



**Auslegungskriterien für den Schutz von
sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in
Kernkraftwerken gegen die Folgen von
Flugzeugabsturz**

**Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK)
Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA)**

zu beziehen bei: Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK)
CH-5232 Villigen-HSK/Schweiz

Verteiler

HSK: Direktion, Abteilungsleiter, Sektionschefs, Anlagekoordinatoren, F+I,
 Administrationsdienst

KSA: Mitglieder (13), Experten (2), Sekretariat (1)

BEW: Sektion NS, Rechtsdienst

Anlagen: KKB (30), KKM (32), KKG (7), KKL (3), PSI (4)

Firmen: NOK Baden, COLENCO Baden, ABB Baden, EWI Zürich,
 Gebr. SULZER, Winterthur, NAGRA (2), GNW

bearbeitende Abteilung: AR alle Mitarbeiter

Inhalt

1	Gesetzliche Grundlagen und Geltungsbereiche	Seite 1
2	Zielsetzung	1
3	Annahmen	2
4	Auslegung	2

Diese Richtlinie ist auch in englischer Übersetzung erschienen: HSK-R-102/e "Design Criteria for the Protection of Safety Equipment in Nuclear Power Stations against the Consequences of Airplane Crash"

1 Gesetzliche Grundlagen und Geltungsbereiche

Die Richtlinien der schweizerischen Sicherheitsbehörden legen dar, wie diese ihre gesetzlichen Aufträge konkretisieren wollen. Den Projektanten und Betreibern von Kernanlagen soll damit aufgezeigt werden, nach welchen Kriterien die zuständigen Behörden die Gesuche beurteilen und die Aufsicht durchführen.

Das Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 regelt in Artikel 8 die Aufsicht des Bundes über die schweizerischen Kernanlagen. Diese Aufsicht umfasst sowohl die Begutachtung von Projekten, die Überwachung des Baus und des Betriebes von Kernanlagen durch die HSK als auch die grundsätzliche Beurteilung der Übereinstimmung mit dem Stand von Wissenschaft und Technik in bezug auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz durch die KSA.

Die vorliegenden Auslegungskriterien für den Schutz von Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz gelten für die in der Schweiz neu zu erstellenden Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren.

Für neu zu erstellende Forschungsreaktoren und andere Reaktoren kleiner Leistung wird die Anwendung dieser Auslegungskriterien von Fall zu Fall von den Sicherheitsbehörden festgelegt.

Bei eingehender Begründung kann von einem Auslegungskriterium abgewichen werden, sofern nicht gegen dessen Zielsetzung verstossen wird und nachgewiesen werden kann, dass durch andere Massnahmen ein gleichwertiger Schutz erreicht wird.

2 Zielsetzung

Kernkraftwerke sollen gegen die Folgen von Flugzeugabsturz geschützt werden. Die Strahlenexposition der Bevölkerung darf dabei die in der Richtlinie HSK-R-11 für ein Auslegungsstörfall der Kategorie 3 angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

Neben dem Reaktorkühlsystem und den gemäss der Richtlinie HSK-R-101, Kap. 6 für die Reaktorabschaltung, Kernkühlung und Nachwärmeabfuhr erforderlichen Systemen sollen auch andere Anlagensysteme mit potentiell hohem Gehalt an radioaktiven Stoffen geschützt werden, wie Teile der Abgas- und Reaktorwasser-Reinigungssysteme sowie das Brennelementbecken.

3 Annahmen

Für die Auslegung der Bauten gegen den Absturz von Militär- und Verkehrsflugzeugen soll von folgenden Annahmen ausgegangen werden:

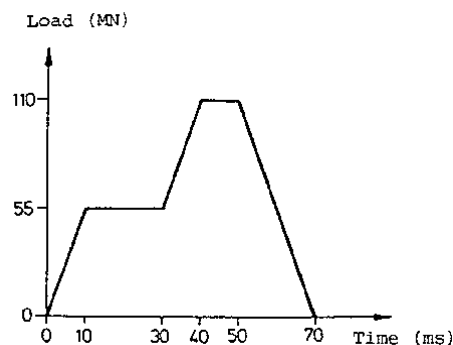
- 3.1 Für die bauliche Dimensionierung soll der Aufprall eines Militärflugzeuges von 20 Mg Masse und 215 m/s Geschwindigkeit mit einer kreisförmigen Aufprallfläche von 7 m² angenommen werden.
- 3.2 Der Absturz soll aus beliebiger Richtung angenommen werden. Verhindern angrenzende Gebäude oder Geländeformationen einen Aufprall normal zur Gebäudeoberfläche, so soll der ungünstigste noch mögliche Winkel als massgebend betrachtet werden.
- 3.3 Es soll auch mit dem gleichzeitigen Absturz von Flugzeugtrümmern auf dem Kraftwerksareal gerechnet werden.
- 3.4 Ein Treibstoffbrand soll als Folgeereignis angenommen werden.

4 Auslegung

- 4.1 Dem Nachweis der Standsicherheit sowie der Tragfähigkeit der Bauwerke gegen Biegung, Querkraft und Normalkraft soll das folgende Belastungsdiagramm, beruhend auf Berechnungen beim Aufprall auf eine starre Wand normal zur Oberfläche, zugrunde gelegt werden:

Last-Zeit-Diagramm

Zeit (ms)	Last (MN)
0	0
10	55
30	55
40	110
50	110
70	0



- 4.2 Für die Berechnung der Gebäude sollen die Lasten des Flugzeugaufpralls denjenigen des Normalbetriebs überlagert werden. Bei Verwendung elastischer Berechnungsmethoden soll eine globale Sicherheit von 1,0 gegen duktilen Bruch des höchstbeanspruchten Querschnitts nachgewiesen werden.

Bei Verwendung plastischer Berechnungsmethoden soll für plattenförmige Tragwerke eine Sicherheit von 1,15 gegen Kollaps nachgewiesen werden. Für schalenförmige Tragwerke sollen die zulässigen Dehnungen begrenzt werden. Für übliche Beton- und Stahlqualität sollen ohne besondere Begründung folgende Dehnungen nicht überschritten werden:

Betondehnung $\varepsilon_c = 5 \text{ ‰}$
Stahldehnung: $\varepsilon_s = 1 \text{ ‰}$

- 4.3** Die vom Flugzeugaufprall betroffenen Wände sollen zum Schutz gegen Penetration von schweren, kompakten Flugzeugteilen (z.B. Triebwerk, Triebwerkswelle) die folgenden Mindestbetonwandstärken nicht unterschreiten (die Angaben gelten für armierten Beton üblicher Qualität):

Penetrationschutz: $S_p = 1,20 \text{ m}$
Vollschutz: $S_v = 1,50 \text{ m}$

Die Vollschutzdicke gewährleistet neben dem Schutz gegen Penetration den Schutz gegen ein rückseitiges Abplatzen von Betonteilen.

Auf die Festlegung einer Mindestarmierung gegen Penetration wird verzichtet, unter der Annahme, dass aufgrund des Tragfähigkeitsnachweises für den Flugzeugaufprall eine ausreichende Biegearmierung zu erwarten ist.

- 4.4** Die Gebäude sollen so ausgelegt werden, dass die Übertragung von Erschütterungen auf die zu schützenden Ausrüstungen erschwert wird. Dies kann beispielsweise durch nicht in die Aussenschale eingebundene Decken und Wände erfolgen.
- 4.5** Die Beanspruchungen von Ausrüstungen durch Flugzeugaufprall sollen aufgrund der für repräsentative Komponenten und Aufstellungsorte ermittelten Erschütterungen beurteilt werden.
- 4.6** Gebäudeöffnungen sollen so angeordnet werden, dass das Eindringen von Treibstoff verhindert wird. Gegen das Eindringen von Rauchgasen in Räume mit elektrotechnischen, insbesondere leittechnischen Ausrüstungen sollen Schutzmassnahmen getroffen werden.
- 4.7** Die Ansaugöffnungen für die zur Beherrschung des Flugzeugabsturzes benötigten Notstromdiesel sollen räumlich derart getrennt werden, dass nicht gleichzeitig der Betrieb von mehr als einem Notstromaggregat durch Ansaugen von Rauchgasen infolge eines Treibstoffbrandes gefährdet ist.

Für entsprechend der Richtlinie HSK-R-101, Kap. 6 ausgelegte Systeme muss nicht zusätzlich zum Einzelfehler auch noch das Versagen eines Notstromdiesels infolge von Rauchgasen angenommen werden.

- 4.8** Sollen redundante Sicherheitseinrichtungen durch räumliche Trennung gegen gleichzeitige Beschädigung geschützt werden, so soll ein Mindestabstand zwischen den Gebäuden von 50 m eingehalten werden. Die betreffenden Gebäude sollen zumindest auf Trümmerschutz ausgelegt werden. Es sollen folgende Anforderungen eingehalten werden:

Mindestbetonwandstärke: $S = 0,70 \text{ m}$
Mindestarmierung zur Aufnahme der Trümmerlast: $20 \text{ cm}^2/\text{m}$
(pro Seite und pro Richtung)

- 4.9** Für Ausrüstungen in Gebäuden, welche lediglich gegen Flugzeugtrümmer zu schützen sind, sind keine Ermittlungen bezüglich Erschütterungen erforderlich.