



ENSI, CH-5200 Brugg

A-Post
Axpo Power AG
Kernkraftwerk Beznau
Beznau
5312 Döttingen

ENSI AUS:

- 2. Juli 2013

Verteiler:

Klassifizierung: **keine**



Ihr Zeichen: [REDACTED]
Unser Zeichen: [REDACTED] - 14/12/058
Sachbearbeiter: [REDACTED]
Brugg, 1. Juli 2013

Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes

Sehr geehrte Damen und Herren

Als Resultat aus der Überprüfung der vom KKB eingereichten Unterlagen zum EU-Stresstest /3/ hatte das ENSI Klärungsbedarf bezüglich der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes identifiziert /5/. Insbesondere ging es um die fehlende Bewertung, inwieweit die Containmentisolation ein konsequentes Fail-Safe-Verhalten aufweist und wie seismisch robust die Primärkreislaufisolation ist. Daraufhin stellte das ENSI mit Brief vom 10. Januar 2012 /6/ u.a. die folgende Forderung an das KKB:

Das ENSI fordert das KKB auf, die seismische Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes zu überprüfen und dem ENSI die Ergebnisse bis zum 30. September 2012 einzureichen.

Bereits im Rahmen des mit der Verfügung vom 1. April 2011 /2/ geforderten deterministischen Nachweises zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens zeigte das KKB auf, dass die Isolation des Primärkreislaufes und des Containments ausreichend seismisch robust ist.

Mit Schreiben vom 6. August 2012 /11/ hatte das ENSI den erwarteten Umfang und Detaillierungsgrad der geforderten Untersuchung spezifiziert. Folgende Punkte waren mindestens zu berücksichtigen:

- Die Analyse umfasst alle Durchdringungen und zugehörige Absperrarmaturen des Containments einschliesslich der Schleusendurchführungen.



Klassifizierung:
Betreff:

keine
Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreistaufes

- Die Dokumentation beinhaltet ein Übersichtsschema aller Containment-Durchdringungen und deren Abschlussarmaturen mit Angabe der Durchdringungs-Nr. und des AKZ.
- Für jede Durchdringung ist die Notwendigkeit des Abschlusses zu diskutieren. Hierbei ist ein Einzelfehler in den zur Störfallbeherrschung kreditierten Systemen und das Versagen der nicht gegen Erdbeben explizit nachgewiesenen Rohrleitungen zu unterstellen.
- Falls Durchdringungen existieren, die Besonderheiten aufweisen (z. B. kein automatischer Abschluss, Absperrarmaturen sind offen verriegelt oder weisen ein „Fail-open“-Verhalten auf), sind diese explizit darzulegen.
- Alle Durchdringungen und zugehörige Absperrarmaturen sind übersichtlich in tabellarischer Form mit folgenden Angaben darzustellen und zu bewerten:
 - AKZ, Rohrleitungsdurchmesser und zugehöriges System der Durchführungen,
 - sicherheitstechnische Relevanz der Durchdringung bei Erdbeben,
 - seismische Robustheit der Durchdringung und zugehöriger Rohrleitungen inner- und ausserhalb des Containments,
 - Aufstellungsort und Stellung der Absperrarmaturen im Normalbetrieb,
 - Antriebsart der Absperrarmaturen und Schliessverhalten,
 - Ansteuerung und Spannungsversorgung mit Angabe der Reaktorschutzsignale und der Schienen,
 - etwaige Ersatzmassnahmen, falls ein automatisches Schliessen einer Durchdringung nicht gewährleistet werden kann mit Verweis auf die zugehörige Störfallvorschrift,
 - Zugehörigkeit zur Isolationsgruppe,
 - seismische Robustheit mit Angabe der Art des Nachweises (z.B. explizit analysiert, über Rohrleitungsnachweise abgedeckt) und Referenz des Erdbebennachweises.
- Die zugehörigen Erdbebennachweise sind mit einzureichen.

Das KKB hat die geforderte Überprüfung durchgeführt und die Ergebnisse dem ENSI mit dem Brief vom 28. September 2012 /12/ eingereicht. Dem Brief sind die Technische Mitteilung /13/ und eine CD mit den zugehörigen seismischen Einzelnachweisen beigelegt.

1. Angaben des Betreibers

Umfang eingereichter Informationen

Die Technische Mitteilung TM-511-RA12010 war dem ENSI bereits im Rahmen des deterministischen Nachweises der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens zum 30. März 2012 als Revision 0 /7/ eingereicht worden. Die Revision 0 enthielt Nachweise der seismischen Robustheit der Isolation des Containments einschliesslich des Primärkreises und deckte schon damals einen Grossteil der Forderungen im ENSI-Schreiben /11/ ab. Im Vergleich zu /7/ wird die Revision 1 dieser Technischen Mitteilung /13/ um ein Kapitel, in dem auf die Forderungen in /11/ eingegangen wird, um ein Übersichtsschema und um eine Tabelle, in der alle Durchdringungen, die zugehörigen Absperrarmaturen mit den zugehörigen Versorgungsschienen, die Leitungsdurchmesser sowie etwaige Ersatzmassnahmen aufgelistet sind, erweitert. Insbesondere werden neu auch die Schleusentore des Containments und des Ringraums berücksichtigt.



Klassifizierung:
Betreff:

keine
Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments
und des Primärkreislaufes

Seismische Robustheit der Containmentisolation

Der Bericht /13/ enthält eine Gesamtauswertung der seismischen Nachweise der Containmentisolation (einschliesslich des Primärkreislaufes) in tabellarischer Form. Darin werden alle Durchdringungen, die zugehörigen Absperrarmaturen sowie alle Schleusendurchführungen berücksichtigt. Die Ausführungen zur seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes in /7/ und /13/ basieren auf den Technischen Mitteilungen /8/ und /9/, die dem ENSI im Rahmen des deterministischen Nachweises der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens eingereicht worden waren.

In /8/ ist ausgeführt, dass im KKB an allen Durchdringungen, welche mit der Containment-Atmosphäre, dem Containment-Sumpf oder dem Reaktorkühlsystem in Verbindung stehen können, mindestens eine der zwei vorhandenen Isolationsarmaturen eine der folgenden Eigenschaften aufweist:

- a) geschlossene Handarmatur oder selbsttätig schliessende Rückschlagarmatur,
- b) Motorarmatur, welche vom Notstand-Schutzsystem angesteuert und von der Notstand-Wechselstromversorgung gespeist wird,
- c) pneumatische Armatur mit „fail-closed“-Verhalten, welche vom Notstand-Schutzsystem angesteuert wird,
- d) pneumatische Armatur mit „fail-closed“-Verhalten, welche vom Reaktorschutzsystem (ESFAS) angesteuert wird.

Die seismische Robustheit der Isolationsarmaturen innerhalb des Containments wird in /9/ mit einem HCLPF-Wert von 0,81 g und der ausserhalb des Containments mit 0,52 g (A Penetration) bzw. 0,46 g (B Penetration) angegeben. Für die seismisch schwächsten Rohrleitungen von geschlossenen, das Containment durchdringenden Systemen, bei denen auf eine Containmentisolation verzichtet wird, wird ein Wert von 0,51 g ausgewiesen. Das Notstand-Schutzsystem und die Notstand-Stromversorgung weisen mit 0,84 g bzw. 0,73 g eine deutlich höhere seismische Robustheit auf als das Reaktorschutzsystem und die 120-V-Gleichstromversorgung mit 0,23 g. Die Gebäude, in denen Ausrüstungen für die Containmentisolation untergebracht sind, weisen einen HCLPF-Wert von mindestens 0,42 g auf.

Damit liegen die HCLPF-Werte der Gebäude sowie der mechanischen und elektrischen Ausrüstungen mit Ausnahme der 120-V-Gleichstromversorgung über dem Wert von 0,348 g, der beim PEGASOS Refinement Project-Intermediate Hazard (PRP-IH) für die maximale Bodenbeschleunigung an der Geländeoberfläche (PGA) ausgewiesen wird. Mit Ausnahme einzelner Motorarmaturen, die ausschliesslich über das Notstand-Schutzsystem angesteuert werden und Notstand-stromversorgt sind, erfolgt die Containmentisolation über Armaturen, die bei Ausfall der seismisch schwachen 120-V-Gleichstromversorgung selbsttätig schliessen. Aus Sicht des KKB ist daher von einer sicheren Auslösung der Containmentisolation auszugehen.

2. Beurteilungsgrundlage

Gemäss Art. 7, Bst. c. KEV ist die Anlage zur Beherrschung von Störfällen derart auszulegen, dass keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage entstehen; dazu sind passive und aktive Sicherheitssysteme vorzusehen. Darüber hinaus sind gemäss Art. 7 Bst. d. KEV gegen Störfälle, bei denen radioaktive Stoffe in gefährdendem Umfang freigesetzt werden können (sog. auslegungsüberschreitende Störfälle), zusätzlich vorbeugende und lindernde Vorkehrungen u. a. im technischen Bereich zu treffen.



Klassifizierung:
Betreff:

keine
Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments
und des Primärkreislaufes

Sofern bei einem Druckwasserreaktor die Primärkreisintegrität bei einem Auslegungserdbeben sichergestellt ist, bedarf es zur Störfallbeherrschung keiner Sicherstellung der Containmentintegrität. Bei einem auslegungsüberschreitenden Erdbeben sind Aktivitätsfreisetzungen innerhalb des Containments nicht vollkommen auszuschliessen, z.B. wenn eine primärseitige Druckentlastung infolge Ausfalls der sekundärseitigen Nachwärmeabfuhr erforderlich ist oder wenn erdbebenbedingte Schäden an primärkühlmittelführenden Leitungen auftreten. Im Sinne des Defense-in-Depth-Konzepts fällt der Containment- und Primärkreislaufisolation als Barriere zur Aktivitäts- wie auch zur Kühlmittelrückhaltung eine hohe Bedeutung zu, so dass deren Funktion auch bei auslegungsüberschreitenden Erdbeben zu gewährleisten ist.

Generell gilt die Containment- bzw. die Primärkreislaufisolation als seismisch robust, wenn die Erdbebenfestigkeit (HCLPF) der schwächsten Komponente grösser ist als die zu erwartende maximale Beschleunigung am Standort (PGA) auf Basis des PRP-IH.

Zur Beurteilung der seismischen Robustheit der Isolation des Containments bzw. des Primärkreislaufes wurde im Einzelnen geprüft,

- ob die Containment- und Primärkreislaufdurchdringungen, die zugehörigen Abschlussarmaturen und Hilfssysteme sowie die Gebäude vollständig zusammengestellt wurden,
- ob Handabsperungen als Ersatzmassnahme nur kreditiert werden zur Beherrschung eines Einzelfehlers, wenn entsprechende Massnahmen in Vorschriften festgelegt sind,
- ob bei Verzicht der automatischen Absperrung einer Containmentdurchdringung der Abschluss eines geschlossenen, seismisch robusten Systems nachgewiesen wurde.

3. Bewertung des ENSI

Umfang eingereichter Informationen

Im Rahmen des Nachweises der einzelfehlersicheren Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens war die Containmentisolation vom KKB bereits im März 2012 mit einbezogen worden, da die primärseitige Feed-and-Bleed-Betriebsweise für die Sicherstellung der Druckentlastung und der Kühlung des Reaktors bei einem Einzelfehler im Notstandsystem ergriffen und die Aktivitätsrückhaltung durch die Dichtheit des Containments gewährleistet werden muss (siehe /6/). Die Bewertung der seismischen Robustheit der Containmentabsperungen war somit bereits Bestandteil der Stellungnahme des ENSI /10/ vom 9. Juli 2012. Mit dem Brief /12/, der beigelegten Technischen Mitteilung /13/ sowie den seismischen Einzelnachweisen auf der CD reicht das KKB die in der Verfügung /5/ geforderten Unterlagen fristgerecht, vollständig und mit der in /11/ verlangten Detailtiefe ein.

Das KKB hatte mit /1/ ein Konzept zum Umfang der Dichtheitsnachweise von Rohrleitungsdurchdringungen am Containment vorgelegt, das zurzeit vom ENSI geprüft wird. Auf die Dichtheit der gemäss /13/ für die Containmentisolation notwendigen Abspereinrichtungen wird daher in dieser Stellungnahme nicht eingegangen.

Erdbebenfestigkeiten von Gebäuden und Komponenten

Im Rahmen des Nachweises zum 10'000-jährlichen Erdbeben hat das ENSI die vom KKB ermittelten Erdbebenfestigkeiten von Gebäuden sowie von mechanischen und elektrischen Ausrüstungen bereits geprüft. Die Tragsicherheitsnachweise der Gebäude, in denen die Ausrüstungen zur Absperrung des Containments und zur leittechnischen Auslösung der Containmentisolation angeordnet sind, wurden aufgrund von Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsbetrachtungen vom ENSI mit /10/ akzeptiert. Die Angaben des KKB zu den elektrischen und mechanischen Ausrüstungen wurden vom ENSI stichpro-



Klassifizierung:
Betreff:

keine
Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes

benartig geprüft. Mit Blick auf die Containmentisolation wurden die elektrischen und leittechnischen Ausrüstungen im Notstandgebäude durch einen Vergleich der Prüfbeschleunigungen, die aus Schwingungsversuchen bekannt sind, mit den vom KKB neu berechneten Etagenantwortspektren geprüft und in /10/ als plausibel bewertet. Das Vorgehen des KKB und die generisch bestimmten Erdbebenfestigkeiten der Isolationsventile innerhalb und ausserhalb des Containments, welche die Stichprobe bei den mechanischen Ausrüstungen der Containmentisolation bildeten, wurden vom ENSI in /10/ ebenfalls als plausibel bewertet.

Nach der endgültigen Festlegung der neuen Erdbebengefährdungsannahmen im Projekt PRP sind die Erdbebenfestigkeiten neu zu ermitteln und zu überprüfen. Die hierfür akzeptierten Nachweismethoden legt das ENSI zurzeit fest.

Seismische Robustheit der Containmentisolation

Die Containmentdurchdringungen waren im Zusammenhang mit der radiologischen Analyse des Auslegungserdbebens bereits im Jahre 2008 auf Vollständigkeit geprüft worden. Die dabei festgestellten offenen Punkte zur Sicherstellung der Integrität des Containments waren alle vom KKB bereits in /7/ berücksichtigt worden. Mit der Ergänzung der Schleusendurchführungen sind die Durchdringungen in /13/ nun vollständig erfasst. Die in /13/ vorgenommenen Anpassungen und Ergänzungen berücksichtigen alle Hinweise.

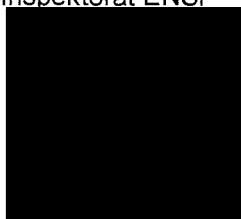
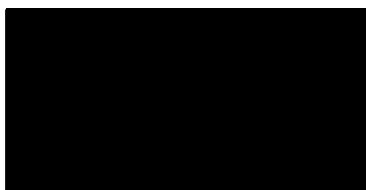
Die seismischen Nachweise, die das KKB im Rahmen des Nachweises der einzelfehlersicheren Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens mit /8/ vorgelegt hatte und auf denen die Angaben in /13/ basieren, berücksichtigen bereits die Ausrüstungen der Containmentisolation und insbesondere auch die als sehr robust erachteten Schleusen. Das ENSI hatte diese Nachweise mit /10/ akzeptiert.

Das KKB kreditiert zur Beherrschung eines Einzelfehlers keine Handabsperungen als Ersatzmassnahme. Für die innerhalb des Containments geschlossenen Systeme, bei denen keine Absperarmaturen für den Gebäudeabschluss berücksichtigt werden, wurde die ausreichende seismische Robustheit vom KKB bereits in /9/ nachgewiesen.

Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass das KKB mit den eingereichten Unterlagen umfassend und nachvollziehbar aufgezeigt hat, dass die Containmentisolation eine ausreichende seismische Robustheit aufweist, die darüber hinaus noch einen weiteren Bereich auslegungsüberschreitender Erdbeben abdeckt. Das ENSI betrachtet den Punkt 3.1 der Verfügung vom 10. Januar 2012 /6/ zum Nachweis der seismischen Robustheit der Containment- und Primärkühlkreislaufisolation als erfüllt und schliesst das Geschäft 14/12/058.

Freundliche Grüsse

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI



Referenzen:

/1/ KKB-Brief ([REDACTED]); KKB 1 und 2, Konzept zum Umfang der Dichtheitsnachweise von Rohrleitungsdurchdringungen am Containment für das KKB; 31. März 2011



Klassifizierung:
Betreff:

keine
Kernkraftwerk Beznau
Stellungnahme des ENSI zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes

- /2/ ENSI-Brief (SGE/FLP-12/11/027); Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung; 1. April 2011
- /3/ Technische Mitteilung KKB TM-511-R 11043; Schlussbericht des Kernkraftwerkes Beznau zum EU-Stresstest; Rev. 0, 28. Oktober 2011
- /4/ Aktennotiz ENSI-AN-7798; EU stress test, Swiss national report, ENSI review of the operators' reports; published 31.12.2011
- /5/ ENSI-Brief (SGE - 10KEX.STRESSTEST); Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht zum EU-Stresstest; 10. Januar 2012
- /6/ KKB-Brief (■■■■■■■■■■ ■■■■■■); Forderungen aus ENSI-Verfügung vom 1. April 2011: Deterministischer Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens, ENSI-Geschäftsnummer 14/11/015; 30. März 2012.
- /7/ KKB Technische Mitteilung TM-511-RA12010; Analyse der Dichtigkeit der Containment-Absperrung nach einem Erdbeben mit nachfolgendem Hochwasser; Revision 0, 30. März 2012
- /8/ KKB Technische Mitteilung TM-511-RN11048; Aktualisierung der Erdbebenfestigkeitsnachweise (Fragilities) für KKB gemäss ENSI-Verfügung vom 1.4.2011; Rev. 1, 30. März 2012
- /9/ KKB Technische Mitteilung TM-511-RN11049; Aktualisierung der KKB-Komponenten-Fragilities per 30.11.2011; Rev. 1, 30. März 2012
- /10/ ENSI 14/1658; Stellungnahme des ENSI zum deterministischen Nachweis des KKB zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens; 9. Juli 2012
- /11/ ENSI-Brief (■■■■■■■■■■-10KEX.APFUKU1); ENSI-Verfügung vom 10. Januar 2012, Kernkraftwerk Beznau, Hinweise zum Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes; 6. August 2012
- /12/ KKB-Brief (■■■■■■■■■■ ■■■■■■); ENSI-Verfügung vom 10. Januar 2012, Kernkraftwerk Beznau, Nachweis der seismischen Robustheit der Isolation des Containments und des Primärkreislaufes; 28. September 2012
- /13/ KKB Technische Mitteilung TM-511-RA12010; Analyse der Dichtigkeit der Containment-Absperrung nach einem Erdbeben mit nachfolgendem Hochwasser; Revision 1, 30. September 2012