

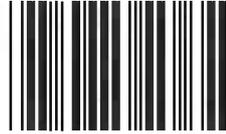


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

433



AN-Nummer

**ENSI-AN-8146**

Datum

19. Dezember 2012

Aktenzeichen

40KRI.ACH

Typ/Charakter

Aktennotiz

Klassifikation

öffentlich

Bearbeiter



Visum

Sachbearbeiter:

Vorgesetzter:

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

KKM, Umweltbundesamt Österreich, Fachgutachten

Seiten 6

Beilagen

Zeichnungen

## **ENSI-Stellungnahme zu den Empfehlungen der Kategorie 2 des Fachgutachtens KKM der österreichischen Umweltbundesamt GmbH**

### **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Das ENSI hat die neun Empfehlungen der Kategorie 2 aus dem Fachgutachten der österreichischen Umweltbundesamt GmbH geprüft und hierzu in den folgenden Kapiteln im Detail Stellung genommen. Die Empfehlungen betreffen im Wesentlichen die Themenbereiche PSA, Erdbeben (-nachweise), Überflutung, Notstromversorgung der Instrumentierung und Wasserstoffgefährdung. Das ENSI konnte keine neuen Aspekte im Zusammenhang mit den aufgeworfenen Sicherheitsfragen identifizieren.

Zusammenfassend ergibt sich aus Sicht des ENSI kein Handlungsbedarf aus den Empfehlungen der Kategorie 2.

### **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Hintergrund</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Stellungnahme des ENSI zu den Empfehlungen der Kategorie 2</b>	<b>2</b>
2.1	Empfehlungen zur standortbezogenen Gefährdung	2
2.2	Empfehlungen zur Anlagentechnik	3

Verteiler:

BFE: 1 Exemplar

ENSI: KASI, Archiv



## 1 Hintergrund

Mit Brief /1/ vom 30. April 2012 hat das österreichische Bundesministerium für europäische und internationale Angelegenheiten dem BFE ein Fachgutachten /2/, erstellt von der österreichischen Umweltbundesamt GmbH im Auftrag des fachzuständigen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, zugestellt. Das Gutachten behandelt sicherheitstechnische Aspekte des KKM, „...die aus österreichischer Sicht einer vertieften bilateralen Erörterung bedürfen“ /1/. Das BFE bat das ENSI in seinem Brief vom 15. Mai 2012 /3/ um eine erste Sichtung der Fachstellungnahme, um das weitere Vorgehen gegenüber Österreich festlegen zu können.

Mit Brief /4/ hat das ENSI die im Fachgutachten aufgeführten, kurzfristig zu prüfenden Empfehlungen der Kategorie 1 sowie die Aussagen zu den postulierten Quelltermen und radiologischen Auswirkungen kommentiert. Gegenstand der vorliegenden Aktennotiz sind die gemäss Fachgutachten weniger kurzfristig zu prüfenden Empfehlungen der Kategorie 2.

## 2 Stellungnahme des ENSI zu den Empfehlungen der Kategorie 2

### 2.1 Empfehlungen zur standortbezogenen Gefährdung

#### Empfehlung 1:

„Das Anheben des Sicherheitserdbebens von einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr auf  $10^{-5}$  pro Jahr dringend zu empfehlen.“

#### Stellungnahme des ENSI:

Gemäss Verordnung des UVEK zu den Gefährdungsannahmen und der Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) sind im deterministischen Nachweis externe Gefährdungen mit einer Überschreitungshäufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu betrachten. Dabei fordert das ENSI die Verwendung des Mittelwertes der Gefährdungskurven bei einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr. Dies ist im Vergleich mit dem internationalen Stand der Technik anspruchsvoll, da in Europa nur in der Schweiz für den Nachweis eine systematische, umfassende Erdbebengefährdungsanalyse nach einem SSHAC-Level-4-Verfahren (siehe NUREG/CR-6372; <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr6372/>) unterlegt wird.

Keine in der Fachstellungnahme genannte Referenz verlangt die Verwendung eines Mittelwertes von  $10^{-5}$  pro Jahr als Überschreitungshäufigkeit. Wenn, wie von STUK oder KTA, ein 50%-Fraktilwert bei  $10^{-5}$  pro Jahr angesetzt wird, ist zu beachten, dass der Mittelwert bei  $10^{-4}$  pro Jahr und der 50%-Fraktilwert bei  $10^{-5}$  pro Jahr im Allgemeinen im gleichen Bereich liegen. Davon wird auch im internationalen Regelwerk ausgegangen.

In der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) ist gemäss den geltenden Richtlinien der gesamte Erschütterungsbereich von schwachen bis hin zu beliebigen starken Erdbeben zu berücksichtigen.

---

/1/ Brief GZ.BMeiA-CH.3.19.04/0014-III.7a/2012 des Bundesministeriums für europäische und internationale Angelegenheiten, 30.04.2012

/2/ Umweltbundesamt, „Fachstellungnahme zu sicherheitstechnischen Aspekten des Schweizer Kernkraftwerks Mühleberg“, Report REP-0385, Wien 2012

/3/ BFE-Brief snf „Fachstellungnahme“ vom 15. Mai 2012

/4/ ENSI-Brief SCR/GUJ – 40KRI.ACH vom 3. September 2012



sichtigen. Damit sind die Erdbeben mit einer Überschreitungshäufigkeit kleiner als  $10^{-4}$  pro Jahr, wie auch der Auslegungsbereich, in der PSA behandelt.

#### Empfehlung 2:

*„Eine klare Definition der Annahmen für die Risikoabschätzung, welche das gesamte Risikoportfolio (Einzelrisiko vs. Verschiedenen Kombinationen) für das Kraftwerk, aber auch die unmittelbar damit zusammenhängenden anderen Bauwerke (Wohlensee-Staudamm) umfasst, ist erforderlich. Diese Festlegung sollte zumindest die anzustrebende Auftretenswahrscheinlichkeit enthalten und klare Angaben zu den Konfidenzintervallen machen.“*

#### Stellungnahme des ENSI:

Die Anforderungen an die Erstellung einer PSA sind in der Richtlinie ENSI-A05 geregelt. Die risikotechnischen Beurteilungskriterien finden sich in der Richtlinie HSK-A06. Die Richtlinien richten sich nach dem internationalen Stand der Technik.

Für Anlagen, bei denen ein Erdbeben einen relevanten Staudamm und das Werk gleichzeitig betreffen kann, berücksichtigt die Erdbeben-PSA die Konsequenzen eines allfälligen Versagens des Staudamms. Darüber hinaus werden in der Erdbeben-PSA auch zufällige, Erdbeben unabhängige Unverfügbarkeiten von Komponenten und Systemen betrachtet. Unsicherheiten werden systematisch berücksichtigt und quantifiziert.

## **2.2 Empfehlungen zur Anlagentechnik**

#### Empfehlung 1:

*„Das zukünftige Nachweiskonzept für das Sicherheitserdbeben sollte dargestellt werden. Sofern ein Wechsel in der Nachweismethodik angestrebt wird, sollte dies samt der damit verbundenen Konsequenzen für die Aussagesicherheit des Nachweises und die Reserven der Anlage über das Bemessungsereignis hinaus erläutert werden. Insbesondere sollte, sofern der Erdbebenachweis zukünftig auf Basis von Fragilitäten erfolgen soll, dargestellt werden, wie der damit verbundene höhere Anteil an ‚engineering judgement‘ sowie die gegenüber einer ‚klassisch‘ deterministischen Nachweisführung erhöhten Unsicherheiten berücksichtigt werden sollen.“*

#### Stellungnahme des ENSI:

Aufgrund der Verfügung des ENSI vom 18. März bzw. 1. April 2011 zum Schutz gegen das 10'000-jährliche Erdbeben hat das KKM im Jahr 2012 neue Nachweise für das Sicherheitserdbeben erbracht. Dabei wurden die aktuellen seismischen Gefährdungsannahmen auf der Grundlage des neuen Erdbebenkataloges des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) und die im Pegasos Refinement Project (PRP) erhobenen Standortdaten verwendet. Die Berechnung erfolgte auf der Basis der aktuellen Resultate der Abminderungsmodellierung (PRP Intermediate Hazard).

Die vom KKM in den Nachweisen für das Sicherheitserdbeben angewandte deterministische Methode der Seismic Margin Analysis (SMA) <sup>1/5</sup> zur Analyse der seismischen Reserven ist international anerkannt und wurde ursprünglich vom U.S.-amerikanischen Electrical Power Research Institute (EPRI) entwickelt und von der U.S.NRC im Rahmen des freiwilligen IPEEE-Programms

---

<sup>1/5</sup> Electric Power Research Institute, A Methodology for Assessment of Nuclear Power Plant Seismic Margin Rev. 1, EPRI NP-6041-SL, 1991.



/6/ akzeptiert. Für die Erdbebenfestigkeitsnachweise (Fragility-Berechnungen) werden im Rahmen der SMA-Methode entsprechend dem Stand der Technik sogenannte High Confidence of Low Probability of Failure (HCLPF)-Werte der sicherheitstechnisch relevanten Systeme, Strukturen und Komponenten (SSK) betrachtet. In Übereinstimmung mit der internationalen Aufsichtspraxis können die HCLPF-Werte sowohl mit deterministischen als auch mit probabilistischen Verfahren bestimmt werden /7/, /8/. Der HCLPF-Wert einer SSK ist als Mass für die deterministische Versagensgrenze der SSK mit Konservativität behaftet. Er ist so definiert, dass er den Wert der Bodenbeschleunigung angibt, bei dem die Versagenswahrscheinlichkeit der SSK ca. 1 % beträgt /5/, /9/. Bei den mit probabilistischen Verfahren ermittelten Tragfähigkeiten (bzw. Reserven über das ursprüngliche Bemessungserdbeben hinaus) müssen die Unsicherheiten /10/ berücksichtigt und transparent ausgewiesen werden.

Das ENSI kommt zu dem Ergebnis, dass die Kernkühlung des KKM unter Einwirkung eines 10'000-jährlichen Erdbebens gewährleistet ist. Nach Abschluss des Projekts PRP und Überprüfung der Endergebnisse durch das ENSI wird das ENSI sowohl die Gefährdungsannahmen wie auch das methodische und terminliche Vorgehen für die dann neu zu erbringenden Erdbebenachweise festlegen.

#### Empfehlung 2:

*„Aufgrund des bei einem kombinierten Eintreten eines Erdbebens und einer nachfolgenden Überflutung erhöhten Potentials für auslegungsüberschreitende Ereignisabläufe sollten hier zusätzlich Szenarien mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten von kleiner als  $10^{-4}$  pro Jahr betrachtet werden. Dies erscheint auch vor dem Hintergrund, dass gemäß UVEK (2009) bei den internen Ereignissen Störfälle der Kategorie 3, d. h. mit einer Häufigkeit kleiner gleich  $10^{-4}$  und größer als  $10^{-6}$  pro Jahr, zu betrachten sind, sinnvoll.“*

#### Stellungnahme des ENSI:

Gemäss Verordnung des UVEK zu den Gefährdungsannahmen und der Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) sind im deterministischen Nachweis externe Gefährdungen mit einer Überschreitungshäufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu betrachten.

Ereignisse mit kleineren Eintrittshäufigkeiten werden in der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) behandelt (siehe hierzu auch die Stellungnahme des ENSI zu den Empfehlungen 1 und 2 von Kap. 2.1).

---

/6/ United States Nuclear Regulatory Commission. Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities, NUREG-1407, 1991.

/7/ International Atomic Energy Agency, A Methodology to Assess the Safety Vulnerabilities of Nuclear Power Plants against Site Specific Extreme Natural Hazards, 2011.

/8/ International Atomic Energy Agency, Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations, Safety Guide No. NS-G-2-13, 2009.

/9/ Electrical Power Research Institute: Methodology for Developing Seismic Fragilities, TR-103959, 1994; Seismic Fragility Applications Guide Update, 1019200, 2009.

/10/ Bei der Fragility-Analyse werden sowohl die aleatorischen, wie auch die epistemischen Unsicherheiten systematisch ermittelt.



### Empfehlung 3:

*„Ein Grobkonzept zur Nachrüstung einer von der Aare unabhängigen Kühlmittelversorgung (diversitäre Wärmesenke) ist mittlerweile vom KKM eingereicht worden. Da gemäß der Darstellung durch das KKM ein Ausfall der bestehenden Kühlwassersysteme auch bei Flutwellen infolge erdbebeninduzierter Staudammbrüche nicht ausgeschlossen werden kann, sollte die geforderte diversitäre Kühlmöglichkeit gegen Erdbebeneinwirkungen ausgelegt sein.“*

### Stellungnahme des ENSI:

In der Verfügung des ENSI vom 5. Mai 2011 wurde gefordert, dass die nachzurüstende Kühlmittelversorgung für das Notstandssystem erdbeben-, überflutungs- und verstopfungssicher sein muss. Zur Umsetzung dieser Forderung hat das KKM dem ENSI einen Antrag auf Konzeptfreigabe eingereicht. Demnach wird die neue, von der Aare unabhängige, Kühlwasserversorgung so ausgelegt, dass diese auch unter Berücksichtigung zukünftiger Erbebengefährdungsannahmen eine ausreichende Erdbebenfestigkeit aufweist.

### Empfehlung 4:

*"Die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Notstromversorgung von für AM Maßnahmen vorgesehenen Instrumentierungen sollte, z. B. durch Anschluss an die SUSAN Notstromversorgung, erhöht werden."*

### Stellungnahme des ENSI:

Betreffend der Empfehlung verweisen wir auf unseren Bericht „Lessons Fukushima 11032011“ (dieser ist öffentlich und kann von der Webseite des ENSI heruntergeladen werden). In Prüfpunkt 5 – abgeleitet aus der „Lesson Learned“ 23 wird festgestellt: *„Es ist auf der Basis der Erfahrungen aus dem Fukushima-Unfall nochmals zu überprüfen, ob die Verfügbarkeit der notwendigen Instrumentierung zur Beurteilung des Anlagenzustandes auch in Extremsituationen hinreichend gewährleistet ist. Erläuterung: Die Daten sind zur Beurteilung der Lage bzw. zur Einleitung von erforderlichen Massnahmen innerhalb und ausserhalb der Anlage und deren Kommunikation erforderlich. Dazu gehört auch die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Steuerstellen und Vor-Ort-Einrichtungen zur Beherrschung von schweren Unfällen unter allen zu betrachtenden Gefährdungsannahmen.“*

Das ENSI beabsichtigt, diesen Prüfpunkt im Rahmen seiner Fukushima-Aktionspläne zu behandeln.

Weitere Hinweise: Nachrüstungen der Instrumentierung für die Überwachung der Brennelementbecken wurden im Rahmen der ENSI-Verfügung vom 5. Mai 2011 gefordert. Anforderungen an die Störfallanzeigen sind in der Richtlinie ENSI-B12 geregelt.

### Empfehlung 5:

*„Die Möglichkeiten für die Implementierung einer diversitären Überwachung des RDB Füllstands im KKM sollten geprüft werden.“*

### Stellungnahme des ENSI:

Das ENSI hat in der sicherheitstechnischen Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des KKM die Forderung gestellt, dass die Nachrüstung einer zur Füllstandsmessung diversitären, automa-



tischen Auslösung der Sicherheitsfunktion „Kühlmitteleinspeisung in den RDB“ durch das KKM bis zum 31.12.2013 sicherheitstechnisch zu bewerten ist.

#### Empfehlung 6:

*„Der für das im KKM realisierte Containmentdruckentlastungssystem geführte Nachweis, dass bei einer Druckentlastung keine Gefährdung der Betonstrukturen des Freisetzungspfads infolge von Wasserstoffexplosionen auftritt, sollte im Lichte der Ereignisse in der Anlage Fukushima Daiichi im Hinblick auf die Annahmen, die dieser Nachweisführung zu Grunde liegen (u. a. zur turbulenzinduzierten Vermischung), überprüft werden.“*

#### Stellungnahme des ENSI:

Das ENSI erachtet die Gefährdung des Containment-Druckabbausystems durch Wasserstoffverbrennungen noch als offenen Punkt, der zu untersuchen ist (siehe hierzu den öffentlichen Aktionsplan Fukushima 2012 des ENSI, Punkt 4.6). Entsprechende Forderungen zur genaueren Untersuchung der Wasserstoffgefährdung sind für das Jahr 2013 vorgesehen.

#### Empfehlung 7:

*„Etwaige zusätzliche Erkenntnisse zum Ereignisablauf in Fukushima Daiichi im Hinblick auf das druck- und temperaturabhängige Containmentverhalten sollten bewertet werden. Hierbei sollten auch die Modellannahmen zum Containmentverhalten in bestehenden (d. h. vor dem Unfall erstellten) anlagenspezifischen PSAs für Fukushima Daiichi einbezogen werden.“*

#### Stellungnahme des ENSI:

Das ENSI hat die bisher vorliegenden Erkenntnisse aus den Ereignissen genau untersucht und verfolgt allfällige neue Untersuchungsergebnisse. Aus Sicht des ENSI haben sich bisher keine neuen Erkenntnisse bezüglich der Druck- und Temperaturabhängigkeit des Containmentverhaltens ergeben, die für die PSA relevant sind.

Das druck- und temperaturabhängige Verhalten des Containments wird schon seit geraumer Zeit in der KKM-PSA (Stufe-2) modelliert. Gegenwärtig werden die entsprechenden Analysen bei KKM gemäss dem neusten Stand der Technik überarbeitet.