

ENSI EIN: - 4. APR. 2011



Axpo AG | Kernkraftwerk Beznau | Beznau | CH-5312 Döttingen

Einschreiben
Eidgenössisches Nuklear-
sicherheitsinspektorat ENSI
Industriestrasse 19
5200 Brugg

Zuständig [redacted]
Direktwahl [redacted]
E-Mail [redacted]
Unser Zeichen KBR 021/511 ri/sbg
Ihr Zeichen FLP/SAN – 14/11/015, Peter Flury
Datum 31. März 2011

ENSI-Verfügung vom 18.03.2011; Stellungnahme zu den Punkten 5a) bis 5c)

Sehr geehrte Damen und Herren

Bezugnehmend auf Ihre Verfügung vom 18. März 2011 im Zusammenhang mit den Ereignissen in Fukushima erhalten Sie in der Beilage die technische Mitteilung

TM-511 – R 11018, Rev. 0 ENSI-Verfügung vom 18.03.2011 aufgrund der Ereignisse in Fukushima: Antworten zu den Punkten 5a) bis 5c).

Zusammenfassend halten wir fest, dass unsere Anlagen durch die ursprüngliche Auslegung und verschiedene Nachrüstungen die gestellten Anforderungen an die Sicherheit erfüllen.

Für Fragen steht Ihnen [redacted] gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse
Axpo AG

Dr. Urs Weidmann
Leiter Kernkraftwerk Beznau

[redacted]
[redacted]
[redacted]

Beilage (nicht öffentlich) erwähnt

[redacted]
[redacted]



Technische Mitteilung

TM-511-R 11018

Titel : ENSI-Verfügung vom 18.03.2011 aufgrund der Ereignisse in Fukushima: Antworten zu den Punkten 5a) bis 5c)

Block : 1+2
Anzahl Seiten : 12

Sachgebiet: Nukleare Sicherheit

Verfasser : ██████████

Erst. Datum : 31.03.2011

Verteiler : ENSI, K, KB, KG, KBA, KBB, KBD, KBE, KBM, KBR (4), KBU, KBV (3)

	Name	██████████	██████████
Erstellt	██████████	██████████	██████████
Geprüft	██████████	██████████	██████████
Genehmigt	██████████	██████████	██████████

Änderungen siehe Revisionsindex auf der folgenden Seite

REVISIONEN

Es gilt die letzte aufgeführte Revision, die von der zuständigen Stelle visiert ist.

Datum	Rev.	Korrektur/Ergänzung	Seiten	Visum
31.03.2011	0	Erstausgabe	alle	u

Inhaltsverzeichnis**Seite**

1	Anlass	4
2	Zusammenfassung	4
3	Kühlwasserversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme	5
4	Schutzgrad Brennelementlagerbecken	8
5	Kühlsystem des Brennelementlagerbeckens	10
6	Referenzen	12

1 Anlass

Das starke Erdbeben 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.

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 sowie die externe Stromversorgung zerstört. Dadurch versagte die Kühlmittelversorgung für alle Reaktoren und sämtliche Sicherheits- und Hilfssysteme sowie die Notstromversorgung. Hinzu kommen vermutlich Schwächen im Design der japanischen Anlagen. So fehlen beispielsweise gebunkerte, hochwassersichere Notstandssysteme mit diversitärer Kühlmittelversorgung für Sicherheits- und Hilfssysteme.

Die Infrastruktur ausserhalb des Kraftwerks ist durch das Erdbeben schwer beschädigt. Die Zugänglichkeit inner- und ausserhalb des Areals ist stark erschwert.

Die Schweiz ist kein klassisches Erdbebengebiet. Ein Extremerdbeben mit Tsunami wie es in Japan aufgetreten ist, kann für die Schweiz ausgeschlossen werden.

In Auswertung der bisherigen Erkenntnisse aus den Ereignissen in Fukushima erliess das ENSI eine Verfügung /1/.

Diese technische Mitteilung behandelt die in dieser Verfügung unter Punkt 5a) bis 5c) gestellten und bis zum 31. März 2011 zu beantwortenden Fragen zur gesicherten Kühlmittelversorgung der Sicherheitssysteme, zum Schutzgrad der Brennelement-Lagerbecken und zum Kühlsystem der Brennelement-Lagerbecken.

Die Beantwortung aller übrigen Fragen und Massnahmen der Verfügung erfolgt separat und zu einem späteren Zeitpunkt.

2 Zusammenfassung

Die Ausführungen dieser Technischen Mitteilung können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die heutigen Sicherheitssysteme des KKB umfassen die folgenden, zu den Nebenkühlwassersystemen alternativen Kühlmittelversorgungen aus gesicherten Quellen:
 - a) Zur Nachwärmeabfuhr und Verhinderung eines Kühlmittelverlusts nach Einwirkungen von Aussen:
 - i. Eine redundante, flutsichere Kühlkette der Originalauslegung mit der Wärmesenke Brunnenwasser
 - ii. Eine einzelfehlersichere, erdbebenfeste und flutsichere Kühlkette der Notstandssysteme mit der Wärmesenke Notstand-Brunnenwasser und mit extremer Flutsicherheit jenseits der Auslegung
 - b) Zur Beherrschung von Kühlmittelverlust einen vollständigen, erdbebenfesten, flutsicheren Strang des Kernnotkühlsystems mit der Wärmesenke Notstand-Brunnenwasser.
2. Ein Versagen des Pools des Brennelement-Lagerbeckens nach den Störfällen Erdbeben und Flugzeugabsturz kann faktisch ausgeschlossen werden.

3. Insgesamt besteht für die Kühlung des Brennelementlagerbeckens zwar kein besonders geschütztes oder gebunkertes System zur Verfügung. Das heutige umfassende Sicherheitskonzept besteht aber aus den folgenden Elementen:
- verschiedene Kühlsysteme und Möglichkeiten (FAC/KAC/PRW, FEC/GTW, AM-Massnahmen)
 - sehr lange Zeitfenster für das Erstellen einer alternativen Kühlung
 - vollumfängliche Integration in das Paket des vorbeugenden und des lindernden Unfall-Managements.

Aus diesen Gründen ist der Beitrag des Ausfalls der BE-Lagerbeckenkühlung zur Brennstoffschadenshäufigkeit der Stillstands-PSA Null.

3 Kühlwasserversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme

Frage des ENSI (Punkt 5a der Verfügung):

Ist im Kernkraftwerk Beznau die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?

Antwort des KKB:

Die Kühlung des Reaktors nach Einwirkungen von Aussen besteht nebst der redundanten und „fail-safe“ ausgeführten Schnellabschaltung primär aus der Sicherheitsfunktion der Nachwärmeabfuhr und damit der Verhinderung eines Kühlmittelverlusts. Dies beinhaltet im Kernkraftwerk Beznau die Bespeisung der Dampferzeuger mit Speisewasser und die Kühlung der 1. Dichtung der Reaktorhauptpumpen (RHP) mittels Sperrwasser oder der Versorgung der thermischen Barriere der RHP durch primäres Zwischenkühlwasser.

Für diese Sicherheitsfunktion bestehen im Kernkraftwerk Beznau neben der Versorgung mittels der Nebenkühlwassersysteme, welche Wasser aus dem Oberwasserkanal zur Kühlung der Zwischenkühlsysteme und der Containment-Umluftkühler verwenden, alternative Kühlsysteme mittels Brunnenwasser.

So wurde bereits in der Originalauslegung des Kraftwerks ein für beide Blöcke gemeinsamer Brunnen mit zwei redundanten Brunnenwasserpumpen LBW 1-A und 1-B gebaut. Jede dieser Pumpen kann gleichzeitig beide Blöcke versorgen. Dabei werden die Hilfsspeisewasserpumpen LSN zur Einspeisung in die Dampferzeuger bespeist sowie das sekundäre Zwischenkühlsystem PKZ und die Flutdiesel gekühlt. Die Stromversorgung der LBW-Pumpen erfolgt von der Notschiene [REDACTED], welche einerseits vom Hydrowerk und andererseits von den zwei überflutungssicheren Flutdieseln [REDACTED] und [REDACTED] notstromversorgt ist. Normalerweise ist die Stromversorgung der einen LBW-Pumpe dem Block 1 zugordnet und die andere dem Block 2. Die Pumpen können aber wahlweise von jedem Block versorgt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Notstromversorgung besteht mit der Bespeisung der Schiene [REDACTED] mit einem mobilen Notstromdieselaggregat gemäss der [REDACTED].

Somit bilden die vom Notstromstrang [REDACTED] versorgten Komponenten des Hilfsspeisewassers (Pumpen LSN 1 und 2), des sekundären Zwischenkühlsystems [REDACTED], des Brunnenwassersystem [REDACTED], die ebenfalls flutsichere Ladepumpen [REDACTED] zusammen mit den beiden Flutdieseln ([REDACTED]) einen vollständigen Strang zur Nachwärmeabfuhr nach Einwirkungen von Aussen, welcher auslegungsgemäss bis zu einer Fluthöhe von 1.65 m über Terrainhöhe flutsicher und von Flusswasser unabhängig ist.

Dieses Sicherheitsdispositiv wird ergänzt durch redundante, von der Schienen [REDACTED] versorgte Komponenten [REDACTED]. Mit der Berücksichtigung einer Querverbindung zwischen den elektrischen Schienen [REDACTED], wie sie z.B. in der Notfallvorschrift NV-B-ECA-0.0 des KKB erwähnt ist, sind die gesicherten Systeme zur Nachwärmeabfuhr der Originalanlage in sich selber redundant (LSN, PKZ, LBW, Ladepumpen, Flutdiesel). Die Erdbebenfestigkeit dieses Nachkühlstrangs ist hingegen beschränkt.

Mit der Inbetriebnahme der Notstandssysteme in den Jahren 1992 (Block 2) und 1993 (Block 1) wurden zusätzliche Sicherheitssysteme installiert. Diese Notstandssysteme besitzen folgende Eigenschaften:

- Sie sind durch ein Gebäude von [REDACTED] Betonwandstärke geschützt, welches bis mindestens zu einer Höhe vom [REDACTED] über Terrainkote keine Öffnungen aufweist. Damit sind die Notstandssysteme weit über die Auslegungsluthöhe von 1.65 m flutsicher und faktisch auch durch extrem unwahrscheinliche Überflutungsszenarien nicht gefährdet.
- Sie sind vollumfänglich ausgelegt zur Beherrschung des damals definierten Auslegungserdbebens von 0.21 g Horizontalbeschleunigung. Im Rahmen der Erdbeben-PSA /2/ wurden mit modernen Methoden die Grenztragfestigkeiten der Notstandssysteme (Fragility und zugehörige HCLPF-Werte, d.h. "high confidence of low probability of failure") ermittelt. Diese zeigen, dass die eigentliche Funktion der Notstandssysteme inklusive der Integrität des Reaktorgebäudes und des Primärkreislaufs bis zum doppelten Beschleunigungswert des Auslegungserdbebens erhalten bleibt (dieser Faktor gilt bei der in /2/ als massgebend betrachteten Frequenz von 5 Hz, bezogen auf PGA ist er noch grösser). Diese Sicherheitsmarge gilt auch für die Nebengebäude E und D, deren Integrität für das Betreten der Notstandgebäude durch die Operateure erforderlich ist.
- Sie werden als Wärmesenke durch einen damals ebenfalls neu erstellten, unterirdischen, flutsicheren und erdbebensicheren Notstandbrunnen mit zwei redundanten Notstand-Brunnenwasserpumpen gekühlt. Dieser Brunnen ist vollumfänglich unabhängig von Aarewasser und einer möglichen Verschmutzung in der Aare. Dabei ist je eine Pumpe dem Block 1 und eine dem Block 2 zugeordnet und wird auch vom zugehörigen Notstand-Dieselgenerator versorgt. Beim Ausfall einer dieser zwei Pumpen oder eines dieser zwei Dieselgeneratoren kann aber die Versorgung beider Blöcke durch das manuelle Erstellen von Querverbindungen durch die Operateure sichergestellt werden. Dabei kann jeweils eine Notstand-Brunnenwasserpumpe resp. ein Notstanddiesel beide Blöcke gleichzeitig versorgen. Des Weiteren kann die Schiene [REDACTED] mit einem mobilen Notstromaggregat gemäss [REDACTED] bespeist werden.
- Allgemein sind die Notstandssysteme pro Block zwar nur einfach ausgeführt. Sie besitzen aber die immanente Eigenschaft, dass nach den in der Auslegung zu unterstellenden Einwirkungen von Aussen (Erdbeben, Überflutung, Wind, Tornado, Blitzschlag) beim Ausfall einer aktiven Ausrüstung (Einzelfehler) die gesicherte Kühlung des Reaktors durch das manuelle Aufschalten einer alternativen Komponente durch die Operateure sichergestellt werden kann. Diese faktische Einzelfehlersicherheit ist umfassend im Bericht /3/ dokumentiert, welcher der damaligen HSK im Rahmen des Geschäfts 14/05/037 übermittelt wurde.
- Die Notstandssysteme sind damit auslegungsgemäss gegen die Szenarien Erdbeben, Überflutung, Verstopfung der Hauptwärmesenke oder Ausfall der Hauptwärmesenke wie auch alle möglichen Kombinationen derselben ausgelegt.
- Gleichzeitig ist in den Notstandssystemen jedes Blocks des KKB ein vollständiger Strang des Kernnotkühlsystems integriert (Druckspeicher, Einspeisung und Rezirkulation), welcher wiederum über das Notstand-Brunnenwassersystem gekühlt wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die heutigen Sicherheitssysteme des KKB die folgenden, zu den Nebenkühlwassersystemen alternativen Kühlmittelversorgungen aus gesicherten Quellen umfassen:

- a) Zur Nachwärmeabfuhr und Verhinderung eines Kühlmittelverlusts nach Einwirkungen von Aussen:

- Eine redundante, flutsichere Kühlkette der Originalauslegung mit der Wärmesenke Brunnenwasser
 - Eine einzelfehlersichere, erdbebenfeste und flutsichere Kühlkette der Notstands-systeme mit der Wärmesenke Notstand-Brunnenwasser und mit extremer Flutsicherheit jenseits der Auslegung
- b) Zur Beherrschung von Kühlmittelverlust einen vollständigen, erdbebenfesten, flutsicheren Strang des Kernotkühlsystems mit der Wärmesenke Notstand-Brunnenwasser.

Mit dem bis zum Jahr 2014 realisierten Umbau der KKB-Notstromversorgung (Projekt AUTANOVE) werden in jedem Block des KKB an Stelle der Notstromversorgung ab dem Hydrowerk und den Flutdieseln zwei neue Notstromdiesel nachgerüstet. Gleichzeitig werden eine zusätzliche Grundwasserpumpe für das Notspeisewassersystem LSE sowie eine zusätzliche Not-Sperrwasserpumpe installiert. Alle diese Ausrüstungen werden erdbebenfest, flutsicher und unabhängig vom Kühlmedium Aarewasser ausgeführt werden.

Damit wird zusätzlich zum einzelfehlersicheren Notstands-system ein weiterer erdbebensicherer und flutsicherer Strang zur Nachwärmeabfuhr aufgebaut werden (Notspeisewasser LSE, Not-Sperrwasserpumpe, neue LSE-Grundwasserpumpe, Notstromdiesel des Strangs ■■■).

Mit dem Projekt AUTANOVE wird dann jeder Block des KKB über drei flutsichere Notstromdiesel verfügen, welche wiederum vom Kühlmedium Aarewasser unabhängig sind. Dabei sind die Diesel der Schienen ■■■ und ■■■ inklusive der zugehörigen Notstromschienen vollumfänglich gemäss heutigen Kriterien erdbebenqualifiziert. Bei der ■■■-Schiene gilt Letzteres nur für den eigentlichen Diesel.

Bei Berücksichtigung der Querverbindungen zwischen den Blöcken (heute existierende Querverbindung der ■■■-Schienen, neue Querverbindung via ■■■-Schienen) kann dann jeder Block des KKB zur gesicherten Nachwärmeabfuhr und Verhinderung eines Kühlmittelverlusts von insgesamt sechs verschiedenen, flutsicheren Notstromdieseln versorgt werden, wovon vier inklusive ihrer Notschienen erdbebenfest ausgeführt sind.

Die entsprechende Leistungsbilanz, wonach ein AUTANOVE-Diesel gleichzeitig beide Blöcke versorgen kann, ist aus /4/ ersichtlich (Beilage zum AUTANOVE-Konzept). Wenn keine Sicherheitseinspeisung und keine Containment-Sprühung notwendig sind, so reduziert sich die Leistungsanforderung pro Notschneide ■■■ resp. ■■■ um 980kW. Damit beträgt der maximale Leistungsbedarf pro Notschneide ■■■ resp. ■■■ für eine gesicherte Nachwärmeabfuhr:

- für einen Block gemäss Tabelle 3 von /4/ 2541 kW minus 980 kW = 1561 kW
- für beide Blöcke zusammen somit 3122 kW.

Die AUTANOVE-Diesel sind für eine Leistung von 3750 kW ausgelegt. Mit einem sehr konservativen Wirkungsgradfaktor von 0.9 (der Generator wird bei grosser Last voraussichtlich eine Wirkungsgrad > 97% aufweisen) kann somit die benötigte elektrische Outputleistung von 3375 kW von einem Diesel sicherlich erbracht werden. Damit kann ein Diesel beide Blöcke gleichzeitig versorgen.

4 Schutzgrad Brennelementlagerbecken

Frage des ENSI (Punkt 5b der Verfügung):

Sind im Kernkraftwerk Beznau allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?

Antwort KKB:

Die für die Beantwortung der Frage massgebliche Sicherheitsfunktion ist die Haltung einer Wasservorlage zur Kühlung der gelagerten Brennelemente und zur Strahlenabschirmung. Fragen zur Nachwärmeabfuhr aus den Becken werden im Kapitel 5 behandelt.

4.1 Standfestigkeit der Gebäude

Im Kernkraftwerk Beznau befindet sich das Brennelement-Lagerbecken im Nebengebäude B. Der eigentliche Pool besteht dabei aus einer massiven Betonkonstruktion von [REDACTED] Wandstärke, was damit im ganzen Kraftwerk die am massivsten gebaute Gebäudestruktur darstellt. Der Oberteil des Gebäudes mit einer Betonwandstärke von mindestens [REDACTED] und den darin eingebauten Toröffnungen wurde in den letzten Jahren im Rahmen des Projekts MAWID bezüglich des EW3-Schutzes zusätzlich ertüchtigt.

Das Nebengebäude B wurde formell auf das Sicherheitserdbeben requalifiziert. Der erste diesbezügliche Nachweis ist in /5/ dokumentiert, der momentan aktuelle in /6/. Im Rahmen der Erdbeben-PSA des KKB /2/ wurde auch die seismische Grenztragfestigkeit des Nebengebäudes B ermittelt. Dabei wurden je für den Pool und den Dachbereich zwei verschiedene Werte ermittelt. Der Bereich des Pools besitzt gemäss /2/ einen Sicherheitsfaktor (Verhältnis HCLPF-Wert zu Auslegung) von [REDACTED] gegenüber dem Auslegungserdbeben. Mit diesem Wert ist der Beitrag des seismischen Versagens des Pools zur Brennstoffschadenshäufigkeit gemäss Tabelle 10.2-2 von /2/ Null. Dieses Ergebnis ist angesichts der massiven Konstruktion des Pools und gemäss einer eigenen Abschätzung der maximal aufnehmbaren Schubkräfte im Vergleich mit anderen Nebengebäuden plausibel.

Die in /2/ ebenfalls für den Oberteil des Gebäudes ermittelte Grenztragfestigkeit basiert hingegen auf einer Analyse, welche aus heutiger Sicht nicht korrekt ist. Deshalb ist die entsprechende Grenztragfestigkeit von /2/ optimistisch.

Das KKB hat auf Grund der Analyse /6/ und der im Rahmen der Erdbeben-PSA /2/ durchgeführten Fragility-Analysen eine Neueinschätzung der Grenztragfestigkeit des Gebäudeoberteils durchgeführt. Dabei bestätigte sich, dass auch der Oberteil des Gebäudes wesentliche Sicherheitsreserven gegenüber dem Sicherheitserdbeben aufweist. Eine realistisch-konservative Abschätzung ergibt einen HCLPF-Wert, der mindestens [REDACTED] grösser als das Sicherheitserdbeben ist. Zur Bestätigung und Verfeinerung dieses Sachverhalts plant KKB, die entsprechende Fragility-Analyse in den nächsten Monaten zu überarbeiten.

Darüber hinaus besteht im Oberteil des Nebengebäudes B an der Westseite zum Nebengebäude C hin eine Backsteinwand. Postuliert man ein Versagen dieser Wand beim Störfall Erdbeben, so könnten einzelne Backsteine in das Becken fallen. Eigentliche Schäden an den Brennelementen sind dabei aber nicht zu erwarten, weil die Fallgeschwindigkeit von Backsteinen im Wasser eher klein ist. Deshalb ist das Versagen dieser Wand bei Erdbeben radiologisch nicht relevant. Trotzdem hat KKB bereits vor den Ereignissen von Fukushima Massnahmen zur Verbesserung des Schutzes der Lagerbecken gegen ein Versagen dieser Wand bei Erdbeben eingeleitet.

4.2 Auslegungsüberschreitende Szenarien

Wie oben stehend erwähnt, besteht die wichtigste Sicherheitsfunktion des Brennstofflagerbeckens des KKB darin, das darin enthaltene Wasservolumen vor Verlust zu schützen und damit die gelagerten Brennelemente mit Wasser bedeckt zu halten. Demgegenüber würde das Versagen des Oberteils des Gebäudes nur dazu führen, dass Trümmer in das Becken fallen. Durch ein solches auslegungsüberschreitendes Szenario sind infolge der Wandstärke des Beckens mit [REDACTED] Beton keine relevanten Leckagen aus dem Pool zu erwarten. Zusätzlich wäre bei einem derartigen auslegungsüberschreitenden Szenario selbst beim Auftreten von Leckagen die Wassernachspeisung durch den beschädigten Oberteil des Gebäudes in das Becken hinein durch mobile Mittel der Feuerwehr möglich.

Das Versagen des Oberteils von Nebengebäude B wäre damit von der Auswirkung auf die gelagerten Brennelemente einem mehrfachen Brennelementhandhabungsunfall mit offenem Gebäude ähnlich. Wenn Brennstäbe im Becken lokal beschädigt werden, so würde die Freisetzung durch Poolscrubbing in der Wasservorlage von [REDACTED] Metern stark gemildert. Freigesetzt in die Umgebung würden praktisch nur Iod und Edelgase. Gemäss /7/ ergibt die Freisetzung aus einer beschädigten Reihe von Brennstäben (14 Stäbe) über einen ungefilterten Pfad für ein frisch ausgeladenes Brennelement (konservative Annahme) eine Freisetzung von ca. $9E-13$ Bq und eine maximal Dosis für die Bevölkerung von 5 mSv für ein Uran-Brennelement und 6 mSv für ein MOX-Brennelement.

Diese Dosis wird aber zu mehr als 99 Prozent durch Iod-131 verursacht, welches eine Halbwertszeit von rund acht Tagen aufweist. Für Brennelemente, welche einige Monate im Becken gelagert sind, wird die entsprechende Dosis um Grössenordnungen kleiner.

Aus diesen Gründen kann abgeschätzt werden, dass selbst bei einem auslegungsüberschreitenden Szenario mit dem Versagen des Dachoberteils von Nebengebäude B durch ein sehr starkes Erdbeben die maximale Dosis für die Bevölkerung am kritischen Punkt mit grosser Wahrscheinlichkeit den Wert von 100 mSv nicht überschreitet.

Insgesamt weist damit der Pool des Brennelementlagerbeckens des KKB einen hohen Schutzgrad gegen den Störfall Erdbeben auf.

Ähnlich ist der Schutz gegenüber einem Flugzeugabsturz. Gemäss den vertraulichen Untersuchungen /8/, welche nach dem 11. September 2001 durchgeführt wurden, weist das Reaktorgebäude des KKB mit [REDACTED] Betonwandstärke einen hohen Schutzgrad gegenüber dem Absturz eines Passagierflugzeugs auf. Demgegenüber ist der Pool-Bereich des Brennstofflagerbeckens:

- mit [REDACTED] Betonwandstärke wesentlich massiver gebaut als die Betonhülle des Reaktorgebäudes
- durch umliegende Gebäude gegen einen Direkttreffer weit gehend abgeschirmt.

Die Auswirkungen des Versagens des Gebäudeoberteils von Nebengebäude B nach einem Flugzeugabsturz sind analog wie nach einem sehr starken Erdbeben und wurden oben stehend diskutiert.

4.3 Schlussfolgerungen zum Brennelement-Lagerbecken

Auf Grund der oben gemachten Aussagen kann ein Versagen des Pools des Brennelement-Lagerbeckens nach den Störfällen Erdbeben und Flugzeugabsturz faktisch ausgeschlossen werden.

Gleichzeitig stehen für Massnahmen des internen Notfallschutzes, zum Beispiel für das Nachspeisen von Wasser in das Becken, lange Zeitfenster zur Verfügung. Dies wird im Detail im nächsten Kapitel diskutiert.

5 Kühlsystem des Brennelementlagerbeckens

Frage des ENSI (Punkt 5c der Verfügung):

Ist im Kernkraftwerk Beznau die Brennelementbeckenkühlung eine besonders geschützte Sicherheitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandsystem versorgt und gesteuert werden?

Antwort KKB:

Eine vollumfänglich erdbebenqualifizierte und gebunkerte Kühlung der Brennelementlagerbecken steht nicht zur Verfügung und das heutige Kühlsystem kann auch nicht vom Notstandsystem versorgt und gesteuert werden.

Das auslegungsgemässe Kühlsystem des Brennelementlagerbeckens (FAC-System) bestand vor 40 Jahren aus einer einsträngigen Anordnung einer Pumpe und einem Wärmetauscher. Später wurde das System auf zwei Stränge (je Pumpe und Wärmetauscher) erweitert, wovon heute einer normalerweise in Betrieb steht. Die Pumpe [REDACTED] ist notstromversorgt von der Notschiene [REDACTED], die Pumpe [REDACTED] wird ab der betrieblichen Schiene [REDACTED] versorgt. Letzere könnte im Anforderungsfall über eine Querkupplung von der Notschiene [REDACTED] gespeist werden.

Mit dem Projekt AUTANOVE werden die beiden FAC-Pumpen auf die gesicherten Notstromschienen [REDACTED] und [REDACTED] umgelegt werden.

Die Wärmesenke des FAC-Systems ist das primäre Zwischenkühlsystem KAC, welches wiederum vom primären Nebenkühlwassersystem PRW gekühlt wird. Die heutige Notstromquelle dieser FAC/KAC/PRW-Kühlkette ist [REDACTED]

Beim Ausfall der FAC-Kühlung kann ein alternatives Kühlsystem FEC in Betrieb genommen werden. Dieses System besteht aus einer Pumpe, welche vom Notstromstrang [REDACTED] versorgt werden kann, und einem fest installierten Wärmetauscher. Das FEC-System kann einerseits durch das Trink- und Löschwassersystem GTW oder mittels mobiler Pumpen der Feuerwehr gekühlt werden. Zu diesem Zweck wurde vor ca. 10 Jahren auch eine spezielle Leitung installiert, damit von einem Feuerwehrstutzen ausserhalb [REDACTED] der FEC-Wärmetauscher mit Kühlwasser versorgt werden kann. Die Umschaltung des FEC-Systems ist geregelt in der Accident-Management-Vorschrift AM-R-FEC-1 /9/. Eine Nachspeisung des Beckens erfolgt im Normalbetrieb manuell vom Kaltkondensatsystem LKZ.

Sollte auch die Kühlung mittels des FEC-Systems ausfallen, so kann als nächstes eine Einspeisung direkt in das Becken mittels der oben erwähnten, nachgerüsteten Leitung von ausserhalb des [REDACTED] durch die Feuerwehr vorgenommen werden. Diese Massnahme ist ebenfalls aufgeführt in /9/.

Weitere Nachspeisemöglichkeiten in das Becken sind in der Unfallbegrenzungsrichtlinie UR-R-SAG-8 /10/ erwähnt (Einspeisungen vom BOTÄ, vom Kaltkondensattank und vom Zusatzwassertank). Gleichzeitig beinhaltet /10/ Lüftungstechnische Strategien zur Minimierung der Freisetzung aus dem Lagerbecken.

Insgesamt ist das Brennelementlagerbecken damit umfassend integriert in das gesamte KKB-Vorschriftenpaket des Unfallmanagements: Sowohl im Bereich der Verhinderung von Brennstoffschäden wie im Bereich der Minimierung der Freisetzung (SAMGs) sind die Regelungen für das Brennstofflagerbecken auf einem gleichwertigen Stand wie für den Reaktor.

Für das Erstellen einer alternativen Kühlung des Brennelement-Lagerbeckens stehen lange Zeitfenster zur Verfügung. Ausgehend von folgenden Ausgangsbedingungen:

- Im Normalbetrieb Wasser in den Becken von maximal 50°C Temperatur
- die Brennelemente bleiben mit Wasser bedeckt bis zu einem Wasserverlust von ca. [REDACTED]
- maximale Nachzerfallsleistung mit einem frisch ausgeladenen Reaktorkern während einer Revisionsabstellung von 4400 kW
- maximale Nachzerfallsleistung im Normalbetrieb (unmittelbar nach einem Brennstoffwechsel) von 1500 kW
- keine oder sehr niedrige Leckage nach Erdbebeneinwirkung (siehe Kap. 4.2)

ergeben sich die folgenden Zeitfenster für anlageinterne Notfallmassnahmen:

	Zeit bis Sieden [h]	Zeit bis Brennstoffabdeckung [h]
RA mit ausgeladenem Kern	13	98
Unmittelbar nach BW	39	290

Infolge dieser langen Zeitfenster und der vielen verschiedenen Möglichkeiten beurteilt auch die Stillstands-PSA des KKB /11/ den Risikobeitrag der Kühlung des Brennelementlagerbeckens zur Stillstands-Brennstoffschadenshäufigkeit als Null.

Bei Einwirkungen von Aussen könnte der Fall einer langsam sich anbahnenden Überflutung durch präventive Massnahmen wie die Aufschaltung des FEC-Systems beherrscht werden. Zudem wäre eine Überflutung infolge eines Wehrbruchs von kurzer Dauer von nur wenigen Stunden, so dass diese ebenfalls mit mobilen Einrichtungen beherrschbar wäre. Letzteres gilt auch für den Störfall Erdbeben.

Insgesamt besteht somit für die Kühlung des Brennelementlagerbeckens das folgende umfassende Sicherheitskonzept mit den folgenden Elementen:

- a) verschiedene Kühlsysteme und Möglichkeiten (FAC/KAC/PRW, FEC/GTW, AM-Massnahmen)
- b) sehr lange Zeitfenster für das Erstellen einer alternativen Kühlung
- c) vollumfängliche Integration in das Paket des vorbeugenden und des lindernden Unfallmanagements.

Aus diesen Gründen ist der Beitrag des Ausfalls der BE-Lagerbeckenkühlung zur Brennstoffschadenshäufigkeit der Stillstands-PSA Null.

6 Referenzen

1. ENSI-Verfügung an KKB vom 18. März 2011, "Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima".
2. KKB 511D0127, Rev. 3 vom Oktober 2009, "Beznau Unit 2, Full-Power Probabilistic Risk Assessment (BERA)".
3. AN-511-RA06002, Rev. 1 vom 30. Oktober 2006, "Nachweis der Beherrschung des Sicherheitserdbebens im KKB".
4. TM-511-RA09018 vom 12. August 2009, "AUTANOVE, Bestimmung der erforderlichen Mindestleistung der Dieselgeneratoranlagen".
5. KKB 234D0047 vom 30. Juni 1993, "Requalifikation des Nebengebäudes B".
6. KKB 234D0113, Rev. 4 vom 25. Juli 2008, "Brennelement Lagergebäude B, Projekt MAWID, Nachweis der Erdbbensicherheit beim SSE".
7. AN-511-RA03011 vom 25. März 2003, "PSÜ-KKB 2002, Antwort auf Nachforderungen der HSK zum SSB-Kapitel 3.12, Lfd. Nr. 3-02, radiologische Analyse des Brennelement-Handhabungsunfalls".
8. Grenzwertbetrachtungen zum Lastfall "Flugzeugangriff auf Schweizer Kernkraftwerke", Anlagenspezifischer Bericht KKB 074 D 0053, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, vom 18. Oktober 2002, vertraulich.
9. AM-R-FEC-1, Rev. 3 vom 1. Oktober 2006, "Massnahmen zur Notkühlung des Brennstoffs in den BE-Lagerbecken".
10. UR-R-SAG-8, Rev. 1 vom 15. April 2006, "Freisetzung aus Brennelementlager unterbinden oder begrenzen".
11. KKB511D0125, PLG-1208 vom Juni 1998, "Beznau Unit 2, Shutdown und Low Power Probabilistic Risk Assessment (BESRA)".



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

ENSI AUS: 1 8. Mrz. 2011

Verteiler
GL

CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein
Axpo AG / Kernkraftwerk Beznau
Beznau
5312 Döttingen



Ihr Zeichen:
Unser Zeichen: FLP/SAN – 14/11/015
Sachbearbeiter/in: Peter Flury, Telefon +4156 460 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.

2. 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.

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





Hinzu kommen folgende vermuteten Schwächen im Design der japanischen Anlage:

- Es fehlen gebunkerte, hochwassersichere Notstandssysteme.
- 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 Notstandssysteme. Dies bietet einen höheren 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

1. 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 Beznau 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 2 und 5 als Sofortmassnahmen gelten:

2. Das Kernkraftwerk Beznau 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:
 - a. Notstromaggregate zur externen Bespeisung sicherheitsrelevanter Ausrüstungen (wie z. B. Batterien, Messinstrumente, ausgesuchte Armaturen) für die Bekämpfung schwerer Unfälle
 - b. mobile Pumpen zur Einspeisung von Kühlmittel
 - c. 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
3. Beim Kernkraftwerk Beznau sind bis zum 31. Dezember 2012 die entsprechenden extern zugänglichen Anschlüsse für die mobilen Einsatzmittel soweit nötig nachzurüsten bzw. anzupassen.
4. Wo nicht vorhanden, sind bis zum 31. Dezember 2012 zwei räumlich getrennte Zuführungen zur externen Bespeisung der Brennelementlagerbecken nachzurüsten.

Zudem verfügt das ENSI:

5. Das Kernkraftwerk Beznau hat bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen, in dem folgende Fragen beantwortet werden:
 - a. Ist im Kernkraftwerk Beznau die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfsysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?
 - b. Sind im Kernkraftwerk Beznau allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?
 - c. Ist im Kernkraftwerk Beznau die Brennelementbeckenkühlung eine besonders geschützte Sicherheitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandssystem versorgt und gesteuert werden?
6. Falls die zur Beantwortung der Fragen unter Punkt 5 durchgeführte Analyse Defizite aufzeigen sollte, hat das Kernkraftwerk Beznau 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;
- 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.



CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein
Axpo AG / Kernkraftwerk Beznau
Beznau
5312 Döttingen

Ihr Zeichen:
Unser Zeichen: SGE/FLP – 14/11/015
Sachbearbeiter/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 Erdbeben 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. c 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-



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 unföhrbar gemacht.

Auch in der Schweiz k6nnen extreme Hochwasser, z. B. als Folge des Versagens von Stauanlagen, nicht ausgeschlossen werden. F6r die Rahmenbewilligungsgesuche wurde f6r die Standorte Beznau, G6sgen und M6hleberg die Hochwassergef6hrdung nach modernen Methoden neu bestimmt.

Aufgrund der ersten Erkenntnisse aus Fukushima sind insbesondere die Folgesch6den des Hochwassers wie Verstopfung oder Zerst6rung von Einlaufbauwerken durch mitgef6hrtes 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 besch6digt. Die Zug6nglichkeit inner- und ausserhalb des Areals ist dadurch stark erschwert, was Notfallschutzmassnahmen zus6tzlich behindert.

Gem6ss BWG-Richtlinie (heute Bundesamt f6r Energie) zur Sicherheit von Stauanlagen sind die Erdbebennachweise auf der Basis der Erdbebenrisikokarten des Schweizerischen Erdbebendienstes aus dem Jahr 1977 alle 20 Jahre zu 6berpr6fen.

Das Projekt PEGASOS hat gezeigt, dass die 1977 ausgewiesene Erdbebengef6hrdung an den Standorten der schweizerischen KKW zu niedrig war. Um die Kombination von Erdbeben mit einem durch das Erdbeben ausgel6sten Versagen der Stauanlagen ausschliessen zu k6nnen, sind die deterministischen Erdbebennachweise f6r die Stauanlagen im Einflussbereich der schweizerischen Kernkraftwerke aufgrund von aktuellen Erdbebengef6hrdungsannahmen zu 6berarbeiten.

Falls bei einem 10 000-j6hrlichen Erdbeben ein unkontrollierter Wasserabfluss ausgeschlossen werden kann, gilt die Kombination von Erdbeben und Hochwasser als auslegungs6berschreitend.

2.4 Verfahren

Gem6ss Art. 55 des Bundesgesetzes 6ber das Verwaltungsverfahren (Verwaltungsverfahrensgesetz, VwVG, SR 172.021) hat eine Beschwerde grunds6tzlich aufschiebende Wirkung. Die verf6gende Beh6rde kann jedoch die aufschiebende Wirkung entziehen, wenn gewichtige Gr6nde f6r eine sofortige Vollstreckbarkeit der Verf6gung sprechen. Aufgrund des im vorliegenden Fall erheblichen 6ffentlichen Interesses an einer raschen Kl6rung bez6glich des Vorliegens von Kriterien f6r die vorl6ufige Ausserbetriebnahme und Nachr6stung von Kernreaktoren, ist einer Beschwerde gegen diese Verf6gung die aufschiebende Wirkung zu entziehen.

3. Entscheid

F6r die gest6tzt auf Art. 2 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des UVEK 6ber die Methodik und die Randbedingungen zur 6berpr6fung der Kriterien f6r die vorl6ufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) vorzunehmende 6berpr6fung der Auslegung bez6glich Erdbeben und 6berflutung und f6r den Nachweis zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte gem6ss 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-jährlichen 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 können nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, genügend grosse Zeitfenster zur Durchführung vorhanden sind und die dafür erforderlichen Hilfsmittel auch nach einem 10 000-jährlichen Erdbeben zur Verfügung 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.
- Interne Notfallschutzmassnahmen können nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, genügend grosse Zeitfenster zur Durchführung vorhanden sind und die dafür erforderlichen Hilfsmittel auch nach einem 10 000-jährlichen Hochwasser zur Verfügung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach 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 während mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interne Notfallschutzmassnahmen können nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, genügend grosse Zeitfenster zur Durchführung vorhanden sind und die dafür erforderlichen Hilfsmittel auch nach der Kombination von Erdbeben und Versagen der Stauanlagen zur Verfügung 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

Dr. 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 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.



CH-5200 Brugg, ENSI, FLP

Einschreiben mit Rückschein
Axpo AG / Kernkraftwerk Beznau
Beznau
5312 Döttingen

Ihr Zeichen: KBR 021/511 r/sbg
Unser Zeichen: FLP – 14/11/015
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 Beznau (KKB) bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen hat, in dem folgende Fragen beantwortet werden:

- 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 Notstandssystem versorgt und gesteuert werden?

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



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

2.1 Kühlmittelversorgung

2.1.1 Angaben des Bewilligungsinhabers¹

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

Die Versorgung aus der Aare erfolgt über den Oberwasserkanal des hydraulischen Kraftwerks, der durch das Stauwehr oberhalb des Kraftwerkareals eine nutzbare Fallhöhe zum Unterwasserkanal von 3,35 m bis zu 6,45 m hat. Das natürliche Gefälle ist ausreichend, um das Wasser über das Hauptkühlwassersystem, das keine Pumpen benötigt, unterirdisch dem Unterwasserkanal zuzuführen. Die Hauptkühlwassersysteme beider Blöcke sind voneinander getrennt und besitzen je ein eigenes Kühlwasserein- und Kühlwasserauslaufbauwerk. Mittels Grobrechen und Siebandmaschine wird das Wasser an den Entnahmestellen gereinigt. Vom Hauptkühlwassersystem wird über einen Kühlwasserkollektor Kühlwasser von den Nebenkühlwassersystemen der ersten und zweiten Kühlkette entnommen und zur Rückkühlung der Kühler der Zwischenkühlssysteme und sonstiger Systeme und Komponenten zugeführt. Anschliessend wird das Kühlwasser im Ablaufbecken gesammelt und an die Aare abgegeben.

Die erste Kühlkette, bestehend aus einem Nebenkühl- und Zwischenkühlwassersystem, wird insbesondere zur Kühlung von Sicherheitssystemen im Sicherheitsbehälter sowie in den Nebengebäuden benötigt. Diese Systeme dienen insbesondere bei Kühlmittelverluststörfällen innerhalb des Sicherheitsbehälters der Kühlung der Brennelemente im Reaktor sowie der Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter. Die Kühlkette ist nicht durchgängig gegen die Auslegungsstörfälle Erdbeben und Überflutung geschützt.

Die zweite Kühlkette, ebenfalls bestehend aus einem Nebenkühl- und Zwischenkühlwassersystem, stellt insbesondere die Kühlwasserversorgung der sicherheitsrelevanten Hilfsspeisewasserpumpen und Flutdiesel für die sekundärseitige Wärmeabfuhr über die Dampferzeuger sicher. Zur Sicherstellung der Funktion der Kühlkette beim Auslegungsstörfall Überflutung bedarf es einer manuellen Umschaltung des Brunnenwassersystems vor Ort als alternative Versorgung des Zwischenkühlwassersystems. Die Kühlkette verfügt mit dem Brunnen über eine verunreinigungssichere Quelle, ist aber wie die erste Kühlkette nur beschränkt erdbebenfest.

Die dritte Kühlkette (Notstand-Kühlkette) besteht aus dem Notstand-Brunnenwassersystem, welches Anfang 1990 nachgerüstet wurde, und insbesondere nach Einwirkungen von aussen die Versorgung der Komponenten des Notstandsystems mit Kühlmittel übernimmt sowie als Wärmesenke für den abgeschalteten Reaktor dient. Es ist dementsprechend wie die übrigen Notstandssysteme gegen Überflutung und Erdbeben geschützt.

Damit stehen im KKB zur Beherrschung der Auslegungsstörfälle Überflutung und Erdbeben alternative, verunreinigungssichere Kühlmittelversorgungen für die Sicherheits- und Hilfssysteme zur Verfügung.

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



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

Im KKB stehen bei Störfällen mehrere, verschiedenartige Quellen zur Kühlmittelversorgung der Sicherheits- und Hilfssysteme zur Verfügung, die allerdings unterschiedlich gegen Einwirkungen durch Erdbeben und Überflutung geschützt sind.

Bei Überflutung des Kraftwerkareals kann der Verlust der Nebenkühlwassersysteme der ersten und zweiten Kühlkette nicht ausgeschlossen werden. Unter Annahme der erfolgreichen Durchführung von in Vorschriften festgelegten und trainierten Handmassnahmen kann aber die Funktion der zweiten Kühlkette über eine verschiedenartige und verunreinigungssichere Quelle durch die Operateure hergestellt werden. Aus Sicht des ENSI steht hierfür aufgrund des Vorwarnsystems ein ausreichendes Zeitfenster zur Verfügung. Darüber hinaus steht mit der dritten, notstandgesicherten Kühlkette eine weitere Kühlmöglichkeit für Sicherheits- und Hilfssysteme zur Verfügung, die ebenfalls verunreinigungssicher ist und unabhängig von der zweiten Kühlkette automatisch den Betrieb aufnimmt.

Bei Erdbeben kann der Verlust der ersten und zweiten Kühlkette nicht ausgeschlossen werden. In diesem Fall steht die dritte, gegen Erdbeben geschützte Notstandkühlkette für die sekundärseitige Wärmeabfuhr zur Verfügung. Beide Blöcke des KKB verfügen über jeweils ein Notstand-Brunnenwassersystem, welches Grundwasser aus dem Notstandbrunnen entnimmt. Im Fall des Ausfalls eines Notstand-Brunnenwassersystems, kann das verbleibende System die Kühlwasserversorgung beider Blöcke übernehmen, so dass diese Funktion einzelfehlersicher ist.

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

2.2 Schutz der Brennelementlagerbecken gegen externe und interne Ereignisse

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



2.2.1 Angaben des Bewilligungsinhabers

Aufgrund ihrer hohen Lage im Nebengebäude sind die Brennelementbecken A und B gegen natürliches Hochwasser und Flutwellen geschützt.

Das KKB verfügt über zwei Brennelementbecken A und B für abgebrannte Brennelemente. Beide Becken befinden sich ausserhalb des Containments in einem separaten Gebäude, dem Nebengebäude B, welches seitlich am Reaktorgebäude angebaut ist. Beide Brennelementbecken werden durch das Transferbecken C ergänzt. Dieses befindet sich auch im Nebengebäude B. Als Verbindung zwischen dem Transferbecken C und dem Transferkanal im Containment dient ein horizontales Transferrohr, das das Containment durchdringt. Brennelemente werden im Containment von der vertikalen in die horizontale Stellung gekippt und horizontal durch eine entsprechende Schleuse über das Rohr in das Transferbecken im Nebengebäude gebracht.

Das KKB ist für das Sicherheitserdbeben (SSE) mit einer Grundbeschleunigung am Fundament (für das Reaktorgebäude: Fels) von 0,12 g horizontal und von 0,08 g vertikal ausgelegt und wurde für ein verstärktes Erdbeben von 0,15 g horizontal und 0,1 g vertikal requalifiziert.

Die massiven Brennelementbecken sind im Nebengebäude B untergebracht und weisen grosse Wandstärken auf. Aufgrund der Ergebnisse der probabilistischen Sicherheitsanalyse kommt das KKB zum Schluss, dass das Brennelementbecken im Vergleich zum Auslegungserdbeben SSE rund zehnmal höheren Erdbebeneinwirkungen widersteht.

Für den Gebäudeteil oberhalb des Beckens wurde letztmals im Jahr 2008 eine Erdbebenanalyse durchgeführt. Dabei wurde nachgewiesen, dass der Oberbau des Beckens einem SSE widersteht. Die Bestimmung der Grenztragfähigkeit (HCLPF-Wert) des Oberbaus im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse wird momentan revidiert. Das KKB schätzt, dass der HCLPF-Wert rund 2,5-mal höher liegt als das SSE.

Eine nicht tragende Backsteinwand an der Westseite des Oberbaus beim Übergang zum Nebengebäude C kann bei Erdbeben versagen. Obwohl das KKB bei Versagen dieser Wand keine relevanten Schäden an den im Becken gelagerten Brennelementen erwartet, sollen Massnahmen zum Schutz der Brennelementbecken ergriffen werden.

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

Das ENSI kommt wie das KKB zum Schluss, dass die massiven Brennelementbecken mit grossen Wandstärken einen äusserst hohen Widerstand gegenüber Erdbebeneinwirkungen aufweisen. Die Einschätzung des KKB, wonach das Brennelementbecken im Vergleich zum Auslegungserdbeben SSE rund zehnmal höheren Einwirkungen widersteht, ist plausibel. Da Betonbauteile mit den vorhan-



denen Wandstärken den Beschuss mit harten Stahlteilen aushalten, kann unterstellt werden, dass die Baustruktur des Beckens den Trümmereinwirkungen infolge Einsturz des Oberbaus bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen ebenfalls widersteht. Die Integrität der Brennelementbecken selbst ist somit sowohl unter Erdbeben- als auch unter Trümmereinwirkungen gegeben.

Im Rahmen des Projekts MAWID (Nachrüstung materielle Widerstandswerte) wurde das Brennelementlagergebäude B seismisch ertüchtigt. Die südlichen Aussenwände des Oberbaus wurden verstärkt. Unter Berücksichtigung dieser Verstärkungen und der Zusatzlasten infolge neuer Sicherungselemente wurde vom KKB eine Erdbebenanalyse verfasst mit dem Ergebnis, dass das Brennelementlagergebäude B einem Sicherheitserdbeben SSE standhält. Das ENSI beurteilte den Bericht als vollständig, nachvollziehbar und korrekt. Da die Trennwand zwischen dem Brennelementlagergebäude B und dem Nebengebäude C nicht betoniert ist, führen Erdbeben zu Torsionsbeanspruchungen des Oberbaus. Obwohl ein allfälliges Versagen dieser nicht tragenden Backsteinwand die Tragfähigkeit des Gebäudes nicht gefährdet, erachtet das ENSI eine Verbesserung des Gebäudeverhaltens im Hinblick auf den Schutz der Brennelemente für erforderlich.

Befund 1: Das Erdbebenverhalten des Nebengebäudes B ist verbesserungsbedürftig.

Der Befund war dem ENSI bereits vor den Ereignissen von Fukushima bekannt, doch war vorgesehen, diesen im Rahmen der Forderung 5-2 aus der Sicherheitstechnischen Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des Kernkraftwerks Beznau Block 1 und Block 2 (ENSI 14/1400 vom 30. November 2010) zu behandeln. Aufgrund der Ereignisse von Fukushima gibt das ENSI diesem Punkt zusätzliches Gewicht. Die zur Behandlung dieses Befunds erforderliche Massnahme wird unter Punkt 4 „Entscheid zur Behandlung des identifizierten Verbesserungsbedarfs“ festgelegt.

Das KKB hat erkannt, dass für den Oberbau des Brennelementlagergebäudes B die Grenztragfähigkeit (HCLPF-Wert) bisher zu optimistisch eingeschätzt wurde und diese Analyse daher zu revidieren ist. 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 KKB nicht behandelt. Das ENSI geht auf die Thematik unter Punkt 3 „Erwägungen zum Bedarf nach weiteren Massnahmen“ ein.

2.3 Brennelementbeckenkühlung

2.3.1 Angaben des Bewilligungsinhabers

Die Brennelementbeckenkühlung im KKB ist zweisträngig aufgebaut. Die Wärme aus dem Brennelementbecken wird über die erste Kühlkette an die Aare abgeführt. Sowohl die Komponenten der Kühlkette als auch deren Stromversorgung sind nicht durchgängig gegen die Auslegungsstörfälle Erdbeben und Überflutung geschützt. Zur Wiederherstellung der Brennelementbeckenkühlung bei Überflutung der Pumpen des der ersten Kühlkette angehörenden Nebenkühlwassersystems verfügen die Kühler des zugehörigen Zwischenkühlwassersystems über Löschwasseranschlüsse. Die Kühlwasserversorgung erfolgt in diesem Fall mit Hilfe anlageinterner Notfallmassnahmen, die in einer Notfallvorschrift festgelegt sind.

Zusätzlich verfügt das KKB über eine einsträngige alternative Brennelementlagerkühlung, die vor rund 10 Jahren nachgerüstet wurde. Zur Kühlung des Brennelementbeckens kann auch Trink- und Feuerlöschwasser verwendet werden. Zur Inbetriebnahme der alternativen Kühlung bedarf es ebenfalls anlageinterner Notfallmassnahmen vor Ort, die in einer Notfallvorschrift festgelegt sind. Bei Ausfall der alternativen Kühlung kann Löschwasser direkt über einen Anschluss an diese Leitung in die Brennelementlagerbecken eingespeist werden. Weitere Nachspeisemöglichkeiten sind in einer Unfallbegrenzungsrichtlinie festgelegt. Für die Inbetriebnahme der alternativen Brennelementbeckenkühlung stehen je nach Beladung der Brennelementlagerbecken deutlich mehr als 10 Stunden zur Verfügung.



Insgesamt existiert für die Kühlung der Brennelementlagerbecken somit ein umfassendes Sicherheitskonzept, bestehend aus verschiedenen Kühlmöglichkeiten, grossen Zeitfenstern zur Erstellung der Kühlung und einer vollumfänglichen Integration der Notfallmassnahmen in das anlageninterne, vorbeugende und lindernde Unfall-Management. Die Brennelementbeckenkühlung ist im KKB nicht vollumfänglich gegen Erdbeben geschützt und kann nicht vom Notstandssystem versorgt und gesteuert werden.

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.

In der Sicherheitstechnischen Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des KKW Beznau forderte das ENSI die Überprüfung aller sicherheitstechnisch klassierten Anlagenteile im Hinblick auf die im Rahmen des PEGASOS-Projektes neu ermittelte Erdbebengefährdung. 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 KKB stuft das ENSI die Brennelementbeckenkühlsysteme als Betriebssystem ein. Eine vollumfänglich erdbebenqualifizierte Kühlung steht nicht zur Verfügung. Sie kann auch nicht vom Notstandssystem versorgt und gesteuert werden.

Deshalb kommt den anlageinternen Notfallschutzmassnahmen zur Sicherstellung der Brennelementbeckenkühlung eine hohe Bedeutung zu. Bei Ausfall der Brennelementbeckenkühlsysteme verbleiben im ungünstigsten Fall 13 Stunden, bis die Brennelementbecken sieden und 98 Stunden bis zur Brennstoffabdeckung. Damit steht genügend Zeit zur Wiederherstellung des Wasserinventars 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 Langzeitbetrieb-Sicherheitsnachweises verfügten 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 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.



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

Die anlageinternen Notfallschutzmassnahmen zur Sicherstellung der Brennelementbeckenkühlung basieren auf der Annahme, dass aufgrund der grossen Wasservorlagen in den Brennelementbecken eine ausreichende Zeit für die Erkennung und Durchführung von manuellen Operationen besteht. Hierbei handelt es sich im KKB um vor Ort (innerhalb oder ausserhalb der jeweiligen Gebäude) von den Operateuren zu ergreifende Massnahmen. Hierfür sind grössere Zeitfenster und der Zugang zu diesen Orten erforderlich. Zudem besteht bei einem Ausfall der Lüftung im Nebengebäude B keine Möglichkeit, den durch die Nachwärme der Brennelementbecken entstehenden Dampf kontrolliert abzuführen.

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.

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

Gestützt auf Art. 94 Abs. 7 der Strahlenschutzverordnung stellt das ENSI im Sinne vorsorglicher Massnahmen die Forderungen 1 bis 3.

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

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 2011² zu bestimmen.

Zur Behandlung des unter Punkt 2 „Erwägungen“ genannten Befunds 2 stellt das ENSI folgende Forderung:

² ENSI, Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung, SGE/FLP-14/11/015 vom 1. April 2011



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.

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“ genannten Befunds 3 stellt das ENSI folgende Forderung:

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.

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 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.

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 KKB hat bis zum 31. März 2012 gemäss den Verfahrensvorgaben der ENSI-Verfügung vom 1. April 2011² 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 seismischen Gefährdungsannahmen so begrenzt bleiben, dass der daraus resultierende Füllstandsabfall durch die vorhandenen Einspeisesysteme kompensiert werden kann.

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



Forderung 5: Das KKB 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 angebotenen Verfügung (oder eine Fotokopie) und die als Beweismittel angerufenen Urkunden sind beizulegen, soweit der Beschwerdeführer sie in Händen hat.