

Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan)

Der Deutsche Bundestag hat die Bundesregierung am 17.03.2011 aufgefordert,

...

eine umfassende Überprüfung der Sicherheitsbestimmungen für die deutschen Kernkraftwerke durchzuführen. Dazu soll eine unabhängige Expertenkommission beauftragt werden, eine neue Risikoanalyse aller deutschen Kernkraftwerke und kerntechnischen Anlagen unter Einbeziehung der vorliegenden Erkenntnisse über die Ereignisse in Japan – insbesondere auch mit Blick auf die Sicherheit der Kühlsysteme und der externen Infrastruktur – sowie anderer außergewöhnlicher Schadensszenarien vorzunehmen¹;

...

Das Bundesumweltministerium hat am 17.03.2011 die Reaktor-Sicherheitskommission in ihrer 433. Sitzung aufgefordert, einen Anforderungskatalog für eine Sicherheitsüberprüfung der deutschen Kernkraftwerke zu erstellen und die Ergebnisse der auf dieser Basis durchgeführten Überprüfungen zu bewerten. Dabei sollen die Erkenntnisse aus dem Unfallablauf in Japan insbesondere im Hinblick darauf berücksichtigt werden, ob die bisherigen Auslegungsgrenzen richtig definiert sind und wie robust die deutschen Kernkraftwerke gegenüber auslegungüberschreitenden Ereignissen sind.

Die Reaktor-Sicherheitskommission hat in ihrer 433. Sitzung die folgenden vorläufigen Erkenntnisse aus dem Unfall in Japan sowohl für in Betrieb als auch in Revision befindliche Anlagen gewonnen:

- Bei der Auslegung wurden Folgen aus naturbedingten Ereignissen offensichtlich unterschätzt.
- Trotz des außergewöhnlich starken Erdbebens wurden die Anlagen automatisch abgeschaltet; die Notstromversorgung und das sicherheitstechnisch notwendige Kühlwasser (Nebenkühlwasser) waren zunächst verfügbar.
- Durch die Einwirkung des Tsunami ca. eine Stunde nach dem Beben fielen sowohl die Notstromversorgung mit Ausnahme der Batterien als auch das Nebenkühlwasser aus.
- Mehrere Wasserstoffexplosionen haben sowohl Barrierenfunktionen und eventuell auch weitere Sicherheitseinrichtungen zerstört und zur Verschlimmerung des Unfallablaufs beigetragen.
- Ein langfristiger Komplettausfall der Stromversorgung und des Nebenkühlwassers lagen der Anlagenauslegung und der Planung von anlageninternen Notfallmaßnahmen offensichtlich nicht zugrunde.
- Hinsichtlich der Organisation und Wirksamkeit von anlageninternen Notfallmaßnahmen wurde die Zerstörung der Infrastruktur nicht hinreichend berücksichtigt.

Aufgrund der bislang noch unvollständigen Informationen ist davon auszugehen, dass mit fortschreitender Analyse des Unfallablaufes weitere und spezifischere Erkenntnisse hinzukommen werden.

¹ 96. Sitzung des Deutschen Bundestages vom 17.03.2011; Entschließungsantrag der Fraktionen der CDU/CSU und FDP zu der Abgabe einer Regierungserklärung durch die Bundeskanzlerin zur Aktuellen Lage in Japan, Drucksache 17/5048

Derzeit leitet die Reaktor-Sicherheitskommission daraus folgenden Überprüfungsbedarf für die deutschen Kernkraftwerke ab:

- Überprüfung, inwieweit die übergeordneten Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ sowohl im Reaktordruckbehälter als auch im Brennelementlagerbecken und „Begrenzung der Freisetzung radioaktiver Stoffe (Erhalt der Barrieren)“ bei über die bisher angesetzten Auslegungsanforderungen hinausgehenden Einwirkungen eingehalten werden. Hierzu sind die Robustheit (vorhandene Auslegungsreserven, Diversität, Redundanz, baulicher Schutz, räumliche Trennung) der sicherheitsrelevanten Einrichtungen, Komponenten, Gebäude und die Wirksamkeit des gestaffelten Sicherheitskonzepts zu beurteilen. Soweit sich aus dieser Überprüfung Erkenntnisse ergeben, Auslegungsanforderungen zu verändern, so wird die RSK entsprechende Empfehlungen formulieren. Eine generische Überprüfung von Auslegungsanforderungen ist in einer späteren Phase zu erledigen.
- Überprüfung, inwieweit die Funktionen zur Einhaltung der Schutzziele bei über die bisherigen postulierten Szenarien hinausgehenden Annahmen erhalten bleiben. Dabei sind Postulate hinsichtlich der Nichtverfügbarkeit von Sicherheits- und Notstandssystemen, wie z. B. längerfristiger Ausfall der Stromversorgung inkl. Notstromversorgung oder Nichtverfügbarkeit der Nebenkühlwasserversorgung, zu berücksichtigen.
- Überprüfung des erforderlichen Umfangs von anlageninternen Notfallmaßnahmen und deren Wirksamkeit. Dabei sind Umfang und Qualität der Vorplanung für unterstellte Ereignisfolgen wie Unverfügbarkeit der Kühlkette für die Kühlung der Brennelemente sowohl im Reaktordruckbehälter als auch im Brennelementlagerbecken, Unverfügbarkeit der Stromversorgung, eingetretene massive Brennelementschäden bis hin zur Kernschmelze, zu beurteilen. Ferner sind weitgehende Zerstörungen der Infrastruktur und eine Nichtzugänglichkeit aufgrund hoher Ortsdosisleistungen sowie die Verfügbarkeit von Personal mit zu bewerten.

Ein Schwerpunkt der Überprüfung hinsichtlich der Robustheit aller Einrichtungen und Maßnahmen liegt darin, eine eintretende abrupte Verschlechterung im Ereignisablauf (cliff edges) zu erkennen und ggf. Maßnahmen zu deren Vermeidung abzuleiten (Beispiel: Erschöpfung der Batteriekapazität bei „station blackout“).

In den Betrachtungsumfang sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand einzubeziehen:

- Naturbedingte Ereignisse wie Erdbeben, Hochwasser, wetterbedingte Folgen sowie mögliche Überlagerungen.
- Von konkreten Ereignisabläufen unabhängige Postulate, wie z. B. redundanzübergreifende Fehler (gemeinsam verursachte Ausfälle, systematische Fehler), „station blackout“ größer zwei Stunden, lang andauernder Ausfall Nebenkühlwasserversorgung.
- Erschwerende Randbedingungen für die Durchführung von Notfallmaßnahmen, wie z. B. Unverfügbarkeit der Stromversorgung, Wasserstoffbildung und Explosionsgefahr, eingeschränkte Personalverfügbarkeit, Nichtzugänglichkeit aufgrund hoher Strahlenpegel, erschwerte technische Unterstützung von außen.

Darüber hinaus werden wegen übergreifender Aspekte zivilisatorisch bedingte Ereignisse wie z. B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle, gezielter Angriff auf sicherheitsrelevante Einrichtungen in den Betrachtungsumfang einbezogen.

Die RSK erstellt für jedes zu behandelnde Thema eine Aufgabenstellung und die zugehörigen Fragen.

Aus Sicht der RSK sollte die GRS die Überprüfungen gemäß den Vorgaben der RSK federführend übernehmen und andere Sachverständigenorganisationen mit einbeziehen. Die RSK wird die Ergebnisse auf Basis von ihr festzulegender Maßstäbe im Einzelnen bewerten, den Sicherheitsstatus der Anlagen auch unter den erweiterten Anforderungen ausweisen sowie ggf. Maßnahmen empfehlen. Es ist beabsichtigt, die Überprüfung zeitlich gestaffelt abzuarbeiten. Gemäß Auftrag des BMU ist eine erste Stellungnahme bis zum 15. Mai 2011 abzugeben.

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

- Der folgende stichwortartige Anforderungskatalog für die Überprüfungen kann insbesondere bei geänderten 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, H₂-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
 - Dieserversorgung (Kraftstoff, Öl, Kühlwasser)
 - Reparatur oder Ersatz von Diesellaggregaten 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 Brennelementschäden
 - im Reaktordruckbehälter
 - im Brennelementbecken
- nach Eintritt von Brennelementschäden
 - 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 H₂-Reaktionen (Radiolyse + Zirkonreaktionen + Beton-Schmelze-Wechselwirkung),
- zu möglichen Ansammlungen von H₂ im Containment sowie in umgebenden Gebäuden und
- zur Verhinderung von z. B. H₂-Deflagration oder H₂-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 (erschwerter technischer und personeller 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 Ortsdosisleistungen 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)