



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

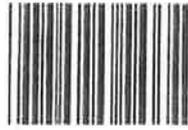
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispektorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Industriestrasse 19
5200 Brugg
Tel : 056 / 460 84 00
Fax: 056 / 460 84 99

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

KKL, Verfügung Fukushima, deterministischer Nachweis
10'000-jährliches Hochwasser

435



Datum

31. August 2011

Typ/Charakter

Aktennotiz

Bearbeiter

Seiten 10

Beilagen -

Zeichnungen -

AN-Nummer

ENSI 12/1623

Aktenzeichen

12KEX

Klassifikation

öffentlich

Visum

Sachbearbeiter

Vorgesetzter

Stellungnahme des ENSI zum deterministischen Nachweis des KKL zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers

Inhaltsverzeichnis:

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Anlass | 2 |
| 1.1 | Ausgangslage | 2 |
| 1.2 | Gegenstand und Grundlage der Beurteilung | 2 |
| 1.3 | Aufbau der Aktennotiz | 3 |
| 2 | Neubewertung der Hochwassergefährdung | 4 |
| 2.1 | Gefährdungsannahmen | 4 |
| 2.2 | Auswirkungen auf die Anlage | 5 |
| 3 | Deterministischer Sicherheitsnachweis | 6 |
| 3.1 | Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand | 6 |
| 3.2 | Einhaltung der Dosisgrenzwerte | 8 |
| 4 | Zusammenfassung | 8 |
| 5 | Referenzen | 9 |

Verteiler:

ENSI: GL, KASI, [REDACTED], Archiv

Extern: KKL



1 Anlass

1.1 Ausgangslage

Vor dem Hintergrund der Ereignisse in Japan hat das ENSI basierend auf Kap. 2, Art. 2, Abs. 1, Bst. d der Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) [1] am 18. März 2011 verfügt, dass die Auslegung der Kernkraftwerke in der Schweiz bezüglich Erdbeben und Überflutung unverzüglich zu überprüfen ist [2].

Ferner hat das ENSI in seiner 2. Verfügung vom 1. April 2011 [3] die Randbedingungen für diese Überprüfung sowie den terminlichen Rahmen festgelegt. Bezüglich der Gefährdung durch Hochwasser sind insbesondere die Folgeschäden wie Verstopfung oder Zerstörung von Einlaufbauwerken durch mitgeführtes Geschiebe und Schwemmgut im Detail zu untersuchen. Konkret fordert das ENSI:

„Der deterministische Nachweis für die Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers ist basierend auf den für die Rahmenbewilligungsgesuche neu bestimmten Hochwassergefährdungen (unter Berücksichtigung der ENSI-Forderungen aus den entsprechenden Gutachten) bis zum 30. Juni 2011 zu führen. Dafür gelten folgende Randbedingungen:

- Für den Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers sind nur Ausrüstungen und Strukturen zu kreditieren, deren Hochwasserfestigkeit für die Gefährdungsannahmen nachgewiesen wurde.
- Es ist der Ausfall der externen Stromversorgung zu unterstellen.
- Es ist der deterministische Nachweis zu führen, dass eine Verstopfung oder eine Schädigung der Flusswassereinlaufbauwerke ausgeschlossen werden kann. Falls nicht gezeigt werden kann, dass die Hochwasserentlastung der vorgelagerten Stauanlagen ausreichend dimensioniert ist, darf keine Rückhaltung von Geschiebe und Schwemmgut durch diese Stauanlagen kreditiert werden. Kann der deterministische Nachweis, dass eine Verstopfung oder Schädigung der Flusswassereinlaufbauwerke ausgeschlossen werden kann, nicht erbracht werden, ist der Ausfall der vom Hochwasser betroffenen Kühlwasserfassungen zu unterstellen.
- Es ist nachzuweisen, dass die Anlage in einen sicheren Zustand überführt und dieser Zustand ohne Zuhilfenahme externer Notfallschutzmittel während mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interne Notfallschutzmassnahmen können nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, genügend grosse Zeitfenster zur Durchführung vorhanden sind und die dafür erforderlichen Hilfsmittel nach einem 10'000-jährlichen Hochwasser zur Verfügung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach der Richtlinie ENSI-G14.“

1.2 Gegenstand und Grundlage der Beurteilung

Mit Schreiben vom 30. Juni 2011 [4] hat das Kernkraftwerk Leibstadt (KKL) dem ENSI den Technischen Bericht „Deterministischer Nachweis der Beherrschung von Hochwasser am Standort KKL“ [5] eingereicht. Dieser umfasst eine Gefährdungsstudie für das Hochwasser, Flutwellen und Starkregen am Standort. Weiterhin wurde der Sicherheitsnachweis zur Beherrschung des



10'000-jährlichen Hochwassers sowie die resultierende Dosis aus dieser Störfallkombination dargelegt.

Gegenstand der Beurteilung durch das ENSI ist der nach Kapitel 3.2 der Verfügung [3] vom 1. April 2011 zu erbringende deterministische Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers. Dazu werden vom ENSI die vom Kernkraftwerk Leibstadt verwendeten Rahmenbedingungen der Störfallanalysen, die verwendeten Methoden und Eingangsparameter sowie die Ergebnisse überprüft. Die detaillierte Bewertung des ENSI erfolgt lediglich für die vom KKL erbrachten Nachweise zum 10'000-jährlichen Hochwasser.

Bei der Beurteilung des sicherheitstechnischen Nachweises [5] vom KKL stützt sich das ENSI auf folgende Grundlagen:

Für den Nachweis des ausreichenden Schutzes sind gemäss Art. 5 Abs. 4 der UVEK-Verordnung über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2, [7]) Gefährdungen mit einer Häufigkeit grösser gleich 10^{-4} pro Jahr zu berücksichtigen.

Der Nachweis für das 10'000-jährliche Hochwasser ist gemäss Art. 2 Abs. 1 der UVEK-Verordnung [7] anhand deterministischer Störfallanalysen zu führen, indem die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele aufgezeigt wird. Zusätzlich zum auslösenden Ereignis ist ein unabhängiger Einzelfehler gemäss Art. 8 Abs. 4 der KEV zu unterstellen.

Die Auswirkungen des 10'000-jährlichen Hochwassers müssen mit den getroffenen Schutzmassnahmen so begrenzt bleiben, dass das Kernkraftwerk in einen sicheren Anlagenzustand überführt werden kann. Dieser ist erreicht, wenn die Einhaltung der technischen Kriterien gemäss Art. 11 der UVEK-Verordnung [7] und im Hinblick auf die Frage der Ausserbetriebnahme die radiologischen Kriterien gemäss Art. 3 der UVEK-Verordnung über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken [1] nachgewiesen sind.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch externe Überflutungen sind Anforderungen in der Richtlinie ENSI-A05 „Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang“ [8] vorgegeben.

Eine weitere Beurteilungsgrundlage ist der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 „Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites“ [9].

Mit der Verfügung vom 01. April 2011 hat das ENSI zusätzliche Randbedingungen für den deterministischen Sicherheitsnachweis vorgegeben, die im Abschnitt 1 dieser Aktennotiz genannt sind. Zur weiteren Bewertung der deterministischen Störfallanalysen werden die Richtlinien ENSI-A01 [11], ENSI-A08 [12] und ENSI-G14 [13] herangezogen.

1.3 Aufbau der Aktennotiz

Kapitel 1 der vorliegenden Aktennotiz enthält allgemeine Angaben zum Anlass der Überprüfung, zu den eingereichten technischen Unterlagen sowie zu den Beurteilungsgrundlagen des ENSI.

Da für den Standort Leibstadt keine neuen Daten aus einem Rahmenbewilligungsgesuch für neue Kernkraftwerke vorliegen, musste das KKL den Hochwassernachweis neu erstellen. Die neue Gefährdungsstudie für das 10'000-jährliche Hochwasser wird im Abschnitt 2.1 geprüft. Im Abschnitt 2.2 werden die Auswirkungen durch das 10'000-jährliche Hochwasser auf die Anlage bewertet.



Gegenstand von Kapitel 3 ist der deterministische Sicherheitsnachweis mit besonderem Augenmerk auf die Massnahmen zur Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand sowie die Einhaltung der Dosisgrenzwerte. Kapitel 4 enthält eine Zusammenfassung der Angaben vom KKL und der Beurteilung des ENSI. In Kapitel 5 sind die im Rahmen der Überprüfung verwendeten Referenzen aufgeführt.

2 Neubewertung der Hochwassergefährdung

2.1 Gefährdungsannahmen

Angaben des Betreibers

Das KKL stützt die Ableitung der Gefährdung des Standortes durch ein 10'000-jährliches Hochwasser auf mehrere Untersuchungen [5]:

1. Die Hochwasserabflüsse des Rheins bei Hauenstein (nächstgelegene Messstelle flussabwärts des KKL-Standortes) werden auf ein 10'000-jährliches Hochwasser extrapoliert. Es resultiert ein Wert von 6'300 m³/s.
2. Zur Charakterisierung der Verhältnisse flussaufwärts des KKL-Standortes werden die Abflussstatistiken der Pegel Aare-Untersiggenthal und Rhein-Rekingen zu einer synthetischen Reihe zusammengesetzt und daraus ein 10'000-jährliches Hochwasser abgeleitet. Hierfür wird ein Wert von 6'000 m³/s berechnet.
3. Für die Entwicklung von Extremhochwasserszenarien wurden für den Rhein oberhalb des KKL, die Aare und ihre bedeutenden Nebenflüsse Pegelmessdaten und historische Hochwasser ausgewertet, um für diese Flüsse das 1'000-jährliche und das 10'000-jährliche Hochwasser abzuleiten. Die Werte werden zu Extremhochwasserszenarien Ost bzw. West kombiniert, die einem Hochwasserschwerpunkt im Osten (Rhein-Einzugsgebiet) bzw. Westen (Aare-Einzugsgebiet) zugeordnet werden. Das Szenario Ost ergibt einen Wertebereich von 7'400-9'000 m³/s, das Szenario West 8'270-10'020 m³/s.
4. Für den Rhein bei Basel werden Pegelmessdaten und historische Hochwasser ausgewertet. Das darauf basierend extrapolierte 10'000-jährliche Hochwasser wird im Verhältnis der Einzugsgebiete des Rheins bei Basel und bei Leibstadt skaliert. Hierfür weist das KKL einen Bereich von 6'400-10'200 m³/s aus.

Aufgrund eines Vergleichs mit historischen Hochwassern des Rheins in Basel geht das KKL davon aus, dass die ersten beiden Werte für ein 10'000-jährliches Hochwasser zu klein sind. Das KKL schätzt aufgrund der gesamten Untersuchungen einen Bereich von 8'000-9'000 m³/s für den bei einem 10'000-jährlichen Hochwasser am Standort zu erwartenden Durchfluss ab.

Die Ermittlung der Fluthöhe im Bereich des Standorts KKL erfolgt mit einem 2-dimensionalen Modell auf Grundlage detaillierter Topografiedaten. Die Kalibrierung des Modells erfolgte anhand des Hochwassers von 1999, die Validierung anhand der bestehenden Gefahrenkarten des Kantons Aargau. Für die Berechnung potenzieller Überflutungen wird ein Spitzendurchfluss von 9'000 m³/s angenommen. Hierfür weist das KKL eine Fluthöhe von 313,75 m ü. M. aus, was einer Erhöhung des Wasserstandes um 2,61 m entspricht. Der Standort KKL wird mit einer Reserve von mehr als 18 m nicht überflutet. Die deutsche Seite gegenüber des KKL wird in diesem Fall bereits grossflächig überschwemmt.



Über diese Untersuchungen hinaus hat das KKL weitere Szenarien betrachtet [5]:

- a. Flutwelle bei unterstellten sequenziellen Brüchen der Wehre des Rheins vom Wehr Schaffhausen bis zum Wehr Rekingen
- b. Flutwelle bei unterstellten sequenziellen Brüchen der Wehre der Aare vom Wehr Aarau bis zum Wehr Wettingen
- c. Flutwelle bei unterstellten sequenziellen Brüchen des Wehrs Wettingen an der Limmat und der stromabwärts gelegenen Wehre der Aare
- d. Flutwelle bei unterstelltem Bruch der Staumauer des Schluchsees
- e. Extreme lokale Starkniederschläge

Beurteilung des ENSI

Bestimmung des 10'000-jährlichen Durchflusses

Die Bestimmung des 10'000-jährlichen Durchflusses des Rheins am Standort KKL basiert auf umfassenden und breit abgestützten Untersuchungen. Diese sind in Umfang und Qualität mindestens mit den im Rahmen der verschiedenen Rahmenbewilligungsgesuche durchgeführten Untersuchungen gleichwertig. Damit entspricht das Vorgehen vom KKL sinngemäss den Vorgehensvorgaben der Verfügung vom 1. April 2011 [3]. Der abgeleitete Wertebereich von 8'000-9'000 m³/s für den bei einem 10'000-jährlichen Hochwasser am Standort zu erwartenden mittleren Durchfluss ist belastbar.

Bestimmung von Wasserständen am Standort KKL

Das vom KKL entwickelte Modell entspricht in der Qualität mindestens den bei den verschiedenen Rahmenbewilligungsgesuchen entwickelten Modellen. Es erlaubt eine belastbare Bestimmung des zu erwartenden Wasserstands am Standort. Die für den mittleren Durchfluss eines 10'000-jährlichen Hochwassers im Bereich des KKL-Standorts ausgewiesene Fluthöhe von 313,75 m ü. M. ist plausibel.

Weitergehende Untersuchungen des KKL

Die vom KKL dokumentierten weitergehenden Untersuchungen (diverse sequenzielle Wehrbrüche, Bruch der Staumauer des Schluchsees, extreme lokale Niederschläge) betreffen nicht die Verfügung vom 1. April 2011 [3] und werden daher in diesem Zusammenhang nicht beurteilt.

2.2 Auswirkungen auf die Anlage

Angaben des Betreibers

Das KKL bewertet hinsichtlich der Auswirkungen auf die Anlage zunächst den Einfluss auf die Terrainhöhe, anschliessend auf das Einlaufbauwerk und die dort untergebrachten Pumpen des Nebenkühlwassers und schliesslich auf die Grundwasserbrunnen zur Versorgung des Notkühlwassersystems.

Die eingereichte Gefährdungsstudie für das 10'000-jährliche Hochwasser zeigt, dass der höchste berechnete Wasserstand bei 313,75 m ü. M. liegt. Dieser befindet sich ca. 18 m unterhalb der Terrainhöhe von 332,0 m ü. M. Das zu erwartende Hochwasser führt somit zu keinen Schäden an der Anlage.

Die Pumpen des Nebenkühlwassers befinden sich auf 316,0 m ü. M. und liegen noch 2,25 m über dem zu erwartenden Wasserstand des Rheins. Ein Ausfall der Nebenkühlwasserpumpen durch das 10'000-jährliche Hochwasser ist daher nicht zu erwarten.



Eine Verstopfung oder Beschädigung des Einlaufbauwerkes für das Nebenkühlwasser kann mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne in der Schwebelag transportierte Stämme in den Einlaufbereich angesaugt werden.

Die Grundwasserbrunnen der Notstromdiesel und des Notstandsystems stellen diversitäre Wärmesenken zum Rhein dar. Diese sind bis auf einen Grundwasserspiegel von 315,0 m ausgelegt. Eine Verstopfung des Brunnens durch das Hochwasser ist ausgeschlossen. Der Grundwasserspiegel folgt verzögert der Hochwasserwelle, welche beim 10'000-jährlichen Hochwasser nach Abschätzungen des KKL 310,0 m ü. M. erreicht und damit weit unterhalb der Auslegung der Brunnen bleibt. Ein Versagen durch das 10'000-jährliche Hochwasser wird damit für die Grundwasserbrunnen der Notstromdiesel und des Notstandsystems ausgeschlossen.

Beurteilung des ENSI

Das ENSI hat die Angaben des Betreibers hinsichtlich der Auswirkungen des 10'000-jährlichen Hochwassers auf die Anlage auf Plausibilität geprüft. Insgesamt kann das ENSI bestätigen, dass das aus den Gefährdungsannahmen abgeleitete 10'000-jährliche Hochwasser zu keinen sicherheitsrelevanten Schäden an der Anlage führt. Einzig die Verstopfung und Beschädigung des Einlaufbauwerkes durch Schwemmgut kann nicht komplett ausgeschlossen werden. Damit ist für den Sicherheitsnachweis der Ausfall des Einlaufbauwerkes zu postulieren. Die Grundwasserbrunnen stellen hierbei diversitäre Wärmesenken dar. Diese wurden im Rahmen der Stellungnahme des ENSI [14] geprüft und bewertet.

3 Deterministischer Sicherheitsnachweis

Im Abschnitt 3.1 wird der Sicherheitsnachweis zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers und in Abschnitt 3.2 die resultierende Dosis aus der im Abschnitt 3.1 abgeleiteten abdeckenden Störfallkombination geprüft. Die Prüfung erfolgt auf Basis des eingereichten Technischen Berichts [5]. Ebenfalls für die Prüfung wurden weitergehende Unterlagen wie der Sicherheitsbericht [15], die Beschreibungen der einzelnen Systeme [1], die Gesamtanlage-Fahrvorschrift [16] und die Störfallanweisungen [17] herangezogen.

3.1 Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand

Angaben des Betreibers

Das 10'000-jährliche Hochwasser ist durch den Notstromfall (TLOOP) abgedeckt. Der Zeitpunkt des Eintritts des Notstromfalls hängt vom Zeitpunkt des Ausfalls des externen Stromnetzes ab. Nach Eintritt des Notstromfalls übernehmen die drei Notstromdiesel die Versorgung der notwendigen Verbraucher und bei Bedarf alternativ die beiden gebunkerten Notstanddiesel (SEHR). Hierbei wird auch automatisch das Notkühlwasser gestartet, welches eine diversitäre Wasserversorgung durch Grundwasserbrunnen sicherstellt. Die Kühlung der Anlage erfolgt in erster Linie über das Nebenkühlwasser, solange keine Verstopfung oder Beschädigung des Einlaufbauwerkes vorliegt, ansonsten über die diversitären Grundwasserbrunnen.

Anlagendynamisch führt der Notstromfall aufgrund von mehreren gestaffelten anstehenden Reaktorenschnellabschalt-(RESA)-Signalen zur Abschaltung der Anlage (siehe [15]). Durch den Spannungsverlust wird auch das Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile (MSIV) ausgelöst (Fail Safe Design). Dies führt zu einem Druckanstieg im Reaktordruckbehälter mit Ansprechen der Sicherheitsventile und Abblasen in die Druckabbaukammer (Suppression Pool). Ein kontinuierliches Abblasen in die Druckabbaukammer führt zu einem Temperaturanstieg, so dass das



Not- und Nachkühlsystem (RHR) gestartet wird. Zur Sicherstellung der langfristigen Kühlung wird die Anlage gemäss Störfallanweisung [17] und Gesamtanlage-Fahrvorschrift [16] in den kalt abgestellten Zustand gefahren.

Der limitierende Einzelfehler für den Störfall „Notstromfall“ ist der Ausfall des dritten Notstromdiesels. Dies führt zum Ausfall des Hochdruckkernsprühsystems (HPCS) [15]. Als diversitäres System übernimmt das dampfbetriebene Kernisolationskühlungssystem (RCIC-System) die Kernkühlung. Die Nachzerfallwärme wird über das Not- und Nachkühlsystem (RHR-System), welches räumlich getrennt und ebenfalls einzelfehlersicher ist, abgeführt. Ein Ausfall des ersten oder zweiten Notstromdiesels kann zu einem Ausfall eines Stranges des RHR-Systems führen und wird ebenfalls beherrscht.

Die maximale Treibstoffkapazität der drei Dieselmotoren beträgt je Aggregat unter Volllast 5,3 Tage. Die Vorrattanks und Tagetanks befinden sich in Nähe der Dieselmotoren und sind somit überflutungssicher. Die redundanten SEHR-Notstanddiesel ermöglichen ggf. einen zusätzlichen Dauerbetrieb jeder Gruppe während 44 Stunden.

Beurteilung des ENSI

Das ENSI hat die Angaben des Betreibers hinsichtlich der Überflutung der Anlage auf Plausibilität geprüft. Die Anlage kann für das 10'000-jährliche Hochwasser nach Wertung des ENSI in einen sicheren Zustand überführt werden und dort während mindestens drei Tagen ohne Zuhilfenahme externer Notfallmassnahmen gehalten werden.

Durch Eintritt des Notstromfalls wird die Reaktorschnellabschaltung ausgelöst, so dass die Anlage unterkritisch wird. Da das Anlagenareal nicht überflutet wird, ergibt sich keine störfallbedingte Beeinträchtigung von Sicherheitssystemen durch das Hochwasser. Die Notstromdiesel versorgen die notwendigen Verbraucher, mit denen die Anlage auch in den kalt abgestellten Zustand überführt werden kann. Um die Nachwärme sicher abzuführen ist ein Strang des Not- und Nachkühlsystems ausreichend, welcher mit nur einem Notstromdiesel betrieben werden kann. Weiterhin ist die Nachwärmeabfuhr durch die diversitären Grundwasserbrunnen sichergestellt, welche das ENSI bereits in der Stellungnahme [14] bewertet hat. Damit wird der Einzelfehler sicher beherrscht. Das ENSI stimmt der Darlegung des KKL zu, dass mit den genannten Systemen für den Notstromfall (TLOOP) grundsätzlich die Einhaltung der technischen Schutzziele wie Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Kernmaterialien und Integrität der Barrieren zum Einschluss radioaktiver Stoffe sichergestellt ist.

Bei der Beurteilung der Verfügbarkeit der Notstromversorgung der Sicherheitssysteme hat das ENSI geprüft, ob die vorhandenen Kraftstoffreserven ausreichen, um den Betrieb der erforderlichen Notstromdiesel während einer Zeitdauer von 72 Stunden zu gewährleisten. Jeder Notstromdiesel besitzt 2 Vorratsbehälter mit je 80 m³ und einen Betriebsbehälter mit 3 m³ Inhalt. Die vorhandenen Kraftstoffvorräte sind so dimensioniert, dass jeder Notstromdiesel für mindestens 5,3 Tage unter Nennlast betrieben werden kann. Zusätzlich stehen die beiden Notstanddiesel mit einer Betriebsdauer von ca. 44 Stunden zur Verfügung, deren Einsatz für die Störfallbeherrschung jedoch nicht erforderlich ist.



3.2 Einhaltung der Dosisgrenzwerte

Angaben des Betreibers

Gemäss dem Technischen Bericht [5] hat die Störfallkombination „10'000-jährliches Hochwasser & Notstromfall“ nach Einschätzung vom KKL eine Eintretenswahrscheinlichkeit deutlich kleiner als $1 \cdot 10^{-4}$ /Jahr und ist der Störfallkategorie 3 zuzuordnen. Für die Bewertung der radiologischen Konsequenzen ist daher das Akzeptanzlimit von 100 mSv anzuwenden.

Da für das Hochwasser am Standort KKL keine schwerwiegenderen Konsequenzen als ein Notstromfall (TLOOP) angenommen werden müssen, werden die radiologischen Konsequenzen der Störfallkombination lediglich durch den Notstromfall bestimmt.

Die radiologischen Konsequenzen des Notstromfalls sind durch das betrieblich zu erwartende Ereignis „Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ (Closure of all Main Steam Isolation Valves (MSIV)) abgedeckt. Die radiologische Störfallanalyse „Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ mit Druckentlastung in die Druckabbaukammer ist aufgrund verschiedener konservativer Randbedingungen abdeckend für alle betrieblich zu erwartenden Transienten.

Die für den Fall „Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ berechnete Dosis liegt mit 0,0068 mSv deutlich unter der für die zu betrachtende Störfallkombination anzuwendenden Akzeptanzlimite von 100 mSv. Da der Notstromfall durch den Fall „Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ abgedeckt ist, sind die radiologischen Konsequenzen der zu betrachtenden Störfallkombination ebenfalls deutlich kleiner als 100 mSv.

Beurteilung des ENSI

Der Störfall „Hochwasser“ ist als Störfall der Kategorie 3 (ohne Einzelfehler) klassiert, so dass der maximal zulässige Dosiswert 100 mSv beträgt. Der Ausfall der externen Stromversorgung ist als Folge des Hochwassers zu unterstellen.

Der Störfall „Notstromfall“ ist durch den Störfall „Fehlerhaftes Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ radiologisch abgedeckt. In der sicherheitstechnischen Stellungnahme [18] zur periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kernkraftwerks Leibstadt 2006 stellte die damalige HSK fest, dass die Ergebnisse der vom KKL und von der HSK durchgeführten radiologischen Analysen für eine Anlagentransiente der Störfallkategorie 1 bzw. 2, wozu auch das fehlerhafte Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile gehört, zeigen, dass die dafür zulässigen Dosiswerte deutlich eingehalten werden. Damit ist auch die Einhaltung des Dosiswertes von 100 mSv für die Störfallkategorie 3 gezeigt worden. An dieser Aussage ändern auch die neueren Bewertungsgrundlagen der zwischenzeitlich eingeführten Richtlinien ENSI-G14 [13] und ENSI-A08 [12] für Störfallkategorie 3 nichts. Die radiologische Analyse für das 10'000-jährliche Hochwasser zeigt somit, dass der zulässige Dosiswert gemäss Strahlenschutzverordnung [10] von 100 mSv eingehalten wird.

4 Zusammenfassung

Im Rahmen der vom ENSI nach den Ereignissen in Fukushima erlassenen Verfügungen [3] hat das Kernkraftwerk Leibstadt seine Auslegung bezüglich des 10'000-jährlichen Hochwassers überprüft. Hierzu wurde dem ENSI der Technische Bericht [5] eingereicht, welcher eine neue Gefährdungsstudie enthält. Als massgeblich für die Berechnung potenzieller Überflutungen wird ein Spitzendurchfluss von $9'000 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeleitet. Dieser Durchfluss führt gemäss KKL zu einer maximalen Fluthöhe von 313,75 m ü. M.



Die Angaben aus der Gefährdungsstudie und die Nachweisführung wurden vom ENSI geprüft und als plausibel bewertet. Eine Überflutung des Anlagenareals ist ausgeschlossen, da das Anlagenareal mit 332,0 m ü. M. ungefähr 18 m über dem Scheitel der Flutwelle liegt. Das Hochwasser führt zu keinen sicherheitsrelevanten Schäden an der Anlage. Einzig eine Verstopfung der Kühlwasserfassung durch mitgeführtes Schwemmgut kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die Nachwärme kann in diesem Fall aber sicher über die diversitären Grundwasserbrunnen abgeführt werden.

Anlagendynamisch führt das Hochwasser mit Verlust der externen Stromversorgung auf den Störfall „Notstromfall“. Bei Eintritt des Notstromfalls übernehmen die drei Notstromdiesel die Versorgung der notwendigen Verbraucher und bei Bedarf die beiden gebunkerten Notstanddiesel. Dabei erfolgt die Nachwärmeabfuhr über das redundante Not- und Nachkühlsystem.

Das ENSI hat die Angaben vom KKL im deterministischen Nachweis [3] geprüft und als plausibel bewertet. Der vom KKL abgeleitete Durchflusswertebereich für das 10'000-jährliche Hochwasser sowie die resultierende Überflutungskote sind belastbar. Das ENSI stimmt auch der Einschätzung zu, dass aus dem Hochwasserereignis ausschliesslich ein länger dauernder Notstromfall resultiert. Die dafür vorhandenen Treibstoffvorräte sind so dimensioniert, dass jeder Notstromdiesel für 5,3 Tage unter Nennlast betrieben und somit die Anlage ohne Zuhilfenahme externer Notfallmassnahmen in einen sicheren stabilen Zustand überführt und dort gehalten werden kann. Die Einhaltung der Schutzziele ist somit gewährleistet.

Radiologisch ist der Störfall „Notstromfall“ durch den Störfall „Fehlerhaftes Schliessen aller Frischdampf-Isolationsventile“ abgedeckt. Die für diesen Störfall berechnete Dosis liegt deutlich unter der für die zu betrachtende Störfallkombination anzuwendenden Akzeptanzlimite von 100 mSv. Die Einhaltung der Dosislimite gemäss Strahlenschutzverordnung [10] ist aus Sicht des ENSI für das 10'000-jährliche Hochwasser sichergestellt.

Das ENSI kommt zusammenfassend zum Schluss, dass das KKL den Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers unter den vom ENSI gesetzten Randbedingungen erbracht hat.

5 Referenzen

- [1] UVEK SR 732.114.5, Verordnung des UVEK über die Methodik und Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken, Verordnung, vom 16. April 2008 (Stand 1. Mai 2008)
- [2] ENSI-Brief, „Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima“ ENSI-Brief FLP/SAN-12/11/027 vom 18. März 2011
- [3] ENSI, „Verfügung: Vorgehensweise zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung“, ENSI-Brief SGE/FLP – 12/11/027 vom 01. April 2011
- [4] Kernkraftwerk Leibstadt AG, „Stellungnahme: KKL zu Punkt 3.2 der ENSI Verfügung vom 1. April 2011“, KKL-Brief vom Juni 2011
- [5] Kernkraftwerk Leibstadt AG, „Deterministischer Nachweis der Beherrschung von Hochwasser am Standort KKL“, Technischer Bericht BET/11/0179 vom 30. Juni 2011
- [6] KEV 2004, Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), Verordnung, vom 10. Dezember 2004 (Stand am 1. Januar 2009)



- [7] UVEK SR 732.112.2, Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, Verordnung, vom 17. Juni 2009 (Stand am 1. August 2009)
- [8] ENSI-A05/d 2009, Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Januar 2009
- [9] International Atomic Energy Agency (IAEA); "Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites", Safety Guide NS-G-3.5, March 2004
- [10] Strahlenschutzverordnung (StSV) SR 814.501 vom 22. Juni 1994
- [11] ENSI-A01/d 2009, Anforderungen an die deterministische Störfallanalyse für Kernanlagen: Umfang, Methodik und Randbedingungen der technischen Störfallanalyse, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Juli 2009
- [12] ENSI-A08/d 2010, Quelltermanalyse: Umfang, Methodik und Randbedingungen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Februar 2010
- [13] ENSI-G14/d Revision 1, Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Stand Dezember 2010
- [14] ENSI, „Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011“, Brief 5. Mai 2011
- [15] Kernkraftwerk Leibstadt AG, Safety Analysis Report SAR/0001, 24. September 2008
- [16] Kernkraftwerk Leibstadt AG, Technologiekurs 2006
- [16] Kernkraftwerk Leibstadt AG, Gesamtanlage-Fahrvorschrift GFA-1703-02
- [17] Kernkraftwerk Leibstadt AG, Störfallanweisung SFA-1704-17 „Ausfall Eigenbedarfsversorgung“
- [18] ENSI 12/1300, Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kernkraftwerks Leibstadt, 10. August 2009