch die ungünstigsten Wetterbedingungen
11. genau am Wohnort des Betroffenen ankommt,
12. dieser zur empfindlichsten Bevölkerungsgruppe zählt
13. und sich genau zum ungünstigsten Zeitpunkt ungeschützt der vorbeiziehenden Schadstoffwolke aussetzt
14. und dort ununterbrochen 7 Tage lang verbleibt.

Zu 1) und 2): Wie auch die Beklagte feststellt, wird für die Parameter, die durch willensgesteuerte Taten bestimmt sind, immer eine Wahrscheinlichkeit von 100% unterstellt. Im konkreten Szenario ist dies angesichts des Terroranschlags am 11.09.2001 auch als gerechtfertigt anzusehen. Damals gelang allen Terroristen die Entführung eines Flugzeugs und offenbar auch des gewünschten Typs.

Zu 3): Ein Flugzeug, das z. B. in Hamburg entführt wird, verbraucht bis zum Erreichen des Zwischenlagers etwa 1% des Tankinhalts. Insofern kann ein zumindest fast vollständiger Tankinhalt unterstellt werden. Zudem wird für das Szenario verwendet, dass nicht der komplette Tankinhalt, sondern lediglich ein geringer Anteil des Kerosins ins Zwischenlager gelangt (17% des Kerosins der Boeing 747, 10,3% der Airbus A380). Die Annahmen zum Kerosineintrag sind nicht konservativ.

Zu 4): Ein optimaler Treffer wäre konservativ und auch plausibel zu unterstellen, denn ein Terrorist würde trainieren, das Zwischenlager optimal zu treffen. So gelang es einem Terrorist auch am 11.09.2001, ein Flugzeug gegen das Pentagon, welches ein schwer zu treffendes bodennahes Ziel ist, zum Absturz zu bringen. Außerdem sind die Annahmen bzgl. Absturzgeschwindigkeit und -winkel nicht konservativ, das heißt real sind noch „optimalere“ Treffer, als von der Behörde unterstellt wurden, möglich. Zudem wird nur der Absturz von Flugzeugen des Typen Boeing 747-400 und Airbus A340-600 betrachtet. Die Auswirkungen eines Airbus A380 mit einer um den Faktor 1,5 größeren Masse und Kerosinkapazität werden nicht untersucht. Die Annahmen zum „optimalen Treffer“ auf das Lagergebäude sind nicht konservativ.

Zu 5): Auch die Annahme, dass das Lager voll belegt ist, wird nicht direkt verwendet, Es wird z. B. nur unterstellt, dass in 5 der 80 Behälter eine geringe mechanische Belastung (100% Schadensquote der Hüllrohre) auftritt.

Zu 6): Die ungünstigsten Behälter sind jene mit MOX-Brennelemente. Da aber im KKB keine MOX-Brennelemente eingesetzt wurden, werden auch im Zwischenlager KKB keine derartigen Brennelemente gelagert. Dieser Punkt ist daher irrelevant.

Zu 7): Es wird gar nicht angenommen, dass Behälter mechanisch entscheidend belastet werden, d.h. durch Erhöhung der Leckagerate der Dichtungen. Lediglich wird angenommen, dass die mechanische Belastung in 5 Behältern Risse in den dünnen Hüllrohren erzeugen.

Zu 8): Eine Reduzierung der Brandfläche (und damit eine Erhöhung der Branddauer) durch Trümmerlasten wird – aufgrund einer nicht nachvollziehbaren Begründung (siehe Kapitel A.3.2) – für die Berechnung der potenziellen Auswirkungen überhaupt nicht vorausgesetzt.

Zu 9): Es wird nicht von den ungünstigsten thermischen Auswirkungen bzgl. Branddauer ausgegangen (siehe Kapitel A.2). Diese sind entscheidend für das Dichtungsversagen sowie den Druck und die Temperatur im Innenraum des Behälters und damit für die Höhe der Freisetzung. Die Annahmen zu den thermischen Belastungen sind nicht konservativ.

Zu 10): Es ist nicht ausgeschlossen, dass reale Wetterbedingungen auftreten, die noch ungünstiger für den Kläger sind als in den gerechneten Wetterszenarien. Zudem rechnete die Behörde zunächst mit einem Referenzwetter, das die möglichen Strahlenbelastungen erheblich unterschätzt. Die Annahmen zu den Wetterbedingungen sind nicht konservativ.

Zu 11): Die Wahrscheinlichkeit, dass die Wolke zum Wohnort des Klägers zieht, ist tatsächlich reduziert, aber deutlich höher als 1%. Im Jahr 1998 betrug die Wahrscheinlichkeit für Winde, die eine freigesetzte radioaktive Wolke in Richtung des Klägers verfrachtet hätten,

rund 8 %.⁸ (Zu bedenken ist, dass bei anderen Windrichtungen ebenfalls Menschen betroffen sein würden.)

Zu 12): Es wurde nicht vorausgesetzt, dass der Kläger zur der empfindlichsten Bevölkerungsgruppe zählt. Generell hat diese Annahme keine Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit, die Inhalationsdosen für unterschiedliche Altersgruppen unterscheiden sich nur um einen kleinen Faktor.

Zu 13): Da es sich um den Wohnort des Klägers handelt, ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser sich dort aufhält ist, sicher höher als 1% oder auch 10% – insbesondere, da der Kläger auch im Gebäude bei geöffneten Fenstern mehr oder weniger ungeschützt vor der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke ist, zumindest vor der für die Strahlenexposition entscheidenden Inhalationsdosis. Zudem reduziert ein geschützter Aufenthalt im Gebäude bei geschlossenen Fenstern die Inhalationsdosis lediglich um einen Faktor 2 bis 5.

Zu 14): Auch diese Annahme ist irreführend. Die Inhalationsdosis, die – wie oben erwähnt – entscheidend für die Strahlenexposition ist, erhält der Kläger bei Durchzug der radioaktiven Wolke in den ersten Stunden (vermutlich in wenigen Minuten) des für die Ermittlung der Dosis vorgeschriebenen Integrationszeitraums von sieben Tagen.

⁸ Sicherheitsbericht für das Standort-Zwischenlager Brunsbüttel (SZB) am Kernkraftwerk Brunsbüttel , Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH, DOKU-Kz.: SZB/010/005, Rev. 0, September 2000

Teil B: Terroristischer Angriff mit Panzerabwehrlenkwaffen (ATGW)

Bevor zu den Schriftsätzen der Beklagten vom 17.04.2013 (Fragen des Gerichts) und vom 06.05.2013 Stellung genommen wird, soll zunächst das vom Kläger unterstellte Szenario zum terroristischen Angriff mit einer Panzerabwehrlenkwaffe (ATGW) begründet dargestellt werden. Die Darstellung beruht auf mehreren Studien zu diesem Thema, die die Autorin mit Beratung von mehreren Waffenexperten in den letzten zehn Jahren erstellt hat, u.a. auf der Studie zu diesem Thema zum Zwischenlager Brunsbüttel.⁹

Des Weiteren wird kurz zur Zurückhaltung von Informationen und zu Widersprüchen in der Darstellung der Beklagten in den Parallelverfahren vor dem OVG Lüneburg und dem VGH München ausgeführt.

B.1 Behälter-Beschuss mit einer Panzerabwehrlenkwaffe (ATGW)

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Zwischenlagers Brunsbüttel wurde von behördlicher Seite als Störmaßnahme bzw. sonstige Einwirkung Dritter (SEWD) der Beschuss mit einer Hohlladung auf einen dort aufbewahrten Behälter unterstellt.

Die Verwendung von stärkeren Schutzpanzerungen bei Kampffahrzeugen führte zu immer leistungsstärkeren tragbaren, schultergestützten Panzerabwehrlenkwaffen (ATGW = Anti-Tank Guided Weapons). Moderne panzerbrechende Waffen könnten auch gegen CASTOR-Behälter gerichtet werden – je effektiver die Waffen sind, desto folgenreicher könnte ein derartiger Angriff sein. Die Steigerung der Leistungsparameter der Waffensysteme zieht dementsprechend eine potenziell stärkere Gefährdung der Behälter nach sich.

Die verbesserte Schutztechnologie der Panzerfahrzeuge führte zur Vergrößerung der Durchschlagsleistung der Hohlladungsgefechtsköpfe, vor allem durch eine Erhöhung der Sprengstoffmenge. Dadurch wird das Schadensausmaß eines Beschusses – auch auf einen Behälter – signifikant erhöht. Die Hohlladungsgeschosse, die von Panzerfäusten oder panzerbrechenden Lenkwaffen (ATGWs) abgefeuert werden, haben eine Durchschlagsleistung von 700 bis 1400 mm in Panzerstahl. Daher durchdringen sie die nur ca. 400 mm dicke Behälterwand des Behälters aus Gusseisen ohne Schwierigkeiten.

Die Waffensysteme wurden auch mit dem Ziel weiterentwickelt, Panzer durch einen Treffer vollständig zu vernichten. Dies wurde durch eine Verstärkung der zerstörenden Wirkung auch senkrecht zur Schussrichtung erreicht.

Die Weiterentwicklung der Waffensysteme zum Bekämpfen von stehenden und fahrenden Zielen in größerer Entfernung führte zu einer deutlichen Steigerung der Ersttrefferwahrscheinlichkeit. Dies wurde durch vereinfachte Steuerungsmöglichkeiten realisiert. Die Panzerabwehrlenkwaffen der ersten Generation verwenden ein sogenanntes „manual command-to-line-of-sight“ (MCLOS)-Leitsystem, bei dem der Schütze Flugkörper und Ziel zusammen im Auge behalten muss. Viele der heute verwendeten Waffensysteme

⁹ Studie zu den Auswirkungen eines Beschusses der im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel aufbewahrten Behälter des Typs CASTOR V/52 mit panzerbrechenden Waffen; Oda Becker; Januar 2005

(der zweiten Generation) arbeiten mit dem halbautomatischen SACLOS-Steuersystem (semiautomatic command-to-line-of-sight). Die Ersttrefferwahrscheinlichkeit liegt bei über 90 Prozent, das System ist dementsprechend sehr zuverlässig. Die dritte Generation der ATGWs verwendet Infrarotlaser: nach Zielpeilung durch den Schützen erreichen die Geschosse das Ziel automatisch (fire and forget).

Die Neuentwicklungen bei den Steuerungs- und Zielsystemen der Waffen erhöht nicht nur die Treffsicherheit, sie vereinfacht auch einen Mehrfachbeschuss ein und desselben Ziels. Das gilt selbstverständlich auch für einen zielgerichteten Beschuss eines CASTOR-Behälters durch Terroristen.

Das geringere Gewicht und die leichte Bedienbarkeit der modernen Waffensysteme vereinfachen die Handhabung und damit die Durchführung eines Angriffs.

Die technische Möglichkeit schneller Schussfolge und eine gute Nachladbarkeit ermöglichen einen mehrfachen zielgenauen Beschuss.

Ein Beschuss mit einer ATWG kann nicht nur innerhalb der Lagerhalle, sondern auch bei einem Transport auf dem Anlagengelände (vom Reaktorgebäude ins Lagergebäude) erfolgen. In der Umgebung des Zwischenlagers Brunsbüttel gibt es Positionen, von denen ein erfolgreicher Beschuss eines Behälters möglich ist.

Ein Hohlladungsgefechtskopf besteht aus einem hohlen und mit Sprengstoff ummantelten Metallkegel. Beim Aufprall auf das Ziel wird der Sprengstoff gezündet. Der sich bildende Metallstrahl (Hohlladungsstachel) trifft mit sehr hoher Geschwindigkeit (mehrere Tausend Meter pro Sekunde) auf das Ziel. Dabei entsteht ein derartig hoher Druck, dass sich – physikalisch gesehen – der Panzerstahl wie eine Flüssigkeit verhält und so vom Stachel problemlos durchdrungen werden kann. Die Öffnung, die ein solcher Strahl erzeugt, ist verhältnismäßig klein. Der Metallstrahl und Partikel der durchschlagenden Panzerung verursachen jedoch im Inneren des Panzers verheerende Schäden (z. B. Zerstörung der technischen Geräte, Tötung der Besatzung und Zündung von Munition).

Heutzutage werden meist Tandemgeschosse verwendet, die aus zwei hintereinander angeordneten Hohlladungen bestehen. Diese wurden zur Zerstörung von reaktivem Panzerschutz¹⁰ entwickelt: Die Vorhohlladung bringt die reaktive Panzerung zur vorzeitigen Reaktion, die Haupthohlladung detoniert Sekundenbruchteile später und durchschlägt die Panzerung. Für einen „wirkungsvollen“ Beschuss eines Behälters ist der Einsatz eines Tandemgeschosses nicht erforderlich.

Infolge des Hohlladungsbeschusses eines Behälters wird die Behälterwand durchdrungen und im Inneren des Behälters wird ein Teil der Brennelemente zerstäubt; dadurch entstehen feine radioaktive Partikel. Ein Teil dieser Partikel wird aus dem Behälter freigesetzt und breitet sich in der Atmosphäre aus.

¹⁰Reaktiver Panzerschutz enthält kleine Sprengladungen, um die Explosionswirkung der Hohlladung zu zerstreuen und dadurch die Wirkung erheblich zu vermindern.

B.1.1 Freisetzungsmenge und Leistung des Hohlladungsgeschosses

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde für die Ermittlung der radiologischen Folgen eine Studie der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) verwendet.¹¹ Diese 2003 veröffentlichte Studie beruht auf Beschussversuchen aus dem Jahr 1992. Die Beschussversuche erfolgten vor fast zwei Jahrzehnten und daher mit Hohlladungen, die – gemessen an späteren Geschosstypen – eine geringe Durchschlagsleistung hatten. Daher sind die ermittelten Freisetzungsmengen als zu gering anzusehen. Unter der Berücksichtigung der Wirkungsweise eines Hohlladungsgeschosses und der in den letzten Jahrzehnten erhöhten Zerstörungsleistung sind deutlich höhere Freisetzungsmengen zu erwarten als die für die GRS-Studie zugrundegelegte Freisetzungsmenge. Aufgrund der um mindestens eine, aber vermutlich um mehrere Größenordnungen höhere Freisetzungsmengen sind auch entsprechende höhere radiologische Folgen für den Kläger zu erwarten.

Der Grad der Zerstörung im Behälter und damit das Ausmaß der radioaktiven Freisetzungen hängen nach Aussagen von zu diesem Thema befragten Waffenexperten von dem verwendeten Hohlladungsgeschoss ab.

Die Beklagte behauptet hingegen, dass die Leistungsfähigkeit der im Beschussversuche 1992 verwendeten Waffe so groß gewesen sei, dass sie auch mit heutigen Waffen und damit ausgeführten Angriffen vergleichbar sei. Wesentlich sei nur, dass das Hohlladungsgeschoss die Behälterwand durchdringe. Die Versuche seien insoweit abdeckend gewesen.

Bei den deutschen Beschussversuchen erzeugten zwei typgleiche Hohlladungsgeschosse zwar unterschiedliche Schadensbilder im Behälter, dennoch wurde die gleiche Menge an radioaktiven Stoffen freigesetzt. Aus dieser Tatsache wurde abgeleitet, dass bei beiden Treffern die Freisetzung nur aus dem ersten Brennelement stammt.¹² Vermutlich ist dieses Experiment der Grund, weshalb die Beklagte (fälschlich) behauptet, die Freisetzungsmenge sei unabhängig vom Hohlladungsgeschoss. Eine andere, deutlich plausiblere Erklärung für dieses experimentelle Ergebnis ist, dass für die Freisetzung die im Hohlladungsgeschoss vorhandene Sprengstoffmenge entscheidend ist. So sieht das auch Thomas Meuter, Ressortleiter für Wehrtechnik bei der Fachzeitschrift *Behördenpiegel* und Spezialist für Waffentechnik „*Das ist ja ein physikalisches Problem: mehr Sprengstoff verbraucht auf das Ziel, auf das zu beschießende Ziel, bedeutet auch mehr Zerstörungsenergie. Das heißt, Sie haben eine Kurve, diese Kurve steigt an, die Zerstörungsenergie wird immer größer, je mehr Sprengstoff Sie ins Ziel bringen.*“¹³

Mit der Leistungssteigerung der Hohlladungsgeschosse steigt auch die freigesetzte Menge für einen potenziellen Behälterbeschuss deutlich an. Denn zum einen ist der zerstörte Brennelement-Bereich im Behälter größer, dadurch wird ein größeres Volumen an Brennstoff pulverisiert und zum anderen werden durch die größere Explosionswirkung vor dem Behälter mehr Partikel aus dem Behälter freigesetzt.

¹¹Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS): Radiologische Folgen durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe aufgrund der Einwirkung Dritter auf Transport und Lagerbehälter CASTOR V/52 im Brennelementbehälterlager des Kernkraftwerks Brunsbüttel (KKB); GRS-A-2985; Juni 2003

¹²R.E. Luna et al: Betrachtung zur Sabotage von Behältern für abgebrannte Brennelemente; WM.01 Conference, 25.Februar-1.März 2001; Tuscon, AZ, Anlage B 28 des Schriftsatz der Beklagten vom 06.05.2013

¹³NDR Info, Das Forum: Wie sicher sind Kernkraftwerke vor terroristischen Anschlägen; Radiosendung von 10.12.2002, Feature von Daniel Blum

Die Beklagte und die GRS gehen bei der Ermittlung der Freisetzungsmenge von etwa einem Gramm aus. Dies hat der Sachverständige Lange von der GRS in der mündlichen Verhandlung vor dem VGH München vom 13.12.2005 bekräftigt. Diese Freisetzungsmenge wird von Seiten der Kläger als deutlich zu gering angesehen. Zu bedenken ist, dass sich in einem Behälter Brennelemente mit einer Gesamtmasse von rund 10.000 kg (10.000.000 g) Schwermetall befinden. Ein Gramm entspricht nur einem 10-millionstel Anteil (0,00001 Prozent).

Bei Kenntnis der Wirkungsweise eines Hohlladungsgeschosses ist dieser geringe Anteil nicht nachvollziehbar. Er kann nur in den Versuchsrandbedingungen der Beschussversuche von 1992 sowie dem verwendeten Hohlladungsgeschoss begründet sein.

B.1.2 Überschreitung des Evakuierungswerts am Ort des Klägers

Maßgeblich zur Bewertung der potenziellen Strahlenfolgen in den Genehmigungsverfahren zu den Behälterlagern war der Eingreifrichtwert des Katastrophenschutzes für eine Evakuierung der Bevölkerung (100 mSv). Dieser wird der zu erwartenden Strahlendosis aus der Inhalationsdosis und der Dosis aus Bodenstrahlung nach sieben Tagen gegenübergestellt.

Die Beklagte ermittelte bei der vom Kläger als deutlich zu gering erachteten Freisetzungsmenge am Wohnort des Klägers für die ungünstigste Wetterlage eine Strahlenexposition in Höhe von 10,6 mSv.

Die ungünstige Wetterlage ist vermutlich der Wetterdiffusionskategorie F zuzuordnen. Diese tritt am Standort mit einer relevanten Häufigkeit (7,2 %) auf. Laut Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) ist bei der Berechnung der möglichen Strahlenbelastungen die Diffusionskategorie zu wählen, die zu den höchsten Belastungen führt.

Bei gleicher Freisetzungsmenge sind die radiologischen Folgen abhängig von den Wetterbedingungen während der Ausbreitung der radioaktiven Stoffe. Die Diffusionskategorie gibt das Maß der Luftturbulenzen an. Die Kategorie D steht für mittlere Luftturbulenzen. Wetterbedingungen mit geringeren Luftturbulenzen (Kategorie F) führen zu einer geringeren Verteilung der radioaktiven Stoffe in der Luft und damit zu einer höheren Konzentration von radioaktiven Stoffen.

Wie in dem vorangegangenen Kapitel dargelegt wurde, wird die Freisetzungsmenge eines Behälterbeschusses im Genehmigungsverfahren erheblich unterschätzt.

Wenn eine nur um eine Größenordnung höhere Freisetzung angenommen würde, etwa durch die Berücksichtigung eines leistungsstärkeren Hohlladungsgeschosses oder/und durch die Berücksichtigung von Synergieeffekten bei einem Doppeltreffer, wäre der Eingreifrichtwert des Katastrophenschutzes für eine Evakuierung der Bevölkerung in Höhe 100 mSv überschritten.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die zu erwartenden Strahlenbelastungen für den Kläger in Folge eines derartigen Hohlladungsgeschosses deutlich oberhalb des Eingreifrichtwerts für den Katastrophenschutz liegen kann (100 mSv).

Von besonderer Bedeutung ist dabei folgende Tatsache: Es ist bei der Bewertung der potenziellen radiologischen Auswirkungen zu beachten, dass der Kläger durch diese Katastrophenschutzmaßnahme nicht vor Strahlenbelastungen bewahrt werden kann, da er die

Inhalationsdosis unmittelbar nach dem potenziellen Terroranschlag, also vor einer möglichen Evakuierung, erhalten würde.

B.1.3 Verhältnismäßigkeit denkbarer Schutzvorkehrungen

Die Beklagte vertrat im Parallelverfahren vor dem VGH München die Auffassung, die Lastannahmen sehen nicht vor, dass ein bestimmtes Risiko ausgeschlossen werden muss, sondern dass aufgrund des Schadensausmaßes (unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Verhältnismäßigkeit denkbare Schutzvorkehrungen) der Schutz als gewährleistet angesehen werden kann.

Diese Bewertung ist hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit denkbarer Schutzvorkehrungen nicht zutreffend. Es wurden Schutzmaßnahmen für Panzer entwickelt, die möglicherweise auch zum Schutz von Transport- und Lagerbehälter einsetzbar wären.

Die aus dem militärischen Bereich kommenden Schutzvorkehrungen (Add-On-Lösungen) sind relativ preiswert. Es wird eine Schutzpanzerung aufgebracht, die aus bestimmten Kunststoffen oder gehärteten Keramiklegierungen bestehen und so konstruiert sind, dass die Entwicklung des Hohlladungsstachels behindert wird. Dieser wird abgelenkt oder trifft auf Materialien auf, die ihn in seiner Ausdehnung hindern.

Es ist den Genehmigungsunterlagen nicht zu entnehmen, dass Überlegungen dieser Art angestellt wurden. Aufgrund des möglichen Schadensausmaßes und der Verhältnismäßigkeit denkbarer Schutzvorkehrungen hätten diese zumindest in Erwägung gezogen werden müssen.

B.2 Zurückhaltung von Informationen

In den Parallelverfahren vor dem VGH München und dem OVG Lüneburg mussten der Beklagten die Informationen „scheibchenweise“ entlockt werden. Einige Punkte dieses zähen Prozesses sind im Folgenden beispielhaft dargestellt.

Hohlladungsbeschuss ist SEWD-Ereignis

Unter Berufung auf Geheimhaltung wurde zunächst nicht zugegeben, dass ein Hohlladungsbeschuss als SEWD-Ereignis zu betrachten ist. Im Klageverfahren zum Zwischenlager Grafenrheinfeld wurde von der Sachverständigen des Klägers (Becker) dazu vorgetragen. Die Sachverständige berief sich dabei auf einen Vortrag, den sie auf einer internationalen Tagung „Nuclear Energy and Security“ (NUSEC), Salzburg, Juli 2005 gehört hatte. Im Urteil des VGH München vom 02.01.2006 wird diesbezüglich ausgeführt: *In der mündlichen Verhandlung in den Verfahren 22 A 03.40019 - 21 vom 12. November 2004 hat die Beklagte bestätigt, dass im Tatmittelkatalog der Lastannahmen (Auslegungsgrundlagen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für den Schutz kerntechnischer Anlagen der Sicherungskategorie I gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter) Angriffe mit panzerbrechenden Waffen aufgeführt sind. Die Kläger haben zudem mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass Vertreter des BfS den Hohlladungsbeschuss als sog. "Design Basic Threat" eingeordnet haben. Die Gegenargumente der Beklagten führen zu keiner anderen rechtlichen Beurteilung.*

Ausbreitung radioaktiver Stoffe

Im Klageverfahren zum Zwischenlager Grafenrheinfeld vor dem VGH München am 12.11.2004 wurde von der Sachverständigen der Kläger (Becker) erstmals ausführlich zum Hohlladungsbeschuss vorgetragen. Von Seiten der Beklagten wurde geantwortet, dass im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zum Zwischenlager Grafenrheinfeld Untersuchungen mit einer Panzerfaust durchgeführt worden seien. Ergebnis wäre gewesen, dass nur um den Behälter herum Belastungen auftraten. Der hinzugezogene Sachverständige der Beigeladenen Hoffmann (GNS) bestätigte, dass es nur zu Freisetzungen im Nahbereich käme, recht schnell könne aber der Behälter gekapselt werden und somit weitere Freisetzungen verhindert werden. Die Sachverständige der Kläger entgegnete, dass es bei der freigesetzten Partikelgröße zu einer atmosphärischen Ausbreitung kommen müsse. Auch wenn größere Partikel entstehen, die sich in unmittelbarer Nähe des Behälters niederschlagen, müsse davon ausgegangen werden, dass radioaktive Teilchen in die Atmosphäre und so auch bis zum Kläger gelangen. Daraufhin gab der Prozessbevollmächtigte der Beklagten zu, dass die Berechnungen ergeben haben, dass in der nächsten Wohnbebauung eine Strahlenbelastung von 5 mSv auftrete. Der VGH München entschied aufgrund der widersprüchlichen Aussagen der Beklagten, dass das Gutachten zum Behälterbeschuss dem Gericht und den Klägern vorzulegen sei.

B.3 Aussagen zu dem Behälterbeschuss

In dem Parallelverfahren vor dem VGH München und dem OVG Lüneburg machten der Prozessbevollmächtigte der Beklagten und der Sachverständige Lange widersprüchliche und unzutreffende Aussagen zum Thema Behälterbeschuss, die auf mangelnde Kenntnisse über die Wirkungsweise von Hohlladungsgeschossen sowie auf eine unzureichende Auseinandersetzung mit der Thematik schießen lassen. Vier Beispiele sind hier exemplarisch dargestellt:

Behauptung: Freisetzungsmenge sei unabhängig von Leistung des Hohlladungsgeschosses

In der mündlichen Verhandlung vor dem VGH Lüneburg am 17.02.2010 wurde (erneut) deutlich, dass die widersprüchlichen Aussagen der Beklagten auf einer unzureichenden fachlichen Kenntnis der Wirkungsweise der Hohlladungsgeschosse beruhen. Der Sachverständige Lange behauptete, dass nach seiner Auffassung die Leistungsfähigkeit der im Beschussversuche 1992 verwendeten Waffe so groß gewesen sei, dass sie auch mit heutigen Waffen und damit ausgeführten Angriffen vergleichbar sei. Wesentlich sei nur, dass das Hohlladungsgeschoss den Behälterwand durchstanze. Die Versuche seien insoweit abdeckend gewesen.

Behauptung: Ein- und Austrittsloch des Geschosses entsteht

Der Prozessbevollmächtigte der Beklagten hat in der mündlichen Verhandlung am 13.12.2005 vor dem VGH München behauptet, dass ein leistungsstarkes Waffensystem unterstellt wurde. Als Beweis dafür wurde genannt, dass ein Eintrittsloch und ein Austrittsloch im Behälter entstanden.

Es ist aber unmöglich, dass ein Hohlladungsgeschoss den Behälter komplett durchschlägt, dass es also zu einem Ein- und Austrittsloch kommt. Die Durchschlagsleistung leistungsstarker Hohlladungsgeschosse tragbarer panzerbrechender Waffen beträgt ca. ein

Meter für Stahl, während der Behälter einen Durchmesser von über zwei Meter hat. Außerdem besteht der Behälter im inneren Raum aus inhomogenem Material, sodass sich die Wirkung des Hohlladungsstrahls aufspaltet und ein konischer Zerstörungsbereich entsteht.

In dem gegenständlichen Verfahren vor dem OVG Schleswig wurde bereits vom Prozessbevollmächtigten des Klägers auf diesen Widerspruch hingewiesen. Der Prozessbevollmächtigte der Beklagten Fischer (Schriftsatz vom 26.01.2007) erklärte, dass in den Beschussversuchen 1992 und 2005 die gleiche Waffe verwendet wurde. Es sei weder 1992 noch 2005 zu einem Durchschuss des Behälters gekommen. Es sei aber angenommen worden, dass aufgrund der damaligen Versuchsrandbedingungen und aus Gründen der Konservativität die eingesetzte Waffe so stark sein könnte, dass das Geschoss aus dem Behälter austritt.

Behauptung: Mehrfachbeschuss sei nicht möglich

In der mündlichen Verhandlung zum Klageverfahren zum Zwischenlager Unterweser vor dem OVG Lüneburg erweckte der Sachverständige Lange die Vorstellung, es sei nicht möglich nach einem Schuss erneut zu schießen. Eine Begründung für diese Behauptung blieb er schuldig. Da die Weiterentwicklung der panzerbrechenden Infanteriewaffen auch gerade für den Einsatz in geschlossenen Räumen abzielt, ist diese Behauptung nicht plausibel.

Behauptung: Behälterbeschuss ist unrealistisch

Zudem gab der Prozessbevollmächtigte der Beklagten (Gassner) im Klageverfahren vor dem OVG Lüneburg zum Zwischenlager Unterweser mehrfach zu verstehen, dass er das diskutierte Angriffsszenario zum Behälterbeschuss für unrealistisch halte bzw. einen derartigen Angriff für mehr oder weniger ausgeschlossen halte. Dieser Auffassung widersprach bereits der VGH München im Urteil vom 02.01.2006: *Gerade weil der Verwaltungsgerichtshof den sog. Lastannahmen auf Grund der Art ihres Zustandekommens große Bedeutung beimisst, kann er deren Bewertungen nicht auf Grund von allgemeinen Erwägungen beiseite schieben, die den bei ihrer Erarbeitung beteiligten Stellen ebenfalls vorgelegen haben, aber dort nicht zu einer anderen Bewertung geführt haben.*

B.4 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 06.05.2013

B.4.1 Mehrfachbeschuss gemäß GRS-Gutachten

Frage des Gerichts: „Sind die Berechnungen im Gutachten der GRS über „Radiologische Folgen durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe aufgrund der Einwirkungen Dritter...“ vom Juni 2003 von einem Mehrfachbeschuss der Behälter ausgegangen?“

Laut Antwort der Beklagten wurde „von mehr als einem Schuss“ ausgegangen. Dieser Formulierung liegt die Vermutung nahe, dass von zwei Schüssen ausgegangen wurde.

Es fehlt in den von der Beklagten zu Verfügung gestellten Unterlagen eine Aussage über die Anzahl der zugrunde gelegten Schüsse. Anhand der vorliegenden Informationen lässt sich nur indirekt auf die Anzahl der Treffer schließen. Es ist zu vermuten, dass im Rahmen des

Genehmigungsverfahren zwei Treffer unterstellt worden sind: Im Parallelverfahren vor dem VGH München äußerte der Sachverständige der Beigeladenen, es werde von zwei Hohlladungen ausgegangen, da dieses die Menge sei, die von einem Täter getragen werden könne.¹⁴

Einen weiteren Hinweis liefert der Schriftsatz der Beklagten vom 26.01.2007. In diesem wurde erklärt, dass im Rahmen der Genehmigungsverfahren die doppelte Freisetzungsmenge angenommen wurde, als bei den Beschussversuchen 1992 ermittelt worden war.

Es bleibt aber zu klären, auf welcher Grundlage die Anzahl der Schüsse bzw. der Treffer festgelegt wurde. Weiterhin bleibt zu klären, wer diese Anzahl festgelegt hat, insbesondere, ob die Anzahl der Schüsse bzw. Treffer auch in dem Tatmittelkatalog der Lastannahmen festgelegt ist. Es lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, ob die Behörde nur von zwei Schüssen oder auch von zwei Treffern ausging, und, wenn ja, ob diese denselben Behälter und den gleichen Bereich betreffen.

B.4.2 Synergieeffekte

Frage des Gerichts: „Sind ggf. bei der Ermittlung des Quellterms durch die Beklagte bzw. die GRS Synergieeffekte bei einem Mehrfachbeschuss in Rechnung gestellt worden?“

In der Antwort auf diese Frage betont die Beklagte, dass keinerlei Synergieeffekte in dem Sinne, dass bei zwei Schüssen/Treffern mehr als die doppelte Menge an radioaktiven Stoffen freigesetzt wird, berücksichtigt werden. Ohne weitere Begründung wird behauptet, dass solche Synergieeffekte in den unterstellten Szenarien nicht auftreten. Es wird weiterhin behauptet, dass die gegenteilige Auffassung der Sachverständigen des Klägers auf Annahmen beruht, die nach Ansicht der Beklagten praktischen ausgeschlossen werden können.

„Praktisch ausgeschlossen“ wird in der Kerntechnik folgendermaßen definiert: Die Möglichkeit, dass bestimmte Bedingungen auftreten, wird als praktisch ausgeschlossen angesehen, wenn es entweder physikalisch unmöglich ist, dass diese Bedingungen auftreten, oder wenn ihr Auftreten mit einem hohen Grad von Vertrauen als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann.¹⁵

Das würde bedeuten, dass ein zweifacher Beschuss eines Behälters physikalisch unmöglich ist oder mit einem hohen Grad an Vertrauen als unwahrscheinlich angesehen werden kann. Beides trifft nicht zu, es ist weder physikalisch unmöglich noch können Wahrscheinlichkeitsberechnungen sicher beweisen, dass ein doppelter Beschuss eines Behälters sicher ausgeschlossen werden kann.

Panzerbrechende Waffensysteme sind seit vielen Jahren so ausgelegt, dass innerhalb weniger Minuten mehrmals geschossen werden kann. Aufgrund der Leistungsfähigkeit der zugrunde zu legenden Waffensysteme ist ein Mehrfachbeschuss der Behälter plausibel.

¹⁴ Anzumerken ist, dass das Gewicht eines Hohlladungsgeschosses rund 10 kg beträgt, es ist daher durchaus realistisch anzunehmen, dass mehr als ein oder zwei Geschosse mitgeführt werden. Insbesondere, da nicht davon auszugehen ist, dass nur ein Täter den Terrorangriff durchführt.

¹⁵ International Atomic Energy Agency (IAEA): Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants; Safety Guide No. NS-G-1.10, Wien, 2004; und Western European Nuclear Regulators' Association: WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants; November 2010

In den deutschen Beschussversuchen wurde laut den im Verfahren überreichten Unterlagen¹⁶, kein Mehrfachbeschuss eines Behälters durchgeführt, aus welchem sich das Auftreten von Synergieeffekte ausschließen ließe.

Nach Auffassung des Klägers wird durch den zweiten Hohlladungsbeschuss das bereits durch den ersten Schuss pulverisierte, aber im Behälter abgesetzte radioaktive Material durch die vorhandene Öffnung des Behälters freigesetzt.

In amerikanischen Experimenten wurde eine um etwa sechsmal höhere Freisetzung bei einer doppelten Behälterdurchdringung ermittelt.¹⁷

Aufgrund von Synergie-Effekten sind die Gesamtfreisetzungen bei einem mehrfachen Beschuss eines Behälters deutlich höher als bei nur einem Treffer bzw. als bei der Summe der gleichen Anzahl von Einzeltreffern.

B.5 Zum Schriftsatz der Beklagten vom 07.06.2013

Zu Punkt 2:

Auch der Kläger geht von dem Beschuss mit einer für Terroristen verfügbaren panzerbrechenden Waffe aus.

Die Beklagte behauptet, dass die unterstellten Leistungsmerkmale im Zeitraum zwischen den Beschussversuchen von 1992 und dem Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung (und bis heute) nicht erhöht werden mussten, da die Leistungsmerkmale von vornherein hoch angesetzt wurden. Vielmehr erscheint dieses Vorgehen aber in der Annahme des GRS begründet zu sein, die Freisetzungsmenge bei einem Hohlladungsbeschuss sei unabhängig von dem eingesetzten Geschoss. Diese Annahme ist nicht gerechtfertigt (siehe Kapitel B.1.1).

Anders als von der Beklagten behauptet, sind die Fortschritte in der Waffentechnik für den Beschuss von Behältern nicht unbeachtlich. Zum einen wurde nicht nur die Durchschlagsleistung, sondern auch die zerstörende Wirkung senkrecht zur Schussrichtung erhöht und damit insgesamt die zerstörende Wirkung im Behälter. Zum anderen wird durch die Weiterentwicklung der Lenksysteme und der Nachlade-Einrichtungen ein zielgerichteter Mehrfachbeschuss eines Behälters ermöglicht. Außerdem wird durch die Erhöhung der Zielsicherheit ein Beschuss des Behälters beim Transport vom Reaktorgebäude zum Lagergebäude auf dem Kraftwerksgelände erleichtert.

Zu Punkt 3:

Es ist ein Irrtum der Beklagten, dass die Sachverständige des Klägers behauptet hat, Tandemhohlladungsgeschosse würden zu einer zweiten Explosion im Innern des Behälters

¹⁶ Experimental Determination of UO₂-Release From a Spent Fuel Transport Cask After Shaped Charge Attack; Nuclear Materials Management; F. Lange; G. Pretzsch (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit – GRS) et al.; 35th Annual Meeting Proceedings, Vol. XXIII, Naples (Florida), July 17-20, 1994

¹⁷ R.E. Luna et al: Betrachtung zur Sabotage von Behältern für abgebrannte Brennelemente; WM.01 Conference, 25.Februar-1.März 2001; Tuscon, AZ, Anlage B 28 des Schriftsatz der Beklagten vom 06.05.2013

führen (siehe dazu Seite 18 der Studie der Sachverständigen¹⁸). Auch von einem Hohlladungsgeschoss mit einem Splittersprengsatz ist die Sachverständige des Klägers nicht ausgegangen.

Die größere Freisetzungsmenge von Hohlladungsgeschossen mit stärkerer Durchschlagsleistung wird erstens durch die größere zerstörende Wirkung begründet, die durch eine größer Sprengstoffmenge und die Optimierung des Holladungsaufbaus verursacht wird. Zweitens führt die Explosion einer größeren Sprengstoffmenge vor dem Behälter zu einem stärkeren Druckaufbau im Behälter, der wiederum eine höhere Freisetzung erzeugt.

Zu Punkt 4:

Es ist nicht plausibel, dass Nachrüstmaßnahmen existieren, die eine bewaffnete Terrorgruppe am Eindringen in das Lagergebäude hindern. Zudem besteht – wie bereits betont – die Möglichkeit für einen Beschuss der Lagerbehälter während eines werksinternen Transports vom Reaktorgebäude zum Lagergebäude.

¹⁸ Studie zu den Auswirkungen eine Beschusses der im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel aufbewahrten Behälter des Typs CASTOR V/52 mit panzerbrechenden Waffen; Oda Becker; Januar 2005

Teil C: Weitere mögliche terroristische Angriffsszenarien

Nicht nur der Angriff mit einer panzerbrechenden Infanteriewaffe auf die Behälter oder der Angriff mit einem Verkehrsflugzeug auf das Zwischenlager können zu erheblichen radioaktiven Freisetzungen führen. Im Folgenden werden drei weitere denkbare Angriffsszenarien auf einen Behälter des Typs CASTOR V/52 dargestellt, die von einer entschlossenen terroristischen Gruppe durchgeführt werden könnten und die zu erheblichen Freisetzungen führen würden. Der Angriff könnte sowohl bei der Lagerung im Zwischenlager als auch während des Transports auf dem Anlagengelände vom Reaktorgebäude zum Lagergebäude stattfinden.

C.1 Terroristischer Angriff mit einer Hohlladungsmine

Ein weiteres denkbare Angriffsszenario auf einen Behälter ist das Anbringen einer Hohlladungsmine an dem Behälter. Dazu müsste sich eine entschlossene bewaffnete Terrorgruppe Zugang zu einem Behälter verschaffen. Aufgrund der kurzen Zeit, die zur Durchführung eines derartigen Anschlags erforderlich ist, muss dieses für möglich gehalten werden.

Die Behörden in den USA halten offenbar einen derartigen Angriff mit einer Hohlladungsmine für denkbar. Untersuchungen zu einem möglichen Sabotageakt auf einen Transportbehälter für radioaktive Materialien wurden während der 1980er Jahre in zwei amerikanischen Forschungszentren (Sandia National Laboratories und Battelle Columbus Laboratories) durchgeführt. Die Forscher wählten eine kegelförmige Hohlladungsmine (M-3), damals eine der größten Hohlladungen der USA, als die gefährlichste Waffe der Saboteure aus. Diese Hohlladung kann 50 – 76 cm Stahl, somit auch die Wand eines Behälters, durchdringen. Sie erzeugte in den Untersuchungen eine Eingangsöffnung mit einem Durchmesser von etwa 10 cm. Die Forscher ermittelten, dass aus einem Behälter mit drei abgebrannten Brennelementen etwa 34 Gamm lungengängiges radioaktives Material freigesetzt werde.¹⁹ Das ist mehr als dreißigmal so viel wie die in den deutschen Beschussversuchen aus 1992 unterstellte Freisetzungsmenge von einem Gramm. So wären auch die radiologischen Folgen mindestens dreißigmal so hoch.

Die zu erwartenden Strahlendosen würden dann für den Kläger den Eingreifrichtwert übersteigen.

C.2 Terroristischer Angriff unter Einsatz einer Sauerstofflanze

Ein denkbares, das heißt unter technischen Gesichtspunkten verhältnismäßig einfach realisierbares, Angriffsszenario ist das Beschädigen eines Behälters während des Transports auf dem Gelände des Kernkraftwerks oder während der Lagerung im Zwischenlager mithilfe einer sogenannten Sauerstofflanze. Dazu müssten sich Terroristen Zugang zu den Transportbehältern verschaffen.

Eine tragbare, mobile Sauerstofflanze ist ein handliches Schneidgerät, das Materialien zehnmal schneller als Autogenbrenner trennt und bearbeitet. Es ist z. B. verpackt in einen Koffer

¹⁹ CRS (Congressional Research Service) Report for Congress: Transportation of Spent Nuclear Fuel, Mark Holt, Updated May 29, 1998, eingesehen im August 2011, <http://www.cnle.org/nle/crsreports/energy/eng-34.cfm#Studies%20of%20Potential%20Sabotage%20Hazard>

von nur 25x50x40 cm. Eine Sauerstofflanze (auch thermische Lanze genannt) verwendet ein technisches Verfahren, in welchem gasförmiger Sauerstoff mit hohem Druck durch ein Metallrohr strömt und am Ende des Rohres mit diesem in einem Brennvorgang reagiert. Die Brennstäbe schneiden durch jedes Material, z. B. auch durch Gusseisen und Glas. Die Brennstäbe bestehen aus einem langen, hohlen Metallrohr, das zur Vergrößerung der Oberfläche mit Stahldrähten gefüllt ist und von gasförmigem Sauerstoff mit hohem Druck und großer Geschwindigkeit durchflossen wird. Von einer Sauerstoffflasche wird über eine Schlauchleitung Sauerstoff durch diesen Brennstab geblasen. Der Brennstab wird mit Hilfe einer 12V Batterie elektrisch gezündet. Hierbei wird eine relativ kleine Flamme mit einer Schneidetemperatur von über 5.500°C erzeugt. Die hohe Temperatur ermöglicht extrem kurze Trennzeiten. Um z. B. ein Loch in eine 100 mm dicke Stahlplatte zu bohren, werden 6 Sekunden benötigt. Eine 300 mm dicke Felsplatte wird in weniger als 5 Minuten durchbohrt. Der Brennstab brennt wie eine Elektrode zurück und kann nach dem Abbrand rasch ausgewechselt werden. Für einen mobilen Einsatz kann der benötigte Sauerstoff in Stahlflaschen mittels eines Rückentraggestell (ähnlich eines Atemgerätes) am Mann getragen werden, zudem ist eine batterieunabhängige Zündvorrichtung erhältlich. Stahlbauunternehmen, Schlossereien, Recyclingfirmen, Abbruchunternehmen, Autowerkstätten usw. setzen zunehmend dieses thermische Schneidsystem ein. In einem stillgelegten Atomkraftwerk z. B. wurde ein Stahl-Behälter mit Wandstärken bis zu 400 mm von nur zwei Mann mit dieser kleinen Sauerstofflanze in kürzester Zeit zerlegt und entsorgt. Auch Feuerwehr- und Rettungsfahrzeuge werden teilweise bereits ab Fabrik mit diesen Geräten ausgerüstet.²⁰

Der Einsatz der Sauerstofflanzen ist weit verbreitet, die Geräte sind nicht teuer und leicht zu bedienen. Ein solches Gerät könnte von Terroristen einfach beschafft und eingesetzt werden. Im Falle eines derartigen Terrorangriffs ist davon auszugehen, dass ein Loch mit einem Durchmesser von mehreren Zentimetern in den Behälter in einigen Minuten gebohrt werden kann. Sobald die Brennelemente beschädigt werden, kommt es zu hohen radioaktiven Freisetzungen, die durch die hohen Temperaturen noch zusätzlich begünstigt werden.

C.3 Terroristischer Angriff mit einer Maschinenkanone

Ein weiteres denkbare Szenario ist ein terroristischer Angriff mit einer Maschinenkanone aus einem Fahrzeug oder einem Hubschrauber auf einen oder mehrere Behälter. Maschinenkanonen sind automatische Schusswaffen mit einem Kaliber größer als von Maschinengewehren und kleiner als von Feldgeschützen bzw. Artillerie. Diese Waffen sind z. B. in Kampfhubschraubern montiert. Eine feste Anbringungsart am Fahrzeug minimiert den Rückstoßeffekt, während die größtmögliche Präzision bei der Schussabgabe erreicht werden kann.

Ein Beispiel für eine Maschinenkanone ist die von den amerikanischen Streitkräften eingesetzte 30 mm *Chain Gun M230*. Sie hat eine Länge von 167 cm und ein Gewicht von 57 kg. Sie ist in der Lage, 625 Schuss pro Minute abzufeuern.²¹ Ein anderes Beispiel ist die wesentlich stärker verbreitete russische Maschinenkanone *Shipunow 2A42*. Sie hat eine Länge von rund 3 Metern, ein Gewicht von 115 kg und kann 330 – 600 Schuss pro Minute

²⁰ Wikipedia: Sauerstofflanze, eingesehen im August 2011, <http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstofflanze>; Homepage des Waffenexperten Detlef Joniskeit: Tragbare Trenntechnik mit über 5.500 °C, eingesehen im August 2011, http://www.joniskeit-1.de/Sauerstofflanze/Sauerstofflanze-1/body_sauerstofflanze-1.html

²¹ Wikipedia: M230 Chain Gun, eingesehen im August 2011, http://de.wikipedia.org/wiki/M230_Chain_Gun

abfeuern.²² Die zerstörende Wirkung der Maschinenkanonen entsteht durch die Vielzahl der schnellen Treffer. Eine Salve von rund 600 Schuss auf den gleichen Bereich eines Behälters kann diesen mit Sicherheit perforieren, Brennelemente im Inneren beschädigen und so zu einer erheblichen Freisetzung von radioaktivem Material führen. Die Höhe der Freisetzung hängt auch von der eingesetzten Munition ab. Als Munition können z. B. Wuchtgeschosse verwendet werden. Diese nutzen die kinetische Energie der Geschosse aus, um Stahl zu durchdringen. Verwendet wird dafür aufgrund seiner großen spezifischen Dichte meist abgereichertes Uran (depleted Uran (DU)). Die Zerstörungswirkung dieser Geschosse – auch bei einem Beschuss eines Behälters – wird durch die Tatsache verstärkt, dass sie beim Aufschlag verbrennen.

C.4 Terroristischer Angriff mit einer ATWG und thermobarischen Gefechtskopf

Noch deutlich höhere Freisetzungen sind bei einem Angriff mit einer Panzerabwehrwaffe zu erwarten, wenn zusätzlich ein thermobarischer Gefechtskopf verwendet wird. Die Wirkung thermobarischer Waffen oder Aerosolbomben (FAE = Fuel-Air Explosiv) beruht auf der Zündung einer in der Luft verteilten brennbaren Substanz. Aerosolbomben sind die militärische Anwendung der Explosionen von Benzin-Luft-Gemischen, die z. B. in Raffinerien katastrophale Unfälle verursachten. Ein thermobarischer Gefechtskopf besteht aus einem Behälter, der eine brennbare Substanz enthält. Zur Zündung werden zwei Sprengladungen verwendet: Die erste Sprengung verteilt den Brennstoff fein in der Luft, ein Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Aerosol, entsteht. Wenige Zehntelsekunden später zündet die zweite Sprengladung die Aerosolwolke. Die Verpuffung erfolgt fast gleichzeitig in einer Kugel mit einem Durchmesser von 10 bis 40 Metern.

Die Hauptwirkung thermobarischer Gefechtsköpfe wird durch die bei der Verpuffung entstehende Druckwelle erzeugt, sie zerstört Gebäude und Ausrüstungen. Der Überdruck der Detonation kann 30 bar erreichen. Aerosolbomben haben eine wesentlich stärkere Hitzewirkung als konventionelle Sprengladungen. Die Temperatur kann 2.500 bis 3.000°C betragen. Weiterer Schaden wird durch die Vakuumwirkung erzeugt: Die Explosion entzieht der Luft Sauerstoff, dadurch entsteht ein starker Unterdruck, der bewegliche Gegenstände anzieht und so zu weiteren Zerstörungen führt. Werden befestigte Räume, z.B. Bunker, beschossen, kann der Brennstoff in diese eindringen und dort erhebliche Zerstörung anrichten.²³

Bisher sind keine Untersuchungen zu den Auswirkungen eines thermobarischen Gefechtskopfes auf einen Behälter bekannt. Anhand ihrer Wirkungsweise ist aber, sollte dieser nach einem Hohlladungsbeschuss auf einen Behälter auftreffen, eine erhebliche radioaktive Freisetzung zu erwarten. Zum einen würden der starke, schnelle Druckaufbau und die große Hitze zu einer großräumigen Zerstörung der Brennstäbe führen und zum anderen würde durch die Vakuumwirkung das radioaktive Material gewissermaßen aus dem Behälter herausgesaugt. Die hohen Temperaturen würden die Freisetzung der leichtflüchtigen radioaktiven Stoffe (wie z. B. Cäsium) zusätzlich begünstigen.

²² Wikipedia: Schipunow 2A42, eingesehen im August 2011, http://de.wikipedia.org/wiki/Schipunow_2A42

²³ Economics Experts: Thermobaric Weapons, eingesehen im März 2010, www.economicexpert.com/a/Fuel:air:explosive.htm; Federation of American Scientists (FAS): Fuel/Air Explosive (FAE), eingesehen im März 2010, www.fas.org/man/dod-101/sys/dumb/fae.htm,

Wikipedia: Aerosolbombe, eingesehen im August 2011, <http://de.wikipedia.org/wiki/Aerosolbombe>

Ich versichere, dass diese Stellungnahme nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Weisung hinsichtlich der Ergebnisse erstellt worden ist.

Hannover, 10.06.2013

Oda Becker