

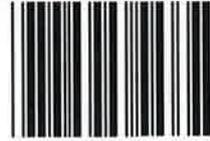


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

435



AN-Nummer

**ENSI 14/1563**

Datum

10.11.2011

Aktenzeichen

14/11/048

Typ/Charakter

Aktennotiz

Klassifikation

öffentlich

Bearbeiter

HMI, SCD, SZT / VOB

Visum

Sachbearbeiter:

HMI SCD SZT  
Vorgesetzter

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

KKB, Verfügungen vom 18. März und 5. Mai 2011

Verbesserungsmassnahmen

Seiten

16

Beilagen

-

Zeichnungen

-

## **Stellungnahme zu den vom KKB eingereichten Verbesserungsmassnahmen zur Erfüllung der Forderungen aus der Verfügung vom 5. Mai 2011**

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1 Anlass</b>	<b>2</b>
1.1 Ausgangslage	2
1.2 Gegenstand und Grundlage der Beurteilung	3
<b>2 Verbesserung des Erdbebenverhaltens der Nebengebäude B</b>	<b>4</b>
<b>3 Nachrüstung eines neuen Brennelementbeckenkühlsystems</b>	<b>8</b>
<b>4 Erweiterung der anlageinternen Notfallmassnahmen</b>	<b>11</b>
4.1 Nachspeisung der Brennelementbecken	11
4.2 Wärmeabfuhr aus den Brennelementbecken	12
4.3 Überwachung der Brennelementbecken	13
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>15</b>
<b>6 Referenzen</b>	<b>16</b>

Verteiler:

ENSI: GL, KASI, HMI, SCD, SZT, Archiv

Extern: KKB



## 1 Anlass

### 1.1 Ausgangslage

Das ENSI hatte am 18. März 2011 /1/ aufgrund der Ereignisse in Fukushima unter anderem verfügt, dass das Kernkraftwerk Beznau (KKB) bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen hat, in dem folgende Fragen zu beantworten waren:

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

Das KKB reichte dem ENSI am 31. März 2011 fristgerecht einen Bericht mit Antworten auf die genannten Fragen ein. Das ENSI prüfte die Antworten und nahm am 5. Mai 2011 /2/ hierzu Stellung. Aus der Überprüfung ergaben sich folgende Befunde:

**Befund 1:** Das Erdbebenverhalten des Nebengebäudes B ist verbesserungsbedürftig.

**Befund 2:** Im KKB steht 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.

**Befund 3:** Die vorhandenen anlageinternen Notfallmassnahmen zur Gewährleistung des Wasserinventars und zum Abführen der Nachwärme bei Ausfall der Brennelementbeckenkühlung sind aus Sicht des ENSI nicht abdeckend.

Basierend auf diesen Befunden verfügte das ENSI, gestützt auf Art. 94 Abs. 7 der Strahlenschutzverordnung /3/, im Sinne vorsorglicher Massnahmen u. a. folgende Forderungen /2/:

**Forderung 1:** Das KKB hat dem ENSI bis zum 31. August 2011 Massnahmen vorzuschlagen, wie sich das Erdbebenverhalten des Nebengebäudes B verbessern lässt. Die zu berücksichtigenden Erdbebeneinwirkungen sind gemäss den Vorgaben der ENSI-Verfügung vom 1. April 2011 zu bestimmen.

**Forderung 2:** Das KKB 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.

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

Die weiteren in der Verfügung vom 5. Mai 2011 genannten Forderungen sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme, da diese erst zu einem späteren Zeitpunkt umzusetzen sind.



## 1.2 Gegenstand und Grundlage der Beurteilung

Mit den Briefen vom 30. August 2011 /4/ und /5/ hat das KKB dem ENSI folgende Dokumente zu den oben angeführten Forderungen fristgerecht eingereicht:

- KKB 234 D0144: „Brennelement-Lagergebäude, Nebengebäude UN(B), Zustandsanalyse und Massnahmenempfehlung, Zustandserfassung und Beurteilung der aktuellen Erdbbensicherheit“ vom 30. August 2011 /6/
- KKB 234 D0145: „Brennelement-Lagergebäude, Nebengebäude UN(B), Massnahmenkonzept, Massnahmen zur Verbesserung des Erdbbenverhaltens des Nebengebäudes UN(B), Definition des Massnahmenkonzepts auf der Basis der aktuellen Erkenntnisse“ vom 30. August 2011 /7/
- Technische Mitteilung TM-622-M 11040: „Massnahmen zur Ertüchtigung der Systeme des Brennelementlagers“ vom 30. August 2011 /9/

In diesen Berichten legt das KKB unter Bezug auf die Forderungen aus der Verfügung vom 5. Mai 2011 konkrete Verbesserungsmassnahmen und den zeitlichen Rahmen für deren Umsetzung dar.

Das ENSI hat diese Berichte geprüft und nimmt in den nachfolgenden Kapiteln zur Erfüllung der Forderungen jeweils Stellung. Grundlage der Beurteilung sind insbesondere die in der Verfügung vom 5. Mai 2011 /2/ entsprechend dem Stand der Nachrüsttechnik festgelegten Auslegungsgrundsätze und Anforderungen.

Für die Umsetzung der Forderung 2 hat das ENSI folgende Auslegungsgrundsätze festgelegt:

- 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.

Für die Umsetzung der Forderung 3 hat das ENSI folgende Anforderungen festgelegt:

- Die verwendeten technischen Einrichtungen und Hilfsmittel müssen funktionsfähig und einsetzbar sein, ohne dass hierfür der Lagerbeckenbereich betreten werden muss.
- Die Massnahmen müssen sowohl die Sicherstellung des Füllstands im Brennelementlagerbecken als auch die Nachwärmeabfuhr umfassen.
- Die Temperatur und der Füllstand im Brennelementbecken müssen als Störfallübersichtsanzeigen in den Leit- und Steuerstellen zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus stützt sich das ENSI bei der Beurteilung auf weitere, hier relevante Anforderungen, die sich aus den Richtlinien ENSI-G01, ENSI-A01, ENSI-B12 und HSK-R-101 ergeben.



## 2 Verbesserung des Erdbebenverhaltens der Nebengebäude B

### Angaben des Betreibers

#### Zustandsbeurteilung

Ziel dieses Berichtes /6/ ist die Zustandserfassung und Beurteilung der aktuellen Erdbebensicherheit der Brennelement-Lagergebäude UN(B) beider Blöcke des Kernkraftwerks Beznau (KKB). Hierfür bedarf es einer exakten Bestimmung der aktuellen Erdbebenwiderstände der Nebengebäude B und die Beurteilung der Erdbebensicherheit unter aktualisierter Einwirkung, um allfällige Schwachstellen am Tragsystem zu erkennen und die Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen zuverlässig abschätzen zu können.

Die Überprüfung der Nebengebäude B bezüglich Erdbeben wurde in zwei Schritten durchgeführt. Zuerst wurde im Rahmen der Zustandserfassung das Verhalten der Bauwerke unter Erdbeeinwirkung untersucht. Anschliessend wurden im Rahmen der Zustandsbeurteilung die berechneten Widerstände den ermittelten Einwirkungen gegenüber gestellt und die Erdbebensicherheit beurteilt. Dabei wurden als Berechnungsmethoden zur Analyse des Tragwerks sowohl kraftbasierte wie auch verformungsbasierte Methoden verwendet.

Die Nebengebäude B von KKB Block 1 und 2 sind der nuklearen Bauwerksklasse BK I und der nuklearen Erdbebenklasse EK I zugeteilt. Die seismische Grundausslegung stammt aus der Planungszeit (1960). Die seismische Gefährdung wurde in den 90er Jahren aktualisiert und führte zur Festlegung des heutigen Sicherheitserdbebens SSE. Im Rahmen der PEGASOS-Studie und dem PRP-Projekt wird die seismische Gefährdung nochmals aktualisiert. Da die definitiven Resultate noch nicht vorliegen, wurden die Spektren aus den Zwischenresultaten des PRP-Projekts (PRP Intermediate Hazard) als Basis für die Untersuchung der Erdbebensicherheit der Nebengebäude B verwendet. Die vertikale Einwirkung wurde zu 2/3 der horizontalen Einwirkung angesetzt.

Die zwei bis auf die verwendete Stahlsorte baugleichen Nebengebäude der Blöcke 1 und 2 wurden in den Jahren 1967-68 (Block 1) und 1969-70 (Block 2) errichtet. Die Stahlbetonstruktur besteht aus einem sehr massiven Unterbau mit Wandstärken bis zu 1,8 m und einem schlankeren Oberbau. Der Oberbau besteht aus Stahlbetonwänden mit Wandstärken von 30 cm bis 50 cm mit integrierten Stützen von 60x60 cm. Die Dachkonstruktion besteht aus einer dünnen Stahlbetonplatte mit Unterzügen von 90 cm Höhe. Die ursprüngliche Tragstruktur wurde im Rahmen des Projekts MAWID in den Jahren 2005 bis 2008 lokal verstärkt. Weitere Änderungen erfolgten im Zusammenhang mit dem Projekt BELL (diverse Aussparungen). Die aktuellen Aufnahmen vor Ort bestätigten die Übereinstimmung der Planunterlagen mit dem Ist-Zustand. Die vorhandenen Baustoffe gehen aus den Planunterlagen hervor. Bei der Festlegung der Materialeigenschaften wurden das SIA-Merkblatt 2018 sowie Resultate von Beton- und Stahlproben berücksichtigt.

Die Analyse der Erdbebensicherheit erfolgte zuerst für die Dachkonstruktion für eine vertikale Erdbeeinwirkung und mit dem kraftbasierten Verfahren. Die Bauteiltragfähigkeit wurde mit dem EDV-Programm Response 2000 unter Berücksichtigung von charakteristischen Materialfestigkeiten, nichtlinearen Materialgesetzen und der Interaktion von Normalkraft-Querkraft-Biegung ermittelt. Zusätzlich wurden die Bauteiltragfähigkeiten auch mit den Bemessungswerten der Materialfestigkeiten ermittelt, wobei diese Werte keine weitere Verwendung finden. Es wurden die ständigen Lasten (Eigengewicht, Auflasten und ein Teil der Nutzlasten) und die Erdbebenlasten berücksichtigt. Die Berechnung der Beanspruchung der Dachkonstruktion erfolgte auf Basis der Erdbebenberechnung des Gebäudes aus dem MAWID-Projekt /8/. Diese wurde mit dem Antwortspektrenverfahren am 3D-Modell des gesamten Gebäudes mit dem Finite-Element(FE)-Programm ANSYS durchgeführt. Weil die Berechnung mit der aktuell gültigen SSE-Einwirkung



erfolgte, wurde eine nachträgliche Umrechnung der Beanspruchung auf das Niveau des PRP Intermediate Hazard vorgenommen (Faktor 1,29). Der massgebende Erfüllungsfaktor gegen ein Versagen der Dachkonstruktion im Erdbebenfall liegt bei 2,13.

Im zweiten Schritt wurde die Erdbebensicherheit der Wände im oberen Bereich (über Kote +340,0 m) untersucht. Dafür wurde sowohl das kraftbasierte als auch das verformungsbasierte Verfahren verwendet.

Als Aussteifungssystem gegen horizontale Einwirkungen gelten Stahlbetonwandscheiben mit integrierten Wandstützen sowie zwei separate Stahlbetonstützen. Die Wände in der Achse 4b, die durch einen massiven Sturz oberhalb der Tür gekoppelt sind, wurden als getrennte Elemente betrachtet. Bei der Verformungsfähigkeit der Wände in der Achse 2bb wurde die Nachgiebigkeit ihrer Lagerung auf einem Unterzug berücksichtigt. Der Einspannhorizont der Wand in Achse X wurde auf Kote +336,50 m gesetzt. Der Grund dafür ist die schwache Verbindung mit der 15 cm starken Decke auf Kote +340,0 m.

Für die Bestimmung der Tragfähigkeit der Wände wurden Pushover-Kurven mit dem EDV-Programm Response 2000 ermittelt. Dabei wurden charakteristische Materialeigenschaften und nichtlineare Materialgesetze verwendet. Die Normalkraft wurde nicht berücksichtigt. Die Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Lagerung der Wände in der Achse 2bb (Wände P9-P10 und PP12-P11) auf einem Unterzug führte zur Reduktion des Kapazitätsvermögens auf ca. 30 % wegen eines Biege-Schubversagens des Unterzugs.

Das Kraft-Verformungsvermögen des gesamten Tragwerks wird anhand einer Pushover Analyse mit der Software SAP 2000 ermittelt. Dabei wurde ein FE-Modell der Dachstruktur erstellt. Die Wände wurden als nicht lineare Federelemente mit den entsprechenden, von der Richtung der Einwirkung abhängigen Verformungseigenschaften modelliert. Die resultierenden Kapazitätskurven (Pushover-Kurven) des Gesamttragwerks zeigen je nach Richtung der Einwirkung Verschiebdehnlichkeiten von 2,6 bis 3,6 und Bruchlasten von 9,3 MN bis 12,8 MN.

Die Ermittlung der Erdbebeneinwirkung auf die Nebengebäude B erfolgte mit Hilfe der Resultate aus dem MAWID-Projekt /8/. Die Beschleunigungswerte für das SSE auf der Höhe der Dachdecke wurden analog dem Nachweis der Dachkonstruktion auf das Niveau von PRP Intermediate Hazard umgerechnet (Faktor 1,42). Anschliessend wurden die massgebende Masse (Dachkonstruktion und Teil der Wände) und die entsprechenden Kräfte bestimmt. Dabei wurden die Anteile der verschiedenen Richtungen der Einwirkung gemäss der 100-40-40 Methode überlagert. Die resultierende Einwirkung (totale Kräfte) liegt zwischen 5 MN und 6 MN. Mit den bereits bestimmten Bruchlasten ergeben sich je nach Richtung der Einwirkung Erfüllungsfaktoren von 1,85 bis 2,09, sodass für beide Richtungen eine deutliche Sicherheitsmarge vorhanden ist.

Die Problematik der Erdbebensicherheit der nicht tragenden Bauteile wird ebenfalls behandelt. Die zwei betrachteten Mauerwerkswände in der Achse V/Va mit einer Stärke von 18 cm und einer Höhe von ca. 7 m sind sehr schlank ( $H/t = 40$ ) und weisen bei der Einwirkung senkrecht zur Wandebene einen ungenügenden Erdbebenwiderstand auf.

Abschliessend wird die Erdbebensicherheit des Tragwerks beider Nebengebäude B beurteilt. Sowohl die Dachkonstruktion wie auch die Wände sind in der Lage, die Erdbebeneinwirkungen aus dem PRP Intermediate Hazard aufzunehmen. Bei der Zustandserfassung wurde jedoch ein Verbesserungspotential festgestellt. Die Lagerung von zwei Wänden in der Achse 2bb auf einem Unterzug bildet eine Schwachstelle. Die Verstärkung des Unterzuges würde die potentiell dissipierbare Energie der darüber liegenden Wände erhöhen.



## Massnahmen

Die Massnahmen zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens des Nebengebäudes UN(B) werden in /7/ beschrieben.

Das Ziel dieses Berichts ist es, verschiedene Massnahmenvarianten zu entwickeln, diese zu bewerten und zu vergleichen und die Bestvariante zu eruieren. Dazu wurden für die im Bericht /6/ identifizierte Schwachstelle der nicht tragenden Mauerwerkswände in der Achse V/Va die folgenden Massnahmenvarianten identifiziert, untersucht und bewertet:

- Variante 1: Stahlbau. Diese Variante sieht die Sicherung der nichttragenden Mauerwerkswände mittels einer neu zu erstellenden Stahlkonstruktion auf der Seite UN(B) und die bauliche Trennung der Mauerwerkswände mittels einer neu zu schaffenden Fuge zum Tragwerk vor. Diese Massnahme verhindert einzig den Eintrag von herunterfallenden Mauerwerksteilen bei Erdbeben ins Brennelementlagerbecken und negative Auswirkungen der nichttragenden Mauerwerkswände bei Erdbeben auf das Tragwerk. Der Hauptvorteil dieser Variante besteht in der Trockenbauweise; daneben hat diese Variante aber einige Nachteile, da sie den Grund der Schwachstelle nicht eliminiert.
- Variante 2: Stahlbeton ohne Rückbau Mauerwerk. Diese Variante sieht die Sicherung der nichttragenden Mauerwerkswände mittels neu zu erstellenden Stahlbetonwänden vor den Mauerwerkswänden auf der Seite UN(B) vor. Die neuen Stahlbetonwände stabilisieren das Gebäude zusätzlich und bieten die Möglichkeit, die nichttragenden Mauerwerkswände an den neuen Wänden zu befestigen. Die Sauberkeit und die Minimierung des Verschmutzungsrisikos während dem Bau sind bei dieser Variante besonders zu beachten. Der Hauptnachteil dieser Variante besteht aufgrund des Platzbedarfs in der Beeinflussung der Verkehrswege und der Beeinträchtigung des Betriebs und Unterhalts im Endzustand.
- Variante 3: Stahlbeton mit Rückbau Mauerwerk. Diese Variante sieht den Rückbau der nichttragenden Mauerwerkswand auf der Achse V/2bb-3b und deren Ersatz durch eine Stahlbetonwand vor. Ansonsten entspricht sie der Variante 2. Der Hauptvorteil dieser Variante ist die Eliminierung der Schwachstelle und die zusätzliche Stabilisierung des Tragwerks durch die neue Stahlbetonwand. Des Weiteren unterscheidet sich der Endzustand bezüglich Betrieb und Unterhalt nur unwesentlich vom IST-Zustand. Als Nachteil sind bei dieser Variante die umfangreichere Bautätigkeit und das Verschmutzungsrisiko zu sehen.

Das KKB gelangt zum Schluss, dass die Variante 3 zu favorisieren ist, wobei aber eine besondere Sorgfalt bei der Planung und Ausführung der Massnahmen zum Schutz der Brennelementlagerbecken während der Bautätigkeiten erforderlich ist.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens des Nebengebäudes UN(B) sieht das KKB aufgrund der Untersuchungen in /6/ im Bereich des Unterzugs unterhalb der zwei Wände auf der Achse 2bb (unterhalb Kote +340,0 m). Daher soll unterhalb des Unterzugs eine Wandscheibe (ab Kote +336,50 m) ausgebildet werden, die zur wesentlichen Verbesserung des Tragvermögens der zwei oberhalb liegenden Wände und damit auch zur Erhöhung des Gesamttragvermögens in West-Ost-Richtung führen würde.

Abschliessend hält das KKB fest, dass die konstruktive Umsetzung dieser beiden Massnahmen nicht nur hinsichtlich des rechnerischen Tragverhaltens unter den aktuellen Bemessungseinwirkungen Vorteile bringt, sondern auch allgemein hinsichtlich der Duktilität und Robustheit, z. B. im Sinne der Rissbreitenminimierung, bei deutlich darüber hinausgehenden aussergewöhnlichen Einwirkungen.

Die Freigabeverfahren der Hierarchiestufen 2 und 3 sollen 2012/2013 abgewickelt sein. Die Bauausführung soll in beiden Blöcken bis Ende 2014 abgeschlossen sein.



## Beurteilung des ENSI

### Zustandsbeurteilung

Die Vorgehensweise des Betreibers ist grundsätzlich richtig und zweckmässig. Er untersucht und beurteilt die Erdbebensicherheit durch vergleichsweise detaillierte und anspruchsvolle Berechnungen. Dabei verwendet er moderne Berechnungsmethoden und die entsprechenden Berechnungshilfen.

Als Erdbebeneinwirkung werden korrekterweise, wie vom ENSI in der Verfügung vom 1. April 2011 /13/ verlangt, die aktuellen Zwischenresultate des PRP-Projekts (PRP Intermediate Hazard) verwendet. Es ist festzuhalten, dass diese Erdbebeneinwirkung provisorischen Charakter hat und sich nach Vorliegen der definitiven Resultate des PRP-Projekts ändern wird. Ein Vergleich des ENSI mit der Erdbebeneinwirkung aus PEGASOS 2004 zeigt, dass die maximale spektrale Beschleunigung beim Zwischenresultat bei wesentlich höheren Frequenzen als beim Projekt PEGASOS auftritt, die Form und die Beschleunigungswerte des für die Berechnungen verwendeten Spektrums jedoch plausibel sind.

Gemäss SIA-Merkblatt 2018, Ziffer 4.2.3 erfolgt die kraftbasierte Untersuchung der Tragsicherheit auf dem Bemessungsniveau. Das heisst, die Nachweise müssten mit den Bemessungswerten der Materialeigenschaften und nicht mit den charakteristischen Werten erfolgen. Aus diesem Grund sind die Erfüllungsfaktoren für die Dachkonstruktion überschätzt. Das ENSI geht aber davon aus, dass die Tragsicherheit trotzdem ausreichend ist. *Das KKB hat in den weiteren Verfahrensschritten eine Kontrollrechnung des massgebenden Dachunterzugs nachzuliefern.*

Die Vorgehensweise bei der Berechnung der Kapazitätskurve des Gesamtsystems ist grundsätzlich richtig. Bei den Nachweisen wurden jedoch das verformungsbasierte und das kraftbasierte Verfahren vermischt. Die Pushover-Kurven ergeben als Resultat das Verformungsvermögen des Systems, das unter bestimmten Annahmen ermittelt wurde (charakteristische Werte der Materialfestigkeiten und nichtlineare Materialgesetze). Dieses Verformungsvermögen kann mit dem Verformungsbedarf (Zielverschiebung) verglichen werden, was dem Vorgehen beim verformungsbasierten Verfahren entspricht. Das KKB benutzt jedoch die Pushover-Kurven um die Traglast des Systems zu bestimmen. Diese Vorgehensweise ist nicht normkonform und deshalb nicht zulässig (siehe SIA-Merkblatt 2018, Ziffer 4.2.3 und 4.3.7). Entweder müssten die Kraft-Verformungs-Beziehungen bzw. die Traglast des Systems mit den Bemessungswerten der Materialfestigkeiten und damit unter Berücksichtigung der üblichen Widerstandsbeiwerte hergeleitet werden (kraftbasiertes Verfahren), oder es müssten die Nachweise verformungsbasiert unter Berücksichtigung eines entsprechenden Partialsicherheitsfaktors erfolgen. *Das ENSI erwartet, dass das KKB in den weiteren Verfahrensschritten den vorgelegten Nachweis in diesem Punkt überprüft und korrigiert.*

Das ENSI stellt fest, dass der vorgelegte statische Nachweis trotz kleinerer Mängel ein hohes Niveau aufweist und die Erdbebensicherheit der Nebengebäude B nachgewiesen wurde. Hervorzuheben ist die gute Qualität und Übersichtlichkeit der eingereichten Unterlagen. Die Hauptaussagen betreffend Erdbebensicherheit sind plausibel und die Schwachstellen der Tragstruktur sind richtig identifiziert.

### Massnahmen

Zur Erhöhung der Sicherheit bei den schlanken Mauerwerkswänden sind aus bautechnischer Sicht alle drei dargestellten Varianten möglich. Zu beachten ist, dass bei den Varianten 2 und 3, bei denen Stahlbetonwände mit monolithischer Verbindung mit dem bestehenden Tragwerk eingebaut werden, das Verhalten des Gebäudes stark verändert wird, weil die neuen Wände stark aussteifend wirken und auch Horizontalkräfte in der Ebene aufnehmen. *Da die Variante 3 mit*



*Ersatz der bestehenden Mauerwerkswände durch Stahlbetonwände favorisiert wird, ist das veränderte Gebäudeverhalten in den weiteren Verfahrensschritten zu untersuchen und der Nachweis für die Gesamtstruktur neu zu führen.*

Zur Massnahme der Verstärkung des Unterzugs in der Achse 2bb ist nur eine kurze Beschreibung und ein grober Lageplan vorhanden. Eine konkrete technische Beurteilung der Massnahme kann deshalb vom ENSI nicht vorgenommen werden. Es kann aber angemerkt werden, dass die Schwachstelle richtig identifiziert wurde und eine Massnahme zur Behebung dieser Schwachstelle sinnvoll ist. Die Weiterleitung der Kräfte aus der Verstärkung in die bestehende Tragstruktur müsste in jedem Fall genauer untersucht werden. *Das ENSI erwartet in den weiteren Verfahrensschritten die entsprechend detaillierten technischen Beschreibungen und Untersuchungen.*

Das ENSI erachtet die vom Betreiber vorgeschlagenen Massnahmen zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens der Nebengebäude UN(B) als nachvollziehbar und sinnvoll sowie aus rein bautechnischer Sicht machbar. Die anvisierten Zeitpunkte für die Abwicklung der Freigabeverfahren der Hierarchien 2/3 bis Ende 2013 und den Abschluss der Bauausführung bis Ende 2014 erachtet das ENSI als angemessen. Das KKB hat bis Ende 2011 die Antragsunterlagen der Hierarchiestufe 1 einzureichen.

### **3 Nachrüstung eines neuen Brennelementbeckenkühlsystems**

#### **Angaben des Betreibers**

Für die Erfüllung der Forderung des ENSI aus der Verfügung vom 5. Mai 2011 /2/ zur Ertüchtigung der Systeme zur Brennelementbecken(BEB)-Kühlung hat das KKB verschiedene Varianten geprüft und sich für die Errichtung eines neuen BEB-Kühlsystems FNC entschieden /9/. Es wird eine möglichst robuste Lösung angestrebt, um eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des neuen Systems zu erreichen. Dazu sollen soweit möglich passive Komponenten verwendet und das neue BEB-Kühlsystem durch das bestehende Notstand(NS)-Brunnenwassersystem LNB mit Kühlwasser versorgt werden.

#### NS-Brunnenwassersystem LNB

Mit dem gemeinsam genutzten Notstandbrunnen verfügen beide Blöcke des KKB über eine gesicherte, diversitäre und verunreinigungssichere Kühlwasserquelle. Jedem Block ist eine NS-Brunnenwasserpumpe zugeordnet, mit der die Kühlstellen der notstandgesicherten Ausrüstungen (u. a. Dieselgenerator- und Rezirkulationskühler) versorgt und mit der das Inventar des NS-Speisewassertanks für eine langfristige Dampferzeugerbespeisung ergänzt werden. Das LNB-System ist so ausgelegt, dass im Anforderungsfall mit einer Brunnenwasserpumpe der gesamte Kühlwasserbedarf beider Blöcke abgedeckt wird, d. h. je Block eine Wassermenge von mindestens 60 kg/s. Die Rücklauftemperatur des Brunnenwassers erreicht dabei je nach Störfall und abzuführender Wärmelast von den zu versorgenden notstandgesicherten Ausrüstungen 28 °C bis 81,4 °C (bei Wärmeabfuhr aus dem NS-Rezirkulationskühler).

#### Neues BEB-Kühlsystem FNC

Zur Festlegung der Rahmenbedingungen für die Auslegung des neuen gesicherten BEB-Kühlsystems wurden verschiedene Störfallszenarien untersucht. Hierbei wurden der NS-Anforderungsfall und der Ausfall einer NS-Brunnenwasserpumpe unterstellt, sodass für die Kühlwasserversorgung beider Blöcke des KKB jeweils nur eine Wassermenge von 60 kg/s verfügbar ist.



Als bestimmendes Störfallszenario wurde ein grosser Kühlmittelverluststörfall (Leck in einer Hauptkühlmittelleitung) identifiziert, da hieraus ein maximaler Wärmeeintrag über den NS-Rezirkulationskühler in das LNB-System resultiert. Dadurch bedingt steht in der ersten Phase des Störfallablaufs keine ausreichende Kühlwasserversorgung zur Verfügung, um die Wärme aus den BEB über das neue FNC-System abzuführen. Erste Abschätzungen haben gezeigt, dass die Auslegungstemperatur der BEB bis zum Einsatz des FNC-Systems von 82,2 °C eingehalten wird.

Anderweitige Einschränkungen bestehen bei Störfallszenarien mit einer langfristig erforderlichen Nachwärmeabfuhr über die Dampferzeuger (z. B. kleiner Kühlmittelverluststörfall oder Ausfall der Speisewasserversorgung). Da für die Nachspeisung des NS-Speisewassertanks zur Aufrechterhaltung der Bespeisung der Dampferzeuger eine Wassermenge von 20 kg/s benötigt wird, stehen nur 40 kg/s für die Kühlung der BEB zur Verfügung. In diesem Fall wird aber die Auslegungstemperatur der BEB von 82,2 °C deutlich eingehalten, da der Wärmeeintrag über den NS-Rezirkulationskühler in das LNB-System deutlich geringer ist als im ersten Störfallszenario.

Die Gesamtwärmeabfuhrkapazität des FNC-Systems soll mit ca. 5.800 kW deutlich über der Wärmelast beider BEB von ca. 4.350 kW liegen, die bei ausgeladenem Reaktorkern und weiteren eingelagerten Brennelementen anfällt. Damit soll eine hohe Flexibilität in der Wärmelastverteilung der BEB erreicht werden.

Das FNC-System soll an die Rücklaufleitung des LNB-Systems im Sekundärteil des Notstandgebäudes angebunden werden, indem das aus dem Notstandbrunnen entnommene Kühlwasser zunächst über eine Vorlaufleitung geleitet wird, die durch den erdbeben- und überflutungssicheren Ventilationsraum N504 im Nebengebäude A bis in den Lagerraum für neue Brennelemente verläuft. Dort teilt sich die Vorlaufleitung zu den neuen BEB-Kühlern auf, die jeweils in den beiden BE-Lagerbecken A und B eingehängt werden. Nach den Kühlern werden die Rücklaufleitungen wiederum zu einem gemeinsamen Rücklauf zusammengefasst, der in der Betriebs- und Niederschlagswasseranlage GAB mündet. Damit keine Aktivitätsverschleppung aus dem BEB-Bereich in die Umgebung erfolgen kann, wird die Rücklaufleitung so geführt, dass der Druck im System höher ist, als der Wasserdruck in den BEB.

Eine Bypassleitung, mit der die NS-Kühlstellen umgangen werden, ermöglicht die Versorgung des FNC-Systems direkt ab den NS-Brunnenwasserpumpen. Des Weiteren ist in der Vorlaufleitung eine alternative Einspeisemöglichkeit mit Lösch- oder Aarewasser über einen Anschlussstutzen vorgesehen.

Die Leitungen des FNC-Systems sollen durchgehend mit Handarmaturen ausgerüstet werden. Für die Inbetriebnahme sind lediglich eine FNC- und eine LNB-Armatur im Sekundärteil des Notstandgebäudes zu öffnen bzw. zu schliessen, der durch das Bedienpersonal einfach zu erreichen ist. Alle übrigen Armaturen des FNC-Systems sind in ihrer Grundstellung betriebsbereit. Die vorhandene Druckreserve der NS-Brunnenwasserpumpen soll genutzt werden, um ohne zusätzliche systemeigene Druckerhöhungspumpen auszukommen.

Die Ausrüstungen des FNC-Systems werden gemäss der Richtlinie ENSI-G01 /10/ der Sicherheitsklasse 3 und der Erdbebenklasse I zugeordnet. Die Rücklaufleitung ausserhalb des BE-Lagergebäudes soll als unklassiert eingestuft werden, sofern keine sicherheitsrelevanten Bereiche im Kraftwerk berührt werden.

Falls das FNC-System ohne aktive Komponenten aufgebaut werden kann, ist die Einzelfehlersicherheit gewährleistet. Es ist aber zum einen noch nicht abschliessend geklärt, ob die Druckreserve der LNB-Pumpen ausreicht, das gesicherte FNC-System ohne Druckerhöhungspumpen zu versorgen. Des Weiteren ist noch im Detail zu klären, ob Einhängenkühler in den BEB eingebaut werden können, oder Kühler ausserhalb der BEB anzuordnen sind. In diesem Fall wäre eine ak-



tive Umwälzung des Lagerbeckenwassers durch zusätzliche, redundante Pumpen erforderlich. Die neuen aktiven Komponenten würden im Raum N406 im BEB-Lagergebäude untergebracht.

Für die Umsetzung der geplanten Nachrüstungen ist die Beschaffung der Lagerbeckenkühler massgebend. Das KKB geht davon aus, dass das neue FNC-System bis Ende 2014 errichtet werden kann. Die Gesuchsunterlagen für die Konzeptfreigabe dieses Teilvorhabens sowie der anderen, in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Teilvorhaben sollen dem ENSI bis Ende 2011 eingereicht werden. Die daran anschliessenden Freigabeschritte für die weiteren Hierarchiestufen sollen für die einzelnen Teilvorhaben getrennt erfolgen.

### **Beurteilung des ENSI**

Die vom KKB ausgewählte Variante mit dem Bau eines zusätzlichen, unabhängigen BEB-Kühlsystems (FNC-System) bewertet das ENSI prinzipiell als sinnvoll, da mit der geplanten Klassierung und der Anbindung an das NS-Brunnenwassersystem LNB die Abfuhr der Nachzerfallsleistung aus den Brennelementlagerbecken bei den Auslegungsstörfällen Überflutung und Erdbeben über eine zuverlässige Kühlwasserquelle sichergestellt ist.

Aus Sicht des ENSI stellen die vom KKB für die Festlegung der Auslegungsrandbedingungen des FNC-Systems unterstellten Störfallszenarien die auslegungsbestimmenden Szenarien dar, mit denen auch Ausfallannahmen bei nicht naturbedingten Einwirkungen abgedeckt sind. *Seitens KKB ist in den weiteren Verfahrensschritten noch zu überprüfen, inwieweit die insbesondere für nicht-naturbedingte äussere Einwirkungen in der Richtlinie HSK-R-101 /11/ im Notfall geforderte Autarkie von mindestens 10 h auch für die BEB-Kühlung erfüllt wäre.* D. h. die Inbetriebnahme des FNC-Systems im NS-Gebäude wäre innerhalb dieses Zeitraumes nicht erforderlich.

Die geplante, zum Teil einsträngige Ausführung des neuen FNC-Systems steht im Einklang mit der Richtlinie ENSI-A01 /12/, da bei Einsatz passiver Komponenten auf die Annahme eines Einzelfehlers verzichtet werden kann, wenn diese nachweislich die geforderte hohe Qualität besitzen und keinem latenten Schadensmechanismus unterliegen. Mit der Einstufung des FNC-Systems in die Sicherheitsklasse 3 und Erdbebenklasse I ist gewährleistet, dass die Komponenten nach anerkannten Bauvorschriften mit hoher Qualität gefertigt werden. *Das KKB hat in den weiteren Verfahrensschritten noch darzulegen, welche Massnahmen zur Vermeidung eines latenten Schädigungsmechanismus ergriffen werden.*

Die für die Inbetriebnahme des FNC-Systems zu betätigenden Handarmaturen sind aus Sicht des ENSI allerdings nicht als passive Komponenten einzuordnen. *Vor diesem Hintergrund sind in den weiteren Verfahrensschritten die Auswirkungen eines Ausfalls oder einer Fehlstellung dieser Handarmaturen zu bewerten.*

Die vom KKB geplante verkürzte Nachkühlkette für die neue, unabhängige Kühlung der BEB, d. h. ohne einen geschlossenen Zwischenkühlkreislauf, ist gemäss der Richtlinie HSK-R-101 /11/ in Ausnahmefällen zulässig und zwar dann, wenn ständig ein gerichteter Überdruck von aussen nach innen vorhanden ist. Durch die Führung der Rücklaufleitung des FNC-Systems wird diese Bedingung erfüllt. *Das geplante Vorgehen, temporär während der Inbetriebsetzungsphase des FNC-Systems zur Aktivitätsüberwachung an der Rücklaufleitung einen Überwachungsmonitor einzusetzen, ist in den weiteren Verfahrensschritten noch näher zu erläutern. Des Weiteren hat das KKB noch zu zeigen, dass angemessene Vorsorgemassnahmen getroffen werden, um bei Leitungsbrüchen im FNC-System ein unzulässiges Entleeren der Brennelementbecken zu verhindern.*



Sofern der alternativ vorgesehene Einbau aktiver Komponenten in das FNC-System erforderlich ist, *ist in den weiteren Verfahrensschritten zu begründen, warum die aktiven, redundant ausgeführten Komponenten nicht räumlich getrennt aufgestellt werden. Des Weiteren ist aufzuzeigen, dass der Leistungsbedarf der aktiven Komponenten durch eine unabhängige, gesicherte Stromversorgung gedeckt werden kann.*

Zusammenfassend kommt das ENSI zu dem Ergebnis, dass mit der geplanten Nachrüstung eines unabhängigen BEB-Kühlsystems, das in das Notstandssystem integriert werden soll und das einschliesslich der erforderlichen Hilfs- und Versorgungssysteme gegen Erdbeben und Überflutung ausgelegt werden soll, die Forderung 2 der Verfügung vom 5. Mai 2011 erfüllt ist. Darüber hinaus sind die massgeblichen Anforderungen aus den Richtlinien HSK-R-101, ENSI-A01 und ENSI-G01 ebenfalls abgedeckt. Die geplanten Zeitpunkte für die Einreichung des Antrags auf Konzeptfreigabe bis Ende 2011 und Realisierung des BEB-Kühlsystems bis 2014 erachtet das ENSI als angemessen.

## **4 Erweiterung der anlageinternen Notfallmassnahmen**

### **4.1 Nachspeisung der Brennelementbecken**

#### **Angaben des Betreibers**

Das KKB beabsichtigt, die anlageinternen Notfallmassnahmen zur Nachspeisung der Brennelementbecken (BEB) zu ertüchtigen, indem das bestehende alternative Beckenkühlsystem FEC und das neue gesicherte BEB-Kühlsystem FNC um eine Noteinspeisemöglichkeit erweitert werden /9/. Damit ständen für die externe Nachspeisung der BEB zwei Systeme mit unterschiedlichen Wasserquellen zur Verfügung.

#### Nachspeisung über das alternative Beckenkühlsystem FEC

Das alternative Beckenkühlsystem FEC kann bei Nichtverfügbarkeit des normalerweise in Betrieb befindlichen Beckenkühlsystems FAC die Kühlung der BEB übernehmen. Die Kühlwasserversorgung des FEC-Beckenkühlers erfolgt über einen temporären Anschluss wahlweise über das Löschwassernetz oder über eine mobile Feuerwehrpumpe, die Aarewasser ansaugt. Für die Inbetriebnahme bedarf es einer Montage zweier Rohrbögen direkt an den BEB.

Die geplante Erweiterung umfasst eine neue, von der bestehenden Leitung zur Kühlwasserversorgung des FEC-Beckenkühlers abzweigende Leitung. Diese Leitung teilt sich nach einer Handabsperrrarmatur und einer Rückschlagklappe in zwei Rohrleitungen auf, die jeweils knapp oberhalb der Wasserlinie der BEB A und B enden. In der Grundstellung soll der Einspeiseweg zu den BEB offen und zum BEB-Kühler geschlossen sein. Der erweiterte Systemteil soll wie der bisherige Systemteil unklassiert sein.

Die Erweiterung des alternativen Beckenkühlsystems FEC zur Nachspeisung der BEB soll im 2012 erfolgen.

#### Nachspeisung über das neue gesicherte Beckenkühlsystem FNC

Die geplante Erweiterung umfasst zwei Nachspeiseleitungen, die von der geplanten Vorlaufleitung zu den FNC-Beckenkühlern abzweigen, jeweils über eine Handabsperrrarmatur und eine Rückschlagklappe abgesichert sind und an die neu geplanten Nachspeiseleitungen des FEC-Systems anbinden. Damit können die BEB sowohl über das NS-Brunnenwassersystem LNB wie auch über die geplante, alternative Einspeisemöglichkeit mit Lösch- oder Aarewasser ergänzt



werden. Die zweite Einspeisemöglichkeit kann im Rahmen der Nachrüstung des FEC-Systems im 2012 realisiert werden, während die erste Einspeisemöglichkeit im Zusammenhang mit der Nachrüstung des unabhängigen BEB-Kühlsystems FNC im 2014 realisiert werden soll.

Für die Inbetriebnahme des neuen gesicherten Beckenkühlsystems FNC zur Noteinspeisung der BEB sind Handarmaturen ausschliesslich in dem Ventilationsraum N504 zu betätigen. Das hierfür benötigte Teilsystem wird wie das zur BEB-Kühlung verwendete Teilsystem in die Sicherheitsklasse 3 und Erdbebenklasse I eingestuft.

Eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Systeme FEC und FNC über die gemeinsam genutzten Nachspeiseleitungen des FEC-Systems wird durch Rückschlagklappen verhindert. Mit der Noteinspeisung gelangt unboriertes Wasser in die BEB. Die Unterkritikalität in den BEB wird zum einen durch die Anordnung der Brennelemente und zum anderen durch die Borallagergestelle sichergestellt.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI stimmt dem Lösungsvorschlag des KKB zu, da damit zum einen die Forderung in der Verfügung vom 18. März 2011 /1/ nach einer externen, redundanten Nachspeisemöglichkeit bei der BEB gewährleistet ist. Zum anderen sind die hierfür vorgesehenen Systeme FEC und FNC entsprechend der Forderung 3 in /2/ funktionsfähig und einsetzbar ohne den Lagerbeckenbereich betreten zu müssen.

Aufgrund der geplanten Einbindung der Notspeiseleitungen des FNC-Systems in die Notspeiseleitungen des FEC-Systems, die sicherheitstechnisch nicht klassiert sind, wäre das FNC-System entgegen den Vorgaben des KKB nicht durchgehend gleich klassiert. *Dieser Widerspruch ist in den weiteren Verfahrensschritten noch zu klären.*

Das KKB verweist darauf, dass die vollständige Installation des neuen Beckenkühlsystems FNC erst 2014 erfolgen kann, da die Beschaffung der neuen Beckenkühler aufwändig sei. Das ENSI folgt dieser Einschätzung (s. Kapitel 3), allerdings ist nicht ersichtlich, warum hierdurch bedingt der Einbau der Rohrleitungsabschnitte zur Nachspeisung der BEB über das NS-Brunnenwassersystem LNB auch erst 2014 erfolgen soll. *Das KKB hat daher zu prüfen, ob die Noteinspeisemöglichkeit mit Notstandbrunnenwasser wie die Erweiterung des FEC-Systems bereits im 2012 umgesetzt werden können.*

## **4.2 Wärmeabfuhr aus den Brennelementbecken**

### **Angaben des Betreibers**

Bei Unverfügbarkeit der Systeme bzw. Teilsysteme zur BEB-Kühlung (FAC, FEC, FNC) kann eine ausreichende Wärmeabfuhr aus den BEB durch Verdunstungs- bzw. Verdampfungskühlung erfolgen. Das verdampfte Beckenwasser wird in diesem Fall durch die Noteinspeisung von Feuerlösch- oder Brunnenwasser über das alternative Beckenkühlsystem FEC oder das neue gesicherte Beckenkühlsystem FNC ergänzt. Da die kontinuierliche Verdampfung einen Druckanstieg im BEB-Lagergebäude bewirkt und damit die Gebäudeintegrität längerfristig gefährdet würde, soll der Dampf gezielt über eine eigene, manuell absperrbare Druckentlastungsleistung abgeführt werden, die durch den Ventilationsraum N504 zum Fortluftkamin führt /9/. Die Druckentlastung wird über eine im Ventilationsraum N504 zu betätigende Handarmatur eingeleitet. Sofern eine Druckentlastung über den Kamin nicht möglich ist, ist als Alternative die Ableitung des Dampfes direkt an die Umgebung angedacht.



## Beurteilung des ENSI

Mit der vom KKB in seinen Grundzügen dargelegten alternativen Wärmeabfuhrmöglichkeit aus dem BEB-Lagergebäude bei Ausfall aller Beckenkühlsysteme kann aus Sicht des ENSI auf einfache Weise ein unzulässiger Druckaufbau im BEB-Lagergebäude verhindert und die anfallende Wärme gezielt an die Umgebung abgeführt werden. Die Druckentlastung kann als Notfallmassnahme entsprechend der Forderung 3 in /2/ durchgeführt werden, ohne den Lagerbeckenbereich betreten zu müssen.

Den bisherigen Darlegungen ist nicht eindeutig zu entnehmen, ob bei der geplanten Druckentlastung über den Fortluftkamin das abzugebende Gasmisch über eine Filterstrecke geführt werden soll und wie hoch der Rückhaltefaktor angesichts der sich in der Filterstrecke niederschlagenden Feuchte sein wird. *Das ENSI erwartet im Antrag auf Konzeptfreigabe zu diesen Punkten ergänzende Ausführungen.* Sofern auf die alternative Lösung zurückgegriffen werden muss, den Dampf direkt an die Umgebung abzuleiten, *ist darzulegen, inwieweit sich die Höhe der Freisetzung radioaktiver Stoffe von der erst genannten Variante unterscheidet.*

Das KKB macht keine Angaben zum angestrebten Realisierungszeitraum für die Nachrüstung der alternativen Wärmeabfuhrmöglichkeit aus dem BEB-Lagergebäude. Aus Sicht des ENSI sollte dieses Vorhaben parallel zu den geplanten Erweiterungsmassnahmen zur Nachspeisung der BEB im 2012 umgesetzt werden. *Das ENSI geht entsprechend den Ausführungen im Kapitel 3 davon aus, dass auch diese Antragsunterlagen bis Ende 2011 eingereicht werden und dort der Realisierungszeitraum dargelegt ist.*

## 4.3 Überwachung der Brennelementbecken

### Angaben des Betreibers

Das KKB plant in jedem Brennelement(BE)-Lagerbecken der Blöcke 1 und 2 eine redundant ausgeführte Temperatur- und Füllstandsmessung als Störfallübersichtsanzeigen zu installieren /9/.

Die Temperaturmessung in den BE-Lagerbecken A und B soll über 4-Leiter-Widerstandsthermometer erfolgen. Die Temperatur wird knapp unter der Brennelementoberkante gemessen und liegt somit ca. 6 m unter dem Normalniveau der Brennelementbecken. Die zugehörigen Kabel sollen aus dem BEB-Lagergebäude bevorzugt über das Nebengebäude und den Ringraum in die Schaltanlage des NS-Gebäudes geführt werden. Alternativ ist eine Kabelroute ausschliesslich über das Nebengebäude möglich.

Im Normalbetrieb wird die Temperaturmessung über eine betriebliche Schiene mit Spannung versorgt. Im Anforderungsfall erfolgt die Versorgung der Instrumentierung aus einer gesicherten Spannungsquelle.

Die neue Temperaturmessung wird von den BE-Lagerbecken A und B bis zur Anzeige im Notstandleitstand (NLS) 1E klassiert. Die Auskopplung der Messsignale vom NLS zum Hauptkommandoraum (HKR) und Anlageninformationssystem (ANIS) wird 0E klassiert.

Für die neue Füllstandsmessung in den BE-Lagerbecken soll ein hydrostatisches Messverfahren mittels pneumatischer Messung (Einperlverfahren) verwendet werden. Dieses Messverfahren wird im Vergleich zu den anderen geprüften Messvarianten als besonders robust eingeschätzt und bietet die Möglichkeit, als Übergangslösung eine einfache Vor-Ort-Messung installieren zu können. Das für die Messung erforderliche Tauchrohr soll bis knapp über den Boden der BE-Lagerbecken geführt werden, um die gesamte Tiefe der Becken zu überwachen. Die Messleitungen werden aus dem BEB-Lagergebäude in den Raum N504 geführt, in dem eine örtliche



Druckanzeige, Anschlussmöglichkeiten für Druckluftflaschen sowie der neu zu installierende Druckluftspeicher vorgesehen sind.

Der Druckluftspeicher soll sowohl aus dem betrieblichen Druckluftnetz QIA wie aus dem gesicherten Druckluftnetz QNA versorgt werden. Die beiden Einspeiseleitungen werden gegeneinander abgesichert, sodass eine Rückspeisung ausgeschlossen ist. Ein kurzzeitiger Unterbruch der Druckluftversorgung wird durch den Druckluftspeicher aufgefangen. Beim langfristigen Ausfall beider Druckluftversorgungen oder der elektrischen Versorgung kann als Notfallmassnahme eine Druckluftflasche zur Versorgung der Füllstandsmessung eingesetzt werden. Die Überwachung des Füllstands erfolgt dann über eine Druckanzeige pro Becken im Raum N504.

Vom Raum N504 werden die Kabel analog der Temperaturmessung in den NLS geführt. Im NLS erfolgt die Anzeige des BEB-Füllstandes und es werden die Messwerte für eine Anzeige im HKR und auf dem ANIS ausgekoppelt.

Der elektrische Teil der neuen Füllstandsmessung wird vom Druckaufnehmer bis zum NLS 1E klassiert ausgeführt, die Auskopplung zum HKR und ANIS wird 0E klassiert. Im mechanischen Teil der Messung wird die Druckluftanspeisung vom NS-Gebäude bis zu den BEB, einschliesslich des benötigten Druckspeichers, in SK 3/EK I klassiert. Die Anspeisung von den betrieblichen Kompressoren QIA wird nicht klassiert. Der unklassierte Teil wird an der Klassengrenze zum klassierten Teil mit zwei Absperrarmaturen ausgerüstet, die der SK 3 zugeordnet werden.

Die Installationen der Instrumentierung und die Kabelverlegungen können weitgehend unabhängig von Revisionsabstellungen erfolgen. Eine Einbindung in den NLS und den HKR ist allerdings nur während einer Abstellung möglich. In einem ersten Schritt sollen daher bis Ende 2012 pro BE-Lagerbecken eine Temperatur- und Füllstandsmessung sowie im Raum N504 ein Anschluss für eine Vor-Ort-Ablesung der Temperatur und eine Notfallanspeisung über eine Druckluftflasche für die Füllstandsmessung installiert werden. Mit der Installation der neuen Kühler des FNC-Systems in den BE-Lagerbecken bis Ende 2014 soll auch die Installation der zweiten Temperatur- und Füllstandsmessung erfolgen, da diese an der Tragstruktur der Lagerbeckenkühler befestigt werden sollen. Parallel dazu erfolgt die Einbindung der Messungen in den NLS sowie die Auskopplung der Signale zum HKR und ANIS.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI hat die Angaben des Betreibers /9/ hinsichtlich der Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb einer störfallsicheren Temperatur- und Füllstandsmessung zur Überwachung der BE-Lagerbecken geprüft.

Die vom KKB geplanten neuen Temperatur- und Füllstandsmessungen in den BE-Lagerbecken erfüllen in wichtigen Punkten, wie dem redundanten Aufbau des elektrischen und mechanischen Teils der Instrumentierung, der Anzeige der Messungen im NLS und dem HKR sowie der sicherheitstechnischen Klassierung des elektrischen und mechanischen Teils, die Anforderungen der Richtlinie ENSI-B12, Kapitel 5.2 /14/ an eine Störfallinstrumentierung. Das ENSI erwartet, dass vom KKB im Freigabeantrag detailliert aufgezeigt wird, dass die neuen Instrumentierungen alle spezifischen Anforderungen *der Richtlinie ENSI-B12, Kapitel 5.2 sinngemäss erfüllen und dass diese entsprechend qualifiziert sind (z. B. nach KTA 3505)*. Sowohl mit der Zwischenlösung der manuellen Vor-Ort-Messung wie auch mit der abschliessenden Lösung der Aufschaltung der Signale im NLS und im HKR wird die Forderung aus /2/ erfüllt, dass die Messungen einsetzbar und funktionstüchtig sind, ohne dass der Lagerbeckenbereich betreten werden muss.

Bisher ist der funktionelle Aufbau der Niveaumessung in /9/ lediglich schematisch dargestellt. Einige Details, wie z. B. die genaue Eintauchtiefe der Tauchrohre, der konkrete Vergleich mit den anderen untersuchten Messverfahren sowie die Eignung des ausgewählten Messverfahrens für



die vorgesehene Aufgabe, sind noch nicht näher ausgeführt. *Diese Aspekte sind vom KKB im Antrag auf Konzeptfreigabe noch genauer darzulegen.*

Das ENSI stimmt der gestaffelten Umsetzung der dargelegten Lösungen bis Ende 2012 (Zwischenlösung) bzw. bis Ende 2014 zu.

Zusammenfassend kommt das ENSI zum Ergebnis, dass die vom KKB im Bericht /9/ beschriebene Nachrüstung einer störfallsicheren Füllstands- und Temperaturüberwachung der BEB-Lagerbecken den Anforderungen der Forderung 3 aus der ENSI-Verfügung vom 5. Mai 2011 /2/ entspricht.

## 5 Zusammenfassung

Das ENSI hatte aufgrund der Ereignisse in Fukushima unter anderem die Überprüfung der Kühlmittelversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme sowie des Schutzes und der Kühlung der Brennelementbecken (BEB) im Kernkraftwerk Beznau (KKB) verfügt /1/. Basierend auf der Überprüfung der Ausführungen des KKB forderte das ENSI mit der Verfügung vom 5. Mai 2011 /2/ für beide Blöcke unter anderem die Ertüchtigung des Schutzes der BEB-Lagergebäude und der Systeme zur Brennelementbeckenkühlung sowie die Erweiterung der anlageinternen Notfallmassnahmen zur Nachspeisung, Wärmeabfuhr und Überwachung der Brennelementbecken.

Das KKB hat fristgerecht am 30. August 2011 drei Berichte /6/, /7/, /9/ eingereicht, in denen die geplanten Ertüchtigungen dargelegt sind. Diese Ertüchtigungen umfassen für jeweils beide Blöcke

- die Verbesserung des Erdbebenverhaltens des BEB-Lagergebäudes,
- die Errichtung eines zusätzlichen BEB-Kühl- und Nachspeisesystems,
- die Erweiterung des bestehenden alternativen BEB-Kühlsystems um eine Nachspeisemöglichkeit sowie

die Nachrüstung einer Druckentlastungsleitung zur Wärmeabfuhr aus dem BEB-Lagergebäude und einer störfallfesten Instrumentierung für die Füllstands- und Temperaturüberwachung der Brennelementbecken. Die Nachrüstung des BEB-Nachspeisesystems, die Erweiterung des bestehenden alternativen BEB-Kühlsystems sowie ein Teil der BEB-Instrumentierung sollen Ende des Jahres 2012, die Umsetzung der weiteren Massnahmen soll zwei Jahre später, Ende 2014 abgeschlossen sein.

Das ENSI hat die eingereichten Unterlagen geprüft und kommt zu dem Ergebnis, dass die Forderungen 1 bis 3 aus der Verfügung vom 5. Mai 2011 /2/ mit den geplanten Ertüchtigungsmassnahmen erfüllt sind. Das ENSI hat zusätzliche Hinweise (*kursiv gedruckt*) in die Stellungnahme aufgenommen, die bei Einreichung der Antragsunterlagen in den nachfolgenden Verfahrensschritten zu berücksichtigen sind.

Das ENSI hält den Zeitplan zur Umsetzung der geplanten Ertüchtigungsmassnahmen für angemessen und fordert das KKB auf, die erforderlichen Antragsunterlagen der Hierarchiestufe 1 entsprechend dem geplanten Vorgehen des KKB bis Ende 2011 einzureichen.



## 6 Referenzen

- /1/ ENSI-Brief, FLP/SAN – 14/11/015, Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima, 18. März 2011
- /2/ ENSI-Brief, FLP - 14/11/015, Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011, 5. Mai 2011
- /3/ Strahlenschutzverordnung (StSV) 814.501 vom 22. Juni 1994, Stand am 1. Januar 2009
- /4/ KKB-Brief, 021/511 KG grro/dim, ENSI-Verfügung vom 5. Mai 2011: Forderung 1, 30. August 2011
- /5/ KKB-Brief, KBM 021 kd/bnc, ENSI-Verfügung 3 "Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31.3.2011", Forderungen 2 und 3 Konzept "Massnahmen zur Ertüchtigung der Systeme des Brennelementlagers", 30. August 2011
- /6/ KKB-Bericht 234 D0144, „Brennelement-Lagergebäude, Nebengebäude UN(B), Zustandsanalyse und Massnahmenempfehlung, Zustandserfassung und Beurteilung der aktuellen Erdbebensicherheit“, 30. August 2011
- /7/ KKB-Bericht 234 D0145, „Brennelement-Lagergebäude, Nebengebäude UN(B), Massnahmenkonzept, Massnahmen zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens des Nebengebäudes UN(B), Definition des Massnahmenkonzepts auf der Basis der aktuellen Erkenntnisse“, 30. August 2011
- /8/ KKB-Bericht 234 D0113, Rev. 4, „Kernkraftwerk Beznau 1 und 2, Brennelement-Lagergebäude B, Projekt MAWID, Nachweis der Erdbebensicherheit beim SSE“, 25. Juli 2008, Baden.
- /9/ KKB, Technische Mitteilung TM-622-M 11040, Massnahmen zur Ertüchtigung des Systeme des Brennelementlagers, 30. August 2011
- /10/ Richtlinie ENSI-G01, Sicherheitstechnische Klassierung für bestehende Kernkraftwerke, Januar 2011
- /11/ Richtlinie HSK-R-101, Auslegungskriterien für Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, Januar 1993
- /12/ Richtlinie ENSI-A01, Anforderungen an die deterministische Störfallanalyse für Kernanlagen: Umfang, Methodik und Randbedingungen der technischen Störfallanalyse, Juli 2009
- /13/ ENSI-Brief, SGE/FLP – 14/11/015, „Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung“, 1. April 2011
- /14/ Richtlinie ENSI-B12, Notfallschutz in Kernanlagen, April 2009
- /15/ KKB-Bericht 511 D0050, Sicherheitsbericht KKB Block 1 - Rev. 3, 31. Dezember 2006
- /16/ KKB-Bericht 511 D0054, Sicherheitsbericht KKB Block 2 - Rev. 5, 31. Dezember 2008