



CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein
Kernkraftwerk Leibstadt AG
Nukleare Sicherheit
5325 Leibstadt

Ihr Zeichen: Bengt Tveiten / hel
Unser Zeichen: FLP – 12/11/027
Sachbearbeiter/in: Peter Flury, Telefon +4156 460 8688
Brugg, 5. Mai 2011

Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011

Sehr geehrte Damen und Herren

1. Anlass

Das ENSI hat am 18. März 2011 aufgrund der Ereignisse in Fukushima unter anderem verfügt, dass das Kernkraftwerk Leibstadt (KKL) bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen hat, in dem folgende Fragen beantwortet werden:

- a. Ist im KKL die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?
- b. Sind im KKL allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?
- c. Ist im KKL die Brennelementbeckenkühlung eine besonders geschützte Sicherheitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandssystem versorgt und gesteuert werden?

Das KKL hat dem ENSI am 31. März 2011 fristgerecht einen Bericht mit Antworten auf die genannten Fragen eingereicht. Gemäss Verfügung des ENSI vom 18. März 2011 hat das KKL bis zum 31. August 2011 darzulegen, wie es die im Rahmen der Beantwortung der Fragen identifizierten Defizite beseitigen will.

2. Erwägungen zu den eingereichten Antworten

Um sicherzustellen, dass die aufgrund der Erkenntnisse aus Fukushima erforderlichen Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit möglichst rasch wirksam werden können, hat das ENSI bei der Prüfung der Antworten des KKL im Rahmen seiner unabhängigen Beurteilung in verschiedenen Punkten



Verbesserungsbedarf identifiziert und macht im Hinblick auf die bis zum 31. August 2011 vom KKL vorzulegenden Massnahmen nun zusätzliche Vorgaben.

2.1 Kühlmittelversorgung

2.1.1 Angaben des Bewilligungsinhabers¹

Die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme dient der Wärmeabgabe aus der Anlage bei allen möglichen Betriebszuständen. Die wesentlichen Wärmequellen sind die Brennelemente im Reaktor sowie in den Brennelementlagerbecken. Für die Kühlmittelversorgung stehen im KKL drei Versorgungsmöglichkeiten zur Verfügung. Neben der Versorgung mit Kühlwasser aus dem Rhein ist eine Versorgung mit Grundwasser aus räumlich getrennten Brunnen auf dem Kraftwerksareal möglich.

Die erste Kühlkette, bestehend aus Nebenkühl- und Zwischenkühlwassersystem, wird zur Kühlung von Verbrauchern der Systeme im Reaktor-, Reaktorhilfsanlagen- und Brennelementlagergebäude benötigt und erfüllt neben dem Normalbetrieb auch sicherheitstechnisch wichtige Funktionen. Der Rhein dient der ersten Kühlkette als Hauptwärmesenke. Die Systeme der ersten Kühlkette sind nicht durchgängig gegen die Auslegungstörfälle Erdbeben und die Überflutung geschützt.

Dagegen ist die zweite Kühlkette (Notkühlkette) gegen diese Auslegungstörfälle geschützt, um insbesondere die Kühlwasserversorgung sicherheitsrelevanter Noteinspeisesysteme und der Notstromdiesel sicherzustellen. Die zweite Kühlkette besteht aus drei Strängen, die räumlich voneinander getrennt sind. Jeder Strang verfügt über einen Kühlturm und einen verunreinigungssicheren Brunnen, um das erwärmte Kühlwasser rückzukühlen.

Die dritte Kühlkette (Notstandkühlkette) übernimmt insbesondere nach Einwirkungen von aussen die Versorgung der Komponenten des Notstandsystems mit Kühlmittel und dient als Wärmesenke für den abgeschalteten Reaktor. Die Notstandkühlkette ist zweisträngig aufgebaut und gegen das Auslegungserdbeben und die Auslegungsüberflutung geschützt. Das Kühlmittel wird aus zwei verunreinigungssicheren Brunnen zu den Wärmequellen gefördert und anschliessend an den Rhein abgegeben.

2.1.2 Beurteilungsgrundlage

Die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme stellt gemäss IAEA Safety Standard NS-R-1 eine indirekte Sicherheitsfunktion zur Einhaltung der übergeordneten Schutzziele dar. Die Gesetzgebung spezifiziert folgende Auslegungsanforderungen an diese Sicherheitsfunktion:

- Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle: Art. 8 KEV
Bei Kernanlagen sind gegen Störfälle mit Ursprung innerhalb oder ausserhalb der Anlage Schutzmassnahmen zu treffen. Unter anderem werden Erdbeben und Überflutung als zu berücksichtigende Störfälle genannt.
- Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken: Art. 10, Abs. 1, Bst. b. KEV
Sicherheitsfunktionen sind soweit möglich nach den Grundsätzen der Redundanz und Diversität auszuführen.

Die nachfolgende Beurteilung konzentriert sich auf die Kühlmittelversorgung, die für die Sicherstellung der Funktion der Sicherheits- und Hilfssysteme bei den Auslegungstörfällen Erdbeben und Überflutung (Hochwasser) vorgesehen ist. Der Auslegungsgrundsatz der Diversität wird ausschliesslich unter dem Aspekt bewertet, ob die Kühlmittelversorgung mit Hilfe verschiedenartiger Quellen erfolgt und ob

¹ Unter Angaben des Bewilligungsinhabers werden in dieser Verfügung jeweils Angaben aus dem am 31. März 2011 eingereichten Bericht und teilweise weiteren Unterlagen zusammengefasst.



diese Quellen gegen Verunreinigungen gesichert sind, die als indirekte Auswirkungen der Auslegungsfälle Erdbeben und Überflutung unterstellt werden.

2.1.3 Beurteilung des ENSI

Im KKL stehen mehrere, verschiedenartige Quellen zur Kühlmittelversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme zur Verfügung.

Bei den Auslegungsfällen Erdbeben und Überflutung kann der Verlust der ersten Kühlkette nicht ausgeschlossen werden. Für diese Fälle stehen im KKL die Notkühlkette und die Notstandskühlkette zur Verfügung. Beide Kühlketten verfügen mit Brunnen und Notstandsbrunnen über verschiedenartige und verunreinigungssichere Quellen zur Kühlmittelversorgung.

Insgesamt gesehen ist aus heutiger Sicht die Kühlmittelversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme im KKL ausreichend gegen die Auslegungsfälle Erdbeben und Überflutung gesichert. Die gesetzlichen Auslegungsanforderungen an diese Sicherheitsfunktion werden erfüllt.

2.2 Schutz der Brennelementlagerbecken gegen externe und interne Ereignisse

Die wesentliche Sicherheitsfunktion der Brennelementbecken besteht darin, Wasser zur Kühlung der Brennelemente und zur Abschirmung der Strahlung bereitzuhalten. Im Hinblick auf die Ereignisse in Fukushima sind insbesondere die Erkenntnisse bezüglich Erdbeben, Überflutung und Wasserstoffansammlungen von Bedeutung.

2.2.1 Angaben des Bewilligungsinhabers

Im KKL gibt es das innere Brennelementlager (innerhalb des Containments) und das äussere Brennelementlager mit 2 Becken im Brennelementlagergebäude (ausserhalb des Containments). Beide sind mit einem Transferrohr miteinander verbunden, welches im Betrieb verschlossen ist. Da entsprechend der Technischen Spezifikation Leibstadt während des Betriebs keine bestrahlten Brennelemente im inneren Brennelementlager gelagert werden, konzentriert sich die Sicherheitsanalyse für den Betrieb auf das äussere Brennelementlager.

Das Kernkraftwerk Leibstadt ist für das Sicherheitserdbeben (SSE) mit einer Grundbeschleunigung am Fels von 0,15 g horizontal und von 0,1 g vertikal ausgelegt². Dies entspricht einer horizontalen Bodenbeschleunigung von 0,21 g auf Fundamentniveau (Reaktorgebäude).

Das Kraftwerksareal ist durch eine steile Uferböschung zum Rhein begrenzt. Diese schützt die Kraftwerksanlagen gegen natürliches Hochwasser und Flutwellen, beispielsweise beim Versagen einer Wehranlage im Rhein oder in der Aare.

Alle bestrahlten Brennelemente befinden sich ausserhalb des Primärcontainments im äusseren Brennelementlager. Gemäss Stellungnahme des KKL sind das Brennelementlagergebäude und die darin befindlichen Brennelementlagerbecken und Lagergestelle unter anderem für ein Sicherheitserdbeben (SSE) ausgelegt. Beide Becken des Lagers bestehen aus armiertem Beton und verfügen über eine Beckenauskleidung aus rostfreiem Stahl. Allfällige Leckagen der geschweissten Beckenauskleidung sind durch die Konstruktion limitiert und können durch diverse, redundante Einspeisung von Wasser kompensiert werden. Jede Schweißnaht der Beckenauskleidung verfügt über eine separate Leckageüberwachung, welche täglich überprüft wird.

Die Umwälzung des Wassers in den Brennelementlagerbecken erfolgt durch ein separates Brennelementbeckenkühlsystem. Die Rohrleitungen dieses Kühlsystems sind derart angeordnet, dass ein Bruch der Leitungen zu keiner oder nur zu einer sehr geringen Reduktion des Wasserniveaus in den

² Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kernkraftwerks Leibstadt, ENSI 12/1300, August 2009



Brennstoffbecken führen kann. Beim Bruch der Saugleitung könnte das Wasserniveau maximal auf eine Höhe von 11 m absinken. Dabei stünde in diesem Fall immer noch eine Wasserüberdeckung von 7 m zur Verfügung.

2.2.2 Beurteilungsgrundlage

Für die Beurteilung des Schutzes der Brennelementbecken gegen externe und interne Einwirkungen hat der Bewilligungsinhaber die Gefährdungsannahmen für Störfälle mit Ursprung innerhalb (Art. 4 der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, SR 732.112.2) und ausserhalb (Art. 5 derselben Verordnung) zu beachten.

Für die externen und internen Einwirkungen ist gemäss Richtlinie ENSI-A01 aufzuzeigen, dass mit den getroffenen Vorkehrungen die Auswirkungen so begrenzt bleiben, dass diese über die deterministischen Analysen der anderen Störfälle abgedeckt sind. Nur dann ist keine spezifische deterministische Störfallanalyse für das entsprechende Ereignis durchzuführen.

Im Rahmen der vorliegenden Beurteilung werden die im Hinblick auf Fukushima relevanten Aspekte bezüglich Erdbeben, Überflutung und Wasserstoffbildung bewertet.

2.2.3 Bewertung durch das ENSI

Gemäss Stellungnahme des KKL ist das Brennelementgebäude unter anderem auf ein Sicherheits-erdbeben (SSE) ausgelegt. Das ENSI beurteilt diese Aussage als grundsätzlich richtig. Die Ausbildung des Brennelementgebäudes ist aufgrund der grossen Wandstärken sehr robust.

Die Gebäudeintegrität bei der massgebenden externen Einwirkung betrachtet das ENSI als gegeben. Aufgrund der Ergebnisse des Projekts PEGASOS ist davon auszugehen, dass die anzunehmende Erdbebeneinwirkung gegenüber den ursprünglichen Auslegungsgrundlagen voraussichtlich erhöht werden muss. Aufgrund der robusten Ausbildung und der Tatsache, dass bei der ursprünglichen Auslegung andere Einwirkungen massgebend waren, ist jedoch zu erwarten, dass die erhöhte Erdbebenbeanspruchung aufgenommen werden kann. Eine entsprechende rechnerische Beurteilung seitens KKL ist noch ausstehend.

Dem entsprechenden Überprüfungsbedarf wird mit der Forderung 2 dieser Verfügung Rechnung getragen.

Der Schutz vor Überflutung und Wasserstoffexplosionen wurde vom KKL nicht behandelt. Das ENSI geht auf die Thematik unter Punkt 3 „Erwägungen zum Bedarf nach weiteren Massnahmen“ ein.

2.3 Brennelementbeckenkühlung

2.3.1 Angaben des Bewilligungsinhabers

Die betriebliche Kühlung beider Brennelementbecken ausserhalb und innerhalb des Containments des KKL ist zweisträngig aufgebaut. Die Wärme aus dem Brennelementbecken wird über die erste Kühlkette, bestehend aus dem Zwischenkühlsystem und dem Nebenkühlwassersystem, an den Rhein abgeführt. Sowohl die Komponenten der Kühlkette als auch deren Stromversorgung sind nicht durchgängig gegen die Auslegungsstörfälle Erdbeben und Überflutung gesichert. Daher verfügt das KKL mit zwei Strängen des Not- und Nachkühlsystems über alternative Möglichkeiten der Brennelementbeckenkühlung. Die Wärme aus den beiden Brennelementbecken wird in diesem Fall über die Notkühlkette abgeführt.

Das KKL verfügt zusätzlich über Möglichkeiten zur Bespeisung der beiden Brennelementbecken mit Hilfe anlageninterner Notfallmassnahmen, die in Störfallvorschriften festgelegt sind. Die beiden Brennelementbecken können über je einen externen Notanschluss von aussen bespeist werden. Es kann Wasser aus verschiedenen Quellen wie KKL-Brunnen, Kühlturmtassenwasser, Feuerlöschwa-



gen oder aus dem Rhein eingespeist werden. Die Notanschlüsse und angeschlossenen Leitungen sind gegen das Auslegungserdbeben geschützt.

Die Überwachung der Brennelementbeckenkühlung hinsichtlich der wesentlichen Parameter Wassertemperatur und Niveaumessung (Wasserstand in den Brennelementbecken) erfolgt über den Hauptkommandoraum und jeweils lokal an den beiden Brennelementbecken innerhalb und ausserhalb des Primärcontainments. Das gebunkerte Notstandsystem übernimmt keine Aufgaben zur Kühlung bzw. Überwachung der beiden Brennelementbecken.

Aufgrund der baulichen Gegebenheiten, der grossen Wärmekapazität der Brennelementbecken, der geringen Wärmelasten sowie der gestaffelten Einspeise- und Kühlmöglichkeiten besteht eine ausreichende Sicherheit zur langfristigen Kühlung der Brennelementbecken.

2.3.2 Beurteilungsgrundlage

Im Unterschied zur Kühlung des Reaktorkerns stehen bei störfallbedingtem Ausfall der Brennelementbeckenkühlung deutlich längere Reaktionszeiten zur Verfügung, um die ausreichende Kühlung wieder herzustellen, solange die Integrität der Brennelementbecken bei Störfällen sichergestellt ist. Der Ausfall der Brennelementbeckenkühlung wurde deshalb gemäss Richtlinie ENSI-A01 bisher als auslegungsüberschreitender Störfall betrachtet. Detailliert zu untersuchen ist insbesondere das Verhalten der Barrieren zum Einschluss radioaktiver Stoffe.

Gemäss Richtlinie ENSI-G01 gelten Ausrüstungen zur Kühlung der gelagerten Brennelemente sowie zur Sicherstellung des Wasserinventars und der Dichtheit des Brennelementbeckens als Ausrüstungen mit sicherheitstechnischer Bedeutung. Sie sind der mechanischen Sicherheitsklasse SK3, der elektrischen Sicherheitsklasse 1E und der Erdbebenklasse EK1 zugeordnet. Die Erdbebensicherheit der Brennelementbeckenkühlung ist somit nachzuweisen.

Gemäss Art. 94 Abs. 7 StSV verlangt die Aufsichtsbehörde bei auslegungsüberschreitenden Störfällen, deren Auswirkungen gross sein können, vorsorgliche Massnahmen, um die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage zu begrenzen. Deshalb ist auch aufzuzeigen, dass die Brennelementbeckenkühlung im Überflutungsfall gewährleistet ist.

2.3.3 Beurteilung des ENSI

Im KKL stehen mehrere verschiedenartige Systeme zur Brennelementbeckenkühlung zur Verfügung. Die auslegungsgemäss vorgesehene Kühlung der beiden Brennelementbecken und die zugehörige Kühlkette sind nicht durchgehend gegen die Auslegungsstörfälle Überflutung und Erdbeben geschützt. Dafür steht mit dem Not- und Nachkühlsystem ein weiteres, redundantes System zur Kühlung beider Brennelementbecken zur Verfügung, das gegen diese Auslegungsstörfälle ausgelegt ist. Für die Aufschaltung dieses Systems müssen Schalthandlungen vor Ort ausgeführt werden. Im Unterschied zur Kühlung des Reaktorkerns stehen bei störfallbedingtem Ausfall der Brennelementbeckenkühlung deutlich längere Reaktionszeiten zur Verfügung, um die ausreichende Kühlung der Brennelementbecken wieder herzustellen. Aus Sicht des ENSI besteht ausreichend Zeit für die erforderlichen Schalthandlungen.

Der Einsatz der vorhandenen anlageninternen Notfallmassnahmen zur Wiederherstellung der Brennelementbeckenkühlung muss aus Sicht des ENSI auf die Vorbeugung der Folgen schwerer Erdbeben und Überflutungen ausgerichtet sein. In diesem Zusammenhang wurde in der ENSI-Verfügung vom 18. März 2011 bereits gefordert, dass zwei räumlich getrennte Zuführungen zur externen Bespeisung der Brennelementlagerbecken nachzurüsten sind. Die Überwachung der Wassertemperatur und des Wasserstands der Brennelementbecken erfolgt über den Hauptkommandoraum und lokal an den Brennelementbecken.



Befund 1: Im KKL sind die Messwertangaben zur Wassertemperatur und zum Wasserstand der Brennelementbecken nicht Teil der Störfallinstrumentierung und in den Notsteuerstellen und im Notstandleitstand fehlen Möglichkeiten zur Überwachung der Brennelementbeckentemperatur und des Brennelementbeckenfüllstandes.

Die zur Behandlung dieses Befunds erforderliche Massnahme wird unter Punkt 4 „Entscheid zur Behandlung des identifizierten Verbesserungsbedarfs“ festgelegt.

3. Erwägungen zum Bedarf nach weiteren Massnahmen

In der Verfügung vom 1. April 2011 mit Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung hinsichtlich der Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) wurde – als Zwischenschritt vor Abschluss des Projekts PRP – die Festlegung neuer seismischer Gefährdungsannahmen verlangt. Diese Vorgaben beziehen sich entsprechend dem Geltungsbereich von Art. 44 KEV auf Kernreaktoren. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse aus den Ereignissen in Fukushima ist es jedoch – unabhängig von der genannten Verordnung – angezeigt, auch die Auslegung der Brennelementlagerbecken, -gebäude und -kühlsysteme auf der Basis dieser neu festzulegenden seismischen Gefährdungsannahmen zu überprüfen.

Bei der Beurteilung des Schutzes der Brennelementlagerbecken gegen Erdbeben und Überflutung sollten nach der Einschätzung des ENSI auch die bei schweren Unfällen mögliche Wasserstoffentstehung durch Radiolyse sowie durch Zirkoniumoxidation und die Wasserstoffbeherrschung im Gebäude geprüft und bewertet werden.

4. Entscheid zur Behandlung des identifizierten Verbesserungsbedarfs

Zur Behandlung des unter Punkt 2 „Erwägungen zu den eingereichten Antworten“ genannten Befunds 1 stellt das ENSI folgende Forderung:

Forderung 1: Das KKL hat dem ENSI bis zum 31. August 2011 Lösungsansätze vorzulegen, wie es im Hauptkommandoraum die Möglichkeiten zur Überwachung der Brennelementbeckentemperatur und des Brennelementbeckenfüllstandes ertüchtigen will und wie es in den Notsteuerstellen und im Notstandleitstand entsprechende Möglichkeiten schaffen will.

5. Entscheid zum Bedarf nach weiteren Massnahmen

Gemäss den Erwägungen unter Punkt 3 stellt das ENSI zur Überprüfung der Auslegung der Brennelementlagerbecken, -gebäude und -kühlsysteme folgende Forderung:

Forderung 2: Das KKL hat bis zum 31. März 2012 gemäss den Verfahrensvorgaben der ENSI-Verfügung vom 1. April 2011³ die Auslegung der Brennelementlagerbecken, -gebäude und -kühlsysteme zu überprüfen.

Dabei sind alle Brennelementbeckenanschlüsse und -verbindungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebszustände zu identifizieren, deren Versagen zu einem Füllstandsabfall im Brennelementlagerbecken führen kann, und es sind die Auswirkungen der einzelnen Leckagepfade zu bewerten. Darauf basierend ist festzulegen, für welche Brennelementbeckenanschlüsse und -verbindungen eine seismische Requalifikation zu erbringen ist. Es ist aufzuzeigen, dass allfällige Leckagen in der Beckenauskleidung aufgrund deren Konstruktion unter Zugrundelegen der neuen

³ ENSI, Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung, SGE/FLP-12/11/027 vom 1. April 2011



seismischen Gefährdungsannahmen so begrenzt bleiben, dass der daraus resultierende Füllstandsabfall durch die vorhandenen Einspeisesysteme kompensiert werden kann.

Gemäss den Erwägungen unter Punkt 3 stellt das ENSI zur Überprüfung der Wasserstoffentstehung und Wasserstoffbeherrschung im Brennelementlagergebäude folgende Forderung:

Forderung 3: Das KKL hat bis zum 31. März 2012 den Schutz vor Wasserstoffdeflagrationen und -explosionen im Bereich der Brennelementbecken für alle vorhandenen Brennelementbecken zu bewerten und dem ENSI darüber zu berichten.

Dabei sind die Art und Kapazität vorhandener Ausrüstungen zur Wasserstoffbeherrschung, inklusive Abhängigkeiten von der Energieversorgung, sowie deren Sicherheit gegen interne und externe Ereignisse in die Analyse einzubeziehen.

Freundliche Grüsse

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Dr. Hans Wanner
Direktor

Dr. Peter Flury
Leiter Abteilung Betriebsüberwachung



Rechtsmittelbelehrung

Gegen diese Verfügung kann innert 30 Tagen seit Zustellung Beschwerde erhoben werden. Die Beschwerde ist beim Bundesverwaltungsgericht, Postfach, 3000 Bern 14, einzureichen. Die Frist steht still:

- a. vom 7. Tag vor Ostern bis und mit dem 7. Tag nach Ostern;
- b. vom 15. Juli bis und mit dem 15. August;
- c. vom 18. Dezember bis und mit dem 2. Januar.

Die Beschwerde ist mindestens im Doppel einzureichen und hat die Begehren, deren Begründung mit Angabe der Beweismittel und die Unterschrift des Beschwerdeführers oder seines Vertreters zu enthalten. Die Ausfertigung der angefochtenen Verfügung (oder eine Fotokopie) und die als Beweismittel angerufenen Urkunden sind beizulegen, soweit der Beschwerdeführer sie in Händen hat.