ENSI EMY: -4 AM. 2011

Mühleberg, 31. März 2011

BR-KL-2011/088 KKM P. Miazza / MASYL



<u>Einschreiben</u>

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI Industriestrasse 19 5200 Brugg



BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg CH-3203 Mühleberg

Telefon 031 754 71 11 Telefax 031 754 71 20

www.bkw-fmb.ch

Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima Stellungnahme zum Punkt 5 der Verfügung Ihr Zeichen FLP/SAN - 11/11/003

Sehr geehrte Damen und Herren

In Ihrem Brief vom 18. März haben Sie unter Punkt 5 verfügt, dass das KKM bis zum 31. März 2011 zu drei spezifischen Fragen Stellung nehmen soll.

Mit dem vorliegenden Schreiben übergeben wir Ihnen die Aktennotiz "Bericht zur Verfügung des ENSI vom 18. März 2011", in der wir zu den drei Punkten Stellung nehmen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die mit den Fragen verbundenen Anforderungen durch das KKM in ausreichendem Masse erfüllt werden.

Freundliche Grüsse

BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg

Patrick Miazz#// Leiter Kernkraftwerk



Beilage:

- Aktennotiz AN-UM-2011/025 "Bericht zur Verfügung des ENSI vom 18. März 2011"

1to1 energy

BKW FMB ENERGIE AG KERNKRAFTWERK 3203 MÜHLEBERG	**************************************	Aktennotiz				
co KKM						
Klassifizierung	A 500 A	Verfasser / Organisati	ionseinheit			
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
		Datum	Revisionsindex			
			TO NOTO TO THE OWNER.			
		30.03.2011 Seite Dokumenten-Nummer				
		1 von 17	AN-UM-2011/025			
Bericht zur	Verfügung des ENSI v	om 18. Mä	rz 2011			
Donont Zai Vortagang dos Erver Von 16. Maiz Zei 1						
Das ENSI hat mit der Verfügung versorgung, zum Schutz des Bren lung gestellt. Die vorliegende Akte sprechenden Anforderungen im K Zusammenfassend kann festgeha durch das KKM in ausreichendem Die Kühlmittelversorgung für die Auslegungsfälle des Syste Das Trockenlager und das Bre Auswirkungen geschützt. Das Brennelementbeckenkühl auch ohne Brennelementbeck passive Wärmetransportproze Dennoch haben wir verschiedene Hintergrund der – noch nicht vollst nahmen aus diesen Erkenntnissen	enelementbeckens und zur Ausennotiz nimmt zu diesen drei in KM erfüllt werden. Ilten werden, dass die mit der Masse erfüllt werden: Ilie Sicherheits- und Hilfssyste ms und darüber hinaus siche ennelementbecken im Reaktorsystem wird nicht über das Nenkühlsystem die Möglichkeitse abzugeben. Punkte festgestellt, bei dene tändig geklärten – Ereignissen sind bereits abgeleitet und versichen sind bereits abgeleitet und versichen die Möglichkeitsen d	uslegung der E Fragen Stellur n Fragen verbi eme des Notst ergestellt. orgebäude sind lotstandsysten t, die anfallend en uns eine ve ein Japan sinn werden umges	Brennelementbeckenküh- ng und legt dar, wie die ent- undenen Anforderungen andssystems SUSAN ist für d gegen externe und interne n versorgt. Jedoch besteht de Nachzerfallswärme über ertiefte Abklärung vor dem nvoll erscheint. Erste Mass- setzt.			
31.03.2011	31.03.2011	31.03.2	2011 Patrick Miazza			
arstallt	gondiff		fraigerober			
erstellt Beilagen	geprüft		freigegeben			
Variable						

KL, AL, RL, FL extern: ENSI

Inhalt

1	Veranlassung	3
2	Vorgehensweise	
3	Kühlmittelversorgung für Sicherheits- und Hilfssysteme	3
4	Schutz des Brennelementbeckens gegen externe und interne Auswirkungen	5
4.1 4.2 4.3 4.4	Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage Zusätzliche Störfälle, die nicht in KEV, Artikel 8 aufgeführt sind Bewertung des Brennelementbeckens gemäss KEV, Artikel 10 Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken	8 11
5	Versorgung und Steuerung der Brennelementbeckenkühlung	14
5.1 5.2	SystembeschreibungEinordnung des Brennelementbeckenkühlsystems	

1 Veranlassung

In ihrer Verfügung "Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima" vom 18. März 2011 hat das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) unter anderem verfügt (Punkt 5):

Das Kernkraftwerk Mühleberg hat bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen, in dem folgende Fragen beantwortet werden:

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

Die vorliegende Aktennotiz nimmt zu diesen drei Fragen des ENSI Stellung.

2 Vorgehensweise

Zur Beantwortung der in der Verfügung vom 18. März 2011 unter Punkt 5 gestellten Fragen wird auf die Unterlagen zurückgegriffen, die dem ENSI mit der periodischen Sicherheitsüberprüfung PSÜ2010 im Dezember 2010 eingereicht wurden. Sofern auf weitere Dokumente verwiesen wird, sind diese im Text angegeben.

Schwerpunkt der Stellungnahme ist dabei die Bewertung der entsprechenden Anlagensysteme vor dem Hintergrund der bisher nur unvollständig bekannten Ereignisse in der japanischen Anlage Fukushima Daiichi. So wird insbesondere auch der Fall einer Kombination eines Erdbebens mit einer nachfolgenden Überflutung betrachtet.

Jede der Fragen wird in einem eigenen Kapitel diskutiert.

3 Kühlmittelversorgung für Sicherheits- und Hilfssysteme

Das KKM verfügt über mehrere Kühlwasserkreisläufe. Die zwei betrieblichen Hauptkühlwasserkreisläufe dienen der Abfuhr der Abwärme aus den Kondensatoren im Normalbetrieb. Sie beziehen Kühlwasser über Einlaufbauwerke mit Reinigungsanlage aus dem Fluss, leiten das Kühlwasser über die Kondensatoren und über ein gemeinsames Auslaufbauwerk mit zwei getrennten Auslaufkanälen in den Fluss zurück.

Das Hilfskühlwassersystem versorgt alle Nebenkühlstellen mit Ausnahme des Notstandssystems (SUSAN), wobei eine der beiden vorhandenen Pumpen die erforderliche Pumpleistung erbringt. Das System benutzt die gleichen Einlaufbauwerke wie die Hauptkühlwassersysteme.

Bei Ausfall der Stromversorgung können beide Hilfskühlwasserpumpen von den beiden Notstromeinspeisungen vom Wasserkraftwerk betrieben werden (siehe Sicherheitsbericht Kapitel 8). Versagt auch diese Stromversorgung, erfolgt der Betrieb einer der beiden Hilfskühlwasserpumpen über den Notstromdieselgenerator, während die zweite Hilfskühlwasserpumpe in Reserve bleibt.

Im Rahmen von Accident Management Massnahmen (AMM-B-001) ist es möglich, verschiedene Kühlstellen mit anderen Wasserversorgungen wie Hochreservoir, Trinkwassernetz, Feuerlöschwasser oder über mobile Feuerlöschpumpen mit Wasserbezug aus der der Aare zu verbinden.

Das gebunkerte Notstandssystem SUSAN verfügt über ein eigenes, unabhängiges Kühlsystem mit örtlich getrennten Ein- und Auslaufbauwerken. Beide SUSAN-Kühlkreisläufe beziehen ihr Kühlwasser über das Auslaufbauwerk des Hauptkühlwassers aus der Aare. Dank dieser Konstruktion bezieht das Notstandssystem das erforderliche Wasser nicht von einer singulären Stelle im Flussprofil,

Die Systeme des SUSAN werden bei Ausfall der externen Stromversorgung durch SUSAN eigene Notstromdieselgeneratoren versorgt. Das gesamte SUSAN wurde für das Sicherheitserdbeben (SSE) ausgelegt und widersteht auch den Belastungen, die gemäss der PEGASOS Studie bei einem Erdbeben zu berücksichtigen sind.

Das SUSAN ist überflutungssicher ausgelegt. Bei der Auslegung wurden bestimmte Bruchszenarien der Wohlenseestaumauer und der Saanedämme zugrunde gelegt (vgl. HSK-Gutachten 1991, Kap. 2.4.3). Im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse (siehe PSÜ2010, Bericht 9, Appendix O.3) wurden alle Stauanlagen an der Aare oberhalb des KKMs betrachtet. Dies sind Totensee, Trübtensee, Oberaar, Grimsel, Räterichsboden, Gelmer, Handeck, Mattenalp, Zwirgi, Spiezmoos, Simmenporte, Sulgenbach, Weiermatt und Wohlensee. Aufgrund der geographischen Gegebenheiten kann lediglich die Staumauer in Mühleberg (Wohlensee) zu einer Überflutung auf dem Areal des KKMs führen. Weiterhin können Dammbrüche an der Saane über einen Rückstaueffekt zu Überflutungen des KKM-Areals führen. Hier wurden die folgenden Stauanlagen betrachtet: Hongrin, Sanetsch, Arnensee, Rossinière, Lessoc, Montsalvens, Rossens, Maigrauge und Schiffenen. Für relevante Überflutungsszenarien sind nur die Stauanlagen Rossens und Schiffenen von Bedeutung.

Für die relevanten Stauanlagen Wohlensee, Rossens und Schiffenen wurden nachträglich weitere Analysen erarbeitet. Diese Analysen zeigen, dass die aus Dammbrüchen dieser drei Stauanlagen resultierenden Überflutungen die Auslegungskote des SUSAN nicht überschreiten würden.

Lediglich ein extrem unwahrscheinliches Szenario,

könnte zu einer

Überflutungshöhe führen, die die Fähigkeiten des SUSAN übersteigt. Die aktuelle probabilistische Sicherheitsanalyse bestimmt die Häufigkeit dieses auslösenden Ereignisses als kleiner 2.0E-7 pro Jahr. Es handelt sich damit gemäss der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) um ein auslegungsüberschreitendes Ereignis.

Mit dem SUSAN verfügt das KKM somit über eine von den betrieblichen Systemen unabhängige, gegen Erdbeben und Überflutungen in ausreichendem Masse geschützte Kühlmittelversorgung für die redundanten Sicherheitssysteme des Notstandssystems sowie für die Hilfssysteme, welche für die Funktionen der Sicherheitssysteme benötigt werden.

Die Kühlsysteme des KKMs beziehen ihr Wasser aus der Aare. Die geologische Situation in unmittelbarer Nähe des SUSAN erlaubt es nicht, hier einen ausreichend ergiebigen Brunnen anzulegen. Die konstruktive Auslegung des Einlaufbauwerks der SUSAN-Kühlwassersysteme ist darauf ausgerichtet, das Kühlwasser über einen grossen räumlichen Bereich der Aare zu beziehen, um so das Risiko einer Verstopfung des Einlaufbauwerks zu minimieren. Aus dem gleichen Grund sind auch die Öffnungen in dem Einlaufbauwerk stromabwärts gerichtet. Allfällige grobe Verschmutzungen, die mit der Aare mitgeführt werden, werden so nicht in den Kanal hineingedrückt, sondern daran vorbeigeleitet. Ein Hochwassser der Saane kann zu einem Rückstau der Aare führen. Dabei sind keine übermässigen Schmutzablagerungen am KKM Standort zu erwarten. Dadurch, dass das Einlaufbauwerk im Normalbetrieb auch als Auslauf des Hauptkühlwassers dient, ist sichergestellt, dass sich dort während des Betriebs keine Verschmutzungen ablagern.

Insbesondere die Gefahr einer Verstopfung der Öffnungen des Auslaufbauwerks wurde bereits im Rahmen der Auslegung untersucht (Ergänzende Untersuchungen zur Benützung des KW-Auslaufes als KW-Einlauf für SUSAN, 1987). Weiterhin ist das Auslaufbauwerk in den Fels am Grund des Flusses eingelassen und eingeschwemmt. Allfällig mit einer Flutwelle mitgeführte Felsen und Trümmer sollen dadurch über die Bauwerke weggeleitet

werden. Dadurch, dass das Flussbett aus Fels besteht, wird weiterhin verhindert, dass das Bauwerk durch eine Flutwelle unterspült und so in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

Im Rahmen der Überflutungsanalysen infolge von Dammbrüchen wurde auch qualitativ untersucht, ob der mit der Flutwelle mitgeführte Schlamm zu einer Verstopfung des Einlaufbauwerks führen könnte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass allfällige Schlammablagerungen erst stromab vom Auslaufbauwerk und zu einem späteren Zeitpunkt zu erwarten sind. Die letzten beiden Jahrhunderthochwasserereignisse haben dies durch nachträgliche Profilmessungen des Aarebetts bestätigt. Dies wird auch durch einen aktuellen Bericht der IAEA unterstützt (IAEA-J8.03-O.0318-2009ML vom 15.12.2010, Operating Experience Feedback (OEF) External Flooding). Dieser Bericht untersucht verschiedene Erfahrungsberichte zu Überflutungsereignissen in verschiedenen Kernkraftwerken weltweit. Bei keinem der untersuchten Ereignisse war die Verstopfung des Kühlmitteleinlaufs durch mit der Flutwelle mitgeführte Verunreinigungen beobachtet worden.

Die aktuellen Untersuchungen zur Erdbebenfestigkeit des KKMs, die mit der Periodischen Sicherheitsüberprüfung PSÜ2010 eingereicht wurden, bestätigen die Erdbebenfestigkeit gemäss der aktuellen Gefährdungsannahmen auch für das Einlaufbauwerk des SUSAN.

Damit lässt sich feststellen, dass das Einlaufbauwerk des Notstandssystems SUSAN gegen Erdbeben ausgelegt und in ausreichendem Masse gegen grobe Verunreinigungen geschützt ist.

4 Schutz des Brennelementbeckens gegen externe und interne Auswirkungen

Die zweite Frage aus Punkt 5 der Verfügung vom 18. März 2011 betrifft den Schutz des Brennelementbeckens gegen externe und interne Einwirkungen.

Das Brennelementbecken sowie das Trockenlager für frische Brennelemente befinden sich im KKM im Reaktorgebäude Brennelemente Bekundärcontainment umschliesst als wichtigste Komponente das Primärcontainment (Drywell und Torus). Das Reaktorgebäude wirkt bei offenem Primärcontainment als Primärcontainment (siehe Sicherheitsbericht Kapitel 1.5.4). Somit befindet sich im KKM das einzige Brennelementbecken ebenso wie das Trockenlager in einem Containment, das für die nachfolgend diskutierten Einwirkungen ausgelegt ist.

Gemäss Kernenergieverordnung (Artikel 8) sind bei Kernanlagen Schutzmassnahmen gegen Störfälle mit Ursprung innerhalb und ausserhalb der Anlage zu treffen. Im selben Artikel werden auch die Störfälle aufgelistet, die jeweils zu berücksichtigen sind.

Wie die Schutzmassnahmen in Bezug auf das Brennelementbecken jeweils umgesetzt sind, wird im Folgenden diskutiert. Eine Analyse der Störfälle mit Bezug auf die Gesamtanlage wurde dem ENSI mit der aktuellen periodischen Sicherheitsüberprüfung PSÜ2010 im Dezember 2010 zur Überprüfung eingereicht.

4.1 Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage

Reaktivitätsstörung

Diese Störung ist nur relevant, wenn Kritikalität erreicht wird. Die Lagergestelle im Trockenlager und im Brennelementbecken sind so ausgelegt, dass die Anordnung von Brennelementen jederzeit unterkritisch ist (siehe auch Sicherheitsbericht Kapitel 10). Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen Reaktivitätsstörungen ist durch die Auslegung sichergestellt.

Kühlmittelverlust

Das Trockenlager benötigt keine Kühlung und damit auch kein Kühlmittel.

Das Brennelementbecken ist immer mit Wasser gefüllt, das sowohl zur Kühlung der Brennelemente als auch als Abschirmung der radioaktiven Strahlung dient. Alle Zuführleitungen in das Brennelementbecken münden oberhalb des Wasserspiegels in das Becken ein, so dass ein unbemerkter Wasserverlust aus dem Becken über diese Leitungen nicht möglich ist. Im Leistungsbetrieb ist das Brennelementbecken von der leeren Reaktorgrube durch die sogenannte Dammplatte getrennt. Ein Versagen der Dammplatte würde zu einem starken Absinken des Wasserniveaus im Brennelementbecken führen, die Brennelemente bleiben dabei mit Wasser überdeckt. Im Leistungsbetrieb befinden sich Abschirmsteine hinter der Dammplatte und der Raum zwischen der Dammplatte und den Abschirmsteinen wird auf Leckagen überwacht. Ein Versagen der Dammplatte ist in diesem Fall durch den sogenannten BEB-LOCA (siehe unten) abgedeckt. Im Stillstand wird die Reaktorgrube geflutet und die Dammplatte wird entfernt. Ein Versagen ist daher nicht zu berücksichtigen. Ein Versagen der Dammplatte bei einem Erdbeben wird im Kapitel 4.2 bei den externen auslösenden Ereignissen diskutiert. Ein fehlerhaftes Entfernen der Dammplatte durch die Bedienmannschaft wird unter "Fehler des Personals" behandelt. Eine Beschädigung des Brennelementbeckens durch schwere Lasten wird nachfolgend im Abschnitt "Mechanische Einwirkung infolge Komponentenversagen" betrachtet.

Der Verlust von Wasser aus dem Brennelementbecken wurde im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse untersucht. Die Häufigkeit für einen Kühlmittelverlust aus dem Brennelementbecken (BEB-LOCA) ist kleiner als 1.0E-5 pro Jahr. Im Falle eines Verlusts von Kühlmittel bleibt noch ausreichend Zeit (mehr als 20 Stunden), um eine alternative Nachspeisung des Brennelementbeckens einzurichten. Daraus resultiert eine Brennstoffschadenshäufigkeit kleiner 4.0E-10 pro Jahr.

Unter Berücksichtigung der sehr geringen Eintrittshäufigkeit dieses Szenarios werden die vorhanden Massnahmen zur Nachspeisung des Brennelementbeckens als ausreichend erachtet. Weitere Details zum Kühlmittelverlust aus dem Brennelementbecken sind in Bericht 9, Appendix U der periodischen Sicherheitsüberprüfung PSÜ2010 enthalten. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen den Störfall Kühlmittelverlust ist durch die Accident Management Massnahmen sichergestellt.

Verlust der Wärmesenke

Für das Trockenlager ist keine Wärmesenke erforderlich.

Die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken erfolgt im Normalbetrieb über das Brennelementbeckenkühlsystem (siehe auch Kapitel 5). Bei Ausfall dieses Kühlsystems erfolgt die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken durch Verdunstung beziehungsweise Verdampfung und weiter über das Sekundärcontainment und den äusseren Torus. Dieser Pfad der Wärmeabfuhr ist passiv und benötigt weder Hilfsenergie noch Operateurhandlungen. Auch bei einem Ausfall des betrieblichen Kühlsystems ist die Wärmeabfuhr somit sichergestellt. Damit die Wärmeabfuhr über diesen Pfad mittelfristig, dass heisst im Bereich von Wochen sichergestellt ist, muss allerdings das verdampfende Wasser nachgespiesen werden können. Dieser Aspekt wird im Kapitel 5 weiter untersucht. Für die Lagerung der Brennelemente im Brennelementbecken ist die Einhaltung eines ausreichenden Wasserniveaus relevant und nicht die Bereitschaft des Brennelementbeckenkühlsystems. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen den Verlust der Wärmesenke ist sichergestellt.

Brand

Interne Brände im Reaktorgebäude können zu einer Beschädigung von Komponenten des Brennelementbeckenkühlsystems oder von dessen Supportsystemen führen und würden damit in einem Ausfall des Brennelementbeckenkühlsystems resultieren. Dieser Fall wurde unter Verlust der Wärmesenke bereits diskutiert. Eine Beschädigung des Brennelementbeckens durch einen Brand in der Nähe des Beckens kann aber ausgeschlossen werden. Die Brennelemente im Brennelementbecken sind

durch die Wasserüberdeckung ebenfalls gegen Brandeinwirkungen geschützt. Eine Beschädigung des Trockenlagers einschliesslich Inhalt durch einen Brand kann ebenfalls ausgeschlossen werden, da die Brandlasten im Reaktorgebäude klein sind und regelmässig überprüft werden. Weiterhin ist das Trockenlager geschlossen und von oben abgedeckt. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen Brand ist sichergestellt.

Überflutung

Eine interne Überflutung des Brennelementbeckens ist nicht relevant, da das Becken im Betrieb bereits mit Wasser gefüllt ist. Eine allfällige Überflutung könnte also allenfalls einen gesunkenen Wasserstand wieder ausgleichen. Allerdings gibt es keine Leitung, die oberhalb des Brennelementbeckens brechen und zu einer Überflutung führen könnte. Für das Trockenlager wurde nachgewiesen, dass die dort gelagerten Brennelemente auch bei einer Überflutung des Trockenlagers unterkritisch bleiben (siehe Sicherheitsbericht 1.2.9). Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen interne Überflutung ist sichergestellt.

Mechanische Einwirkung infolge Komponentenversagen

Im Bereich des Brennelementbeckens gibt es verschiedene Grosskomponenten, die potentiell mit dem Brennelementbecken oder dem Lagergut im Becken wechselwirken könnten. Dies sind die Brennelementflasche, die beim Transport ausgedienter Brennelemente zur Zwilag verwendet wird, und schwere Werkzeuge, die bei besonderen Arbeiten erforderlich sind, der Reaktorgebäudekran und die Brennelementlademaschine. Durch administrative Massnahmen ist sichergestellt, dass sowohl der Kran als auch die Lademaschine in ihren Parkpositionen mit möglichst grossem Abstand zum Brennelementbecken abgestellt werden Die Brennelementflasche wird bei Nichtgebrauch im Zwilag gelagert. Komponenten für besondere Arbeiten im Brennelementbecken befinden sich ebenfalls nur temporär im Reaktorgebäude. Bei der Nutzung dieser Komponenten ist es aber erforderlich, dass sie auch in der Nähe, über und im Brennelementbecken eingesetzt werden. Bei allen genannten Komponenten handelt es sich um Einrichtungen, die dem nuklearen Standard entsprechend ausgelegt, hergestellt und gewartet sind. Ein Versagen ist entsprechend unwahrscheinlich. Weiterhin werden diese Komponenten nur selten einsetzt und regelmässig überprüft, so dass die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Brennelementbeckens durch ein zufälliges Versagen dieser Komponenten als hinreichend gering eingeschätzt werden kann. Fehler bei der Bedienung oder Auswirkungen eines Erdbebens werden in den Abschnitten Fehler des Personals bzw. Erdbeben weiter diskutiert. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen mechanische Einwirkungen ist sichergestellt.

Beschädigung von Hüllrohren bei der Handhabung von Brennelementen

Die Beschädigung von Brennelementen bei der Handhabung wurde im Rahmen der Sicherheitsanalysen untersucht (siehe Sicherheitsbericht Kapitel 14). Eine Beschädigung des Brennelementbeckens durch die falsche Handhabung eines Brennelements ist nicht zu unterstellen. Die Beschädigung von Brennelementen ist für die Integrität des Brennelementbeckens nicht relevant. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

Versagen von Betriebssystemen

Für das Trockenlager wird kein Betriebssystem benötigt, daher ist auch kein Versagen eines solchen Systems zu untersuchen. Für das Brennelementbecken ist das Brennelementbeckenkühlsystem das einzig relevante Betriebssystem. Ein Versagen dieses Systems oder eines erforderlichen Hilfssystems wurde bereits unter Verlust der Wärmesenke diskutiert. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen das Versagen von Betriebssystemen ist sichergestellt.

Unerwünschtes Ansprechen oder fehlerhaftes Funktionieren von Sicherheitssystemen

Für das Trockenlager und das Brennelementbecken gibt es keine Sicherheitssysteme, die bei einem unerwünschten Ansprechen oder einem fehlerhaften Funktionieren zu einer Gefährdung führen können. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen ein unerwünschtes Ansprechen oder fehlerhaftes Funktionieren von Sicherheitssystemen ist sichergestellt.

Fehler des Personals

Fehlhandlungen des Personals bei der Bedienung des Brennelementbeckenkühlsystems sind denkbar. Solche Fehler können aber nicht zu einer direkten Gefährdung des Brennelementbeckens führen. Insbesondere sind Bedienfehler, die zu einer ungewollten Absenkung des Niveaus im Brennelementbecken führen könnten, nicht möglich, da es im Normalbetrieb keine festinstallierten Leitungen gibt, die eine Entleerung des Beckens ermöglichen würden (siehe auch Kapitel 5). Bei gefluteter Reaktorgrube könnte eine begrenzte Niveauabsenkung infolge eines Bruchs der Rückführleitungen in der Reaktorgrube eintreten. Dieser Fall ist aber beim BEB-LOCA (siehe oben) berücksichtigt,

Für die bereits im Abschnitt Komponentenversagen diskutierten Komponenten können Handhabungsfehler des Krans, die zu einer potentiellen Beschädigung des Brennelementbeckens führen könnten, nicht ausgeschlossen werden. Ein hypothetischer Fehler des Personals, der zu einer Absenkung des Inventars des Brennelementbeckens führen könnte, wäre ein Herausnehmen der Dammplatte ohne dass die Reaktorgrube geflutet ist. Es ist offen, ob dies überhaupt möglich ist, da in diesem Fall die Dammplatte durch den Wasserdruck gegen die Dichtfläche gedrückt wird. Es ist aber nicht denkbar, dass ein solcher Fehler nicht bemerkt und sofort behoben würde, da bei dieser Arbeit immer mehrere Personen vor Ort tätig sind (siehe auch AA-NT-002 – Arbeitsanweisung RDB Öffnen). Daher wurde dieser Fehler aufgrund der extrem kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht weiter analysiert.

Die Auswirkungen von Handhabungsfehlern wurden bisher in der probabilistischen Sicherheitsanalyse für das Brennelementbecken nicht berücksichtigt. Dies erscheint aufgrund der bisherige Betriebserfahrung, des Umfangs der Nutzung der schweren Komponenten in der Nähe oder über dem Brennelementbecken und aufgrund des Ausbildungsstands der Operateure gerechtfertigt. Nach dem aktuellen Stand des Wissens ist der ausreichende Schutz des Brennelementbeckens gegen Fehler des Personals sichergestellt.

4.2 Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage

Erdbeben

Die für die nukleare Sicherheit wichtigen Gebäude, Systeme und Komponenten des KKM sind auf die Belastungen eines Erdbebens ausgelegt. Bei der ursprünglichen Auslegung wurde noch nicht zwischen dem OBE – Operation Base Earthquake und dem SSE – Safe Shutdown Earthquake unterschieden. Diese Unterscheidung wurde erst im Rahmen einer ersten Neubewertung der Erdbebengefährdung in der Schweiz berücksichtigt und die Auslegungsgrundlagen wurden entsprechend angepasst. Nach dieser ersten Anpassung in den 80er Jahren wurden die Gebäude, Systeme und Kom-

ponenten entsprechend der neuen Gefährdungsannahme neu qualifiziert. Die aktuelle Erdbebengefährdung aus dem PEGASOS Projekt (2007) und dem PEGASOS Refinement Projekt (noch nicht abgeschlossen) wurde aber bereits in der probabilistischen Sicherheitsanalyse für die Bestimmung der Erdbebenfestigkeit der Gebäude, Systeme und Komponenten berücksichtigt. Diese sehr detaillierten und sehr aufwendigen Analysen der Erdbebenfestigkeiten sind erst zum Teil abgeschlossen und werden zur Zeit fortgesetzt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen aber in vielen Fällen sehr grosse Reserven gegenüber der ursprünglichen Auslegung (siehe PSÜ2010, Bericht 9, Appendix S.5). Die bereits vorliegenden Ergebnisse zeigen insbesondere, dass das Reaktorgebäude und die dazugehörenden Strukturen sowie das gesamte Notstandssystem SUSAN den Belastungen, die aus den Gefährdungsannahmen des PEGASOS Projekt abgeleitet wurden, standhalten kann. Diese Aussage schliesst das Brennelementbecken, das sich ebenfalls im Reaktorgebäude befindet, ein. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen Erdbeben ist sichergestellt.

Überflutung

Überflutungsszenarios durch Dammbrüche der Staudämme an Aare und Saane wurden in der probabilistischen Sicherheitsanalyse berücksichtigt (siehe PSÜ2010, Bericht 9, Appendix O.3). Weiterhin wurden bei dieser Analyse auch Szenarien durch extreme Niederschläge betrachtet. Für verschiedene Szenarien kann der Ausfall einzelner Gebäude oder Systeme nicht ausgeschlossen werden. Das Reaktorgebäude hält aber allen berücksichtigten Szenarien stand. Damit kann die Überflutung des Reaktorgebäudes ausgeschlossen werden. Wie bereits für den Fall der internen Überflutung diskutiert, wird die Funktion des Brennelementbeckens durch zusätzliches Wasser nicht behindert werden. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen Überflutung ist sichergestellt (siehe auch Verlust der Wärmesenke).

Unfallbedingter Absturz von zivilen und militärischen Flugzeugen auf die Anlage

Für die Beurteilung der Auswirkung dieses Störfalls auf das Brennelementbecken wird angenommen, dass der Brennstoff im Lagerbecken beschädigt wird, wenn die Integrität des Reaktorgebäudes verletzt wird. Die Analysen zur Kernschadenshäufigkeit sind mit dieser Annahme direkt auf das Brennelementbecken übertragbar.

In der ursprünglichen Auslegung wurde ein Flugzeugabsturz auf die Anlage noch nicht berücksichtigt. Nachträglich wurden aber umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die den Schutz des KKM gegen Flugzeugabstürze nachweisen. Dabei wurden zwei Arten von Analysen durchgeführt. Durch deterministische Analysen des Reaktorgebäudes konnte gezeigt werden, dass

Der Schutz des Reaktors ist somit auch für solche Szenarien sichergestellt.

Flugzeugabstürze wurden auch in der probabilistischen Sicherheitsanalyse berücksichtigt. Die aktuelle Analyse (PSÜ2010, Bericht 9, Appendix O.2) berücksichtigt Flugzeuge aller Grössen- und Geschwindigkeitsklassen, die Flugbewegungen im gesamten Schweizer Luftraum und die Auswirkungen auf alle sicherheitsrelevanten Gebäude des KKM. In der probabilistischen Analyse wird angenommen, dass

Im Vergleich zu den oben angeführten deterministischen Analysen sind diese Annahmen sehr konservativ. Die in der probabilistischen Analyse angenommenen Konsequenzen sind grösser als die in der deterministischen Analyse bestimmten Konsequenzen und

AN-UM-2011/025

die Grösse und Geschwindigkeit der Flugzeuge in der probabilistischen Analyse, die diese Konsequenzen auslösen, sind kleiner als die entsprechenden Daten in der deterministischen Analyse. Unter diesen Annahmen wird die Häufigkeit eines Flugzeugabsturzes auf das Reaktorgebäude zu 1.8E-8 pro Jahr bestimmt. Damit ist ein Flugzeugabsturz auf das KKM ein auslegungsüberschreitendes Er-

Die hier vorgestellten Analysen berücksichtigen nicht, dass im Falle eines Flugzeugabsturzes zumindest noch Teile des Notstandssystems SUSAN sowie die SAMG Massnahmen zur Verfügung stehen. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

Sturmböe

eignis.

Die sicherheitsrelevanten Gebäude des KKM wurden gemäss den nach den damaligen Bauvorschriften zu erwartenden Windlasten ausgelegt. Im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse wurden das Verhalten dieser Gebäude bei Extremwinden und Tornadoes untersucht (PSÜ2010, Bericht 9, Appendix O.4). Die Häufigkeit eines Versagens des Reaktorgebäudes durch Extremwinde wird dort mit 1.4E-10 pro Jahr und durch die Einwirkung eines Tornadoes mit 2.0E-8 pro Jahr angegeben.

Die Beschädigung des Reaktorgebäudes durch Wind ist damit als auslegungsüberschreitend einzustufen. In der probabilistischen Sicherheitsanalyse wird konservativ angenommen, dass ein Versagen des Reaktorgebäudes zum Kernschaden bzw. zum Brennstoffschaden führt. Die genannten Zahlen entsprechen damit konservativ auch den Häufigkeiten für eine Beschädigung des Brennelementbeckens. Die Beschädigung des Brennelementbeckens durch Starkwinde und Tornadoes ist also auslegungsüberschreitend.

Etwaige noch vorhandene Systeme zur Störfallbeherrschung oder zur Minderung der Auswirkungen werden bei dieser Betrachtung nicht kreditiert.

Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

Blitzschlag

Das Reaktorgebäude und das SUSAN Gebäude mit den SUSAN Systemen sind gegen Blitzschlag geschützt. Das Brennelementbecken im Inneren des Reaktorgebäudes ist damit ebenfalls vor Blitzschlag geschützt. Dieser Störfall ist für das Brennelementbecken nicht relevant, da Blitzschläge die Integrität des Brennelementbeckens nicht beeinträchtigen können. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

Druckwelle

Im Umkreis von 2 km um das KKM gibt es keine Verkehrswege, Gas- und Ölleitungen oder Chemikalienlager, die zu einer Explosion mit relevanten Auswirkungen auf das KKM führen könnten (siehe Sicherheitsbericht Kapitel 1.6.5.1).

Die Auswirkung von Druckwellen durch Explosionen auf dem Kraftwerksareal wurde ebenfalls untersucht. Dabei wurden verschiedene Szenarien mit konservativen Annahmen über Grösse und Ort der Explosionen angenommen. Bei allen untersuchten Szenarien blieb die Integrität des Reaktorgebäudes erhalten. Damit können auch relevante Auswirkungen auf das Brennelementbecken im Inneren des Reaktorgebäudes ausgeschlossen werden. Ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen Druckwellen ist damit durch die Eigenschaften des Reaktorgebäudes sichergestellt.

Brand

Externe Brände können das Brennelementbecken im Inneren des Reaktorgebäudes nicht gefährden, da die Lüftung des Reaktorgebäudes für den Betrieb des Brennelementbeckens nicht erforderlich ist. Dieser Störfall ist damit für das Brennelementbecken nicht relevant und ein ausreichern Schutz gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

Verlust der externen Stromversorgung

Das Brennelementbecken ist eine passive Komponente und benötigt keine Stromversorgung. Die Kühlung des Brennelementbeckens wurde bereits unter Verlust der Wärmesenke diskutiert. Dieser Störfall ist für die Integrität des Brennelementbeckens nicht relevant und ein ausreichender Schutz gegen diesen Störfall ist damit sichergestellt.

Beeinträchtigung oder Unterbruch der externen Kühlwasserzufuhr

Im Abschnitt Verlust der Wärmesenke wurde beschrieben, dass das Brennelementbecken bei Ausfall des Brennelementbeckenkühlsystems durch die Verdunstung bzw. Verdampfung eines Teils des Wasserinventars ausreichend gekühlt wird. Die Wärme wird dann weiter passiv über die Aussenwand des Reaktorgebäudes und über den äusseren Torus abgeführt. Ein Unterbruch der externen Kühlwasserzufuhr beeinträchtigt die Integrität des Brennelementbeckens nicht und ist somit nicht relevant und ein ausreichender Schutz des Brennelementbeckens gegen diesen Störfall ist sichergestellt.

4.3 Zusätzliche Störfälle, die nicht in KEV, Artikel 8 aufgeführt sind

Nach den Ereignissen in Japan sind zwei Fragestellungen in den Vordergrund gerückt, die nicht explizit in Artikel 8 des KEV aufgeführt sind. Diese beiden Fälle werden hier kurz diskutiert.

Der erste Fall betrifft den kombinierten Störfall Erdbeben und Überflutung. Für das Brennelementbecken ergeben sich aus dieser Störfallkombination keine weitergehenden Anforderungen. Wie bereits dargestellt wurde, ist für das Brennelementbecken eine passive Wärmeabfuhr möglich, die keine weiteren Systeme und keinen Strom erfordert. Operateurhandlungen sind erst zur langfristigen Sicherung des Wasserstandes erforderlich. Auch diese Störfallkombination wird beherrscht.

Ein weiterer Punkt ist die Ansammlung von Wasserstoff im Reaktorgebäude, die in der Kernanlage Fukushima Daiichi nach heutigem Stand des Wissens zu verschiedenen Explosionen geführt hat. Wasserstoff, der durch eine Oxidation der Hüllrohre bei erhöhten Temperaturen im Reaktordruckbehälter gebildet würde, würde im KKM - wie vermutlich in den japanischen Anlagen geschehen - über die Druckabbauleitungen in das intertisierte Primärcontainment und den ebenfalls inertisierten Torus gelangen. Langfristig ist die Kontrolle des Drucks im Primärcontainment erforderlich. Im Rahmen der Massnahmen zur Minderung schwerer Störfälle (SAMG) würde ein Gemisch aus Wasserstoff, Stickstoff, Spaltprodukten und Dampf über das Containmentdruckentlastungssystem in den äusseren Torus geführt. Über die Wasservorlage im äusseren Torus würde eine Filterung der Aerosole erfolgen und das gefilterte Gasgemisch würde über den Kamin abgegeben. Die Druckentlastung erfolgt also nicht ins Reaktorgebäude und dort kann sich so auch kein Wasserstoff ansammeln. Wasserstoff könnte jedoch über Leckagen aus dem Primärcontainment ins Reaktorgebäude gelangen. Diese Mengen werden jedoch als zu gering angesehen, um im Reaktorgebäude ein explosionsfähiges Gemisch zu bilden, da auch bei abgeschalteter Lüftung ein geringer Luftaustausch über das Lüftungssystem erfolgen kann. Das gleiche gilt für die Bildung von Wasserstoff durch Radiolyse im Brennelementbecken.

4.4 Bewertung des Brennelementbeckens gemäss KEV, Artikel 10 Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken

Artikel 10 der KEV listet verschiedene Grundsätze auf, die bei der Auslegung zu Kernkraftwerken zu beachten sind. Die Erfüllung dieser Grundsätze wird im Folgenden für das Brennelementbecken diskutiert.

a. Sicherheitsfunktionen müssen auch bei Eintreten eines beliebigen vom auslösenden Ereignis unabhängigen Einzelfehlers wirksam bleiben, und zwar auch dann, wenn eine Komponente wegen Instandhaltung nicht verfügbar ist; als Einzelfehler gilt das zufällige Versagen einer Komponente, das zum Verlust ihrer Fähigkeit führt, die vorgesehene Sicherheitsfunktion zu erfüllen; Folgefehler aus diesem zufälligen Versagen werden als Teil des Einzelfehlers betrachtet.

Die Sicherheitsfunktion ist die Abfuhr der Nachzerfallswärme von den Brennelementen im Brennelementbecken. Tritt ein auslösendes Ereignis ein, dass die Funktion des betrieblichen Brennelementbeckenkühlsystems beeinträchtigt, so erfolgt die Abfuhr der Wärme über die Verdunstung von Wasser aus dem Becken, falls das Wasser im Becken nicht siedet, und anderenfalls über Verdampfung von Wasser, Als weiterer Mechanismus wird Wärme über Konvektion abgeführt, Das aus dem Becken verdampfte bzw. verdunstete Wasser wird an den Wänden des Reaktorgebäudes zum Teil kondensieren und es erfolgt somit ein Wärmetransport an die Umgebung. Übersteigt die aus dem Becken abgeführte Wärme die Wärmemenge, die über die Reaktoraussenwand abgeführt werden kann, so wird der Druck im Reaktorgebäude durch den Dampfdruck des Wassers leicht ansteigen. Bei Überdruck gelangt Dampf und Luft aus dem Reaktorgebäude in den äusseren Torus. Hier wird der Dampf kondensiert und die Luft gelangt über die Wasservorlage gefiltert in die Umgebung. Durch die Gesamtheit dieser Prozesse wird die Nachzerfallswärme aus dem Brennelementbecken an die Umgebung übertragen. Der gesamte Pfad enthält nur passive Komponenten und ist auch bezüglich der wirksamen physikalischen Mechanismen diversitär zur betrieblichen Kühlung des Brennelementbeckens. Die wirkenden physikalischen Prozesse können durch einen Einzelfehler nicht gestört werden. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

b. Sicherheitsfunktionen sind soweit möglich nach den Grundsätzen der Redundanz und der Diversität auszuführen; als Redundanz gilt das Vorhandensein von mehr funktionsbereiten Ausrüstungen als zur Erfüllung der vorgesehenen Sicherheitsfunktion notwendig ist; als Diversität gilt die Anwendung physikalisch oder technisch verschiedenartiger Prinzipien.

Das betriebliche Kühlsystem ist mit drei Pumpen und zwei Wärmetauschern redundant ausgeführt. Wie in Kapitel 5 ausgeführt wird, kann das Brennelementbeckenkühlsystem je nach Betriebszustand der Anlage auch über andere diversitäre Systeme (z.B. Abfahr- und Toruskühlsystem STCS) gekühlt werden. Die Sicherheitsfunktion ist durch die oben beschriebenen passiven Wärmetransportmechanismen diversitär zur betrieblichen Kühlung. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

c. Die zur Erfüllung einer Sicherheitsfunktion eingesetzten redundanten Stränge müssen voneinander soweit möglich funktional unabhängig sein, und zwar sowohl bezüglich der maschinentechnischen als auch der unterstützenden Systeme wie der Leittechnik und der Versorgung mit Energie, Kühlung und Lüftung.

Die Sicherheitsfunktion wird über verschiedene passiv wirkende physikalische Prinzipien realisiert (siehe oben). Es gibt daher keine funktionalen Abhängigkeiten von redundanten Strängen. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

d. Die zur Erfüllung einer Sicherheitsfunktion eingesetzten redundanten Stränge müssen soweit möglich von den anderen räumlich getrennt sein.

Die passive Wärmeabfuhr zur Umgebung erfolgt über die gesamte Gebäudeoberfläche des Reaktorgebäudes. Es gibt keine aktiven redundanten Stränge, die räumlich getrennt sein müssen. Dieser Auslegungsgrundsatz ist für den passiven Wärmetransport aus dem Brennelementbecken nicht relevant.

e. Die zur Erfüllung einer Sicherheitsfunktion eingesetzten redundanten Stränge müssen soweit möglich integral oder sonst in möglichst umfassenden Abschnitten sowohl mit Handsteuerung als auch mit simulierter automatischer Anregung, darunter auch bei Notstrombedingungen, geprüft werden können.

Die Sicherheitsfunktion des passiven Wärmetransportes aus dem Brennelementbecken wird über Verdunstung und Verdampfung von Wasser sichergestellt. Es gibt keine Steuerungen oder automatische Anregungen. Notstrom ist für die Erfüllung der Funktion nicht erforderlich. Dieser Auslegungsgrundsatz ist für den passiven Wärmetransport aus dem Brennelementbecken nicht relevant.

f. Sicherheitsfunktionen müssen derart automatisiert werden, dass bei Störfällen nach Artikel 8 keine sicherheitsrelevanten Eingriffe des Personals innerhalb der ersten 30 Minuten nach dem auslösenden Ereignis erforderlich werden.

Die Sicherheitsfunktion des passiven Wärmetransportes aus dem Brennelementbecken erfordert keine Eingriffe des Personals. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

g. Bei der Auslegung der Systeme und Komponenten sind ausreichende Sicherheitszuschläge zu berücksichtigen.

Das betriebliche Brennelementbeckenkühlsystem ist auf eine Nachzerfallswärme ausgelegt, wie sie nach dem Brennelementwechsel am Anfang eines Betriebszyklus zu erwarten ist. Durch Verdunstung bzw. Verdampfung wird auf jeden Fall die entstehende Nachzerfallswärme aus dem Becken abgeleitet. Solange die Brennelemente mit Wasser bedeckt sind, ist auch sichergestellt, dass die Wärme vom Brennelement an das Wasser abgegeben werden kann. Ein Filmsieden im Brennelement ist nicht möglich. Die passive Sicherheitsfunktion erfüllt den Auslegungsgrundsatz.

h. Nach Möglichkeit ist ein sicherheitsgerichtetes Systemverhalten bei Fehlfunktionen von Ausrüstungen zu gewährleisten.

Eine ausreichende Abfuhr der Nachzerfallswärme ist durch physikalische Prinzipien sichergestellt. Ein sicherheitsgerichtetes Systemverhalten ist gewährleistet. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

i. Passive sind gegenüber aktiven Sicherheitsfunktionen zu bevorzugen.

Die Sicherheitsfunktion ist der passive Wärmetransport aus dem Brennelementbecken. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

 Arbeitsplätze und Arbeitsabläufe für Bedienung und Instandhaltung der Anlage sind so zu gestalten, dass die menschlichen Fähigkeiten und deren Grenzen berücksichtigt werden.

Die einzigen Handlungen zur langfristigen Sicherstellung der Sicherheitsfunktion ist das Nachfüllen des Brennelementbeckeninventars. Dazu sind verschiedene Systeme vorhanden und es steht ein langer Zeitraum zur Verfügung. Der Auslegungsgrundsatz ist erfüllt.

k. Bei gleichem Sicherheitsgewinn sind Massnahmen zur Verhinderung von Störfällen nach Artikel 7 Buchstabe d denjenigen zur Linderung der Konsequenzen von Störfällen vorzuziehen.

Für die betriebliche Abfuhr der Nachzerfallswärme stehen redundante Systeme zur Verfügung. Die Sicherheitsfunktion Abfuhr der Nachzerfallswärme ist zur betrieblichen Funktion diversitär. Die Sicherheitsfunktion verhindert eine allfällige Beschädigung von Brennelementen und damit die Freisetzung von Radioaktivität in das Reaktorgebäude. Der Auslegungsgrundsatz ist damit erfüllt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl das Trockenlager als auch das Brennelementbecken hinreichend gegen interne und externe Einwirkungen geschützt ist und die Auslegungsgrundsätze der Kernenergieverordnung erfüllt werden.

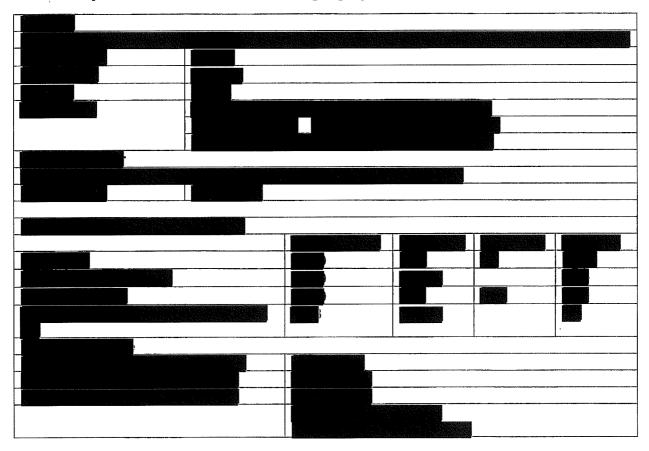
5 Versorgung und Steuerung der Brennelementbeckenkühlung

Die dritte Frage aus Punkt 5 der Verfügung vom 18. März 2011 betrifft das Brennelementbeckenkühlsystem. Die Frage umfasst zwei Teile: zum einen die Einordnung des Kühlsystems und zum anderen die elektrische Versorgung und Bedienung des Systems.

5.1 Systembeschreibung

Im KKM wird das Brennelementbecken im Normalbetrieb durch das Brennelementbeckenkühl- und Reinigungssystem (System 019) gekühlt. Die wesentlichen Komponenten dieses Systems sind drei unabhängige 100% Pumpen und zwei unabhängige 100% Wärmetauscher sowie die erforderlichen Leitungen und Ventile. Die wesentlichen Leistungsmerkmale dieses Systems sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1: Systemdaten BEB-Kühl- und Reinigungssystem



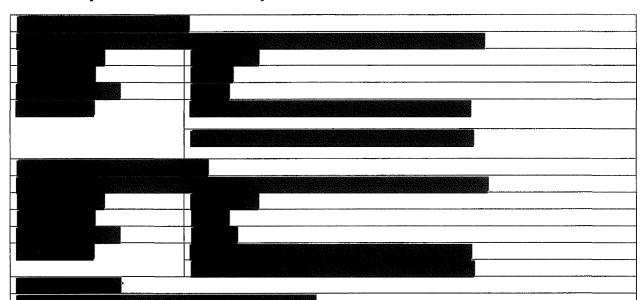


Tabelle 2: Systemdaten Abfahrkühl-System

Auslegung der Brennelementlagergestelle

Die geometrische Anordnung der Brennelemente in den Lagergestellen stellt die Unterkritikalität des Lagers sicher. Die Gestelle sind im voll beladenen Zustand auf ein SSE und auf den Absturz eines Brennelements aus Höhe über dem Lagergestell ausgelegt.

Auslegung des BEB-Kühl- und Reinigungssystems

Das BEB-Kühl- und Reinigungssystem ist für die Abfuhr der Nachzerfallswärme im Normalbetrieb ausgelegt. Als Auslegungsgrundlage wurde die Nachzerfallswärme von 60 Brennelementen mit einer Abklingzeit von einer Stunde und 60 Brennelementen mit einer Abklingzeit von 12 Monate festgelegt. Eine Pumpe und ein Kühler sind unter diesen Bedingungen in der Lage, die Wassertemperatur auf maximal 52°C zu begrenzen.

Das BEB hat keine Bodenentleerung oder Anschlüsse unterhalb der Wasserlinie, um eine Entleerung (Leckage, Defekte, Fehlmanipulation) des Beckens zu verhindern.

Bei ganz entladenem Kern kann das Abfahrkühlsystem (STCS) parallel zum BEB-Kühlsystem geschalten werden.

Betrieb des Systems

Der Betrieb des Brennelementbeckenkühlsystems ist in der Gesamtanlagenfahrvorschrift GAFV-BM-001 und in der Betriebsvorschrift BV-AB-19 geregelt.

Gestörter Betrieb:

Bei Ausfall aller Umwälzpumpen, Leitungsbruch oder Kühlwasserausfall steigt die Temperatur im Auslegungsfall im Brennelementbecken um ca.1.3°C/h. Ohne Gegenmassnahme wird nach ca. 50 h eine Temperatur von ~85°C erreicht. Der Wasserverlust durch die Verdunstung beträgt dann ca. 1.7t/h. Dies entspricht etwa ~2.5 cm/h Niveauabsenkung (bei Auslegungsnachzerfallswärme).

Die Massnahmen sind in der Betriebsstörfallanweisung BSA-B-021 "Störung Brennelementbecken-Kühlsystem" beschrieben. Massnahmen bei auslegungsüberschreitenden Vorkommnissen sind in den Accident-Management-Massnahmen AMM-B-001 beschrieben.

5.2 Einordnung des Brennelementbeckenkühlsystems

Das Brennelementbeckenkühlsystem des KKM ist ein betriebliches System. Es ist nicht als Sicherheitssystem eingestuft und wird daher auch nicht durch das Notstandssystem SUSAN angespiesen oder gesteuert (Ausnahmen siehe unten).

Die Sicherheitsfunktion für das Schutzziel Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken wird auch bei Ausfall der betrieblichen Brennelementbeckenkühlung weiterhin gewährleistet.

Es müssen zwei Betriebszustände unterschieden werden:

Eingesetzte Dammplatte (Leistungsbetrieb, Warm- oder Kaltabgestellt)
 Das Brennelementbecken ist durch die Dammplatte als Einzelbecken abgetrennt. Der Wärmeeintrag wird durch die Anzahl und Abklingzeit der einzelnen Brennelemente bestimmt (siehe Tabelle 3). Die Wärmeabfuhr und die Niveauhaltung erfolgt im Normalfall über das Brennelementbeckenkühlsystem (System 019) und das Nebenkondensatsystem (System 054).

Bei Teilausfall des Brennelementbeckenkühlsystems (Pumpen, Kühler) kann die Wärmeabfuhr mit dem Abfahrkühlsystem STCS (System 010) abgeführt werden. Die Niveauhaltung bleibt gleich (System 054).

Bei Komplettausfall des Brennelementbeckenkühlsystems (Pumpen, Kühler inkl. Rohrleitungen) und/oder des Abfahrkühlsystems erfolgt die Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Brennelementbecken durch Konvektion und Verdunstung des Wasserinventars aus dem Becken und wird über die Reaktorgebäudelüftung (System 071) abgeführt. Bei einer Nichtverfügbarkeit der Reaktorgebäudelüftung kondensiert das Wasser an der Innenseite der Aussenwand des Reaktorgebäudes und gibt dabei Wärme an die Wand und damit über Wärmeleitung nach aussen ab, oder falls der Druck im Reaktorgebäude durch die Verdampfung von Wasser aus dem Brennelementlagerbecken steigt, erfolgt ein Druckabbau und damit die Wärmeabfuhr gefiltert über den äusseren Torus in dem das Wasser wieder kondensiert. Das kondensierte Wasser im Reaktorgebäude kann entsprechend der Verfügbarkeit mittels den Sumpfpumpen (System 077) ins Radwaste oder mit den CRS-Pumpen (System 110 und 210) in den Torus abgeführt werden. Die Rückführung des Wassers ist bis etwa 80 °C möglich. Die Wassernachspeisung ins Brennelementbecken (Niveauhaltung) erfolgt gemäss der AMM-B-001, Checkliste 001-5 "Bespeisung BE-Becken von der Aare".

Können die Brennelemente mit Wasser überdeckt gehalten werden durch Nachspeisen des Brennelementbeckens, kann gemäss Auslegung (Limite MCPR) bei einer BE-Leistung < 25 % kein Filmsieden mit entsprechen BE-Hüllrohrschäden entstehen.

Typische Daten wie Nachzerfallswärme, Beckentemperaturen, Verdunstungsmengen und Zeiten siehe Tabelle 3.

2. Dammplatte entfernt (Brennelementwechsel)

Das Brennelementbecken ist mit der gefluteten Reaktorgrube und dem Einbautenbecken verbunden. Der Wärmeeintrag wird durch die Anzahl und Abklingzeit der einzelnen Brennelemente bestimmt (siehe Tabelle 3). Die Wärmeabfuhr und die Niveauhaltung erfolgt im Normalfall über das Brennelementbeckenkühlsystem (System 019) und das Abfahrkühlsystem STCS (System 010) gemäss der Betriebsvorschrift BV-AB-019.

Bei Teilausfall des Brennelementbeckenkühlsystems (Pumpen, Kühler) erfolgt die Wärmeabfuhr und die Niveauhaltung mit dem Abfahrkühlsystem STCS.

Bei Komplettausfall des Brennelementbeckenkühlsystems (Pumpen, Kühler inkl. Rohrleitungen) erfolgt die Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Brennelementbecken durch den Wasseraustausch mit der Reaktorgrube und die Wärmeabfuhr durch das Abfahrkühlsystem.

Bei Ausfall beider Systeme erfolgt die Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Brennelementbecken durch den Wasseraustausch mit der Reaktorgrube. Die Wärme kann über eine Kreislaufschaltung via Saugleitung des Abfahrkühlsystems oder über die Verbindungsleitung aus dem Überlauf des Brennelementbeckens in den Torus und über das TCS (Section 2018) an die Aare abgeführt werden. Die Rückführung des in den Torus abgeführten Wassers in den RDB erfolgt mit dem ALPS (Massers).

Bei Ausfall/Nichtverfügbarkeit der Wasserrückführung (1) aus der Reaktorgrube kann innerhalb von 8 Stunden eine Wasserrückführung via Abblaseleitung in den Torus hergestellt werden, durch den Ausbau eines Frischdampfzapfens.

Bei Ausfall/Nichtverfügbarkeit der Wasserrückführung (2) aus der Reaktorgrube kann die Nachzerfallswärme durch Überfluten des Pools abgeführt werden. Dabei wird Wasser aus dem Torus mittels ALPS in den RDB/Pool gepumpt, der Pool wird überflutet, das Wasser läuft durch Sammelleitungen resp. Bodenöffnungen auf -11m, wo es durch die CRS-Pumpen in den Torus zurückgepumpt wird. Die Wärmeabfuhr aus dem Torus erfolgt wiederum durch das TCS. In diesem Fall werden ausschliesslich die Notstandssysteme SUSAN genutzt. Die Bedienung kann ohne Vororteingriffe durch die SUSAN Steuerstellen erfolgen.

Bei Ausfall/Nichtverfügbarkeit der Wasserrückführung (3) aus der Reaktorgrube kann die Nachzerfallswärme durch Verdunsten/Verdampfen des Pool-Wassers abgeführt werden. Die Wärmeabfuhr und das Nachspeisen des Pools erfolgt wie oben beschrieben.

Zustand	Nachzerfalls- wärme [kW]	Erwärmung ohne Kühlung ²⁾ [°C/h]	Zeit bis zum Sieden [d]	Zeit bis Wasser Oberkante BE [d]	Verdampfungs- menge [t/d]
Aktueller Wert am 30.3.2011	~ 200	~ 0.2	~ 12.5	~ 85	~ 9.5
Unmittelbar nach dem Wiederanfahren	~1000	~ 1	~ 3.1	~ 17	~ 48
Bei voll entladenem Reaktorkern 1)	~2500	~ 1.3	~ 2.4	~ 13	~ 120

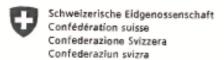
¹⁾ Ca. 5 Tage nach Reaktorabschaltung und geflutetes Becken

Tabelle 3 gibt typische Werte für die Nachzerfallswärme an, die gesamthaft aus dem Brennelementbecken abgeführt werden muss. Die aus dem Brennelementbecken abgeführte Wärmemenge steigt mit der Wassertemperatur im Becken an. Bei Ausfall des Brennelementbeckenkühlsystems wird die Wassertemperatur ansteigen, bis die durch Konvektion, Verdunstung resp. Verdampfung von Wasser abgeführte Wärmemenge der Nachzerfallswärme entspricht.

Tabelle 3 zeigt, dass eine Nachspeisung des Brennelementbeckens bei Ausfall der Brennelementbeckenkühlung erst nach einigen Tagen erforderlich ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das betriebliche Brennelementbeckenkühlsystem wie beschrieben nicht durch Notstandssystem versorgt wird. Eine ausreichende Abfuhr der Nachzerfallswärme ist aber über passive Wärmetransportmechanismen sichergestellt.

²⁾ Die Erwärmung verlangsamt sich mit steigender Wassertemperatur, d.h die Zeiten sind konservativ



Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI



CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein BKW GMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg 3203 Mühleberg

ENSI AUS:	118. Min Z.	2011
Verteiler		
GL		

Ihr Zeichen: Unser Zeichen: FLP/SAN – 11/11/003 Sachbearbeiter/in: Peter Flury, Telefon +4158 480 8688 Brugg, 18. März 2011

Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima

Sehr geehrte Damen und Herren

1. Anlass

Das starke Erbeben vom 11. März 2011 in Fukushima (Japan) mit anschliessendem Tsunami hat am Standort Fukushima Dai-Ichi zum Ausfall sämtlicher Sicherheitssysteme geführt, wodurch die Kühlbarkeit der Reaktoren und Brennelementlagerbecken nicht mehr gegeben war und es in den betroffenen Blöcken zu schweren Kernbeschädigungen in den Reaktoren und zu Brennelementbeschädigungen in den Lagerbecken kam. Zurzeit wird mit Accident-Management-Massnahmen versucht, die Auswirkungen des schweren Unfalls zu begrenzen.

Erwägungen des ENSI

Nach dem bisherigen Erkenntnisstand liegt die Grundursache der aufgetretenen Probleme im vom Erdbeben ausgelösten Tsunami. Der Tsunami hat sämtliche Hilfsanlagen, Wasserfassungen, Rohrleitungen etc. auf dem Kraftwerksgelände zerstört. Dadurch versagten die externe Stromversorgung, die Kühlmittelversorgung für alle Reaktoren, sämtliche Sicherheits- und Hilfssysteme sowie die Notstromversorgung.

Die Infrastruktur ausserhalb des Kraftwerks ist durch das Beben schwer beschädigt. Die Zugänglichkeit inner- und ausserhalb des Areals ist stark erschwert. Die Betriebsmannschaft erhielt während mehrerer Tage nur ungenügende externe Unterstützung und ist mit der Situation überfordert. Erst mit grosser Verzögerung ist eine Unterstützung der Betriebsmannschaft durch die Armee mit schweren Mitteln angelaufen.

INE S



Hinzu kommen folgende vermuteten Schwächen im Design der japanischen Anlage:

- Es fehlen gebunkerte, hochwassersichere Notstandsysteme.
- Es fehlt eine diversitäre Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme.
- Die Brennelementlagerbecken befinden sich ausserhalb des Primärcontainments.
- Die Brennelementbeckenkühlung ist keine besonders geschützte Sicherheitsfunktion.
- Die Containmentdruckentlastung erfolgt ins Innere des Reaktorgebäudes.
- Auslegung gegen Erdbeben und Tsunami ist ungenügend.

Das ENSI hat geprüft, wie weit die Erkenntnisse aus Japan auf die Schweiz übertragbar sind und ist zu folgenden Schlüssen gekommen:

Die Schweiz ist kein klassisches Erdbebengebiet. Ein Extremerdbeben mit Tsunami wie es in Japan aufgetreten ist, kann für die Schweiz ausgeschlossen werden. Trotzdem muss die Kombination von Erdbeben und Hochwasser neu analysiert werden.

Die schweizerischen Anlagen haben eine andere Auslegung als die japanischen. Folgende aufgrund des vorläufigen Kenntnisstands in Japan identifizierten Auslegungsmängel treffen für die Schweiz nicht zu:

- Alle Anlagen verfügen über gebunkerte Notstandsysteme. Dies bietet einen h\u00f6heren Schutz gegen externe Einwirkungen wie Hochwasser.
- Die Containmentdruckentlastung erfolgt über den Kamin und nicht ins Innere des Reaktorgebäudes. Dadurch kann sich kein Knallgas im Reaktorgebäude sammeln.
- Die Erdbebenauslegung entspricht trotz neuer Gefährdungseinschätzung den gesetzlichen Anforderungen.

Dennoch ist es angesichts der Schwere der möglichen Auswirkungen eventueller Auslegungsmängel und eventueller Lücken in den Accident-Management-Massnahmen angezeigt, auch in der Schweiz rasch geeignete Massnahmen zu treffen.

Gemäss Art. 55 des Bundesgesetzes über das Verwaltungsverfahren (Verwaltungsverfahrensgesetz, VwVG, SR 172.021) hat eine Beschwerde grundsätzlich aufschiebende Wirkung. Die verfügende Behörde kann jedoch die aufschiebende Wirkung entziehen, wenn gewichtige Gründe für eine sofortige Vollstreckbarkeit der Verfügung sprechen. Aufgrund des im vorliegenden Fall erheblichen öffentlichen Interesses an rasch wirksamen Massnahmen zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit bei Kombinationen schwerer externer Ereignisse, ist einer Beschwerde gegen die in dieser Verfügung enthaltenen Sofortmassnahmen die aufschiebende Wirkung zu entziehen.

3. Entscheid

 Gestützt auf Art. 2 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken verfügt das ENSI, dass das Kernkraftwerk Mühleberg die Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung unverzüglich zu überprüfen hat.

Angesichts der Tatsache, dass auch in der Schweiz aufgrund einer Kombination von Erdbeben und Hochwasser unter ungünstigen Umständen ein Versagen der installierten Sicherheitssysteme möglich wäre und mit Accident-Management-Massnahmen aufgefangen werden müsste, verfügt das ENSI



gestützt auf Art. 72 Abs. 2 KEG folgende Massnahmen, von denen die Massnahmen unter den Ziffern 1 und 4 als Sofortmassnahmen gelten:

- 2. Das Kernkraftwerk Mühleberg muss spätestens ab dem 1. Juni 2011 zur Bekämpfung von schweren Unfällen Zugang zu einem externen Lager haben, in dem erdbeben- und überflutungssicher zusätzliche Einsatzmittel bereitstehen. Der Standort der externen Lager soll so gewählt werden, dass die zusätzlichen Einsatzmittel trotz der Ereignisse, die am Standort des Kraftwerks zu berücksichtigen sind, einsatz- und transportfähig bleiben. Die zusätzlichen Einsatzmittel müssen mit in der Schweiz verfügbaren Helikoptern transportierbar sein. Die externen Lager sollen folgende Einsatzmittel bereit halten:
 - Notstromaggregale zur externen Bespeisung sicherheitsrelevanter Ausrüstungen (wie z. B. Batterien, Messinstrumente, ausgesuchte Armaturen) für die Bekämpfung schwerer Unfälle
 - b. mobile Pumpen zur Einspeisung von Kühlmittel
 - ausreichende Menge an Stromkabeln und Kühlmittelschläuchen
 - d. ausreichend transportierbarer Treibstoff
 - e. Borierungsmittel
 - f. Werkzeuge für die Installation der zusätzlichen Einsatzmittel und den Anschluss derselben an ausgesuchte sicherheitsrelevante Ausrüstungen in den Anlagen
- Beim Kernkraftwerk Mühleberg sind bis zum 31. Dezember 2012 die entsprechenden extern zugänglichen Anschlüsse für die mobilen Einsatzmittel soweit nötig nachzurüsten bzw. anzupassen.
- Wo nicht vorhanden, sind bis zum 31. Dezember 2012 zwei r\u00e4umlich getrennte Zuf\u00fchrungen zur externen Bespeisung der Brennelementlagerbecken nachzur\u00fcsten.

Zudem verfügt das ENSI:

- Das Kernkraftwerk Mühleberg hat bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen, in dem folgende Fragen beantwortet werden:
 - a. Ist im Kernkraftwerk Mühleberg die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?
 - b. Sind im Kernkraftwerk Mühleberg allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?
 - c. Ist im Kernkraftwerk M\u00fchleberg die Brennelementbeckenk\u00fchlung eine besonders gesch\u00fctzte Sicherheitsfunktion und kann sie \u00fcber das gebunkerte Notstandsystem versorgt und gesteuert werden?
- Falls die zur Beantwortung der Fragen unter Punkt 5 durchgeführte Analyse Defizite aufzeigen sollte, hat das Kernkraftwerk Mühleberg bis zum 31. August 2011 darzulegen, wie es diese Defizite beseitigen will.



Einer Beschwerde gegen die Dispositivziffern 1, 2 und 5 dieser Verfügung wird die aufschiebende Wirkung entzogen.

Freundliche Grüsse

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Dr. Hans Wanner

Direktor

Dr. Peter Flury

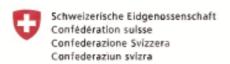
Leiter Abteilung Betriebsüberwachung

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;
- 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.



CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg 3203 Mühleberg



thr Zeichen:

Unser Zeichen: SGE/FLP - 11/11/003

Sachbearbeiten/in: Georg Schwarz, Telefon +4156 460 8602

Brugg, 1. April 2011

Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung

Sehr geehrte Damen und Herren

1. Anlass

Das starke Erbeben vom 11. März 2011 in Fukushima (Japan) mit anschliessendem Tsunami hat am Standort Fukushima Dai-Ichi zum Ausfall wesentlicher Sicherheitssysteme geführt, wodurch die Kühlbarkeit der Reaktoren und Brennelementlagerbecken nicht mehr gegeben war und es in den betroffenen Blöcken zu schweren Kernbeschädigungen in den Reaktoren und zu Brennelementbeschädigungen in den Lagerbecken kam.

Mit seiner Verfügung vom 18. März 2011 hat das ENSI, gestützt auf Art. 2 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) gefordert, dass alle schweizerischen Kernkraftwerke unverzüglich mit der Überprüfung ihrer Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung beginnen.

In der vorliegenden Verfügung gibt das ENSI vor, wie bei dieser Überprüfung vorzugehen ist und welche Randbedingungen zu beachten sind.

2. Erwägungen des ENSI

Nach dem bisherigen Erkenntnisstand liegt die Grundursache der meisten aufgetretenen Probleme im vom Erdbeben ausgelösten Tsunami. Der Tsunami hat wichtige Hilfsanlagen, Wasserfassungen, Rohrleitungen etc. auf dem Kraftwerksgelände zerstört. Dadurch versagten die externe Stromversor-



Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Industriestrasse 19, 5200 Brugg Tel. +4156 460 8400, Fax +4156 460 8499



gung, die Kühlmittelversorgung für alle Reaktoren, zahlreiche Sicherheits- und Hilfssysteme sowie die Notstromversorgung.

Die Schweiz ist kein klassisches Erdbebengebiet. Ein Extremerdbeben mit Tsunami wie es in Japan aufgetreten ist, kann für die Schweiz ausgeschlossen werden. Trotzdem müssen Erdbeben und Hochwasser sowie die Kombination von beiden in Bezug auf die Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme und Nachrüstung neu analysiert werden.

Gemäss Art. 44 KEV beziehen sich die Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme und Nachrüstung auf Kernreaktoren. Deshalb gelten diese Kriterien für die Kernkühlbarkeit und die Integrität des Primärkreislaufs und des Containments. Das bedeutet, dass sich die Analysen auf die Kühlbarkeit der Brennelemente im Reaktordruckbehälter beziehen müssen sowie auf die Primärkreislauf- und Containment-Integrität.

2.1 Erdbeben

Nach dem Erdbeben von Kashiwasaki Kariwa vom 16. Juli 2007 wurden am 11. März 2011 – weniger als vier Jahre später – in Fukushima erneut Kernkraftwerke von einem auslegungsüberschreitenden Erdbeben getroffen. Dies lässt berechtigte Zweifel an den in Japan zugrunde gelegten Gefährdungsannahmen aufkommen. Im Unterschied zu Japan hat die Schweiz bereits im Jahr 1999 im Rahmen des Projekts PEGASOS mit der Neubeurteilung der Erdbebengefährdung begonnen. Die im Projekt verwendete Methodik genügt den höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen und ist weltweit führend. Die Resultate von PEGASOS wurden durch die HSK überprüft und im Jahr 2007 publiziert.

Alle Kernkraftwerke in der Schweiz haben ihre probabilistischen Sicherheitsanalysen unter Berücksichtigung der PEGASOS-Resultate überarbeitet und beim ENSI eingereicht. Neben Erdbeben sind auch weitere externe Ereignisse wie Überflutung, Extremwinde und Flugzeugabsturz in den probabilistischen Sicherheitsanalysen berücksichtigt. Die Studien zeigen, dass das Kriterium der IAEA zur Kernschadenshäufigkeit von allen Werken deutlich eingehalten wird.

In einer zweiten Projektphase werden nun die PEGASOS-Resultate verfeinert und insbesondere die Standorteigenschaften der Kernkraftwerke detaillierter untersucht. Die Resultate des Folgeprojekts "PEGASOS Refinement Project (PRP)" werden voraussichtlich im Jahr 2012 vorliegen.

Für die anstehende Auslegungsüberprüfung kommen die PRP-Ergebnisse zu spät. Die Auslegungsüberprüfung muss sich deshalb auf aktuelle Zwischenresultate zur Erdbebengefährdung abstützen,
zumal auch die Erdbebengefährdung bei den Stauanlagen, deren Versagen ein KKW betreffen könnte, neu zu bestimmen ist (vgl. 2.3). Dabei sind die bei den japanischen Beben gewonnenen neuen
Erkenntnisse zum Verhalten der Gebäude und Einbauten ebenfalls zu berücksichtigen. Um die Sicherheit zeitnah beurteilen zu können, sind die überarbeiteten Sicherheitsnachweise gestaffelt einzureichen.

Nach Abschluss des PRP und nach der Überprüfung der Projektergebnisse durch das ENSI müssen sämtliche Sicherheitsanalysen auf der Basis der definitiven PRP-Ergebnisse überarbeitet werden.

2.2 Hochwasser

Die Zerstörungen durch den auf das Erdbeben folgenden Tsunami haben gezeigt, dass die Gefährdung durch Extremhochwasser neu beurteilt werden muss. Der Tsunami hat vermutlich sämtliche



Hilfsanlagen, Wasserfassungen, Rohrleitungen etc. auf dem Kraftwerksgelände zerstört oder unverfügbar gemacht.

Auch in der Schweiz können extreme Hochwasser, z. B. als Folge des Versagens von Stauanlagen, nicht ausgeschlossen werden. Für die Rahmenbewilligungsgesuche wurde für die Standorte Beznau, Gösgen und Mühleberg die Hochwassergefährdung nach modernen Methoden neu bestimmt.

Aufgrund der ersten Erkenntnisse aus Fukushima sind insbesondere die Folgeschäden des Hochwassers wie Verstopfung oder Zerstörung von Einlaufbauwerken durch mitgeführtes Geschiebe und Schwemmgut detailliert zu betrachten.

2.3 Kombination von Erdbeben und Hochwasser

Die Kombination von Erdbeben und Hochwasser stellt, wie Japan gezeigt hat, besonders grosse Anforderungen. Die Infrastruktur ausserhalb des Kraftwerks wird durch das Beben schwer beschädigt. Die Zugänglichkeit inner- und ausserhalb des Areals ist dadurch stark erschwert, was Notfallschutzmassnahmen zusätzlich behindert.

Gemäss BWG-Richtlinie (heute Bundesamt für Energie) zur Sicherheit von Stauanlagen sind die Erdbebennachweise auf der Basis der Erdbebenrisikokarten des Schweizerischen Erdbebendienstes aus dem Jahr 1977 alle 20 Jahre zu überprüfen.

Das Projekt PEGASOS hat gezeigt, dass die 1977 ausgewiesene Erdbebengefährdung an den Standorten der schweizerischen KKW zu niedrig war. Um die Kombination von Erdbeben mit einem durch das Erdbeben ausgelösten Versagen der Stauanlagen ausschliessen zu können, sind die deterministischen Erdbebennachweise für die Stauanlagen im Einflussbereich der schweizerischen Kernkraftwerke aufgrund von aktuellen Erdbebengefährdungsannahmen zu überarbeiten.

Falls bei einem 10 000-jährlichen Erdbeben ein unkontrollierter Wasserabfluss ausgeschlossen werden kann, gilt die Kombination von Erdbeben und Hochwasser als auslegungsüberschreitend.

2.4 Verfahren

Gemäss Art. 55 des Bundesgesetzes über das Verwaltungsverfahren (Verwaltungsverfahrensgesetz, VwVG, SR 172.021) hat eine Beschwerde grundsätzlich aufschiebende Wirkung. Die verfügende Behörde kann jedoch die aufschiebende Wirkung entziehen, wenn gewichtige Gründe für eine sofortige Vollstreckbarkeit der Verfügung sprechen. Aufgrund des im vorliegenden Fall erheblichen öffentlichen Interesses an einer raschen Klärung bezüglich des Vorliegens von Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme und Nachrüstung von Kernreaktoren, ist einer Beschwerde gegen diese Verfügung die aufschiebende Wirkung zu entziehen.

3. Entscheid

Für die gestützt auf Art. 2 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) vorzunehmende Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung und für den Nachweis zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte gemäss Art. 3 der obigen Verordnung gelten folgende Vorgaben:



3.1 Erdbeben

Die seismischen Gefährdungsannahmen sind auf der Grundlage des neuen Erdbebenkataloges des SED und der im Rahmen des PRP erhobenen Standortdaten neu zu ermitteln. Für die Berechnung sind die aktuellen Resultate der Abminderungsmodellierung zu verwenden.

Bis zum 30. November 2011 sind die Erdbebenfestigkeitsnachweise (Fragilities) für die zur Beherrschung des 10 000-jährliches Erdbebens relevanten Ausrüstungen und Strukturen aufgrund der neuen seismischen Gefährdungsannahmen sowie der aktuell verfügbaren Erkenntnisse aus Japan zu überprüfen und einzureichen.

Der deterministische Nachweis der Beherrschung des 10 000-jährlichen Erdbebens ist mit Hilfe der neu bestimmten Erdbebenfestigkeitsnachweise bis zum 31. März 2012 neu zu führen. Dafür gelten folgende Randbedingungen:

- Für den Nachweis der Beherrschung des 10 000-jährlichen Erdbebens sind nur jene Ausrüstungen und Strukturen zu kreditieren, deren Festigkeit für die neuen seismischen Gefährdungsannahmen nachgewiesen wurde.
- Es ist der Ausfall der externen Stromversorgung zu unterstellen.
- Es ist nachzuweisen, dass die Anlage in einen sicheren Zustand überführt werden kann und dieser Zustand ohne Zuhilfenahme externer Notfallschutzmittel während mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interne Notfallschutzmassnahmen k\u00f6nnen nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, gen\u00fcgend grosse Zeitfenster zur Durchf\u00fchrung vorhanden sind und die daf\u00fcr erforderlichen Hilfsmittel auch nach einem 10 000-j\u00e4hrlichen Erdbeben zur Verf\u00fcgung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach Richtlinie ENSI-G14.

Nach Abschluss des Projekts PRP und Überprüfung der Ergebnisse durch das ENSI wird das ENSI die Erdbebengefährdungsannahmen neu festlegen. Auf dieser Grundlage sind dann die Erdbebenfestigkeitsnachweise zu aktualisieren und der deterministische Nachweis zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens zu erbringen.

3.2 Hochwasser

Der deterministische Nachweis für die zur 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 jene Ausrüstungen und Strukturen zu kreditieren, deren Hochwasserfestigkeit für die neuen Gefährdungsannahmen nachgewiesen wurde.
- Es ist der Ausfall der externen Stromversorgung zu unterstellen.
- Es ist der deterministische Nachweis zu führen, dass eine Verstopfung oder Schädigung der Flusswasser-Einlaufbauwerke 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



Flusswasser-Einlaufbauwerke 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 werden kann und dieser Zustand ohne Zuhilfenahme externer Notfallschutzmittel während mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interné Notfallschutzmassnahmen k\u00f6nnen nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, gen\u00fcgend grosse Zeitfenster zur Durchf\u00fchrung vorhanden sind und die daf\u00fcr erforderlichen Hilfsmittel auch nach einem 10 000-j\u00e4hrlichen Hochwasser zur Verf\u00fcgung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach Richtlinie ENSI-G14.

3.3 Kombination von Erdbeben und Hochwasser

Die Beherrschung der Kombination von Erdbeben und dem durch das Erdbeben ausgelöste Versagen der Stauanlagen im Einflussbereich des Kernkraftwerks ist bis zum 31. März 2012 nachzuweisen. Der Nachweis kann auf zwei verschiedene Arten geführt werden.

Variante 1

Für alle Stauanlagen, welche die Kernkraftwerke potenziell gefährden können, ist deterministisch nachzuweisen, dass bei einem 10 000-jährlichen Erdbeben eine unkontrollierte Wasserabgabe ausgeschlossen werden kann. Der deterministische Erdbebennachweis ist gemäss der BWG-Richtlinie (heute Bundesamt für Energie) zur Sicherheit von Stauanlagen zu führen. In Abweichung von der BWG-Richtlinie sind die seismischen Gefährdungsannahmen auf der Grundlage des neuen Erdbebenkataloges des SED zu ermitteln. Für die Berechnung der Gefährdung auf Felsniveau sind die aktuellen Resultate der Abminderungsmodellierung zu verwenden. Die Resultate auf Felsniveau sind an die lokalen geologischen Standortverhältnisse anzupassen.

Variante 2

Falls bei einem 10 000-jährlichen Erdbeben ein unkontrollierter Wasserabfluss deterministisch nicht ausgeschlossen werden kann, ist der deterministische Nachweis für die Beherrschung der Kombination von Erdbeben und Versagen der Stauanlagen im Einflussbereich des Kernkraftwerks zu führen. Dafür gelten folgende Randbedingungen:

- Für den Nachweis des Störfalles sind nur jene Ausrüstungen und Strukturen zu kreditieren, deren Festigkeit für die neuen seismischen und hydrologischen Gefährdungsannahmen nachgewiesen wurde.
- Es ist das instantane, vollständige Versagen der Stauanlagen zu unterstellen,
- Es ist der Ausfall der von der Flutwelle betroffenen Kühlwasserfassungen zu unterstellen.
- Es ist der Ausfall der externen Stromversorgung zu unterstellen.
- Es ist nachzuweisen, dass die Anlage in einen sicheren Zustand überführt werden kann und dieser Zustand ohne Zuhilfenahme externer Notfallschutzmittel w\u00e4hrend mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interne Notfallschutzmassnahmen k\u00f6nnen nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, gen\u00fcgend grosse Zeitfenster zur Durchf\u00fchrung vorhanden sind und die d\u00e4f\u00fcr erforderlichen Hilfsmittel auch nach der Kombination von Erdbeben und Versagen der Stauanlagen zur Verf\u00fcgung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach Richtlinie ENSI-G14.



3.4 Entzug der aufschiebenden Wirkung

Einer Beschwerde gegen diese Verfügung wird die aufschiebende Wirkung entzogen.

Freundliche Grüsse

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Dr. Hans Wanner

Direktor

Dy. Georg Schwarz

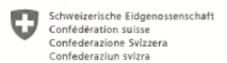
Leiter Abteilung Anlagentechnik

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 etill:

- a) vom 7. Tag vor Ostern bis und mit dem 7. Tag nach Ostern;
- b) vom 15. Juli bis und mit dem 15. August;
- 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.



DIR

CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg 3203 Mühleberg

Ihr Zeichen: BR-KL-2011/088 Unser Zeichen: FLP – 11/11/003

Sachbearbeitenin; Peter Flury, Telefon +4166 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 Mühleberg (KKM) bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen hat, in dem folgende Fragen beantwortet werden:

- a. Ist im KKM die K\u00fchlmittelversorgung f\u00fcr die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversit\u00e4ren, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung \u00fcber Grundwasserbrunnen)?
- Sind im KKM allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?
- c. Ist im KKM die Brennelementbeckenkühlung eine besonders geschützte Sichemeitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandsystem versorgt und gesteuert werden?

Das KKM 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 KKM 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 KKM im Rahmen seiner unabhängigen Beurteilung in verschiedenen Punkten



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

2.1 Kühlmittelversorgung

2.1.1 Angaben des Bewilligungsinhabers1

Zur Wärmeabfuhr an die Aare nach einer Betriebsstörung oder einem Störfall verfügt das KKM über das Hilfskühlwassersystem sowie über das gebunkerte Notstandsystem SUSAN (Notstandkühlkette).

Bei abgeschalteter Anlage entsteht im Reaktorkern und im Brennelementlagerbecken sowie durch in Betrieb befindliche Sicherheits-, Hilfs- oder Betriebssysteme weiterhin Wärme, die abgeführt werden muss. Bis auf die Luftkühlung des Notstromdiesels 90 dient die Aare für die beiden Kühlketten als Quelle für die Kühlmittelversorgung. Die Kühlketten werden über unterschiedliche Einlaufbauwerke mit Kühlwasser versorgt.

Als Teil der ersten Kühlkette versorgt das Hilfskühlwassersystem das Abfahrkühlsystem und das Zwischenkühlwassersystem des Reaktorgebäudes, mit dem u. a. über das Brennelementbecken-Kühlsystem die Wärme aus dem Brennelementbecken abgeführt wird. Das Abfahrkühlsystem STCS kann die Wärme sowohl direkt aus dem Reaktorkern als auch indirekt über den Torus abführen. Die oben genannten Systeme werden über die gesicherte Schiene der Stränge I und II versorgt, die vom Notstromdiesel 90 oder dem Wasserkraftwerk gespeist werden kann.

Die Notstandkühlkette hat bei Auslegungsstörfällen die Aufgabe mit seinen Systemen des äusseren Kühlkreislaufs (CWS) und des Zwischenkühlwassersystems (ICWS) die Wärme aus dem Reaktorkern und die Abwärme von den Notstandsystemen (Diesel, Raumkühlung) autark und redundant zu den anderen Sicherheitssystemen an die Aare abzuführen. Das Notstand-Toruskühlsystem (TCS) transportiert dabei die Wärme über einen Wärmetauscher an den äusseren Notstandkühlkreislauf (CWS).

Im Rahmen von Accident-Management-Massnahmen ist es möglich, verschiedene Kühlstellen mit teilweise anderen Wasserquellen wie Hochreservoir, Trinkwassernetz, Feuerlöschwasser oder über mobile Feuerlöschpumpen mit Wasser aus der Aare zu versorgen.

Nach einem Auslegungserdbeben oder einer Auslegungsüberflutung wird konservativ unterstellt, dass nur die Systeme des gebunkerten Notstandsystems zur Störfallbeherrschung zur Verfügung stehen.

Das Notstandsystem verfügt über ein eigenes, unabhängiges Kühlsystem mit örtlich getrennten Einund Auslaufbauwerken. Die Auslegung des Einlaufbauwerks des Notstandsystems ist darauf ausgerichtet, das Kühlwasser über einen grossen räumlichen Bereich der Aare zu beziehen, um so das
Risiko einer Verstopfung des Einlaufbauwerks zu minimieren. Aus dem gleichen Grund sind auch die
Öffnungen in dem Einlaufbauwerk stromabwärts gerichtet. Allfällige grobe Verschmutzungen, die mit
der Aare mitgeführt werden, werden so nicht in den Kanal hineingedrückt, sondern daran vorbeigeleitet. Insbesondere die Gefahr einer Verstopfung der Öffnungen des Einlaufbauwerks des Notstandsystems wurde bereits im Rahmen der Auslegung untersucht.

Weiterhin ist das Einlaufbauwerk des Notstandsystems in den Fels am Grund des Flusses eingelassen und eingeschwemmt. Allfällig mit einer Flutwelle mitgeführte Felsen und Trümmer sollen dadurch über die Bauwerke weggeleitet werden. Indem das Flussbett aus Fels besteht, wird verhindert, dass das Bauwerk durch eine Flutwelle unterspült und so in seiner Funktion beeinträchtigt wird. Im Rahmen der Überflutungsanalysen infolge von Dammbrüchen wurde auch qualitativ untersucht, ob der mit der Flutwelle mitgeführte Schlamm zu einer Verstopfung des Einlaufbauwerks führen könnte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass allfällige Schlammablagerungen erst stromabwärts vom

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



Auslaufbauwerk und zu einem späteren Zeitpunkt zu erwarten sind. Die letzten beiden Jahrhunderthochwasserereignisse haben dies durch nachträgliche Profilmessungen des Aarebetts bestätigt. Dies
wird auch durch einen aktuellen Bericht der IAEA unterstützt (IAEA-J8.03-O.0318-2009ML vom 15.
Dezember 2010, Operating Experience Feedback (OEF) External Flooding). Dieser Bericht untersucht
verschiedene Erfahrungsberichte zu Überflutungsereignissen in verschiedenen Kernkraftwerken weltweit. Bei keinem der untersuchten Ereignisse war die Verstopfung des Kühlmitteleinlaufs durch mit der
Flutwelle mitgeführte Verunreinigungen beobachtet worden.

Das KKM kommt gesamthaft zum Ergebnis, dass die Kühlmittelversorgung für das Notstandsystems für die Auslegungsstörfälle Erdbeben und Überflutung sichergestellt ist. Das KKM stellt fest, dass durch das Einlaufbauwerk des Notstandsystems die Kühlmittelversorgung in ausreichendem Masse vor einer groben Verunreinigung geschützt ist.

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

2.1.3 Beurteilung des ENSI

Von den Kühlkreisläufen des KKM stuft das ENSI die erste Kühlkette mit dem Hilfskühlwassersystem und dem Reaktorzwischenkühlkreislauf sowie die Notstandkühlkette (CWS, ICWS) gemäss IAEA Safety Standard NS-R-1, Annex, als Systeme zur Gewährleistung von Sicherheitsfunktionen ein. Mit diesen Kühlsystemen in Verbindung mit anderen Sicherheitssystemen werden Sicherheitsfunktionen zur Gewährleistung von Schutzzielen bei Störfällen sichergestellt.

Bei der Nachrüstung der Kühlwasserversorgung des Notstandsystems hat das KKM zusätzlich zum Hilfskühlwassersystem einen redundanten Kühlwasserkreislauf gemäss den damaligen HSK-Vorgaben nachgerüstet, mit dem die neuen zusätzlichen Anforderungen erfüllt werden.

Hinsichtlich der Beherrschung des Auslegungserdbebens und der Auslegungsüberflutung durch Sicherheitssysteme ist, wie vom KKM dargestellt, nur die Funktionsbereitschaft des Notstandsystems zu unterstellen. Das zweisträngige verbunkerte Notstandsystem wurde zur Beherrschung auch dieser externen Ereignisse errichtet und ist bei den genannten Auslegungsstörfällen ohne Eingriffe des Betriebspersonals in der Lage, die Anlage abzuschalten und autark über 10 Stunden (Auslegungsanforderung) in einem sicheren Zustand zu halten.



Das Einlaufbauwerk zur Notstand-Kühlwasserversorgung wurde schon vor seiner Errichtung intensiv hinsichtlich Möglichkeiten einer Verstopfung untersucht. Im Notstand-Anforderungsfall stehen zahlreiche Einlauföffnungen zur Verfügung, wobei eine freie Öffnung ausreicht, um ausreichend Kühlmittel anzusaugen. Bei den geringen Ansauggeschwindigkeiten kann eine Verstopfung durch Sedimente ausgeschlossen werden. Die Wasserentnahme aus der Aare hat entsprechend der Beurteilung des ENSI einen hohen Redundanzgrad, wodurch auch nach heutiger Beurteilung eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Kühlwasserversorgung des Notstandsystems zu erwarten ist, wie dies auch bereits mit dem HSK-Gutachten von 1991² bestätigt wurde. Die Zuverlässigkeit der Notstand-Kühlwasserversorgung ist jedoch gemäss der Beurteilung des ENSI nicht in gleicher Weise gewährleistet, wie sie durch eine gegen Erdbeben und Überflutung ausgelegte Wasserfassung aus einem Brunnen mit nachgewiesener Kapazität sichergestellt wäre.

Befund 1: Die Kühlmittelversorgung für das Notstandsystem stützt sich auf eine räumlich weit verzweigte Kühlwasserentnahme aus der Aare ab. Es steht aber keine diversitäre Alternative dazu zur Verfügung.

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

Gesamthaft kommt das ENSI zum Ergebnis, dass keine kurzfristige Massnahme notwendig ist. Mit dem Notstandsystem verfügt das KKM über eine redundante Sicherheitseinrichtung, die für die Auslegungsstörfälle Erdbeben und Überflutung einen ausreichenden Schutz bietet. Im Sinne der Vorsorge sind aber alle Vorkehren zu treffen, die zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beitragen, soweit sie angemessen sind. Deshalb ist die Forderung nach einer von der Aare diversitären und verstopfungssicheren Kühlwasserversorgung entsprechend Art. 4 Abs., 3 Bst. b KEG gerechtfertigt.

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

Das KKM hat ein Brennelementbecken im Reaktorgebäude unterhalb der Ebene +29 m. Das Reaktorgebäude als Sekundärcontainment umschliesst das Primärcontainment (Drywell und Torus).

Das KKM ist nach einer Requalifikation für das Sicherheitserdbeben (SSE) mit einer Grundbeschleunigung am Fels von 0,15 g horizontal und von 0,10 g vertikal ausgelegt. Teilweise wurden Grenzbetrachtungen für die doppelten Bodenbeschleunigungen vorgenommen.

Das KKM hat den Sicherheitsstatus des Brennelementbeckens sowie des Trockenlagers für frische Brennelemente im Hinblick auf interne und äussere Einwirkungen überprüft. Es wurden verschiedene interne und externe Einwirkungen analysiert. Zu den bewerteten Einwirkungen, welche im Hinblick auf den Unfall von Fukushima von Bedeutung sind gehören Erdbeben, Überflutungen, extreme Wetterbedingungen (Sturmböen, Blitzschläge), Verluste der externen Stromversorgung sowie Beeinträchtigungen oder Unterbruch der externen Kühlwasserzufuhr. Zusätzlich hat das KKM den Schutz des Brennelementlagerbeckens und des Trockenlagers vor der kombinierten Einwirkung von Erdbeben und Überflutung sowie die Ansammlung von Wasserstoff im Reaktorgebäude untersucht.

² HSK-Gutachten 11/250 "Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg", 1991



Im Rahmen von probabilistischen Sicherheitsanalysen hat das KKM mögliche Auswirkungen eines Sicherheitserdbebens SSE auf das Brennelementbecken in Bezug auf die aktuellen Gefährdungsannahmen aus dem Projekt PEGASOS analysiert. Das Brennelementbecken ist ein Teil des Reaktorgebäudes und somit baulich in das Reaktorgebäude ausserhalb des Primärcontainments integriert. Die bisherigen Ergebnisse zeigen für das Reaktorgebäude inklusive Brennelementbecken sehr grosse Reserven gegenüber der ursprünglichen Erdbebenauslegung.

Im Leistungsbetrieb ist das Brennelementbecken von der leeren Reaktorgrube durch die so genannte Dammplatte getrennt. Ein Versagen der Dammplatte als Folge interner und externer Ereignisse führt zu einem starken Absinken des Wasserniveaus im Brennelementbecken, die Brennelemente bleiben aber mit Wasser bedeckt. Es verbleibt wie bei Leckagen aus dem Brennelementbecken ausreichend Zeit um eine alternative Nachspeisung des Brennelementbeckens einzuleiten.

Aufgrund seiner hohen Lage im Sekundärcontainment ist das Brennelementbecken gegen natürliches Hochwasser und Flutwellen ausgelegt.

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

Die Angaben des KKM zu den internen und externen Einwirkungen sind plausibel und nachvoltziehbar. Unter Verwendung der aktualisierten Erdbebengefährdungsannahmen (PEGASOS) sind dem ENSI bisher probabilistische Analysen für das Reaktorgebäude inkl. Brennelementbecken eingereicht worden. Die massive Konstruktion des Beckens ist wenig erdbebenempfindlich und die konservative Bemessung bei der ursprünglichen Auslegung ist mit hohen Reserven behaftet. Nach einer qualitativen Abschätzung des ENSI wird die Tragstruktur des Brennelementbeckens deshalb auch Erdbebeneinwirkungen, die aufgrund von aktuellen Erdbebengefährdungen bestimmt werden, widerstehen können. Ein entsprechender deterministischer Nachweis seitens KKM ist noch ausstehend, wobei besonders die Dammplatten, die Anschlüsse externer Leitungen und die Durchdringungen der Beckenstruktur berücksichtigt werden sollen. Da das ENSI generell eine Neubewertung der Erdbebengefährdung für notwendig erachtet, behandelt es diesen Aspekt unter Punkt 3 "Erwägungen zum Bedarf nach weiteren Massnahmen".

Der Schutz vor Überflutung und Wasserstoffexplosionen wurde vom KKM nur ansatzweise 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

Das KKM legt dar, dass das Brennelementbecken im Normalbetrieb durch das Brennelementbeckenkühlsystem gekühlt wird. Die Wärme wird dabei über das Zwischenkühlwassersystem des Reaktorge-



bäudes und das Hilfskühlwassersystem (erste Kühlkette) an die Aare abgegeben. Die wesentlichen Komponenten dieses Systems sind drei unabhängige 100%-Pumpen und zwei unabhängige 100%-Wärmetauscher sowie die erforderlichen Leitungen und Ventile. Die oben genannten Systeme werden über die gesicherte Schiene der Stränge I und II versorgt, die vom Notstromdiesel 90 oder dem Wasserkraftwerk gespeist werden kann.

Das Brennelementbeckenkühlsystem des KKM ist ein betriebliches System. Es ist nicht als Sicherheitssystem eingestuft und wird daher auch nicht durch das Notstandsystem angespeist oder gesteuert (Ausnahmen siehe unten).

Die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken wird auch bei Ausfall der betrieblichen Brennelementbeckenkühlung weiterhin gewährleistet. Es müssen zwei Betriebszustände unterschieden werden:

Eingesetzte Dammplatte (Leistungsbetrieb, warm abgestellt oder kalt abgestellt)

Bei eingesetzter Dammplatte erfolgt die Kühlung des Brennelementbeckens wie oben beschrieben durch das Brennelementbeckenkühlsystem. Bei Ausfall kann die Wärme auch über das Abfahrkühlsystem abgeführt werden. Das Abfahrkühlsystem und die zur Kühlung des Brennelementbeckens genutzten Leitungen sind für das Auslegungserdbeben nachqualifiziert. Entsprechend der Betriebsvorschrift kann die Kühlwasserversorgung des Abfahrkühlsystems bei Ausfall des Hilfskühlwassersystems (erste Kühlkette) auf die Notstandkühlkette geschaltet werden. Die Stromversorgung des Abfahrkühlsystems ist jedoch nicht für das Auslegungserdbeben qualifiziert.

Bei Komplettausfall der Kühlsysteme erfolgt die Wärmeabfuhr durch Verdunstung oder Verdampfung. Steht die Raumlüftung nicht zur Verfügung, kondensiert der Dampf an der Innenseite der Wand des Reaktorgebäudes. Falls der Druck im Reaktorgebäude durch die Verdampfung von Wasser im Brennelementbecken steigt, erfolgen ein Druckabbau und damit die Wärmeabfuhr gefiltert über den äusseren Torus. Die Wassernachspeisung ins Brennelementbecken (Niveauhaltung) ist entsprechend den Notfallvorschriften auch aus internen und externen Quellen (Hochreservoir, Trinkwassernetz, Feuerlöschwasser, oder Aare) möglich.

Dammplatte entfemt (Brennelementwechsel)

Während der Revisionsstillstände ist das Brennelementbecken mit der gefluteten Reaktorgrube und dem Einbautenbecken verbunden. Die Wärmeabfuhr und die Niveauhaltung erfolgen im Normalfall über das Brennelementbeckenkühlsystem und das Abfahrkühlsystem. Bei Ausfall des Brennelementbeckenkühlsystems kann die Wärme auch nur über das Abfahrkühlsystem abgeführt werden.

Bei Ausfall beider Systeme erfolgt die Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Brennelementbecken durch den Wasseraustausch mit der Reaktorgrube. Die Wärme kann über eine Kreislaufschaltung via Abfahrkühlsystems (erste Kühlkette) oder über das Toruskühlsystem (Notstandkühlkette) an die Aare abgeführt werden. Die Rückführung des in den Torus abgeführten Wassers in den Reaktordruckbehälter und in die Reaktorgrube erfolgt mit dem Alternativen Niederdruckeinspeisesystem. Für die Fahrweise mit Nutzung der Notstandkühlkette bedarf es einzelner Handmassnahmen vor Ort, die in einer Betriebsvorschrift beschrieben sind.

Bei Ausfall der Beckenkühlung steigt die Wassertemperatur je nach Beladung mit Brennelementen und Konfiguration mit bis zu 1,3 °C/h an, bis der Siedezustand erreicht wird (kürzeste Zeitspanne ca. 2,4 Tage). Die Nachzerfallswärme der Brennelemente im Becken erfolgt durch die Verdunstung des Wasserinventars und wird über die Reaktorgebäudelüftung nach aussen abgeführt. Bei einem Ausfall der Reaktorgebäudelüftung kann der sich aufbauende Druck über den äusseren Torus gefiltert abgebaut werden. Je nach Nachzerfallsleistung der Brennelemente im Becken und Konfiguration stehen 13 bis 17 Tage zum wieder Auffüllen des Beckens zur Verfügung, bis der Wasserspiegel die Oberkante der Brennelemente erreicht. Damit steht entsprechend der Beurteilung des KKM ausreichend Zeit zur



Verfügung, um bei Ausfall der Brennelementbeckenkühlung betriebliche wie auch Massnahmen des anlageinternen Notfallschutzes einzuleiten, mit denen die Kühlung wieder gewährleistet ist.

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.

Im Rahmen des Sicherheitsnachweises für den Langzeitbetrieb von KKM ist die Überprüfung aller sicherheitstechnisch klassierten Anlagenteile im Hinblick auf die im Rahmen des PEGASOS-Projektes neu ermittelte Erdbebengefährdung vorgesehen. Dabei ist insbesondere auch die Erdbebensicherheit der Brennelementbeckenkühlung 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

In Übereinstimmung mit dem KKM stuft das ENSI das Brennelementbeckenkühl- und Reinigungssystem als Betriebssystem ein.

Bei geschlossener Dammplatte steht mit dem Abfahrkühlsystem ein zusätzliches gegen das Auslegungserdbeben qualifiziertes Sicherheitssystem für die Kühlung des Brennelementbeckens zur Verfügung. Nach der Umschaltung der Kühlwasserversorgung vom Hilfskühlwassersystem auf das Kühlwassersystem des Notstandsystems mittels Handmassnahmen ist eine Kühlkette aufgebaut, deren Komponenten mechanisch gegen Erdbeben und Überflutung ausgelegt sind. Die Requalifizierung der Notstromversorgung dieser Systemkonfiguration für Erdbeben und Überflutung ist aber noch nicht erfolgt.

Bei offener Dammplatte kann ein Ausfall des Brennelementbeckenkühl- und Reinigungssystems mit mehreren alternativen Fahrweisen kompensiert werden. Dabei steht jeweils eine geschlossene Kühlkette mittels der Sicherheitssysteme des gegen Erdbeben und Überflutung ausgelegten Notstandsystems zur Verfügung. Da mit dem Notstandsystem der Einzelfehler beherrscht wird sowie die funktionale Unabhängigkeit des Systems gewährleistet ist, werden bei diesen Fahrweisen alle Anforderungen bezüglich Auslegungsstörfällen erfüllt.

Bei Ausfall aller Brennelementbeckenkühlsysteme wird die Nachwärmeabfuhr im KKM passiv über den äusseren Torus abgeführt, so dass bei der Dampfproduktion im Brennelementlagerbecken eine Gefährdung der Integrität des Sekundärcontainments ausgeschlossen werden kann. Die Nachwärmeabfuhr kann mit diesen Massnahmen während mindestens 13 Tagen gewährleistet werden. Damit steht genügend Zeit zur Wiederherstellung der Kühlung zur Verfügung. Der gemäss Richtlinie ENSI-A01 geforderte Nachweis der Integrität der ersten Barriere ist damit erbracht.

Die Ereignisse aus Japan zeigen aus Sicht des ENSI, dass der alleinige Schutz der Brennelementbeckenkühlung mittels Notfallschutzmassnahmen nicht genügt. Neben der im Rahmen des Langzeitbe-



trieb-Sicherheitsnachweises vorgesehenen Überprüfung des Erdbebenschutzes sind zusätzliche Massnahmen zur Erhöhung des Schutzes gegen Überflutung und die Kombination der Störfälle Erdbeben und Überflutung zu betrachten.

Befund 2: Im KKM steht bei geschlossener Dammplatte kein gegen Erdbeben und Überflutung ausreichend geschütztes System zur Brennelementbeckenkühlung zur Verfügung. Die Abstützung ausschliesslich auf vor Ort durchzuführende Handmassnahmen erachtet das ENSI vor dem Hintergrund der Erkenntnisse aus Japan als nicht ausreichend.

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

Das KKM verfügt zwar über Anzeigen für Füllstand und Temperatur im Brennelementbecken. Diese sind jedoch nicht als Störfallübersichtsanzeige qualifiziert und werden auch nicht im Notstandleitstand angezeigt.

Darüber hinaus ist aus Sicht des ENSI bisher nicht ausreichend belegt, dass die zur Nachspeisung des Brennelementbeckens im Rahmen des internen Notfallschutzes verwendeten technischen Hilfsmittel funktionsfähig und einsetzbar sind, ohne dass hierfür der Lagerbeckenbereich betreten werden muss. In diesem Zusammenhang hat das ENSI in der Verfügung vom 18. März 2011 unter Punkt 4 bereits gefordert, dass zwei räumlich getrennte Zuführungen zur externen Bespeisung des Brennelementlagerbeckens nachzurüsten sind.

Befund 3: Die im KKM vorhandenen anlageinternen Notfallmassnahmen zur Überwachung des Brennelementbeckens sowie zur Einspeisung im KKM sind aus Sicht des ENSI erweiterungsbedürftig.

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 KKM hat dem ENSI bis zum 31. August 2011 Massnahmen zur Nachrüstung einer erdbeben-, überflutungs- und verstopfungssicheren Kühlmittelversorgung für das Notstandsystem vorzuschlagen.

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

Forderung 2: Das KKM hat dem ENSI bis zum 31. August 2011 Massnahmen zur Ertüchtigung der Systeme zur Brennelementbeckenkühlung (einschliesslich der erforderlichen Hilfs- und Versorgungssysteme) gegen Erdbeben und Überflutung vorzuschlagen.

Das ENSI legt hierfür entsprechend dem Stand der Nachrüsttechnik folgende Auslegungsgrundsätze fest:

- Die Brennelementbeckenkühlung muss auch bei Eintreten eines beliebigen vom auslösenden Ereignis unabhängigen Einzelfehlers wirksam bleiben.
- Die zur Erfüllung der Brennelementbeckenkühlung eingesetzten redundanten Systemstränge müssen soweit möglich funktional unabhängig und räumlich getrennt sein.
- Die Kühlkette zur Abfuhr der Wärme aus dem Brennelementlagerbecken muss über eine zuverlässige Wasserquelle verfügen.

Zur Behandlung des unter Punkt 2 "Erwägungen zu den eingereichten Antworten" genannten Befunds 3 stellt das ENSI folgende Forderung:

Forderung 3: Das KKM hat dem ENSI bis zum 31. August 2011 Massnahmen zur Erweiterung der anlageinternen Notfallmassnahmen zur Nachspeisung und Überwachung des Brennelementbeckens nach Ausfall der Beckenkühlsysteme vorzulegen.

Das ENSI legt hierfür entsprechend dem Stand der Nachrüsttechnik folgende Anforderungen fest:

- Die verwendeten technischen Einrichtungen und Hilfsmittel müssen funktionsfähig und einsetzbar sein, ohne dass hierfür der Lagerbeckenbereich betreten werden muss.
- Die Temperatur und der Füllstand im Brennelementbecken müssen als Störfallübersichtsanzeigen in den Leit- und Steuerstellen zur Verfügung stehen.

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 4: Das KKM 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-11/11/003 vom 1. April 2011



seismischen Gefährdungsannahmen so begrenzt bleiben, dass der daraus resultierende Füllstandsabfall durch die vorhandenen Einspeisesysteme kompensiert werden kann. Es sind die Betriebszustände mit und ohne Dammplatte zu berücksichtigen.

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

Forderung 5: Das KKM 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

Ejdgenössisches 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.