

## VDI-STELLUNGNAHME

# **DIE SICHERHEITSTECHNISCHE AUSLEGUNG VON KERNTECHNISCHEN ANLAGEN IN DEUTSCHLAND GEGEN TERRORISMUS**

Die Anschläge auf das World Trade Center (WTC) und das Pentagon haben zu einer erneuten Diskussion über die Sicherheit kerntechnischer Anlagen geführt, die Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren, Wiederaufarbeitungsanlagen und die Zwischenlager für ausgediente Brennelemente betrifft.

Hervorzuheben ist dabei zunächst, dass - wie in den VDI-Nachrichten vom 20.09.2001 erläutert - Sicherheit nur durch eine Berücksichtigung aller beteiligten Systeme wie Flugzeug, Flughafen, Flugüberwachung, Personenkontrolle sowie Gebäudeauslegung und Katastrophenschutz erzielt werden kann.

So verfolgen moderne Sicherheitskonzepte eine ganzheitliche Philosophie, bei der eine möglichst vollständige Kette von Maßnahmen für Teilsysteme ineinander greift. Wird dieses Ziel verfehlt, dann kann das Sicherheitsniveau zuletzt nur so hoch sein, wie es das schwächste Glied in der Kette erlaubt. Würden nur isolierte Maßnahmen durchgeführt werden, etwa zur Trennung des Flugzeug-Cockpits vom Passagiererraum, um nach den schrecklichen Anschlägen schnell Handlungsfähigkeit zu beweisen, dann bliebe das Sicherheitsniveau des Gesamtsystems im schlimmsten Fall genau so hoch oder niedrig wie zuvor.

Die Diskussion über die Gefährdung von Kernkraftwerken durch Terroristen in Passagiermaschinen geht in entscheidenden Punkten in die falsche Richtung. In Deutschland gibt es 7.800 Anlagen (in den USA sollen etwa 50.000 derartiger Anlagen vorhanden sein), die der Störfallverordnung unterliegen, d.h. Anlagen, die bei Terroranschlägen oder unsachgemäßem Betrieb eine große Gefahr für die Bevölkerung darstellen können. Dazu gehören neben Kernkraftwerken Raffinerien, Treibstofflager, Erdgas- und Öltransportleitungen, Chemieanlagen usw. Diese alle gegen Terroristen in Passagierflugzeugen zu schützen ist technisch und finanziell nicht möglich. Der Schutz muss deshalb in den Flughäfen und bei den Flugzeugen ansetzen, wie es Israel uns allen in den letzten 30 Jahren vorgemacht hat. Die gleiche „Sicherheits-Philosophie gegen Terroranschläge“ vertreten auch die verantwortlichen Stellen in den USA und ergreifen bereits die notwendigen Maßnahmen. Die dortigen zuständigen Stellen und die verantwortlichen Politiker vertreten die Meinung, dass die 103 Kernkraftwerke in den USA, wegen der vergleichbar großen „Sicherheitsbarrieren gegen Terroranschläge“ und des sehr fraglichen Erfolgs eines „Flugzeug-Terror-Anschlags“ auf ein Kernkraftwerk, weniger gefährdet sein dürften als viele andere Objekte.

Die Auslegung der Kernkraftwerke gegen externe Einwirkungen berücksichtigt weltweit keine kriegerischen Einwirkungen und terroristischen Angriffe aus dem Luftraum. Der terroristische Missbrauch eines vollbetankten schweren Verkehrsflugzeuges als Bombe ist weltweit in der Vergangenheit bei keiner technischen oder zivilisatorischen Einrichtung jeglicher Art als Bedrohungsszenario einbezogen worden. Die heutigen Kernkraftwerke bieten in diesem Fall keinen vollen Schutz, sind jedoch so ausgelegt, dass selbst dieser extreme Störfall durch das korrekte Funktionieren der redundanten Notkühlsysteme beherrscht werden kann.

### A. Kernkraftwerke:

In der Folge der Absturzserie von über 150 Starfighter in den NATO-Ländern wurde dem Flugzeugabsturz seit den siebziger Jahren große Aufmerksamkeit gewidmet und Schritt für Schritt in den Neubauprojekten berücksichtigt.

Von den Kernkraftwerken in Deutschland sind

- fünf nicht explizit gegen Flugzeugabsturz ausgelegt.
- vier gegen Absturz eines Starfighters ausgelegt,
- zehn gegen Absturz einer Phantom F-4 ausgelegt.

Herauszustellen ist jedoch, dass die Kernkraftwerke, die nicht gegen Flugzeugabsturz ausgelegt wurden, gleichwohl weitreichenden Schutz gegen Flugzeugabsturz besitzen, wie angesichts der massiven Bauweise und der Auslegung gegen Erdbeben auch zu erwarten ist.

Dieses wird durch ein Mehrbarrieren-Konzept und die räumliche Trennung redundanter Sicherheitssysteme erreicht.

Das Barrieren-Konzept umfasst die Uranoxid-Matrix, das gasdichte Brennstoffhüllrohr, den Reaktordruckbehälter (RDB) umgeben von einem Stahlbetonzylinder (biologisches Schild) sowie weitere Betonstrukturen, den Sicherheitsbehälter und das Reaktorgebäude.

Bei der räumlichen Trennung werden redundante Sicherheitssysteme in verschiedenen Gebäuden oder Räumen untergebracht, um die Anlage gegen die (gemeinsamen) Folgen eines postulierten Flugzeugabsturzes zu schützen. Beispiel hierfür sind die bautechnisch vom Reaktorgebäude separierten Notstandssysteme mit ihren Kommandoleitständen. Hier ist also eine örtlich getrennte, flugzeugabsturzgesicherte Redundanz zu den Abschalt- und Nachkühlssystemen im Reaktorgebäude und zum Hauptkommandoraum des Kernkraftwerks gegeben. Die räumliche Trennung spielt einerseits wegen der weiträumigen Trümmerverteilung und andererseits wegen der Verteilung großer Treibstoffmengen nach einem Absturz eine wichtige Rolle für die Sicherheit.

Vorgelagerte Gebäude und die geografische Lage der Anlagen (u.a. Flusstäler) bieten zusätzlichen Schutz gegen gezielte Flugzeugabstürze.

## **Baulicher Schutz**

Seit 1974 existiert die RSK-Leitlinie 19.1 - Flugzeugabsturz - nach der eine Auslegung des Reaktorgebäudes und von Gebäuden mit Anlagen, die für die sichere Nachwärmeabfuhr von Bedeutung sind, gegen Flugzeugabsturz für notwendig gehalten wird. Vergleichbare Anforderungen werden in keinem anderen Land außer der Schweiz gestellt. Es war in Deutschland seinerzeit mit dieser RSK-Leitlinie immer auch der Schutz gegen Einwirkungen Dritter (Sabotage) angestrebt worden.

In der RSK-Leitlinie (Stand seit 1979) wurde hierbei ein Stosslast-Zeit-Diagramm definiert, das den Absturz einer schnellfliegenden Militärmaschine konservativ abdeckt. Die Kernkraftwerke, die nach 1973 ihre 1. Teilerrichtungsgenehmigung erhielten, sind so gegen ein Stosslast-Zeit Diagramm von maximal 110 MN (Phantom II, 20 Tonnen, 780 km / h) mit einer Belastungsfläche von 7 m<sup>2</sup> bei der konservativen Annahme einer senkrecht auf jede Schutzstruktur abstürzenden Militärmaschine ausgelegt.

Derzeit erste ingenieurmäßige Abschätzungen haben ergeben, dass Flugzeugtypen ähnlich Boeing 757 / 767 (wie von den Terroristen in den USA verwandt) keine höheren Belastungen als die den deutschen Lastannahmen zugrunde gelegte Phantom F-4 zur Folge haben. Auch die Boeing 747 würde keine höhere Belastung verursachen.

Die mittlere Flächenlast, die beim Aufschlag einer B747 auf das Reaktorgebäude wirkt, ist bei einer Anfluggeschwindigkeit von ca. 470 km / h (halbe Reisegeschwindigkeit) wesentlich kleiner, bei Maximalgeschwindigkeit etwas geringer als diejenige, für die moderne Reaktorgebäude ausgelegt sind.

### Ziele der baulichen Maßnahmen bei kerntechnischen Anlagen:

- Standsicherheit,
- Penetrationsschutz (kein Eindringen von Treibstoff),
- Beherrschung der induzierten Erschütterungen,
- keine rückseitigen Abplatzungen (wenn sicherheitstechnisch wichtige Komponenten getroffen werden könnten).

Durch die Auslegung des Kernkraftwerks gilt es einerseits sicherzustellen, dass die Tragfähigkeit der relevanten, getroffenen Bauteile ausreichend ist, und andererseits muss verhindert werden, dass das Reaktorgebäude durchschlagen wird. Damit wird sichergestellt, dass der Reaktorkern, das Kühlsystem und wichtige Sicherheitssysteme vom Triebwerk oder von herabstürzenden Kernkraftwerks- Bauteilteilen nicht direkt getroffen werden.

Die Behauptung, dass die globalen Belastungen beim Aufprall zu Rohrleitungsbrüchen im Inneren des Reaktorgebäudes führen, kann nicht geteilt werden, da durch die spezifische Bauweise der Betonkuppel die Einbauten weitgehend mechanisch entkoppelt sind. Rückseitige Abplatzungen bei nicht durchschlagener Betonschale bedrohen deswegen keine Einbauten, weil zwischen der Betonschale und dem stählernen Sicherheitsbehälter (mit ca. 30 mm Wandstärke) ein breiter Spalt vorhanden ist. Dieser Spalt ist mit Helium gefüllt, das einen Unterdruck (gegen den äußeren Luftdruck aufweist).

Erste Untersuchungen haben ergeben, dass die Trennfläche zwischen Gebäude und Erdreich beim Aufprall einer B747 (Startgewicht max. ca. 400 Tonnen, Treibstoffgewicht ca. 140 Tonnen) Kräfte aus verhinderter Verschiebung von maximal 27 mm abtragen muss. Dabei wurde modellhaft angenommen, dass der Sicherheitsbehälter (Gewicht 160.000 Tonnen) betriebsbereit während des Stoßprozesses idealisiert an einem Faden aufgehängt ist. In diesem Modell wurde vernachlässigt, dass die Verschiebung am Ende der Kraftwirkung nicht beendet wäre.

In der deutschen Reaktorsicherheitsforschung wurde der Lastfall Flugzeugabsturz u.a. in Großversuchen am stillgelegten Heißdampfreaktor (HDR) in Großwetzheim bei Frankfurt experimentell überprüft. Versuche und zugehörige Rechnungen haben das in Deutschland typische Auslegungskonzept mit seiner flexiblen Anordnung des Rohrleitungssystems ohne Stoßbremsen bestätigt und darüber hinaus erhebliche Sicherheitsreserven nachgewiesen.

Bei einem Flugzeugabsturz auf ein Kernkraftwerk handelt es sich im wesentlichen um den Absturz einer wenig steifen, dünnwandigen und „weichen“ Konstruktion aus Leichtmetall auf eine harte, dickwandige und relativ zum Flugzeug unnachgiebige und fest verankerte Struktur des Kernkraftwerks (gedrungener Massivbau aus Stahlbeton). Entscheidend für die Berechnung der Wandstärke des Reaktorgebäudes sind beim Absturz deshalb Ausrichtung, Gewicht und Geschwindigkeit der Triebwerke mit ihren schweren Triebwerkswellen aus geschmiedetem Stahl. Die Wellen sind nur relativ gesehen schwer. Die kritische innere Welle des schwersten derzeit zugelassenen Triebwerks wiegt grob geschätzt 500 kg (0,5 Tonnen).

Die Berechnung geht dabei von konservativen Annahmen aus (keine Berücksichtigung der plastischen Verformungsanteile, der Nachhärtung des Containment-Betons und der Schutzfunktion der 30 mm dicken inneren Schutzhülle aus hochfestem Stahl, so dass entsprechende Sicherheitsreserven vorliegen).

Andererseits weisen zwar die Triebwerkswellen der Passagiermaschinen die vierfache Masse der Wellen der Militärjets auf, jedoch liegt die maximale Anfluggeschwindigkeit von Passagiermaschinen in Bodennähe bei maximal 400 km/h (bei der Auswertung der Videoaufnahmen beim Anschlag auf das WTC wurde eine Geschwindigkeit der B747 von 350 km/h ermittelt). Berücksichtigt man lediglich diese Verhältnisse, so ergibt sich etwa die gleiche wirksame kinetische Energie beim Auftreffen der Triebwerkswellen auf das Bauwerk. Der längere, deformierbare Rumpf einer Passagiermaschine führt darüber hinaus noch zu einer weiteren Absenkung der möglichen Auftreffgeschwindigkeit. Selbst, wenn beim Auftreffen im Steilanflug die volle Reisegeschwindigkeit von 940 km/h angenommen wird, können auch in diesem Fall bei der (nicht sehr wahrscheinlichen) höchst denkbaren Auftreffgeschwindigkeit die Flächenlasten beherrscht werden.

Der Lastfall der gezielten Kollision eines Passagierflugzeugs mit dem erheblich tiefer liegenden Reaktorgebäude (ca. 40 m gegenüber 400 m beim WTC) sollte vertieft an Flugsimulatoren untersucht werden. Insbesondere ist dabei die Frage zu klären, ob die maximal mögliche Anfluggeschwindigkeit von 400 km/h (Lande-anflug) bei den vorliegenden geografischen Verhältnissen und der Anordnung der Gebäude überhaupt erreichbar ist. Auch die theoretisch angenommene Möglichkeit eines steilen Sinkflugs mit 940 km/h sollte in Szenariorechnungen untersucht werden.

Im baulichen Schutz der Gebäude sind folgende Reserven vorhanden :

- durch Auslegung auf Vollschutzdicke (Penetrationsdicke von 1300 mm nach konservativer Berechnung/ Vollschutzdicke 1500 mm gegen Phantom-Absturz) ist der in der Regel noch ausreichender Penetrationsschutz für deutlich höhere Lastfunktionen gegeben. Betrachtet man, wie aus dem unten genannten Crash – Versuch hervorgeht, die Eindringtiefe von nur 180 mm, so ist im Verhältnis zur zulässigen Penetrationsdicke von 1300 mm ein Sicherheitsfaktor von größer als 7 gegeben.
- Reserven in der Biege- und Zugbewehrung,
- Nachhärtung des Betons (die Betondruckfestigkeit erhöht sich mit zunehmender Lebensdauer z. B. von 30 N / mm<sup>2</sup> auf ca. 40 N / mm<sup>2</sup> innerhalb von 20 Jahren),
- für Flächenbelastungen (globale Standsicherheit) waren Explosionsdruckwellen oder Erdbeben auslegungsbestimmend, nicht die „Phantom“.

Von Japan und Deutschland 1982 in den USA in Auftrag gegebene Versuche haben gezeigt, dass bei einer gezielten Kollision einer Phantom-Maschine (Aufprallgeschwindigkeit ca. 780 km/h) mit einer 3m dicken Betonwand lediglich Abplatzungen mit einer Eindringtiefe von 18 cm zu verzeichnen waren (VDI-Nachrichten vom 19. Oktober 2001).

Dieses Ergebnis zeigt sehr deutlich, dass bei den ursprünglichen Rechnungen 130 cm Penetrationsdicke sehr konservative Annahmen getroffen worden sind.

Das Ergebnis dieses Versuches zeigt, dass auch ältere kerntechnische Anlagen, die nicht gegen einen Phantom-Absturz ausgelegt sind, durchaus das Potential haben, einem gezielten Angriff mit einer Passagier- oder Militärmaschine zu widerstehen.

## **Brandschutz**

Die potenziell große Treibstoffmenge eines Linienflugzeuges ist eine Gefahr für das Kernkraftwerk, da durch einen großen Brand im Reaktorgebäude sowohl die Funktion der Kühlkreisläufe als auch die der Sicherheitssysteme betroffen wäre. Aus diesen Gründen wird mit einem wirksamen Penetrationsschutz (= Wandstärke und Armierungsdichte) das Eindringen großer Mengen von ausgetretenem Kerosin in das Reaktorgebäude verhindert.

Deutlich größere Mengen von Treibstoff stellen offene Fragen an die Beherrschbarkeit des Störfallablaufs, sofern ein Eingreifen des Personals erforderlich sein sollte, um das Nachkühlsystem zu erhalten.

Bezüglich Brand gelten generell sehr strenge Auslegungskriterien im Inneren der Anlage.

Im Reaktorgebäude und im Reaktorhilfsgebäude mit Sicherheitssystemen gibt es fest definierte Brandabschnitte, über die ein Brand oder Rauch sich nicht ausbreiten kann. Dieses Brandschutzkonzept gilt für Komponenten, Systeme und Leitechnik. Ein Brand außerhalb der Gebäude ist daher abgedeckt durch das Brandschutzkonzept innerhalb der Gebäude. Brände im Maschinenhaus und in Hilfsanlagegebäuden sind zwar spektakulär, haben aber keine Rückwirkung auf die Reaktorkontrolle. Für Auslegungserdbeben wird zum Beispiel angenommen, dass das Maschinenhaus und die Hilfsanlagen nicht mehr zur Verfügung stehen.

Ohne im Moment auf weitere Einzelheiten einzugehen, kann insgesamt gesagt werden, dass der (auch gezielte) Absturz eines Militär- oder Verkehrsjets bezüglich Brand keinen Einfluss auf die sichere Abschaltung des Reaktors hat.

Der Kerosinbrand findet, da das Reaktorgebäude nicht durchschlagen wird, außerhalb des Reaktorgebäudes statt. Beim Aufschlag kommt es zu einer Explosion von fein verstäubtem Treibstoff. Da das Verbrennungsverhalten von Kerosin dem des Dieselkraftstoffs ähnelt, sollte sich nachweisen lassen, dass die Auslegung des Gebäudes gegen Explosionsdruckwellen die Kerosinexplosion abdeckt. Der Brand selbst findet im Freien statt, verläuft heftiger und verläuft deshalb deutlich schneller als beim WTC. Die vom Reaktorgebäude herunter fließenden brennenden Treibstoffmengen gelangen in eine Kiesschüttung. Die Wandstärken und die geringe Wärmeleitfähigkeit des Betons bewirken, dass sich im Inneren des Reaktorgebäudes kaum eine Wärmeentwicklung bemerkbar macht.

### **Sicherheitssysteme**

Der radioaktive Reaktorkern befindet sich im sogenannten Reaktordruckbehälter (RDB), der noch einmal von massiven Innenwänden (biologischer Schild) geschützt wird. Sollten durch das Reaktorgebäude und den Sicherheitsbehälter durchdringende Flugzeugteile mechanische Zerstörungen verursachen, könnten diese nur den Primärkühlkreis im Bereich der Dampferzeuger oder diese selbst betreffen, nicht aber den RDB. Deutsche Kernkraftwerke sind grundsätzlich gegen den Bruch einer Hauptkühlmittelleitung („2F-Bruch“) ausgelegt. Alle sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten sind redundant und räumlich getrennt angeordnet. Demzufolge würde die Beschädigung der Hauptkühlmittelleitung beherrscht werden können.

In diesem Fall würde der Reaktor sofort druckentlastet, Dampf und Wasser würden aus der Bruchstelle austreten und im Sicherheitsbehälter aufgefangen werden. Die Notkühlung tritt in Aktion, wobei sowohl von oben als auch von unten Kühlwasser aus Druckbehältern und anschließend aus Flutbehältern an den Reaktorkern gebracht wird. Diese Notkühlung ist vierfach redundant ausgelegt.

Fünf Systeme gewährleisten bei einem 2F-Bruch die Sicherheit eines Reaktors:

1. Das Schnellabschaltsystem, das bei Störungen im Schutzsystem automatisch wirksam wird;
2. Not- und Nachkühlsysteme (vierfach redundant) mit jeweils einer Hochdruckpumpe, zwei Druckspeichern, einer Nachkühlpumpe, einem Notstromdiesel, einem Zwischen- und Nebenkühlkreis und einem Flutbehälter;
3. Sicherheitsumhüllungen vom Brennstoffhüllrohr, über den Reaktordruckbehälter, dem leckdichten Sicherheitsbehälter, dem 30 mm dicken Stahlcontainment und der Betonhülle des Gebäudes;
4. Notstromversorgung aus einem gegen Flugzeugabsturz gesicherten Nebengebäude, ebenfalls mehrsträngig redundant;
5. Reinigungs- und Filteranlagen für den Rückhalt radioaktiver Stoffe.

Ein schwerer Störfall mit massiver Freisetzung radioaktiver Stoffe durch mechanische und Brandeinwirkungen ist damit wenig wahrscheinlich und nach Ausfall der Hauptkühlung nur dann zu erwarten, wenn:

- die auslegungstechnischen Brandschutzmaßnahmen versagen;
- Brandbekämpfungsmaßnahmen erfolglos bleiben,
- alle redundanten Notkühlsysteme und Notstromversorgungen ausfallen;
- die gefilterte Druckentlastung den ansteigenden Druck nicht mehr ausgleichen und
- der Sicherheitsbehälter dem Überdruck nicht mehr standhalten kann.

Für Druckwasserreaktoren deutscher Bauart haben hypothetische Modellrechnungen eine Zeitspanne von 4 Tagen vom Störfallbeginn (Ausfall der Hauptkühlung/nachfolgender Ausfall aller vier Notkühlsysteme) bis zur Freisetzung von radioaktiver Strahlung ergeben.

### **Sofortige Abschaltung**

Die Sicherheit im abgeschalteten Zustand entspricht quasi derjenigen bei einem Leistungsbetrieb hinsichtlich des radioaktiven Inventars. Neben dem Reaktordruckbehälter mit der Brennelemente-Kernladung befindet sich das Abklingbecken mit den ausgedienten Brennelementen. Diese müssen bis zur Entladung in CASTOR-Behälter etwa ein

Jahr abkühlen. Das Abklingbecken enthält auf Grund der Transportsituation in Deutschland fallweise 2-3 Kernladungen. Demzufolge bringt eine sofortige Abschaltung keinen Sicherheitsgewinn.

### B. Forschungsreaktoren

Forschungsreaktoren sind von der RSK-Leitlinie 19.1 nicht erfasst worden. In ihnen beträgt das radioaktive Inventar nur einen Bruchteil desjenigen in Kernkraftwerken (thermische Leistung: ca. 4.000 MW). Forschungsreaktoren sind daher in Deutschland und weltweit nicht gegen Flugzeugabsturz ausgelegt. Eine Ausnahme macht hier allerdings der FRM-II-München, der von seinem Bauherrn freiwillig wie ein Kernkraftwerk geschützt wurde.

Die Genehmigungsbehörden haben jedoch verschiedentlich, wie z.B. beim Umbau des BER II am HMI in Berlin, Risikostudien, u.a. auch für den Flugzeugabsturz auf das Reaktorgebäude verlangt. Die Studie wies für Flugzeugabsturz bei Eintrittswahrscheinlichkeiten um  $10^{-7}$  p.a. im Extremfall keine „Soforttoten“, aber „Langzeitschäden“ bis zu max. 350 durch radiologische Belastungen aus. Auch das gilt allerdings nur, wenn man vorsichtshalber eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert unterstellt.

### C. Wiederaufarbeitungsanlagen

Das Zwischenlager der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) für das hochaktive Abfallkonzentrat /HAWC) ist nach der RSK-Leitlinie 19.1 gegen Flugzeugabsturz ausgelegt.

Die im Bau befindliche Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) ist ebenfalls nach der RSK-Leitlinie 19.1 gegen Flugzeugabsturz ausgelegt.

Die zugehörigen und nur temporär betriebenen Verbindungsleitungen sind gegen Trümmerlasten aus einem Flugzeugabsturz ausgelegt und werden darüber hinaus durch die vorgelagerten Gebäude (ELMA, LAVA und VEK) vor direkten Absturzwirkungen geschützt.

Das Prozessgebäude der WAK befindet sich im Rückbau. Das freisetzbare Restinventar an radioaktiven Stoffen ist deshalb vernachlässigbar gering.

### D. Zwischenlager für ausgediente Kernkraftwerk-Brennelemente

Die Reaktorsicherheitskommission (RSK), das Beratungsgremium des Bundesumweltministeriums zur Kerntechnik, hat „Sicherheitstechnische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern“ vorgelegt.

Es gibt eine Mehrheitsmeinung, die in folgendem Satz formuliert ist: „Die Vorsorge gegen Auswirkungen durch Flugzeugabsturz und Druckwelle kann entweder durch den Behälter oder durch die Kombination von Behälter und Lager bzw. Lagergebäude erreicht werden.“, Das heißt, die **Mehrheitsmeinung** geht davon aus, dass der Schutz gegen Flugzeugabsturz und Druckwellen im Genehmigungsverfahren nachgewiesen werden muss und dass dabei der Behälter (Typ: CASTOR z.B.) mindestens einen Teil dieser Rückhalteleistungen mitbringen muss.

**Die Minderheitsmeinung** sagt, dass das Lagergebäude den Schutz gegen Flugzeugabsturz und Druckwellen bringen muss. Die am 01.03.2001 verabschiedete Leitlinie entspricht dem hier dargestellten Standpunkt der Mehrheitsmeinung. Die Minderheitsmeinung ist im Protokoll dieser Sitzung festgehalten.

Die Sicherheit der Zwischenlager für ausgediente Brennelemente gegen Einwirkungen von außen wird hauptsächlich bestimmt durch die besonderen Sicherheitseigenschaften der Transport- und Lagerbehälter. Die Untersuchungen an CASTOR-Transport- und Lagerbehältern haben eindeutig gezeigt, dass Sicherheitsreserven vorliegen und die Sicherheitsfunktionen auch im Fall von Explosionen, Flugzeugabstürzen und mehrstündigen Brandeinwirkungen erhalten bleiben.

Detailinformationen dazu sind dem Tagungsband der Tagung vom 14./15. März 2001 in Bonn „Standortnahe Zwischenlager“; INFORUM Verlag, ISBN 3-926956-43-7, zu entnehmen, in dem die Beiträge der gleichnamigen Gemeinschaftstagung des Deutschen Atomforums, der Kerntechnischen Gesellschaft und der VDI-Gesellschaften Bautechnik und Energietechnik zusammengefasst sind.

### **FAZIT**

- Es muss klargestellt werden, dass - gleichgültig wie weit die sicherheitstechnischen Reserven reichen - ein absoluter Schutz ist dann nicht gegeben, wenn theoretisch vorstellbare unbegrenzte Mittel (z.B. mehrere Großflugzeuge hintereinander) für terroristische Anschläge angenommen werden, was offensichtlich nur eine hypothetische, kaum aber eine wahrscheinliche Annahme ist.
- Der Schutz vor Terror-Anschlägen ist nur bei ganzheitlicher Berücksichtigung aller Teilsysteme wirksam zu verbessern. Dabei muss es ein vorrangiges Ziel sein, den Missbrauch von Verkehrsflugzeugen als Waffen für

Terroristen zu verhindern. Hier sei auf das bekannte Konzept der „Flughafen – und der Flugzeug – Sicherungsmaßnahmen“ in Israel verwiesen, das auch in den USA und in anderen Ländern realisiert werden soll.

- Die deutschen Kernkraftwerke sind (im Unterschied zu den meisten weltweit errichteten Anlagen) so ausgelegt, dass Abstürze von Passagiermaschinen und Militärflugzeugen auf Nebengebäude (inklusive Kommandoraum, Schaltanlagegebäude) zu keinem Kernschaden führen. Darüber hinaus weisen neuere Anlagen einen hohen Schutz gegen Abstürze von Militär- und großen Passagiermaschinen auf das Reaktorgebäude auf. Die Auslegung wurde entsprechend dem Stand der Technik konservativ vorgenommen. Das bedeutet, dass alle Anlagen über gewisse Reserven verfügen.
- Die sofortige Abschaltung von Kernkraftwerken führt wegen des radioaktiven Inventars zu keinem Sicherheitsgewinn.

VDI Verein Deutscher Ingenieure  
Michael Schwartz; Pressesprecher  
Graf-Recke-Str. 84; 40239 Düsseldorf  
Tel: +49 (0) 211 6214 275; Fax: +49 (0) 211 6214 156  
Mobil: +49 174 9964589  
E-Mail: Schwartz@vdi.de

VDI-Gesellschaft Energietechnik/ Fachausschuss Kerntechnik  
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Ernst-Günter Hencke VDI  
Tel: +49 (0) 211 6214 416; Fax: +49 (0) 211 6214 144

-