



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
Sachbearbeiter/in: Peter Flury, Telefon +4156 460 8688
Brugg, 5. Mai 2011

Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011

Sehr geehrte Damen und Herren

1. Anlass

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

- a. Ist im KKM die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?
- b. 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 Sicherheitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandssystem 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 nun 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 Notstandssystem 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 Auslegungsfällen die Aufgabe mit seinen Systemen des äusseren Kühlkreislaufs (CWS) und des Zwischenkühlwassersystems (ICWS) die Wärme aus dem Reaktorkern und die Abwärme von den Notstandssystemen (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 Ein- und 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 Dammbrochen 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 Kühlmittleinlaufs durch mit der Flutwelle mitgeführte Verunreinigungen beobachtet worden.

Das KKM kommt gesamthaft zum Ergebnis, dass die Kühlmittelversorgung für das Notstandsystem für die Auslegungsstürfe 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 Stürfe: Art. 8 KEV
Bei Kernanlagen sind gegen Stürfe mit Ursprung innerhalb oder ausserhalb der Anlage Schutzmassnahmen zu treffen. Unter anderem werden Erdbeben und Überflutung als zu berücksichtigende Stürfe 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 Auslegungsstürfen 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 Auslegungsstürfe 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 Schutzziele bei Stürfen 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 Auslegungsstürfen 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 Auslegungsfälle Erdbeben und Überflutung einen ausreichenden Schutz bietet. Im Sinne der Vorsorge sind aber alle Vorkehrungen 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 Grenzbeurteilungen 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 Dammpfanne getrennt. Ein Versagen der Dammpfanne 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 nachvollziehbar. 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 Erdbebenwirkungen, die aufgrund von aktuellen Erdbebengefährdungen bestimmt werden, widerstehen können. Ein entsprechender deterministischer Nachweis seitens KKM ist noch ausstehend, wobei besonders die Dammpfannen, 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 Brennelementbeckenkühlungssystem 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 Notstandssystem 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:

1. 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.

2. Dammplatte entfernt (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 Abfahrkühlssystem ein zusätzliches gegen das Auslegungserdbeben qualifiziertes Sicherheitssystem für die Kühlung des Brennelementbeckens zur Verfügung. Nach der Umschaltung der Kühlwasserversorgung vom Hilfskühlwassersystem auf das Kühlsystem 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 Brennelementbeckenkühlssysteme 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 Notstandssystem 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 Damplatte 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

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Dr. Hans Wanner
Direktor

Dr. Peter Flury
Leiter Abteilung Betriebsüberwachung



Rechtsmittelbelehrung

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

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

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