

## **Anforderungskatalog für anlagenbezogene Überprüfungen deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan)**

- Der folgende stichwortartige Anforderungskatalog für die Überprüfungen kann insbesondere bei geändertem Kenntnisstand zu den Ereignisabläufen und Ursachen in Fukushima-I noch ergänzt werden.
- Der Anforderungskatalog bezieht sich auf die gesamte Reaktoranlage einschließlich des Brennelementlagerbeckens und umfasst alle Betriebszustände.
- Der Anforderungskatalog enthält teilweise Überschneidungen dadurch, dass unterstellte Überlagerungen von 2 Seiten angesprochen werden (z. B. erforderliche Notfallmaßnahmen bei extremem Hochwasser ↔ Auswirkungen von Hochwasser auf Notfallmaßnahmen); bei der Durchführung der Überprüfungen ist deshalb auf entsprechende Abstimmungen zu achten.
- Bei der Erstellung des Anforderungskatalogs ist im Sinne des BMI-Kriteriums 1.1 darauf geachtet, dass Maßnahmen und Einrichtungen
  - zum Vermeiden von Ereignissen und Ausfällen („erster und vorrangiger Grundsatz“) und
  - zum Beherrschen von Störfällen („zweiter Grundsatz“).vorhanden sein müssen.

In Hinsicht auf das in der Kerntechnik geltende gestaffelte Sicherheitskonzept wäre es nicht zielführend, die Betrachtungen allein auf eventuell zu ergänzende Notfallmaßnahmen zu beschränken.

### **Überprüfungsthemen**

#### **Naturbedingte Ereignisse wie Erdbeben, Hochwasser, wetterbedingte Folgen sowie mögliche Überlagerungen.**

- Thema Erdbeben
  - Überprüfung der Randbedingungen der standortspezifischen Ermittlung des Bemessungserdbebens
  - Überprüfung der Auslegung anhand des Bemessungserdbebens mit Ausweisung der Reserven
  - Überprüfung hinsichtlich Erhalt vitaler Funktionen bei erhöhter Erdbebenwirkung
  - Überprüfung von Folgeschäden im Hinblick auf den Ereignisablauf einschl. Nachbeben: z. B. Anstieg bzw. Absinken des Flusspegels, Brand, Kühlmittelverlust, Überflutung, Zer-

störung der Infrastruktur, Beeinträchtigung Personalverfügbarkeit, dynamische Lasten infolge Gebäudeversagen, H<sub>2</sub>-Explosion (z. B. Generator)

○ Thema Hochwasser

- Überprüfung der Randbedingungen für die standortspezifische Ermittlung des Auslegungshochwassers
- Überprüfung der Auslegung und Vorsorgemaßnahmen anhand des Bemessungshochwassers mit Ausweisung der Reserven
- Überprüfung des Erhalts vitaler Funktionen bei auslegungsüberschreitenden Hochwasser z. B. durch Versagen von Staudämmen/Staustufen oder wesentlicher Hochwasserschutzmaßnahmen, langanhaltendes Hochwasser, Extreme Sturmflut, Tsunami, Auswirkungen von Treibgut unter Berücksichtigung von Zerstörung der Infrastruktur und Beeinträchtigung Personalverfügbarkeit
- Überprüfung der Auswirkungen auf Notfallmaßnahmen bei Überschreitung der in der Auslegung vorgesehenen Wasserhöhe (ggf. nach geringer Vorwarnzeit)

○ Thema Sonstige naturbedingte Einwirkungen (einschließlich Klimaeinflüssen):

Überprüfung des Erhalts vitaler Funktionen bei Sturm, Tornados, Windlasten, Schneelasten, hohe und tiefe Temperaturen, Trockenheit, Starkregen, Blitz, Hangrutschungen etc. und deren Überlagerung sofern sie die Auslegung überschreiten.

## **Zivilisatorisch bedingte Ereignisse**

○ Thema Flugzeugabsturz

Überprüfung des Erhalts der vitalen Funktionen beim Absturz Verkehrsflugzeug oder Militärflugzeug (unfallbedingt, gezielt) unter Berücksichtigung von:

- Absturzszenarien (Flugzeugtyp, Geschwindigkeit, Beladung, Aufprallort usw.)
- Baulichen Reserven bei Lasten durch Auftreffen eines Flugzeugs
- Mechanischen Auswirkungen einschließlich Wrackteilen
- Auswirkungen Treibstoffbrand
- Wirksamkeit räumlicher Trennung
- Leck als Folgeereignis (induzierte Erschütterungen)
- Möglichkeit und Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen unter Berücksichtigung von Auswirkungen auf Infrastrukturen und Personal

- Thema Gasfreisetzung

Überprüfung der Randbedingungen für die Festlegung der standortspezifischen Einwirkungen durch toxische und explosionsgefährliche Gase sowie Explosionsdruckwelle

- Thema Auswirkungen eines Unfalls in einem Block auf den Nachbarblock

Überprüfung der Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Ereignisses in einem Block auf den Nachbarblock

- Thema Terroristische Einwirkungen

Überprüfung Erhalt der vitalen Funktionen bzw. Notfallmaßnahmen bei

- Verlust einzelner Infrastrukturen bzw. Gebäude(teile)
- gezielte lokale Zerstörung von Systemen

- Thema Angriffe von außen auf rechnerbasierte Steuerungen und Systeme

Überprüfung Erhalt der vitalen Funktionen bei Angriffen von außen auf rechnerbasierte Steuerungen und Systeme

### **Von konkreten Ereignisabläufen unabhängige erweiterte Postulate**

- Thema „station blackout“ (SBO)

Überprüfung des Erhalts der vitalen Funktionen bei einem station blackout größer 2 Stunden im Hinblick auf:

- Verhalten der Anlagen
- Batteriekapazität
- Vorhaltung und Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen

- Thema langandauernder Notstromfall

Überprüfung des Erhalts der vitalen Funktionen bei einem langandauernden Notstromfall größer 72 Stunden im Hinblick auf

- Dieselsversorgung (Kraftstoff, Öl, Kühlwasser)
- Reparatur oder Ersatz von Dieselaggregaten durch alternative Notstromversorgung (Gasturbine, Wasserkraftwerk)
- Ablösung Diesel durch diversitäre Netzanbindung

- Thema Ausfall Nebenkühlwasser

Überprüfung des Erhalts der vitalen Funktionen beim Ausfall redundanter Nebenkühlwasserversorgung im Hinblick auf

- Diversitäre Kühlmöglichkeiten (z.B. Brunnenkühlung)
- Möglichkeiten für Notfallmaßnahmen (technisch/administrativ)

### **Robustheit von Vorsorgemaßnahmen**

- Thema Wirksamkeit von speziellen Vorsorgemaßnahmen (sogenannte VM-Maßnahmen),

Überprüfung der Robustheit der Vorsorgemaßnahmen im Hinblick auf z. B.:

- Bewertung der anlagenspezifisch realisierten Redundanztrennung und der baulichen Schutzmaßnahmen
- redundanzübergreifenden Auswirkungen von internen Ereignissen wie Brand, Überflutung im Reaktorgebäude, Fehlöffnen von Armaturen
- der Sicherstellung der Kühlwasserversorgung bei naturbedingten Einwirkungen wie Qualen, Muscheln, Treibgut und zivilisatorischen Einwirkungen (z. B. Schiffsunfälle)

### **Erschwerende Randbedingungen für die Durchführung von Notfallmaßnahmen**

- Thema Notfallmaßnahmen

Überprüfung von Notfallmaßnahmen hinsichtlich ihrer Vollständigkeit und Wirksamkeit bei:

Verlust der Kühlmöglichkeiten von Brennelementen

- vor Eintritt Brennelementsschäden
  - im Reaktordruckbehälter
  - im Brennelementbecken
- nach Eintritt von Brennelementsschäden
  - im Reaktordruckbehälter
  - im Brennelementbecken
- nach Versagen des Sicherheitsbehälters
- nach Versagen des Reaktordruckbehälters
  - Kernschmelze in der Reaktorgrube (DWR)

- Kernschmelze im Steuerstabantriebsraum bzw. Liningraum (SWR)
- BE-Schmelze im BE-Becken

Bei der Überprüfung der oben genannten Themenbereiche sind insbesondere Aussagen zu treffen

- zur Eignung und zum Vorhandensein der erforderlichen Instrumentierung
- zu möglichen H<sub>2</sub>-Reaktionen (Radiolyse + Zirkonreaktionen + Beton-Schmelze-Wechselwirkung),
- zu möglichen Ansammlungen von H<sub>2</sub> im Containment sowie in umgebenden Gebäuden und
- zur Verhinderung von z. B. H<sub>2</sub>-Deflagration oder H<sub>2</sub>-Detonation (Inertisierung, Rekombinatorkonzept) auch unter Berücksichtigung von Venting-Vorgängen.
- Zur Verhinderung einer Rekritikalität

Bei der Beschreibung der Notfallmaßnahmen bzw. vorgesehenen Vorgehensweise sind folgende Aspekte darzustellen:

- Organisation
- Nutzung vorhandener Einrichtungen
- Vorhalten von mobilen Einrichtungen
- Anschlüsse
- Kommunikations- und Informationssysteme (intern, extern)
- Durchführbarkeit von Notfallmaßnahmen unter Berücksichtigung von
  - weitgehender Zerstörung der Infrastruktur inkl. der Kommunikationseinrichtungen (erschweren technische und personelle Unterstützung von außen)
  - Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen unter den Randbedingungen äußerer Einwirkungen (Erdbeben, Hochwasser, FLAB)
  - Aktivitätsfreisetzung am Standort
  - Nichtzugänglichkeit und Beeinträchtigung von Arbeitsmöglichkeiten aufgrund hoher Ortsdosisleitungen oder Trümmerbildung
  - Unverfügbarkeit der Stromversorgung
  - ggf. Ausfall von Instrumentierungen
  - Räumung der Anlage mit der Besetzung der Ausweichstelle und der Notsteuerstelle (mit Sicherstellung der Kommunikation, Einsatzplanung und -lenkung, Störfallmessprogramm)