

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89 (1971)
Heft: 4

Artikel: Zur Frage der Gefährdung von Atomkraftwerken durch einen Flugzeugabsturz
Autor: Widler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84746>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

pressen des flüssigen Betons geschah von der Kugellinnen-seite her durch 471 dafür vorgesehene und im Behälter eingeschweisste Verpressstutzen.

Die Montage der Sicherheitshülle erfolgte in zwei Phasen. In einem ersten Bauabschnitt wurden Bleche von insgesamt 800 t Gewicht in 3½ Monaten montiert. Nach einer Pause von etwa sechs Monaten für die Einbringung

des Innenbetons stellte man in einem zweiten Bauabschnitt innerhalb von 8½ Monaten etwa 1750 t Bleche und Schleusen auf. Da bei früheren Kernkraftwerken mit wesentlich geringeren Gewichten die gleiche Bauzeit von insgesamt zwölf Monaten zur Verfügung gestanden hatte, wurde hier mit mehr als 5000 m Schweissnähten Aussergewöhnliches geleistet.

Über die elektrische Raumheizung in der BR Deutschland

DK 628.81:621.36

Über dieses aktuelle Thema berichtet Dr.-Ing. B. Stoy, Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG (RWE), Essen, in «Österreichische Ingenieur-Zeitschrift» 13 (1970), H. 9, S. 323—328. Im gleichen Heft haben zwei weitere Aufsätze über diesen Fragenkreis Raum gefunden, nämlich Dr.-Ing. E. Jacobi, Düsseldorf: Die elektrische Raumheizung im Wohnungs- und Schulbau in der Bundesrepublik Deutschland, und Dr.-Ing. G. Ehrenstrasser und Dipl.-Ing. H. Harich, Wien: Die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Wohnraumheizung in Österreich. Was zunächst auffällt, ist die überaus starke jährliche Zunahme der elektrischen Raumheizung, namentlich auch in zehennahen Gebieten: Sie beträgt bei der Speicherheizung seit Jahren etwa 50 %, bezogen auf die bis zum Vorjahr insgesamt installierte Leistung. Im Jahre 1968 stieg in Westdeutschland die Anzahl der elektrisch geheizten Wohnungen von 190 000 auf 320 000, was 1,5 % des Wohnungsbestandes entspricht; 1969 erhielten von 50 000 Neubauwohnungen bereits 25 000 elektrische Heizung.

Von den verschiedenen Heizsystemen entfällt der überwiegende Anteil auf Speicherheizgeräte (im Gebiet der RWE sind es 94 %); auf Blockspeicher kommen nur 1 % und auf die Fussbodenheizungen rund 5 %. Diese Anteile

verschieben sich je nach den zu entrichtenden Strompreisen.

Vergleicht man die Jahreskosten der Wärmeversorgung, so liegen sie bei fossilen Brennstoffen meist niedriger als bei elektrischer Heizung. Diese bietet aber andere wesentliche Vorteile: Sie genügt hohen Komfortansprüchen, verunreinigt die Aussenluft nicht, bedarf weder eines Schornsteins noch eines Brennstofflagers mit Heizraum, lässt sich bedienungs- und wartungsfrei betreiben, genau individuell regeln, messen und verrechnen und mit Klimageräten verbinden. Die stark steigende Nachfrage ermöglicht niedrige Gestehungskosten der Apparate, die schon einen hohen Stand technischer Vollkommenheit erreicht haben und noch immer weiter verbessert werden. Voraussetzung ist eine wärmedichte Bauweise mit vernünftigen Fensterflächen. Günstige Anwendungsmöglichkeiten bieten ausser Wohnsiedlungen auch Schulen, Kirchen, Verwaltungs- und Bürogebäude, Turnhallen. Besondere Aufmerksamkeit wird man der Verbindung mit Klimageräten und mit Wärmepumpen zu schenken haben, besonders dort, wo günstige Wärmequellen (z. B. Grundwasser) verfügbar sind. Hervorragend geeignet sind alsdann Wärmepumpen für Schwimmbäder und Duschen, wo die Wärme nur bei mässigen Temperaturen (25 bzw. 40 ° C) abzugeben ist.

Zur Frage der Gefährdung von Atomkraftwerken durch einen Flugzeugabsturz

DK 656.7.082:621.039.5

Von A. Widler, dipl. Ing., Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Atomkraftwerk von einem Flugzeug getroffen werden könnte, ist äusserst gering. Untersuchungen für ein ausländisches Kraftwerk, das nur 4 km vom Pistenrand eines Flugplatzes entfernt liegt, haben ergeben, dass bei Annahme von 8000 Abflügen und Landungen pro Jahr ungefähr ein Treffer in 6 Mio Jahren zu erwarten wäre. Wegen dieser äusserst geringen Wahrscheinlichkeit ist denn auch die Berücksichtigung des Falls *Flugzeugabsturz* bisher bei der Projektierung von Atomkraftwerken in der Schweiz nicht vorgeschrieben worden. In der Folge der Katastrophe von Würenlingen am 21. Februar 1970 ist nun aber oft die Frage nach den möglichen Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das Atomkraftwerk Beznau gestellt worden. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG haben diesbezüglich umfangreiche Untersuchungen und Berechnungen durchgeführt. Im folgenden soll über einige Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet und gleichzeitig Stellung genommen werden zu kürzlich veröffentlichten Artikeln, wo behauptet wird, bei einem Flugzeugabsturz würde die Anlage zerstört und die Gegend durch radioaktives Wasser und Spaltprodukte verseucht.

Bei der Analyse des Aufpralls eines Flugzeuges oder von Flugzeugteilen auf die Reaktorschliessung Beznau ist es notwendig, sich Rechenschaft zu geben über die kon-

struktive Beschaffenheit sowohl des Zielobjektes als auch des Geschosskörpers, um den Stossvorgang quantitativ erfassen zu können. Von den dortigen Reaktorschliessungen (Containment) wäre zunächst das äussere, auf der Innenseite mit Stahl verkleidete Betongehäuse der Stosseinwirkung ausgesetzt. Einen zweiten Schild bildet der innere, druckfeste rund 30 mm starke Behälter aus hochfestem Stahl. Er hat vom Betongehäuse einen Abstand von 1,50 m.

Die radioaktive Medien enthaltenden Anlageteile, wie die unteren Teile der Dampferzeuger, die Pumpen des Hauptkühlkreislaufes und das Reaktordruckgefäss, liegen im Innern des Reaktorgebäudes, das aus massiven Eisenbetonwänden und -decken besteht¹⁾. Das Reaktordruckgefäss aus Stahl weist Wandstärken von 18 cm auf und ist umgeben von einem Eisenbetonmantel von 2,50 m Stärke. Der ganze Anlagenteil, umfassend Reaktorgebäude, Reaktorschliessung und Ausrüstung, wiegt rund 60 000 t. Kann man also das Zielobjekt als ausgesprochen schwer und robust bezeichnen, so ist auf der anderen Seite das Flugzeug mit zum Beispiel 110 t (maximales Landegewicht einer DC-8) ein relativ leichter Körper und zudem von geringem spezifischen Gewicht und geringer Gestaltfestigkeit. Das spezifische Gewicht eines beladenen Flugzeuges beträgt rund 0,14 t/m³, also etwa 60 mal weniger als Stahl. Selbst die

Triebwerksätze als Teile der grössten Massenkonzentration erreichen nur ein spezifisches Gewicht von rund $0,25 \text{ t/m}^3$.

Aus der Überlegung heraus, dass sich ein Triebwerk vom Flugzeugrumpf lösen und wie ein Geschoss auf das Objekt auftreffen kann, ist nicht nur das Verhalten des ganzen Betongehäuses unter dem Aufprall eines intakten Flugzeuges untersucht worden, sondern auch die örtliche Gefährdung durch ein isoliertes Triebwerk. Der Untersuchung wurde das Triebwerk einer DC-8 zugrunde gelegt und als Aufprallgeschwindigkeit die Grenzgeschwindigkeit für freien Fall eingesetzt.

Die Untersuchung hat ergeben: *Der Aufschlag eines Triebwerkes auf die Betonkuppel würde weder zu einem Durchschlagen noch zu Abplatzen von Betonteilen auf der Kuppelinnenseite führen.* Dieses für die Betonkuppel gültige Ergebnis ist ohne weiteres auf den zylindrischen Teil des Betongehäuses übertragbar, da dieser dickwandiger ist.

Um die Beanspruchung des äusseren Betongehäuses beim Aufprall eines intakten Flugzeuges der Berechnung zugänglich zu machen, muss die angreifende Kraft nach Betrag und Einwirkungsdauer bekannt sein. Betrag und zeitlicher Verlauf der Stosskraft hängen im wesentlichen ab vom Widerstand, den der Flugzeugrumpf der Stauchverformung entgegensetzt, von der Massenverteilung über den Flugzeugkörper und der Geschwindigkeit des Flugzeuges. Sie erreicht nach durchgeführten Versuchen einen grössten Wert von rund 7000 t und wirkt während rund 0,33 s.

Nachdem eine Vorabklärung gezeigt hatte, dass die Vorgänge im wesentlichen als statisches Problem betrachtet werden können, wurde die eigentliche statische Berechnung

mit der Methode der Finiten Elemente auf elektronischem Weg durchgeführt. Die Berechnung hat gezeigt:

1. Beim Lastangriff senkrecht von oben verhält sich das ganze Betongehäuse elastisch und vermag dem Aufprall eines Flugzeuges vom Typ Coronado zu widerstehen. Im Beton treten Druckspannungen bis 430 kp/cm^2 auf, und die grösste Durchbiegung liegt bei 2,5 cm.
2. Beim horizontalen Lastangriff wird die Zylinderschale in der Umgebung der Lastfläche während der Stossdauer von rund 0,3 s einer plastischen Verformung unterworfen. In der Betonwand entsteht schlimmstenfalls ein Loch beschränkter Grösse. In mässiger Entfernung von der Belastungsfläche verhält sich die Zylinderschale aber bereits wieder voll elastisch.

Nun bedeutet aber eine lokale Zerstörung des äusseren Betongehäuses noch nicht eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen, da hinter dieser Schale die genannten Abschirmungen vorhanden sind, die die restliche kinetische Energie aufnehmen könnten. Ob diese Ergebnisse auch für wesentlich grössere Flugzeugtypen Gültigkeit haben, ist noch nicht untersucht worden. Es ist jedoch anzunehmen, dass zum Beispiel ein Grossraumflugzeug für die Reaktorsumschliessung keine grössere Gefährdung darstellen würde als eine Coronado, wenn man sich vor Augen hält, dass:

- die Reisegeschwindigkeit im gleichen Bereich liegt
- das Raumgewicht kleiner ist
- der Stossvorgang länger dauert
- das Gewicht mit rund 280 t immer noch sehr klein ist im Vergleich zum Gewicht des Zielobjektes von 60 000 t.

Umschau

Persönliches. Beim Zugförderungs- und Werkstätdienst der Schweiz. Bundesbahnen sind auf Neujahr 1971 folgende Änderungen eingetreten: anstelle des zum OMI beförderten *Paul Winter* (s. S. 988 letzten Jahrgangs) ist *Jacques Bonny*, bisher Chef der Werkstätte Yverdon, Chef des Werkstätdienstes bei der Generaldirektion geworden. Sein Nachfolger in Yverdon ist *Marcel Desponds*. Der Chef der Werkstätte Olten, *Robert Spahr* SIA, ist in den Ruhestand getreten; sein Nachfolger ist *Hans Albert Weber*. Alle Genannten sind diplomierte Ingenieure. — Aus dem Ingenieurbüro Dr. E. Burgdorfer & W. Moor in Bern hat sich Dr. *Ernst Burgdorfer* nach mehr als vierzigjähriger, erfolgreicher Tätigkeit zurückgezogen. An seiner Stelle hat *Peter Moor* die Leitung der Brücken- und Hochbauabteilung übernommen. Dessen Vater, *Wilfried Moor*, betreut weiterhin die Strassenplanungs- und Tiefbauabteilung. Beide Kollegen sind dipl. Bau-Ingenieure SIA, GEP, ASIC. Die Firma heisst Ingenieurbüro Moor, Bern. DK 92

Dichtungsmittel für poröses Material. Ein Polyurethan-Dichtungsmittel dringt in jede poröse Substanz so tief ein und ist derart stark klebend, dass es praktisch dauerhaften Schutz bietet. Es absorbiert aus der Luft oder von der Oberfläche, auf die es aufgebracht wird, Feuchtigkeit, um einen festen Kunststoff zu bilden. Da es von feuchten atmosphärischen Zuständen unbeeinflusst bleibt, eignet es sich für Innen- und Aussenarbeiten und zum Abdichten von Mauerwerk, Verputz, Beton, Gips und sämtlichen Hölzern. DK 66.026:699.8

Über 180 m² Pilkington-Dreischeibenglas wurden im schrägen Dach der evangelischen Kirche in Lauritsala, Finnland, verwendet. Jedes Mehrscheibenelement ist hermetisch abgedichtet und besteht aus drei Glasscheiben, die durch zwei 6-mm-Luftspalten voneinander getrennt sind. Die bei-

den äusseren Scheiben sind Georgian-Drahtglas, während die mittlere Scheibe aus durchsichtigem Float-Glas besteht. Die 126 Isolierglaselemente, die den oberen Teil des Daches ausfüllen (Bild 1), beschränken den Wärmehaushalt auf etwa $2,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$ und gewähren guten Lichteinfall in die Kirche. Architekten: Arkkitehdit SAFA, Toivo Korhonen & Jaakko Laapotti, Helsinki; Bauunternehmung: Rakennusliike Meuronen & Pojat, Lappeenranta; Statik: Magnus Malmberg, Technische Beratung, Helsinki.

DK 726:666.157

Bild 1. Evangelische Kirche in Lauritsala, Finnland. Das Dach weist über 180 m² Dreischeibenglas auf

