



## Aktennotiz

---

Datum: 15.05.2018                      Seiten: 35                      Anhänge: -                      Beilagen: -  
Verteiler intern: [REDACTED]  
Verteiler extern:                      Technisches Forum Kernkraftwerke  
Sachbearbeiter:                      [REDACTED]  
Visum  
Visum Vorgesetzte [REDACTED]

---

Klassifizierung                      keine  
Aktenzeichen                          10KKA.TFK  
Referenz                                ENSI-AN-10327

---

## Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau

### Inhalt

1	Zusammenfassung	2
2	Einleitung	6
3	Grundsätze des Auslegungskonzepts	8
4	Erdbeben	12
5	Überflutung	20
6	Brennelementlagerbecken	22
7	Elektrische Energieversorgung	25
8	Kühlwasserversorgung	26
9	Extreme Wetterbedingungen	27
10	Reaktordruckbehälter	28
11	Weitere sicherheitsrelevante Schwachstellen	31
12	Referenzen	33



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 1 Zusammenfassung

Der Umweltminister von Baden-Württemberg Franz Untersteller forderte in einer Medienmitteilung vom 13. Oktober 2017 die Abschaltung des Kernkraftwerks Beznau (KKB) zum frühestmöglichen Zeitpunkt. Er stützte seine Forderung auf ein von seinem Ministerium beim Ökoinstitut in Auftrag gegebenes Gutachten (Pistner und Mohr, 2017; [2]) und äusserte zudem die Erwartung, dass die schweizerische Aufsichtsbehörde Konsequenzen aus den Erkenntnissen des Gutachtens ziehe.

Das Gutachten des Ökoinstituts behandelt neun Themenbereiche. In allen Themenbereichen wurden angeblich sicherheitstechnische Nachteile des KKB im Vergleich zu den noch in Betrieb stehenden deutschen Anlagen identifiziert. Das ENSI nimmt dazu wie folgt Stellung:

- *Grundsätze des Auslegungskonzepts:*  
Gemäss Ökoinstitut-Gutachten sei für das KKB nicht für alle Sicherheitsfunktionen und Ereignisse eine Einzelfehlerfestigkeit oder gar eine Einzelfehlerfestigkeit bei gleichzeitig unterstelltem Instandsetzungsfall gegeben.

Diese Aussage ist unzutreffend. Das KKB hat im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung von 2012 [8] aufgezeigt, dass die Einzelfehlerfestigkeit durchgängig gegeben ist. Mit den Nachrüstungen zum Projekt AUTANOVE wird der Einzelfehler bei gleichzeitig unterstelltem Instandsetzungsfall im Leistungsbetrieb ebenfalls durchgängig beherrscht. Im KKB sind zudem, im Unterschied zu Deutschland, geplante Instandhaltungsmassnahmen an Sicherheitssystemen im Leistungsbetrieb nicht zulässig.

- *Erdbeben:*  
Das Ökoinstitut kommt in seinem Gutachten zum Schluss, dass die Grundausslegung des KKB aufgrund der offenen Nachweise zur Beherrschung des aktuell gültigen Bemessungserdbebens und den Einschränkungen der verfügbaren Sicherheitssysteme insgesamt nicht dem Sicherheitsstatus deutscher Anlagen entspreche.

Diese Schlussfolgerung ist fragwürdig. Für das ENSI ist nicht nachvollziehbar, wieso das Ökoinstitut den ausstehenden Nachweis des KKB für die aktuellen Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 [28] als sicherheitstechnischen Nachteil des KKB gegenüber den deutschen Anlagen wertet, wenn für deutsche Kernkraftwerke bis heute keine aktualisierten Erdbeben-Gefährdungsanalysen vorliegen, welche den schweizerischen Anforderungen genügen.

Weiter schliesst das Ökoinstitut, das KKB müsse, selbst bei Berücksichtigung der durchgeführten Ertüchtigungsmassnahmen, die Auswirkungen eines schweren Erdbebens entsprechend der aktuellen Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 [28] weitgehend ohne Sicherheitsmargen beherrschen.

Auch diese Schlussfolgerung ist unzutreffend. Das KKB hat im Rahmen der 2012 einzureichenden Erdbebennachweise und der 2013 vom ENSI geforderten Sicherheitsmargenanalysen aufgezeigt, dass es gegenüber den damals gültigen Gefährdungsannahmen über Sicherheitsmargen verfügt (siehe [6] und [13]). Die aktuellen Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 [28] liegen in etwa im Bereich der im Jahr 2012 der Nachweisführung zugrunde gelegten Anforderungen. Die Schlussfolgerungen der deterministischen Überprüfung der Erdbebensicherheit des Jahres 2012 [18] sind somit im Wesentlichen immer noch gültig.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

- *Überflutung:*

Im Ökoinstitut-Gutachten wird kritisiert, dass dem KKB bei einer 10'000-jährlichen Überflutung während des Revisionsstillstandes (bei unverfügbaren Dampferzeugern) ausschliesslich Pfade zur Nachwärmeabfuhr zur Verfügung stünden, welche in Deutschland als Notfallmassnahmen eingestuft würden.

Das KKB verfügt in Bezug auf Hochwasser über sehr hohe Sicherheitsmargen. Das vom Ökoinstitut angeführte Szenario ist nur während des Zeitraumes relevant, während welchem bei unverfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind. Dieser Zustand dauert in der Regel rund zehn Tage an.

Die Überschreitungshäufigkeit eines Szenarios mit 10'000-jährlicher Überflutung im vom Ökoinstitut geltend gemachten Zeitraum, während dem bei unverfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind, und anschliessendem Versagen der Notstandzirkulation, ist kleiner als  $10^{-6}$  pro Jahr. Vor diesem Hintergrund ergibt sich aus Sicht des ENSI kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Nachteil für das KKB.

- *Brennelementlagerbecken:*

Die für die Brennelementlagerbeckenkühlung zur Verfügung stehenden Sicherheitssysteme sowie die Unterbringung der Lagerbecken in einem separaten Gebäude, stellen aus Sicht des Ökoinstituts insbesondere bis zur endgültigen Umsetzung der geplanten Nachrüstung, jedoch auch darüber hinaus, einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage KKB dar.

Das ENSI hat im April 2011 Untersuchungen zum Schutz des KKB gegen Naturereignisse gefordert und mit der Verfügung vom Mai 2011 unter anderem umfangreiche Verbesserungsmassnahmen für das Brennelementlager-Kühlsystem gefordert (siehe [15] und [16]). Der heute noch bestehende sicherheitstechnische Nachteil des KKB wird nach Abschluss der geplanten Nachrüstungen entfallen.

Aufgrund des Schutzgrades des Brennelementlagergebäudes, des Lagerbeckens und den sicherheitstechnischen Vorteilen einer räumlichen Trennung z. B. bei terroristischen Angriffen oder verschiedenen internen Einwirkungen bewertet das ENSI die Unterbringung des Brennelementlagers in einem separaten Gebäude nicht als sicherheitstechnischen Nachteil des KKB.

- *Elektrische Energieversorgung:*

Gemäss Ökoinstitut stehen insbesondere bei Bemessungserdbeben pro Block nur noch (n+1) Stränge der Not- und Notstand-Stromversorgung zur Verfügung.

Diese Aussage ist falsch. Im KKB steht bei Leistungsbetrieb im Erdbebenfall neben der Not- und Notstand-Stromversorgung auch die Stützung durch den anderen Block zur Verfügung. Das KKB erfüllt damit die in Deutschland geltenden Vorgaben bezüglich Einzelfehler und Instandhaltung auch im Erdbebenfall. Im KKB sind zudem, wie oben bereits erwähnt, geplante Instandhaltungsmassnahmen an Sicherheitssystemen im Leistungsbetrieb nicht zulässig.

- *Kühlwasserversorgung:*

Im Ökoinstitut-Gutachten wird kritisiert, dass die Verfügbarkeit der primären Nebenkühlwasserversorgung des KKB bei verschiedenen externen Ereignissen insbesondere während den Stillstandsphasen eingeschränkt sei.

Das ENSI hat die Kritik bezüglich der eingeschränkten Verfügbarkeit des primären Nebenkühlwasser-Systems des KKB bereits in den Themenbereichen Erdbeben, Überflutung und Brennelementlagerbecken entkräftet. Das Ökoinstitut bringt bezüglich der Kühlwasserversorgung



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]

keine zusätzlichen Argumente vor, welche für einen wesentlichen sicherheitstechnischen Nachteil des KKB sprechen.

- *Extreme Wetterbedingungen:*

Im Ökoinstitut-Gutachten wird der Schutz bei einem Tornado und gegen Blitzschlag als Schwachpunkt angesprochen. Zum Blitzschutz wird hervorgehoben, dass die deutsche Reaktorsicherheitskommission (RSK) neue Empfehlungen bezüglich des Schutzes gegenüber Blitzeinwirkungen ausgesprochen hat, welche hinsichtlich der zu berücksichtigenden Blitzstromsteilheit höhere Anforderungen als das gültige Schweizer Regelwerk stellen.

Die vom Ökoinstitut angesprochenen Windgeschwindigkeiten von 70 m/s bei einem Tornado werden vom KKB mit einer deutlichen Sicherheitsmarge beherrscht. Im Bereich des Blitzschutzes gehen die schweizerischen Anforderungen über die Anforderungen des deutschen Regelwerks KTA 2206, [34] hinaus. Die neue RSK-Empfehlung zur zu berücksichtigenden Blitzstromsteilheit ist aufgrund des im Vergleich zu Deutschland konservativeren schweizerischen Nachweisverfahrens mit den entsprechenden Sicherheitsfaktoren abgedeckt. Es ergibt sich somit kein Handlungsbedarf für das KKB.

- *Reaktordruckbehälter:*

Nach Einschätzung des Ökoinstituts weisen die beiden Reaktordruckbehälter (RDB) der Anlage Beznau eine im internationalen Vergleich sehr hohe Versprödung auf. Der Sicherheitsnachweis für die Integrität des RDB des KKB 1 liesse sich vor diesem Hintergrund, wenn überhaupt, nur noch mit erheblich reduzierten Sicherheitsmargen führen.

Mit den durchgeführten umfangreichen Materialuntersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die mit den Ultraschallmessungen entdeckten Aluminiumoxideinschlüsse weder einen negativen Einfluss auf die Materialeigenschaften noch auf die Versprödungsanfälligkeit haben. Die Sprödbruch-Referenztemperatur der am höchsten versprödeten Ringe C liegt bei beiden Blöcken deutlich unter dem sehr konservativen schweizerischen Grenzwert von 93 °C. Insbesondere erfüllt das KKB auch alle Anforderungen des diesbezüglichen deutschen Regelwerks (KTA 3201.2, [11]) weshalb gegenüber deutschen Anlagen auch kein sicherheitstechnischer Nachteil besteht.

- *Weitere sicherheitsrelevante Schwachstellen:*

Das Ökoinstitut-Gutachten hält fest, dass das KKB nur über einen Borwasservorratstank (BOTA) pro Block verfüge. Zudem sei angesichts der Auslegungsmerkmale des KKB von einer geringeren Robustheit gegenüber zivilisatorischen Einwirkungen auszugehen.

Die Versorgung des KKB durch einen zentralen BOTA entspricht der weltweiten zulässigen Genehmigungspraxis. Der Ausfall einer passiven Komponente muss nach schweizerischem Regelwerk nicht unterstellt werden. Eine zentrale Borwasserversorgung hat den Vorteil, dass auch beim Ausfall eines Stranges immer die gesamten Kühlmittelvorräte für die verbleibenden anderen Stränge zur Verfügung stehen. Aufgrund dieses Vorteils und der hohen Zuverlässigkeit der passiven Komponente ergibt sich aus Sicht des ENSI für das KKB kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Nachteil.

Zum baulichen Schutz sicherheitsrelevanter Gebäude nimmt das ENSI aus Sicherungsgründen grundsätzlich nicht Stellung. Der bestehende Schutzgrad des KKB wird in Anbetracht der sehr geringen Absturzhäufigkeit von Flugzeugen vom ENSI als angemessen beurteilt.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

Zusammenfassend hält das ENSI fest, dass sich als Resultat der Prüfung die meisten vom Ökoinstitut geltend gemachten sicherheitstechnischen Nachteile des KKB entweder als unzutreffend oder von untergeordneter Bedeutung erwiesen haben.

Mit den umgesetzten umfangreichen Nachrüstmassnahmen konnte das Sicherheitsniveau des KKB erhöht und die Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes verbessert werden. Das KKB erfüllt damit sämtliche Sicherheitsanforderungen des Schweizer Regelwerks. Die Kernschadenshäufigkeit verringerte sich seit der Inbetriebnahme der Anlage um rund einen Faktor 100 auf ca. 1:100'000 pro Jahr und liegt damit heute im vom internationalen Regelwerk für Neuanlagen geforderten Bereich.

In den Fällen, bei denen das ENSI zu den gleichen Schlussfolgerungen wie das Ökoinstitut kommt, wurden bereits in der Vergangenheit Verbesserungsmaßnahmen angeordnet, welche mehrheitlich umgesetzt wurden, bzw. derzeit noch umgesetzt werden..



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 2 Einleitung

### 2.1 Ausgangslage

Im Nachgang zum Reaktorunfall in Fukushima hat sich die Schweiz an der Durchführung des EU-Stresstests beteiligt. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat das Ökoinstitut beauftragt, für das Kernkraftwerk Beznau (KKB) eine Bewertung der Ergebnisse des EU-Stresstests vorzunehmen. Im 2012 publizierten Gutachten (Brettner et al. 2012; [1]) wurde das KKB mit den noch im Leistungsbetrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerken verglichen.

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat am 13. Oktober 2017 eine Aktualisierung dieses Gutachtens (Pistner und Mohr, 2017; [2]) veröffentlicht. Darin wurde dargelegt, dass die beiden Reaktorblöcke des KKB trotz der Nachrüstungen weiterhin wesentliche sicherheitstechnische Schwachstellen aufweisen würden, welche schon 2012 kritisiert worden seien.

Gestützt auf das Gutachten forderte der zuständige Umweltminister Franz Untersteller in der begleitenden Medienmitteilung die Abschaltung des KKB zum frühestmöglichen Zeitpunkt. Weiter äusserte er die Erwartung, dass die schweizerische Aufsichtsbehörde Konsequenzen aus den Erkenntnissen des Gutachtens ziehe.

Der Landkreis Waldshut, der sich ebenfalls für eine frühestmögliche Abschaltung des KKB ausgesprochen hatte, bat das ENSI im Rahmen des Technischen Forums Kernkraftwerke zu den im Gutachten des Ökoinstituts aufgezeigten Sicherheitsdefiziten Stellung zu nehmen (siehe [3]). Diese Stellungnahme erfolgte in der Forumsveranstaltung vom 1. Dezember 2017.

Das ENSI stellt im Folgenden die Ergebnisse der Überprüfung der im Gutachten des Ökoinstituts geltend gemachten sicherheitstechnischen Nachteile des KKB zusammen.

### 2.2 Bewertungsmethodik

Beim Vergleich des KKB mit den noch im Leistungsbetrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerken konzentrierte sich das Ökoinstitut in seinem ersten Gutachten im Jahr 2012 (Brettner et al. 2012; [1]) auf die Robustheit der fest installierten Systeme zur Erfüllung von Sicherheitsfunktionen. Dabei ging das Ökoinstitut nach der in Deutschland parallel zum EU-Stresstest durchgeführten Untersuchungsmethode der deutschen Reaktorsicherheitskommission (RSK) sowie den länderspezifischen Zusatzuntersuchungen von Baden-Württemberg und Bayern vor. Diese Methoden sind rein qualitativ. Zudem liegen ihnen bei der Bewertung in der Schweiz nicht anwendbare, spezifisch deutsche Sicherheitsmassstäbe zugrunde.

In der Stellungnahme [6] bestätigte das ENSI, dass die technischen Merkmale der fest installierten Sicherheitssysteme des KKB überwiegend richtig dargestellt und die Bewertungsergebnisse im Sinne eines Vergleichs zu spezifisch deutschen Sicherheitsanforderungen im Wesentlichen korrekt waren.

Weil die vom Ökoinstitut verwendete Methodik auf der Grundlage eines qualitativen Vergleichs punktueller Regelwerksanforderungen stark vereinfachend und bezüglich ihrer Aussagekraft stark beschränkt ist, ergaben die Ergebnisse des Vergleichs für das ENSI keine neuen Erkenntnisse. Zudem hat das ENSI bereits in seiner Kurzstellungnahme [6] zum ersten Gutachten des Ökoinstituts (Brettner et al. 2012; [1]) darauf hingewiesen, dass bei der Bewertung der Einhaltung des Instandhaltungskriteriums die im Vergleich zu Deutschland restriktiveren schweizerischen Instandhaltungsvorschriften des KKB berücksichtigt werden müssten.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

Die vorliegende, aktualisierte Version des Gutachtens fördert kaum neue Aspekte zu Tage. Das Gutachten enthält an mehreren Stellen falsche Faktendarstellungen. Zudem werden insbesondere in Kapitel 4 (Erdbeben) mehrfach Vergleiche gemacht, welche sich auf unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe stützen. Dieses Vorgehen ist nicht geeignet um belastbare Schlussfolgerungen abzuleiten.

Bei seiner Überprüfung beschränkte sich das ENSI auf die im Gutachten identifizierten, angeblichen sicherheitstechnischen Nachteile des KKB. Die Aspekte, bei welchen aus Sicht des Ökoinstituts keine bewertungsrelevanten Unterschiede zum Sicherheitsstatus des KKB bestehen, werden vom ENSI nicht kommentiert.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

### 3 Grundsätze des Auslegungskonzepts

#### 3.1 Ursprüngliche Auslegung und Nachrüstungen

Das KKB unterscheidet sich in seinem grundsätzlichen Auslegungskonzept von den in Deutschland betriebenen Druckwasserreaktoren. Die ursprüngliche Auslegung des KKB beruht auf US-Vorschriften aus den 60er-Jahren und setzte damit die später erschienenen „General Design Criteria“ nur unvollständig um.

Art. 22 des schweizerischen Kernenergiegesetzes (KEG [4]) verlangt, dass Kernanlagen soweit nachzurüsten sind, als dies nach der Erfahrung und dem Stand der Nachrüsttechnik notwendig ist, und darüber hinaus, soweit dies zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beiträgt und angemessen ist. Aufgrund dieser Nachrüstpflcht wurden in der Vergangenheit zahlreiche Massnahmen zur Erhöhung der nuklearen Sicherheit des KKB durchgeführt.

Die erste Serie von Nachrüstungen, welche zwischen 1985 und 2005 realisiert wurden, beinhaltete die folgenden wesentlichen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit:

- die Platzierung der Borwassertanks (BOTA) in einem gegen externe Ereignisse geschützten Gebäude (1985);
- den Austausch der Druckhalter-, Sicherheits-, Entlastungs- und Isolierventile, um die primärseitige Druckentlastung zu verbessern (1989);
- die Nachrüstung des gebunkerten Notstandsystems (NANO, 1991-1993);
- die Nachrüstung des zusätzlichen Notspeisewassersystems (1999-2000);
- die Nachrüstung des rechnerbasierten Reaktorschutz- und Regelsystems (2000-2001).

Die getroffenen Massnahmen zur Milderung von Unfallfolgen umfassten:

- die Nachrüstung eines Systems zur gefilterten Containment-Druckentlastung bei auslegungsüberschreitenden Unfällen (1992);
- die Installation von passiven H<sub>2</sub>-Rekombinatoren (2003);
- die Einführung von SAMG (2004).

Trotz der durchgeführten Nachrüstungen verfügen die beiden Blöcke des KKB nicht über alle Auslegungsmerkmale von Kernkraftwerken der neuesten Generation. Diese bereits im Rahmen der zurückliegenden periodischen Sicherheitsüberprüfungen des KKB erkannten Abweichungen betreffen insbesondere:

- den Redundanzgrad, die funktionale Unabhängigkeit und räumliche Trennung von Sicherheitssträngen;
- den Automatisierungsgrad der Sicherheitssysteme;
- die Erdbeben- und Flugzeugabsturzicherheit;
- die Vorsorge gegen auslegungsüberschreitende Störfälle.

Aufgrund der Forderungen des ENSI hat das KKB im Hinblick auf den Langzeitbetrieb über 40 Betriebsjahre hinaus ein weiteres Nachrüstkonzept erarbeitet und umgesetzt. Die realisierten Massnahmen umfassen:

- die Installation eines AM-Dieselsgenerators zum Laden von Batterien und zur Versorgung eines Abfahrpfades (2013);
- den Ersatz der Notstromversorgung durch das Wasserkraftwerk durch redundante erdbebensichere Notstromdieselsgeneratoren (Projekt AUTANOVE) (2015);



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

- die Ertüchtigung des Notspeisewassersystems mit seismisch qualifizierter Notstrom- und Grundwasserversorgung (2015);
- die Nachrüstung einer zusätzlichen seismisch qualifizierten Sperrwasserpumpe (2015);
- die seismische Ertüchtigung des Nebengebäudes A (2016).

Mit diesen Nachrüstungen konnten die Einzelfehlersicherheit sowie die funktionale Unabhängigkeit und räumliche Trennung der Sicherheitssysteme in beiden Blöcken des KKB nochmals deutlich verbessert werden. Ausgehend vom Leistungsbetrieb verfügt das KKB damit über drei funktional unabhängige Redundanzen (3 x 100 %) zur Beherrschung interner Ereignisse. So wurde neben dem Notstandsystem insbesondere ein weiteres, durchgehend seismisch qualifiziertes Notspeisewassersystem für die langfristige Sicherstellung der Sicherheitsfunktion „Sekundärseitige Wärmeabfuhr“ realisiert. Das Notspeisewassersystem jedes Blockes ist nach manueller Zuschaltung in der Lage auch den anderen Block zu versorgen. Damit wird auch die aus dem Vergleich der Sicherheitskonzepte hervorgehende Anfälligkeit beider Blöcke des KKB gegen systemübergreifende Störfälle wie Brand, Überflutung und Erdbeben konsequent weiter verringert.

Insgesamt gesehen wurde mit den umgesetzten Nachrüstmassnahmen das Sicherheitsniveau beider Blöcke des KKB erhöht und die Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes verbessert. Seit 1985 konnte die Kernschadenshäufigkeit um den Faktor 100 auf ca. 1:100'000 pro Jahr verringert werden.

Damit liegt die Kernschadenshäufigkeit des KKB heute im vom internationalen Regelwerk für Neuanlagen geforderten Bereich.

## 3.2 Einzelfehlerfestigkeit

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Im Gutachten des Ökoinstituts wird bestätigt, dass die Anlage Beznau grundsätzlich den internationalen Anforderungen an die Einzelfehlerfestigkeit entspreche. Es wird jedoch einschränkend festgehalten, dass für verschiedene, der Sicherheitsebene 3 zugeordnete, Ereignisse aus probabilistischen Gründen das mit dem Einzelfehler überlagerte Ereignis als auslegungüberschreitend betrachtet werde und daher die Nachweise zur Störfallbeherrschung ohne Überlagerung eines Einzelfehlers geführt würden. Diese eingeschränkte Berücksichtigung des Einzelfehlers stelle eine Abweichung von internationalen Anforderungen und damit einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

### *Anmerkungen des ENSI*

Gemäss der Richtlinie ENSI-A01 [5] kann die Wahrscheinlichkeit des Einzelfehlers bei der Ermittlung der Störfallhäufigkeit und damit der Störfallkategorie berücksichtigt werden. Die Vorgaben des ENSI bei den deterministischen Nachweisen zur Störfallbeherrschung wurden im Rahmen einer internationalen Überprüfungsmission (IRRS) der IAEA überprüft. Im Schlussbericht (IRRS, 2011 [29]) ist festgehalten, dass das schweizerische Vorgehen, obwohl international nicht üblich, die Vorgaben der IAEA erfüllt.

Beim Nachweis der Störfallbeherrschung wurde für alle Auslegungsstörfälle die Einhaltung der technischen Kriterien entsprechend den Anforderungen für Auslegungsstörfälle gezeigt. Der Einzelfehler wurde bei allen Auslegungsstörfällen berücksichtigt, sofern er die Störfallbeherrschung erschwert.

Die genannten Nachweise konnten mit einer Ausnahme mit konservativen Anfangs- und Randbedingungen geführt werden. Im Falle des grossen Kühlmittelverluststörfalls (2F-Bruch) mit Blockieren der Rückschlagklappe eines Druckspeichers (Einzelfehler) konnte gezeigt werden, dass mit weniger konservativen Randbedingungen im Vergleich zu den Genehmigungsrechnungen aber noch abdeckenden,



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

aus der tatsächlichen Betriebsfahrweise des Kerns abgeleiteten Kernanfangszuständen, die entsprechenden LOCA-Kriterien der US-NRC eingehalten werden können. Das ENSI erachtet diesen Nachweis als ausreichend, insbesondere weil im Rahmen der Nachweise für den Langzeitbetrieb ein aktualisierter Leck-vor-Bruch-Nachweis für den Primärkreis eingereicht wurde. Aufgrund dieses Nachweises kann der 2F-Bruch deterministisch ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass mit der Nachrüstung AUTANOVE für alle Sicherheitsfunktionen und bei allen Ereignissen im Bereich der Auslegung eine Einzelfehlerfestigkeit vorhanden ist.

Die Aussage des Ökoinstituts, wonach im KKB der Einzelfehler in Abweichung von internationalen Anforderungen nur eingeschränkt berücksichtigt worden sei, ist somit nicht korrekt. Deshalb weist das KKB bezüglich der Einzelfehlerfestigkeit auch keinen bewertungsrelevanten sicherheitstechnischen Nachteil gegenüber den noch in Betrieb stehenden deutschen Anlagen auf.

### 3.3 Berücksichtigung des Instandhaltungsfalls

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut kommt in seinem Gutachten zum Schluss, dass im KKB nicht für alle Sicherheitsfunktionen und nicht bei allen Ereignissen eine Einzelfehlerfestigkeit bei gleichzeitig unterstelltem Instandhaltungsfall gegeben sei. Dies stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil des KKB dar.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Die in Deutschland geltende Vorgabe, wonach im Anforderungsfall sowohl ein Einzelfehler als auch eine gleichzeitige Unverfügbarkeit infolge von Instandhaltungsmassnahmen zu unterstellen ist, geht über die schweizerischen und auch internationalen Anforderungen an bestehende Kernkraftwerke hinaus. Trotzdem werden die in Deutschland geltenden Anforderungen vom KKB erfüllt.

Für alle durch interne Ereignisse ausgelösten Störfälle stehen in beiden Blöcken des KKB jeweils drei unabhängige Redundanzen von Sicherheitssystemen zur Verfügung, um die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen und langfristig zu halten.

Bei Überflutungen und extremen Wetterereignissen stehen, ausgehend vom Leistungsbetrieb, mit dem Hilfsspeisewassersystem, dem Notspeisewassersystem und dem Notstandspeisewassersystem ebenfalls drei unabhängige Redundanzen für die Nachwärmeabfuhr zur Verfügung.

Im Erdbebenfall sind mit dem Notspeisewassersystem und dem Notstandspeisewassersystem mindestens zwei Redundanzen vorhanden. Da die Notstandstromversorgung sowie das Notstandbrunnenwassersystem eines Blockes auslegungsgemäss in der Lage sind, beide Blöcke zu versorgen, kann zusätzlich auch eine gegenseitige Blockstützung der wichtigsten Funktionen zur Kompensation von allfälligen Verfügbarkeitseinschränkungen herangezogen werden. Diese ist nicht automatisiert und setzt Operateurmassnahmen voraus.

Im KKB sind, im Unterschied zu Deutschland, geplante Instandhaltungsmassnahmen an Sicherheitssystemen im Leistungsbetrieb nicht zulässig, weshalb der Instandhaltungsfall nicht zu unterstellen ist. Trotzdem erfüllt das KKB auch die diesbezüglich in Deutschland geltenden Vorgaben.

Die Aussage des Ökoinstituts, wonach im KKB nicht für alle Sicherheitsfunktionen und nicht bei allen Ereignissen eine Einzelfehlerfestigkeit bei gleichzeitig unterstelltem Instandsetzungsfall im Leistungsbetrieb gegeben sei, ist somit nicht korrekt.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

Vor diesem Hintergrund ergibt sich bezüglich der Berücksichtigung des Instandsetzungsfalls kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Unterschied zu den noch in Betrieb stehenden deutschen Anlagen.



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]

## 4 Erdbeben

### 4.1 Bemessungsbeben

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Gutachten des Ökoinstituts betont an mehreren Stellen, dass in Deutschland die Grundausslegung gegen ein Erdbeben mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-5}$  pro Jahr gefordert ist. Im Gegensatz dazu gelte für das Sicherheitserdbeben gemäss Schweizer Regelwerk die Anforderung, dass die Häufigkeit für ein Überschreiten der zugehörigen Einwirkungen höchstens  $10^{-4}$  pro Jahr betragen soll.

#### *Anmerkungen des ENSI*

In den 80er- und 90er-Jahren wurden die für Erdbebennachweise der schweizerischen Kernanlagen zugrunde zu legenden Antwortspektren aufgrund von anlagenspezifisch zu berücksichtigenden Intensitäten probabilistisch abgeleitet. Die zu berücksichtigenden Intensitäten wurden 1977 vom schweizerischen Erdbebendienst für alle Standorte in der Schweiz, gestützt auf Messdaten und Überlieferungen historischer Erdbeben, bestimmt.

Ausgehend von der standortspezifischen Intensität mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr, war für die Erdbebennachweise ein USAEC-Antwortspektrum, welches dem 84-%-Fraktilspektrum entspricht, anzusetzen. Die maximale Bodenbeschleunigung bei hohen Frequenzen (PGA) war mit folgender Beziehung abzuleiten:

$$\log \text{PGA} = 0.26 \cdot I_{\text{MSK}} + 0.19 \quad (\text{PGA in cm/s}^2)$$

Das damalige Vorgehen wurde im Kernenergiebereich nicht in einer Richtlinie festgeschrieben. Die Richtlinie HSK-R-103 „Auslegungsparameter für den Schutz von KKW gegen die Auswirkungen von Erdbeben“ von 1986 verblieb im Entwurf. Das Vorgehen wurde jedoch im Jahr 2003 für den Nachweis der Erdbebensicherheit von Stauanlagen als verbindlich erklärt und in einer Richtlinie des Bundesamtes für Energie festgehalten [19].

Die Bemessungsbeben der deutschen Kernkraftwerke wurden nach dem gleichen intensitätsbasierten Verfahren bestimmt, welches in der Schweiz in den 80er- und 90er-Jahren verwendet wurde. Wie in der Schweiz war für die Erdbebennachweise, ausgehend von der standortspezifischen Intensität mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr, ein USAEC-Antwortspektrum welches dem 84-%-Fraktilspektrum entspricht, anzusetzen. Die Verwendung von 50-%-Fraktilspektren in Verbindung mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-5}$  pro Jahr wurde als gleichwertig akzeptiert (308. RSK-Sitzung, 19.02.1997 und RSK-Empfehlung vom 27.5.2004) und 2011 als Referenzwert im Regelwerk (KTA 2201.1 [23]) aufgenommen.

Die ausschliesslich auf den, in den beiden Ländern unterschiedlichen Überschreitungshäufigkeiten (ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Fraktile und methodischen Anforderungen) basierenden Vergleiche des Ökoinstituts sind deshalb irreführend und unzulässig. Die ursprünglichen Erdbebenausslegungen sind in Deutschland und in der Schweiz mit derselben Methodik bestimmt worden und somit gleichwertig.



<b>Klassifizierung:</b>	keine
Aktenzeichen/Referenz:	10KKA.TFK / ENSI-AN-10327
Titel:	Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau
Datum / Sachbearbeiter:	15.05.2018 / [REDACTED]

## 4.2 Aktualisierung der Erdbeben-Gefährdungsanalysen

Die in der Schweiz seit den 90er-Jahren für alle KKW verfügbaren probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) zeigten, dass Erdbeben massgeblich zum Gesamtrisiko (Kernschadenshäufigkeit) beitragen. Eine Begutachtung des ENSI (damals HSK) im Jahre 1997 ergab ferner, dass die schweizerischen Erdbeben-Gefährdungsanalysen nicht mehr dem Stand der Technik entsprachen. Deshalb forderte das ENSI 1999 eine Neubestimmung der Erdbebengefährdung mit modernen Methoden.

Im Rahmen des Projektes Probabilistische Erdbeben-Gefährdungs-Analyse für die KKW-Standorte in der Schweiz (PEGASOS) [20] wurde daraufhin von den schweizerischen Kernkraftwerksbetreibern in den Jahren 2000 bis 2004 die Erdbebengefährdung neu bewertet. Beim Projekt PEGASOS handelt es sich um eine probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse (Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA), welche auf der Basis der fortschrittlichsten Methodik (SSHAC Level 4, NUREG/CR-6372 [27]) durchgeführt wurde. Mit dieser Methodik werden Unsicherheiten umfassend berücksichtigt. Die entsprechenden Studien liefern eine Vielzahl von Ergebnissen. Beispielsweise werden damit standortspezifisch Bodenerschütterungen bzw. Spektren für verschiedene Wiederkehrperioden wie das sogenannte 10'000-jährliche Erdbeben bestimmt. Ferner liefert die PSHA Daten für die PSA, mit der in der Schweiz auch seismische Bodenbeschleunigungen betrachtet werden, die seltener als einmal in 10'000 Jahren zu erwarten sind (bis einmal in 10'000'000 Jahren).

Aus dem Projekt PEGASOS [20] resultierten im Vergleich zur intensitätsbasierten Methode deutlich höhere Bodenbeschleunigungen. Für das KKB erhöhte sich die maximale horizontale Bodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration, PGA) auf Fundamentniveau des Reaktor Gebäudes bei einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr um mehr als das Doppelte von 0,15 g auf 0,38 g.

Die im Rahmen von PEGASOS abgeleiteten Erdbebengefährdungen waren jedoch mit grossen Unsicherheiten behaftet. Um diese Unsicherheiten zu verringern, starteten die Kernkraftwerksbetreiber im September 2008 eine Verfeinerungsstudie, das PEGASOS-Refinement-Project (PRP). Die Resultate des PRP [21] wurden 2013 beim ENSI zur Prüfung eingereicht.

Das ENSI hat die vertieften und weiterentwickelten Arbeiten zu den Abminderungsmodellen und den Standorteinflüssen als fachgerecht anerkannt. Hingegen wurde das Teilprojekt zu den seismischen Quellen nach Ansicht des ENSI nicht ausreichend tief bearbeitet. Das ENSI hat deshalb entschieden, den nicht akzeptierten Modellanteil von PRP durch die Daten und Modelle des Schweizerischen Erdbebendienstes SED 2015 zu ersetzen. Im Mai 2016 verfügte das ENSI die Inkraftsetzung der als „Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015“ bezeichneten Resultate des SED-PRP-Modells [28]. Die für das KKB bei einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr anzusetzende PGA beläuft sich auf ca. 0,30 g. Dies entspricht immer noch dem Doppelten der ursprünglichen Auslegung.

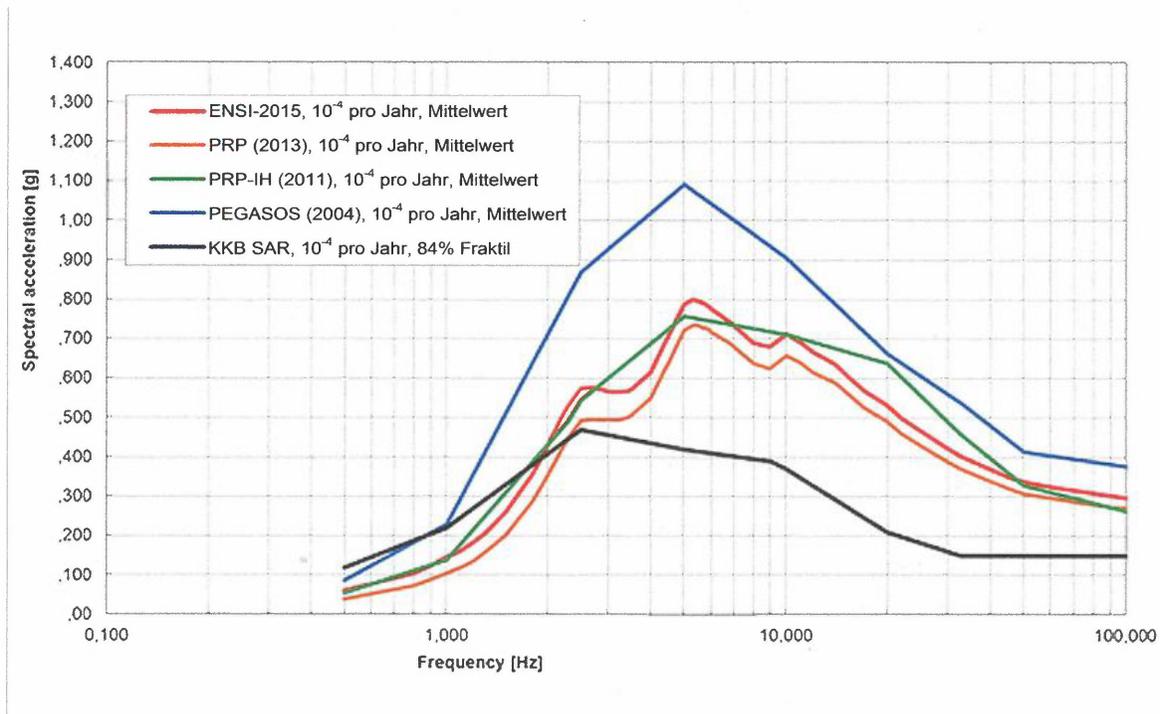
Für die im Jahre 2012 durchgeführte deterministische Überprüfung der Erdbebensicherheit der schweizerischen Kernkraftwerke [18] wurde in Ermangelung der definitiven PRP-Erdbebengefährdung ein aus Zwischenergebnissen des PRP abgeleiteter, sogenannter PRP Intermediate Hazard (PRP-IH) mit einer PGA von rund 0,27 g am Standort des KKB verwendet.

In Figur 1 sind die Bodenantwortspektren der verschiedenen Erdbeben-Gefährdungsanalysen am Standort Beznau zusammengestellt. Wie daraus ersichtlich ist, liegen die Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 [28] im für Bauwerke und Komponenten relevanten Frequenzbereich zwischen 3,5 und 20 Hz in etwa im Bereich oder unterhalb der bisher der Nachweisführung zugrunde gelegten Anforderungen gemäss PRP-IH. Die Schlussfolgerungen der deterministischen Überprüfung der Erdbebensicherheit des Jahres 2012 [18] sind somit im Wesentlichen immer noch gültig. Die diesbezügliche Kritik im Ökoinstitutsgutachten ist unzutreffend.



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]



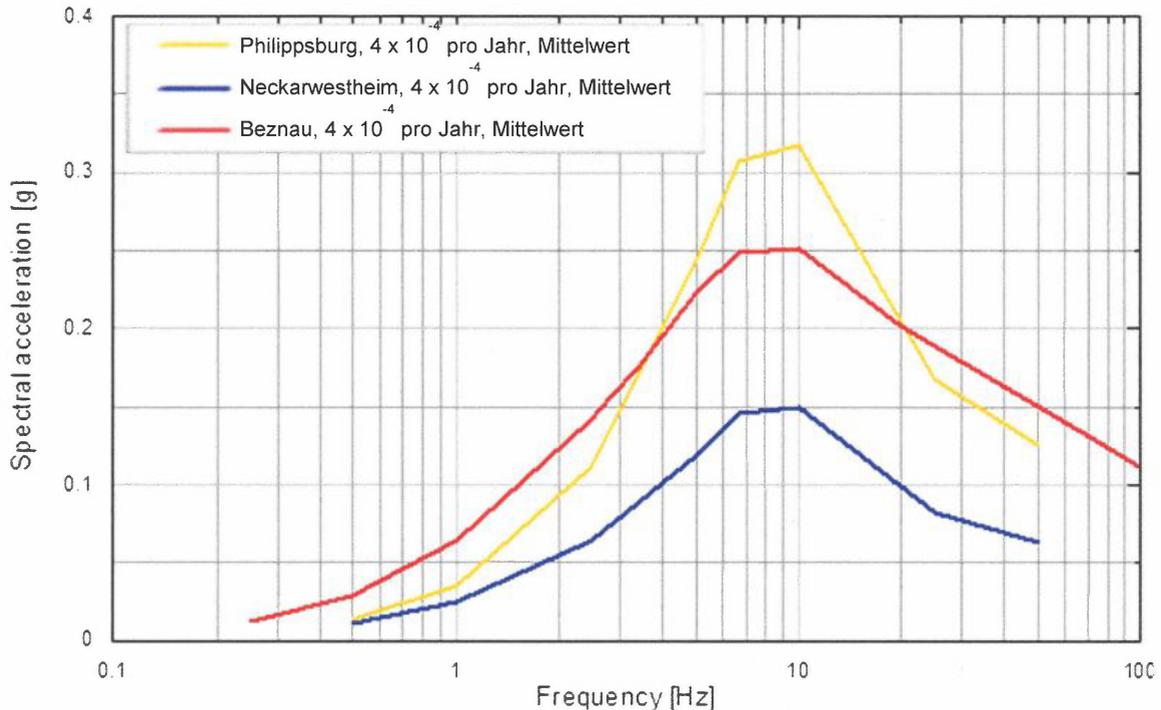
Figur 1: Zusammenstellung der Bodenantwortspektren (horizontale Komponente auf Fundamentsniveau Reaktorgebäude, Dämpfung 5 %) der verschiedenen Erdbeben-Gefährdungsanalysen am Standort Beznau.

Das in NUREG/CR-6372 beschriebene SSHAC-Level-4-Verfahren entspricht nach Ansicht des ENSI dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik. Obwohl die RSK in ihrer Stellungnahme vom 27.05.2004 zur KTA-Regel 2201.1 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 1“ [23] die Durchführung einer probabilistischen Erdbeben-Gefährdungsanalyse unter Berücksichtigung der NUREG/CR-6372 in Deutschland empfohlen hat, existieren für die deutschen Kernkraftwerkstandorte unseres Wissens bis heute noch keine der Empfehlung NUREG/CR-6372 [27] entsprechenden Erdbeben-Gefährdungsanalysen, welche die Anforderungen von SSHAC Level 4 erfüllen.

Um den Grad der Konservativität der neuen schweizerischen probabilistischen Erdbeben-Gefährdungsanalysen aufzuzeigen, werden im Folgenden die schweizerischen und deutschen Gefährdungsannahmen verglichen. Dazu können neue Erdbebengefährdungskarten des schweizerischen Erdbebendienstes (SUIhaz15) [24] und des deutschen Geoforschungszentrums (D-EQHZ16) [25], welche im deutsch-schweizerischen Grenzgebiet eine genügende Übereinstimmung aufweisen, herangezogen werden. Verwendet man die beiden Gefährdungsstudien, zeigt sich, dass für ähnliche Referenzfelsbedingungen bzw. Scherwellengeschwindigkeiten  $v_s$  die Erdbebengefährdung des Standortes Beznau zwischen den Gefährdungen für Neckarwestheim und Philippsburg liegt (Figur 2). Im für Bauwerke und Komponenten relevanten Frequenzbereich zwischen 3,5 und 20 Hz liegt das Philippsburg-Spektrum über demjenigen von Beznau. Auch das europäische Projekt SHARE (European Seismic Hazard Map) ermittelt für Philippsburg eine höhere Erdbebengefährdung als für Beznau.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]



Figur 2: Vergleich der Bodenantwortspektren (horizontale Komponente auf Felsniveau, Dämpfung 5 %) nach den aktuellen Erdbebengefährdungskarten für die Schweiz (SUIhaz15,  $V_s = 1105$  m/s) und Deutschland (D-EQHZ16,  $V_s = 800$  m/s).

In Figur 3 sind die Antwortspektren für Philippsburg und Neckarwestheim (Überschreitungshäufigkeit  $10^{-5}$  pro Jahr, 50%-Fraktile) welche die Grundlage zur Beurteilung der Erdbebensicherheit im Rahmen des EU-Stresstests 2011 bildeten, sowie das äquivalente nach einem analogen Verfahren bestimmte Antwortspektrum von Beznau (KKB SAR, Überschreitungshäufigkeit  $10^{-4}$  pro Jahr, 84%-Fraktile) dargestellt. Das Antwortspektrum von Beznau liegt zwischen den Antwortspektren Philippsburg und Neckarwestheim. Dies entspricht dem Bild das sich aus den aktuellen Erdbebengefährdungskarten für die Schweiz und Deutschland ergibt (vergl. Figur 2).

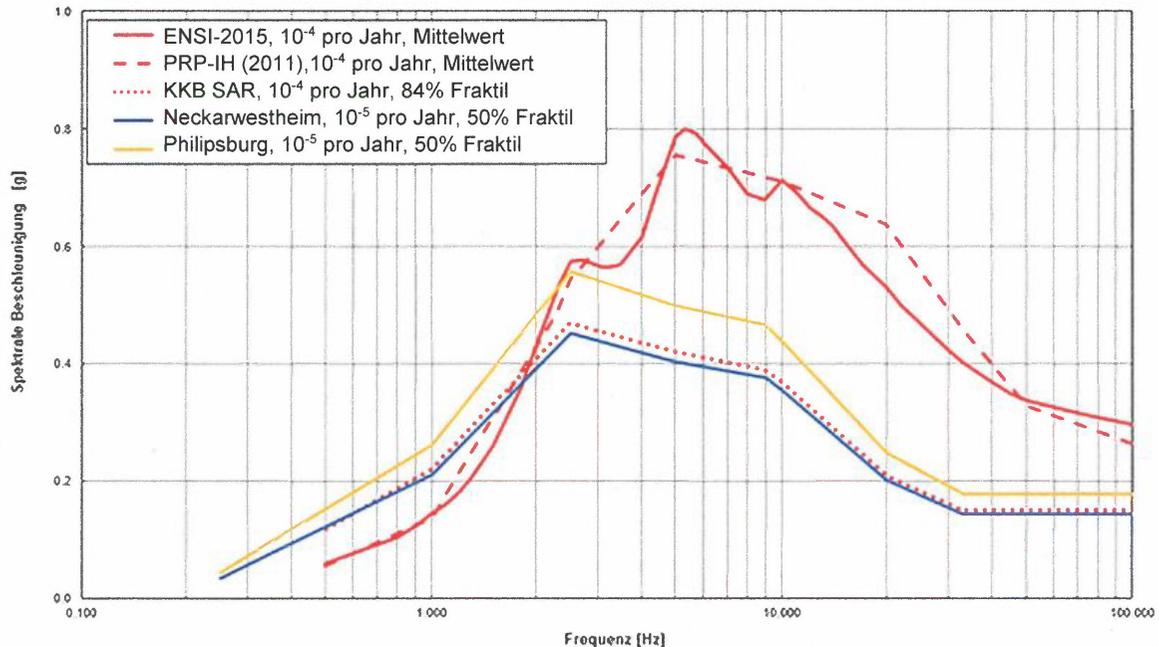
Zum Vergleich sind in Figur 3 auch die mit modernen Methoden bestimmten aktuellen Antwortspektren (ENSI-2015 resp. PRP-IH, Überschreitungshäufigkeit jeweils  $10^{-4}$  pro Jahr, Mittelwert (entspricht ungefähr dem 84%-Fraktile) dargestellt. Sie sind im für Bauwerke und Komponenten relevanten Frequenzbereich zwischen 3,5 und 20 Hz deutlich höher als das nach dem in Deutschland noch üblichen, intensitätsbasierten Verfahren bestimmte Antwortspektrum.

Die höheren Werte der aktuellen Beznauer Antwortspektren sind insbesondere auf die umfassende und systematische Berücksichtigung der epistemischen und aleatorischen Unsicherheiten, z. B. bezüglich der Kenntnis der Herdmechanismen und der Geologie oder der Zufälligkeiten in der Abminderung der Erdbebenwellen zwischen Erdbebenherd und Standort zurückzuführen.



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]



Figur 3: Zusammenstellung der ursprünglichen Bemessungsspektren der Kernkraftwerke Philippsburg und Neckarwestheim gemäss EU-Stresstest 2011 (horizontale Komponente auf Felsniveau, Dämpfung 5 %) sowie Beznau gemäss Sicherheitsbericht (horizontale Komponente auf Fundamentsniveau Reaktorgebäude, Dämpfung 5 %). Zum Vergleich sind die mit den aktuellen Erdbeben-Gefährdungsanalysen (PRP-IH, ENSI 2015) am Standort Beznau bestimmten Bodenantwortspektren (horizontale Komponente auf Fundamentsniveau Reaktorgebäude, Dämpfung 5 %) aufgeführt.

Aufgrund der schweizerischen Erfahrung und der oben dargelegten Sachverhalte liegt es nahe, dass zumindest bei den beiden in Baden-Württemberg befindlichen Standorten Neckarwestheim und Philippsburg, welche bezüglich Erdbebengefährdung mit den schweizerischen Kernkraftwerkstandorten vergleichbar sind, eine nach Schweizer Methodik durchgeführte, probabilistische Erdbeben-Gefährdungsanalyse zu deutlich höheren maximalen horizontalen Bodenbeschleunigungen führen würde.

### 4.3 Nachweis der Erdbebensicherheit

#### Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens

Gemäss dem Ökoinstitut-Gutachten entspricht die Grundauslegung der Anlage Beznau aufgrund der offenen Nachweise zur Beherrschung des aktuell gültigen Bemessungserdbebens nicht dem Sicherheitsstatus deutscher Anlagen, was einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau darstelle.

#### Anmerkungen des ENSI

Aufgrund der Ereignisse in Fukushima Daiichi hat das ENSI im Frühjahr 2011 unter anderem verfügt [15], dass die Auslegung der Kernkraftwerke in der Schweiz bezüglich Erdbeben unverzüglich zu überprüfen waren. Als Gefährdungsannahme wurde der aus aktuellen Zwischenergebnissen des



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

PEGASOS-Refinement-Projekts (PRP) abgeleitete PRP-IH festgelegt. Die Erdbebenfestigkeitsnachweise für die zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens relevanten Ausrüstungen und Strukturen waren aufgrund der genannten neuen seismischen Gefährdungsannahme sowie der aktuell verfügbaren Erkenntnisse aus Japan zu überprüfen und einzureichen. Der Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens war auf der Grundlage der neu bestimmten Erdbebenfestigkeitsnachweise bis zum 31. März 2012 neu zu führen.

Das ENSI hat den sicherheitstechnischen Nachweis des KKB geprüft und kam am 9. Juli 2012 [18] zum Schluss, dass die Kernkühlung und die Kühlung der Brennelemente in den Lagerbecken unter Einwirkung des 10'000-jährlichen Erdbebens und der Kombination von Erdbeben und erdbebenbedingtem Hochwasser gewährleistet bleiben.

Nach der abschliessenden Prüfung der Resultate des PRP verfügte das ENSI am 26. Mai 2016 die neuen verbindlichen Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 [28] und forderte eine darauf abgestützte umfassende Überarbeitung der deterministischen und probabilistischen Erdbebenachweise.

In Deutschland wurde nach dem Unfall von Fukushima Daiichi unseres Wissens keine mit dem schweizerischen Vorgehen vergleichbare umfassende Überprüfung der Erdbebenachweise durchgeführt. Zwar wurden alle deutschen Kernkraftwerke der Robustheitsprüfung der RSK und dem EU-Stresstest unterzogen, darüber hinausgehende quantitative Analysen liegen gemäss der RSK-Stellungnahme vom 6. September 2017 (496. RSK-Sitzung [26]) lediglich für fünf deutsche Kernkraftwerke vor. Darunter befinden sich die beiden noch in Betrieb stehenden Kernkraftwerke von Baden-Württemberg. Für die übrigen deutschen Kernkraftwerke konnte sich die Bewertung der RSK lediglich auf Übertragbarkeitsbetrachtungen stützen.

Für das ENSI ist nicht nachvollziehbar, wieso das Ökoinstitut den ausstehenden Nachweis des KKB für die aktuellen Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015, [28] als sicherheitstechnischen Nachteil des KKB gegenüber den deutschen Anlagen wertet, wenn für deutsche Kernkraftwerke noch keine aktualisierten Erdbeben-Gefährdungsanalysen vorliegen, welche die Anforderungen von SSHAC Level 4 erfüllen.

#### **4.4 Beherrschung von schweren Erdbeben im Leistungsbetrieb**

##### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut-Gutachten kommt zum Schluss, dass hinsichtlich der auslegungsgemäss verfügbaren Pfade zur Nachwärmeabfuhr bei Erdbeben, ausgehend vom Leistungsbetrieb, kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Vor- oder Nachteil des KKB bestehe.

Es kommt jedoch auch zum Schluss, dass das KKB die Auswirkungen eines schweren Erdbebens entsprechend der aktuellen Gefährdungsannahmen weitgehend ohne Sicherheitsmargen beherrschen müsse. Dies stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil des KKB dar.

##### *Anmerkungen des ENSI*

Wie in Kapitel 3.3 dargelegt, stehen im KKB bei schweren Erdbeben, ausgehend vom Leistungsbetrieb, mit dem Notspeisewassersystem und dem Notstandssystem zwei unabhängige Redundanzen für die Nachwärmeabfuhr zur Verfügung. Der gegen Erdbeben ausgelegte AUTANOVE-Notstromdiesel des nicht vollständig erdbebenverstärkten Stranges kann bei Ausfall dieses Stranges auf einen der erdbebenfesten Stränge aufgeschaltet werden, wodurch hinsichtlich der Notstromversorgung je Block eine



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]

zusätzliche Redundanz vorhanden ist. Das Nebenkühlwassersystem wird zur Beherrschung des Erdbebens nicht kreditiert. Da die Notstandstromversorgung sowie das Notstandbrunnenwassersystem eines Blockes auslegungsgemäss in der Lage sind, beide Blöcke zu versorgen, ist zusätzlich auch eine gegenseitige Blockstützung möglich. Diese ist zwar nicht automatisiert und setzt Operateurmassnahmen voraus. Da für diese ein ausreichendes Zeitfenster zur Verfügung steht, kann sie zur Kompensation von Verfügbarkeitseinschränkungen herangezogen werden. Damit werden die in Deutschland geltenden Vorgaben bezüglich der zu unterstellenden Instandhaltungsmassnahmen vom KKB auch im Falle von extern ausgelösten Störfällen erfüllt.

Ferner gründet die Schlussfolgerung des Ökoinstituts auf der Annahme, die „High Confidence of Low Probability of Failure“ (HCLPF)-Werte des Nachweises 2011 seien unveränderlich und folglich auf den aktuell verlangten Nachweis übertragbar. Dies ist unzutreffend. Die HCLPF-Werte werden auf Basis der realen Erdbebenfestigkeit und in Verbindung mit der Eigenfrequenz einer Struktur bestimmt. Sie werden jedoch aus rechentechnischen Gründen üblicherweise in Bezug zur maximalen Bodenbeschleunigung (PGA) gesetzt. Diese Skalierung hängt von der Form des Antwortspektrums des Erdbebens ab. Die Quervergleiche im Gutachten des Ökoinstituts zwischen verschiedenen Standorten und Erdbebengefährdungsanalysen, ohne Berücksichtigung der unterschiedlich geformten Antwortspektren, sind deshalb grundsätzlich unzulässig. Aus dem gleichen Grund sind auch die Abschätzungen im Gutachten zu zukünftigen Margen des KKB nicht belastbar.

Aufgrund dieses methodischen Mangels sind auch die Angaben zu massgebenden HCLPF-Werten im Gutachten nicht korrekt. Auf Grundlage der Gefährdungsanalyse PEGASOS [20] weist das KKB für das Notspeisewassersystem einen HCLPF von 0,45 g aus. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Spektrenformen entspricht dieser Wert einer maximalen Bodenbeschleunigung von ca. 0,54 g bezogen auf das PRP-IH-Bodenantwortspektrum. Das Notspeisewassersystem verfügt somit gegenüber dem 10'000-jährlichen Erdbeben gemäss PRP-IH über eine Reserve von einem Faktor von 1,55. Das Notstandspeisewassersystem und das Notstand-Rezirkulationssystem widerstehen einer PGA von 0,53 g, was auch für andere Komponenten limitierend ist. Dies entspricht einer Reserve von einem Faktor von 1,52.

Die Aussage im Ökoinstitut-Gutachten, wonach das KKB die Auswirkungen eines schweren Erdbebens entsprechend der aktuellen Gefährdungsannahmen weitgehend ohne Sicherheitsmargen beherrschen müsse, ist somit unzutreffend.

## **4.5 Beherrschung von schweren Erdbeben im Stillstand**

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Für die Nachwärmeabfuhr, ausgehend vom Stillstand, würden nach Einschätzung des Ökoinstituts in der Anlage Beznau eine geringere Anzahl an Strängen in der Qualität eines Sicherheitssystems zur Verfügung stehen als in den deutschen Anlagen.

Die Grundausslegung der Anlage Beznau entspreche aufgrund der Einschränkungen bei den zur Beherrschung des Bemessungserdbebens zur Verfügung stehenden Sicherheitssystemen nicht dem Sicherheitsstatus deutscher Anlagen, was einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau darstelle.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

#### *Anmerkungen des ENSI*

Tritt während eines Revisionsstillstandes bei un verfügbaren Dampferzeugern ein 10'000-jährliches Erdbeben ein, ist der Ausfall der herkömmlichen, zweisträngigen Nachkühlkette zu unterstellen. In einem solchen Fall kann die Nachwärmeabfuhr mit dem Notstand-Rezirkulationssystem oder je nach Zustand des Reaktorkühlsystems über die Fahrweise Feed-and-Boil sichergestellt werden. Da die Notstandstromversorgung sowie das Notstandbrunnenwassersystem eines Blockes auslegungsgemäss in der Lage sind, beide Blöcke zu versorgen, ist zusätzlich auch eine gegenseitige Blockstützung möglich.

Die vom Ökoinstitut beanstandete Unverfügbarkeit des primären Nebenkühlwassersystems aufgrund eines 10'000-jährlichen Erdbebens während eines Revisionsstillstandes ist nur während des Zeitraumes relevant, während welchem bei un verfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind, Dieser Zustand liegt in der Regel während rund zehn Tagen pro Jahr vor.

Die Überschreitungshäufigkeit eines Szenarios mit 10'000-jährlichem Erdbeben im vom Ökoinstitut geltend gemachten Zeitraum, während dem bei un verfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind, und anschliessendem Versagen der Notstandrezirkulation, ist kleiner als  $10^{-6}$  pro Jahr. Vor diesem Hintergrund ergibt sich aus Sicht des ENSI kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Nachteil für das KKB.



**Klassifizierung:**  
Aktenzeichen/Referenz:  
Titel:  
Datum / Sachbearbeiter:

**keine**  
10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
15.05.2018 / [REDACTED]

## 5 Überflutung

### 5.1 Gefährdungsanalysen

Gemäss Gefährdungsannahmenverordnung sind in der Schweiz für den Nachweis des ausreichenden Schutzes gegen Überflutung Gefährdungen mit einer Überschreitungshäufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu berücksichtigen. Die Überflutungsgefährdung ist mit Hilfe einer probabilistischen Gefährdungsanalyse zu ermitteln. Hierbei sind die aus aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen gewonnenen historischen Daten sowie absehbare Veränderungen der massgebenden Einflussgrössen zu berücksichtigen und zu bewerten.

Die letzte Überprüfung der Überflutungssicherheit des KKB erfolgte im Nachgang zum Unfall in Fukushima im Jahr 2011 [30]. Die Ableitung der Hochwassergefährdung des KKB stützt sich dabei auf die seit 1904 verfügbaren Pegelmessdaten der Aare bei Untersiggenthal sowie auf die Rekonstruktion von Hochwasser-Durchflusswerten historischer Hochwasser, die bis ins Jahr 1852 zurückliegen.

Aus der Gesamtheit der so ermittelten Daten wurde ein Wert von  $4'200 \text{ m}^3/\text{s}$  für den 10'000-jährlichen Durchfluss der Aare bei Untersiggenthal bestimmt. Die Ermittlung der Überflutungshöhe im Bereich des Kernkraftwerks Beznau erfolgte mit einem zweidimensionalen Modell und ergab ein maximales Wasserniveau im Bereich der KKB-Gebäude von 37 cm über Grund.

Zusätzlich wurde mit einem bezüglich Feststofftransport überarbeiteten gekoppelt-sedimentologisch-hydraulischen 2D-Überflutungsmodell unter Beachtung einer Kornverteilung des Sohlematerials die Auswirkungen des 10'000-jährlichen Hochwassers für verschiedene Verklausungsszenarien untersucht. Daraus ergab sich eine Erhöhung des maximalen Wasserniveaus im Bereich der KKB-Gebäude von 37 auf 102 cm über Grund [31].

Beim Vergleich mit den Bemessungsgrundlagen deutscher Anlagen ist zu beachten, dass in der Schweiz die Hochwassergefährdung mit Hilfe einer probabilistischen Gefährdungsanalyse zu ermitteln ist. Hierbei sind die aus aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen gewonnenen historischen Daten sowie absehbare Veränderungen der massgebenden Einflussgrössen zu berücksichtigen und zu bewerten. Das deutsche Regelwerk (KTA 2207, [33]) fordert für die Bestimmung des 10'000-jährlichen Bemessungshochwassers lediglich die Extrapolation von einem nach den üblichen statistischen Verfahren bestimmten 100-jährlichen Hochwassers auf eine Jährlichkeit von 10'000 Jahren.

### 5.2 Beherrschung von Hochwasserereignissen im Leistungsbetrieb

Für die Beherrschung von Hochwasserereignissen stehen im KKB, ausgehend vom Leistungsbetrieb, mit dem Hilfsspeisewassersystem, dem Notspeisewassersystem sowie dem Notstandsystem drei unabhängige Redundanzen zur Nachwärmeabfuhr zur Verfügung. Entgegen der Ausführungen im Gutachten des Ökoinstituts wäre das Notspeisewassersystem auch vor den Nachrüstungen im Rahmen von AUTANOVE verfügbar gewesen. Zudem verfügt das Notspeisewassersystem nach den Nachrüstungen im Rahmen von AUTANOVE über eine, aus dem Notstandbrunnen ansaugende, eigene Brunnenwasserpumpe. Eine Abhängigkeit von der Brunnenwasserpumpe des Notstandsystems besteht somit nicht.

Das KKB verfügt pro Block über drei Brunnenwasserpumpen, die drei Sicherheitssträngen zugeordnet sind, wobei diese Pumpen auslegungsgemäss jeweils die ihnen zugeordneten Systeme beider Blöcke gleichzeitig mit ausreichend Kühlwasser versorgen können. Die Aufschaltung der Pumpen für die gleichzeitige Versorgung beider Blöcke erfordert Operateurmassnahmen.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

Das Hilfsspeisewasser- und das Notspeisewassersystem sind auf Überflutungshöhen von 1,65 m resp. 2,35 m ausgelegt. Das Notstandssystem bleibt auch bei Überflutungshöhen von bis zu 6,00 m funktionsfähig und erfüllt damit das Kriterium für den höchsten Robustheitslevel 3, welchen die RSK in ihrer anlagenspezifischen Sicherheitsüberprüfung deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima definiert hat.

Die beiden noch im Betrieb befindlichen Kernkraftwerke des Bundeslandes Baden-Württemberg erreichen diesen Robustheitslevel nicht [32].

### 5.3 Beherrschung von Hochwasserereignissen im Stillstand

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Im Gutachten wird festgestellt, dass im KKB, ausgehend vom Anlagenstillstand, also bei un verfügbaren Dampferzeugern, aufgrund des auslegungsbedingt nicht verfügbaren primären Nebenkühlwassersystems ausschliesslich Pfade zur Nachwärmeabfuhr zur Verfügung stünden, die in Deutschland als Notfallmassnahmen eingestuft würden. Dies stelle gegenüber dem Sicherheitsstatus der noch im Leistungsbetrieb befindlichen deutschen Anlagen einen sicherheitstechnischen Nachteil dar.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Tritt während eines Revisionsstillstandes bei un verfügbaren Dampferzeugern ein 10'000-jährliches Hochwasser ein ist der Ausfall des primären Nebenkühlwassersystems zu unterstellen. In einem solchen Fall kann die Nachwärmeabfuhr über die Aufrechterhaltung der herkömmlichen Nachkühlkette mittels Ersatzmassnahmen und mit dem Notstand-Rezirkulationssystem sichergestellt werden. Da die Notstandstromversorgung sowie das Notstandbrunnenwassersystem eines Blockes auslegungsge-  
mäss in der Lage sind, beide Blöcke zu versorgen, ist zusätzlich auch eine gegenseitige Blockstützung möglich.

Die vom Ökoinstitut beanstandete Unverfügbarkeit des primären Nebenkühlwassersystems aufgrund eines 10'000-jährlichen Hochwassers während eines Revisionsstillstandes ist nur während des Zeitraumes relevant, während welchem bei un verfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind, Dieser Zustand liegt in der Regel während rund zehn Tagen pro Jahr vor.

Die Überschreitungshäufigkeit eines Szenarios mit 10'000-jährlicher Überflutung im vom Ökoinstitut geltend gemachten Zeitraum, während dem bei un verfügbaren Dampferzeugern noch Brennelemente im Reaktor sind, und anschliessendem Versagen der Notstandrezirkulation, ist kleiner als  $10^{-6}$  pro Jahr. Vor diesem Hintergrund ergibt sich aus Sicht des ENSI kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Nachteil für das KKB.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## **6 Brennelementlagerbecken**

### **6.1 Unterbringung der Brennelementlagerbecken**

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut kritisiert in seinem Gutachten die Unterbringung der Brennelementlagerbecken des KKB in einem separaten Gebäude. In den noch im Leistungsbetrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerken befänden sich die Lagerbecken hingegen innerhalb des Containments im Reaktorgebäude. Dies gewährleiste einen zusätzlichen Schutz gegen mechanische Einwirkungen von aussen und eine bessere Spaltproduktrückhaltung im Falle von Brennelementschäden. Vor diesem Hintergrund stuft das Ökoinstitut die getrennte Unterbringung der Lagerbecken als sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau ein.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Das Brennelementlagergebäude des KKB verfügt über massive Seiten- und Bodenwandstärken, im Beckenbereich von mindestens 1,8 m und bietet deshalb einen ausreichenden Trümmerschutz bei mechanischen Einwirkungen von aussen. Zudem ist der Gebäudeteil, in welchem sich das Becken befindet, aufgrund seiner geringen Höhe über Terrain und der Anordnung zwischen massiven Gebäuden gut geschützt. Dank der 5,8 m hohen Wasserüberdeckung und des grossen Wasserinventars von etwa 1000 m<sup>3</sup> bleibt die Kühlung der Brennelemente auch bei einem Ausfall der Kühlsysteme während mehrerer Tage gewährleistet, sodass für allenfalls notwendige Accident-Management-Massnahmen sehr viel Vorbereitungszeit zur Verfügung steht.

Zudem ist aufgrund der räumlichen Trennung, bei einer unterstellten Einwirkung Dritter, nicht das gesamte Brennstoffinventar von den Auswirkungen betroffen. Bei Störfällen im Sicherheitsgebäude bleibt die Zugänglichkeit des Brennelementlagers erhalten. Allfällige Interventionsmassnahmen sind weiterhin möglich.

Aufgrund des Schutzgrades des Brennelementlagergebäudes, des Lagerbeckens und den sicherheitstechnischen Vorteilen einer räumlichen Trennung z. B. bei terroristischen Angriffen oder verschiedenen internen Einwirkungen bewertet das ENSI die Unterbringung des Brennelementlagers in einem separaten Gebäude nicht als sicherheitstechnischen Nachteil des KKB.

### **6.2 Auslegung der Brennelementlager-Kühlsysteme**

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Im Gutachten wird festgestellt, dass im KKB bislang kein als Sicherheitssystem qualifizierter Strang zur Beckenkühlung zur Verfügung stünde. Die vorhandenen Beckenkühlstränge seien lediglich betrieblich qualifiziert und wären bei Einwirkungen von aussen als nicht verfügbar anzusehen. Weil die noch im Betrieb stehenden deutschen Anlagen das Bemessungserdbeben (ohne Unterstellung des Einzelfehlers) beherrschten, würde dies einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau darstellen.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Das Brennelementlagerbecken des KKB ist ausserhalb des Containments in einem separaten Gebäude untergebracht. Zur Kühlung des Beckens stehen mit dem zweisträngigen klassierten Brennelementla-



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

ger-Kühlsystem und dem räumlich getrennten und funktional unabhängigen alternativen Brennelementlager-Kühlsystem drei Redundanzen für die Wärmeabfuhr zur Verfügung, die auch alle über Notstromstromschienen versorgt werden.

Das Brennelementlager-Kühlsystem gibt die Wärme über die Kühlkette „Primäres Zwischenkühlsystem“ und „Primäres Nebenkühlwassersystem“ an die Aare ab und muss bei Hochwasser als ausgefallen betrachtet werden. Der Kühler des alternativen Brennelementlager-Kühlsystems wird über eine festinstallierte Rohrleitung aus der Wasserversorgung gespiesen und verfügt somit über eine von der Aare unabhängige Wärmesenke.

Weil alle Redundanzen des Brennelementlager-Kühlsystems seismisch nicht für das aktualisierte 10'000-jährliche Erdbeben ausgelegt sind, muss in diesem Fall davon ausgegangen werden, dass beide Brennelementlager-Kühlsysteme ausfallen und deshalb auf Notfallmassnahmen zur Sicherstellung der Kühlung zurückgegriffen werden muss. Diese umfassen zwei unabhängige Einspeiseleitungen über die Wasser mit mobilen Pumpen in die Brennelementbecken nachgespeist werden kann.

Im Gegensatz zur Aussage im Ökoinstitut-Gutachten stehen im KKB in der Regel drei Redundanzen zur Kühlung des Brennelementlagers zur Verfügung. Die eingeschränkte Verfügbarkeit dieser Sicherheitssysteme bei Hochwasser und insbesondere bei Erdbeben wurde vom ENSI aufgrund der sehr grossen zulässigen Interventionszeiten von mehreren Tagen in der Vergangenheit akzeptiert.

Gleichwohl betrachtet auch das ENSI den ungenügenden Schutz gegen Naturereignisse als sicherheitstechnischen Nachteil, weshalb im Nachgang zu Fukushima mit der Verfügung vom Mai 2011 [16] umfangreiche Verbesserungsmassnahmen u. a. auch ein zusätzliches erdbeben- und hochwasserfestes Brennelementlager-Kühlsystem gefordert wurden. Zwischenzeitlich wurden die meisten Verbesserungsmassnahmen umgesetzt. Die Nachrüstung des zusätzlichen Kühlsystems ist in Umsetzung.

### 6.3 Nachrüstmassnahmen am Brennelementlagerbecken

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Im Gutachten des Ökoinstituts werden die vom ENSI geforderten Verbesserungs- und Nachrüstmassnahmen diskutiert. Die noch offenen Massnahmen stellen aus Sicht des Ökoinstituts bis zu deren endgültigen Umsetzung einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

Doch auch nach Abschluss aller geplanten Nachrüstungen würde nach Einschätzung des Ökoinstituts nur ein als Sicherheitssystem qualifizierter Strang zur Beckenkühlung zur Verfügung stehen, was einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau darstelle.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Aufgrund der Erfahrungen in Fukushima forderte das ENSI das KKB auf, Massnahmen zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens des Brennelementlagergebäudes und der Brennelementlagerbecken-Kühlung vorzuschlagen. In seiner Antwort hat das KKB ein Konzept erarbeitet, mit welchem der Schutz des Brennelementlagerbecken-Gebäudes gegen Erdbeben verbessert werden kann. Darin waren die folgenden fünf Nachrüstungspakete vorgesehen:

- Realisierung eines zusätzlichen erdbeben- und hochwasserfesten Brennelementlager-Kühlsystems;
- Nachrüstung von zwei zusätzlichen Einspeiseleitungen zur Ergänzung des Wasserinventars des Brennelementlagerbeckens;



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

- Verbesserungen der seismischen Robustheit des Lagerbeckengebäudes und Nachrüstung einer Druckentlastung zur Wahrung der Gebäudeintegrität bei siedendem Lagerbecken;
- Erweiterung des Steuerluftsystems zur Hilfsenergieversorgung des geplanten Niveaumesssystems;
- Nachrüstung einer Temperatur- und Niveaumessung in den Brennelementlagerbecken mit Anzeige in den Steuerstellen.

Zusätzlich forderte das ENSI eine Überprüfung von Massnahmen zur Verhinderung von unzulässigen Füllstandsabsenkungen durch Saughebewirkung infolge beschädigter Rohrleitungen.

Bis auf die Nachrüstung eines zusätzlichen erdbeben- und hochwasserfesten Brennelementlager-Kühlsystems waren Ende 2017 alle vom ENSI geforderten Verbesserungs- und Nachrüstmassnahmen umgesetzt. Somit entfallen die monierten sicherheitstechnischen Nachteile mit letztgenannter Ausnahme.

Die Installation des Brennelementlager-Zusatzkühlsystems hat sich aufgrund von Liquiditätsproblemen des Lieferanten verzögert. Nach Realisierung der geplanten Nachrüstung werden dem KKB für alle durch interne Ereignisse ausgelösten Störfälle pro Block fünf unabhängige Redundanzen von Sicherheitssystemen zur Kühlung der Brennelementlagerbecken zur Verfügung stehen. Externe Überflutungen und extreme Wetterereignisse werden ebenfalls mit fünf Redundanzen beherrscht. Im Erdbebenfall stehen noch zwei Redundanzen für die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementlagerbecken sowie die beiden räumlich getrennten Notspeiseleitungen zur Ergänzung des Wasserinventars zur Verfügung.

Der heute noch bestehende sicherheitstechnische Nachteil des KKB wird nach Abschluss der geplanten Nachrüstungen entfallen.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

## 7 Elektrische Energieversorgung

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Im Gutachten des Ökoinstituts wird bemängelt, dass sowohl die externe 220-kV-Netzanbindung als auch der Inselbetrieb der Anlage KKB keine Versorgung der Notstandschiene ermöglichen. Dadurch stünden diese Einspeisemöglichkeiten nur für die beiden ursprünglichen Sicherheitssysteme zur Verfügung. Zudem verfüge das KKB nicht über einen unabhängigen dritten Netzanschluss, wie dies bei den deutschen Anlagen der Fall sei.

Weiterhin wird bemängelt, dass insbesondere beim Bemessungserdbeben nur noch (n+1) Stränge der Notstrom- und Notstandnotstromversorgung zur Verfügung stünden. Demgegenüber verbleibe in den deutschen Anlagen immer die Versorgungsmöglichkeit aus der (n+2)-redundanten Notstrom- und der mindestens (n+1)-redundanten Notstandnotstromversorgung.

Auf dieser Basis bewertet das Ökoinstitut die Grundausslegung der elektrischen Energieversorgung im KKB als nicht gleichwertig mit der Grundausslegung der elektrischen Energieversorgung in den noch betriebenen deutschen Anlagen. Dies stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil des KKB dar.

### *Anmerkungen des ENSI*

Die vom Ökoinstitut geäußerte Kritik an der Netzanbindung der Notstromversorgung des KKB ist unzutreffend. Die externe 220-kV-Netzanbindung des KKB erfolgt über das Unterwerk Beznau, welches eine mehrfache Anbindung an die Hochspannungsnetze auf der 380- und 220-kV-Ebene gewährleistet. Die Anforderung an eine dritte unabhängige Versorgungseinrichtung wird mit Hilfe des Notstrom-Netzanschlusses (50 kV) erfüllt, welcher bei einem Ausfall der 220-kV-Versorgung von diesem getrennt wird und auf diverse Einspeisungen von Wasserkraftwerken zurückgreifen kann.

Die Notstandstromversorgung jedes Blockes ist über zwei funktional unabhängige Einspeisungen sichergestellt (Notstrom-Netzanschluss, Notstandschiene des anderen Blockes). Eine betriebliche elektrische Versorgung der Notstandschiene über die 220-kV-Netzanbindung bzw. den Eigenbedarf ist mit der Umsetzung des Projektes AUTANOVE ebenfalls möglich geworden. Damit erfüllt das KKB sämtliche Anforderungen des deutschen Regelwerks.

Darüber hinaus verfügt das KKB zur Beherrschung aller Auslegungsfälle mit Ausnahme des schweren Erdbebens über eine dieselgestützte Stromversorgung mit einem Redundanzgrad von mindestens (n+2) je Block. Darüber hinaus können die Dieselgeneratoren des anderen Blockes aufgeschaltet werden.

Im Erdbebenfall stehen pro Block zwei speziell gegen externe Ereignisse geschützte Redundanzen der Notstrom- und Notstandnotstromversorgung zur Verfügung. Weil alle Notstromdiesel und die zur Aufschaltung notwendigen Stromschienen mit AUTANOVE gegen Erdbeben ausgelegt sind, kann bei Ausfall auf den anderen Notstromdiesel zurückgegriffen werden.

Zudem kann die gegenseitige Blockstützung herangezogen werden, sodass die in Deutschland geltenden Vorgaben bezüglich Einzelfehler kombiniert mit einem zu unterstellenden Instandhaltungsfall vom KKB auch im Erdbebenfall erfüllt werden.

Der Vorwurf eines sicherheitstechnischen Nachteils für das KKB bei der elektrischen Energieversorgung ist deshalb unbegründet.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 8 Kühlwasserversorgung

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut-Gutachten bestätigt, dass dem KKB mit dem Notbrunnen und dem Notstandbrunnen zusätzlich zur Aare zwei weitere unabhängige Wärmesenken zur Verfügung stehen. Obwohl diese ereignisabhängig nur eingeschränkt zur Verfügung stünden, gehe die Auslegung des KKB diesbezüglich über diejenige einzelner noch in Betrieb stehender deutscher Kernkraftwerke hinaus.

Im Gutachten wird jedoch kritisiert, dass das primäre Nebenkühlwassersystem des KKB keine durchgehende räumliche Trennung aufweise und bei verschiedenen externen Ereignissen nicht uneingeschränkt gesichert zur Verfügung stünde. Die Einschränkung in der ereignisspezifischen Verfügbarkeit der Nebenkühlwasserversorgung stellt aus Sicht des Ökoinstituts insbesondere während den Stillstandsphasen bei un verfügbaren Dampferzeugern und mit Blick auf die Lagerbeckenkühlung einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

### *Anmerkungen des ENSI*

Die im vorliegenden Kapitel vom Ökoinstitut vorgebrachten Kritikpunkte am primären Nebenkühlwassersystem des KKB wurden bereits in den vorangehenden Kapiteln 4, 5 und 6 erörtert und dort vom ENSI entkräftet. Bezüglich der Kühlwasserversorgung wurden vom Ökoinstitut keine zusätzlichen Argumente vorgebracht, welche für einen sicherheitstechnischen Nachteil des KKB sprechen würden.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

## 9 Extreme Wetterbedingungen

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut-Gutachten bestätigt, dass die Gefährdungsanalysen des KKB zu extremen Wetterbedingungen sowohl bezüglich der zu berücksichtigenden Einwirkungshäufigkeiten als auch bezüglich der zu betrachtenden Ereigniskombinationen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sowie den Empfehlungen der RSK in Deutschland entsprechen.

Im Gutachten werden jedoch die maximal für das KKB zu berücksichtigende Windgeschwindigkeit und Blitzstromsteilheit in Frage gestellt.

### *Anmerkungen des ENSI*

Ende Februar 2014 hat das KKB die vom ENSI geforderten Gefährdungsanalysen bezüglich extremer Winde, Tornados, Starkregen auf dem Anlagenareal, Schneehöhen und die qualitativ zu untersuchenden Gefährdungen eingereicht. In seiner Stellungnahme zur Gefährdungsanalyse forderte das ENSI das KKB auf, diese nachzubessern. Insbesondere für extreme Winde und extreme Lufttemperaturen forderte das ENSI für den anstehenden Langzeitbetriebsnachweis eine regionale Betrachtung auf der Basis von Daten mehrerer repräsentativer Standorte. Für den Nachweis wurden provisorische Gefährdungswerte festgelegt.

Mit der Überprüfung der eingereichten Unterlagen zum Nachweis des ausreichenden Schutzes gegen Extremwetter kam das ENSI im Oktober 2016 zum Schluss, dass das KKB mit den Notstandssystemen und dem im Rahmen des Projektes AUTANOVE nachgerüsteten Abfahrpfad über mehrere Abfahrpfade zur Beherrschung extremer Wetterbedingungen verfügt und diese Sicherheitsmargen besitzen. Die für Tornados festgelegte Gefährdungsannahme (60 m/s) am Standort des KKB entspricht einem 10'000-jährlichen Tornadoereignis. Insbesondere werden auch die vom Ökoinstitut angesprochenen Windgeschwindigkeiten von 70 m/s vom KKB mit Sicherheitsmarge beherrscht.

Bezüglich des Schutzes gegenüber Blitzeinwirkungen besteht aus Sicht des ENSI kein Handlungsbedarf. Die schweizerischen Anforderungen im Bereich des Blitzschutzes gehen über die Anforderungen des deutschen Regelwerks (KTA 2206; [34]) hinaus. Gemäss Richtlinie ENSI-G02 [35] beträgt der zu berücksichtigende Stromscheitelwert 300 kA und nicht 200 kA wie in der KTA 2206 gefordert.

Zwar wurde von der RSK empfohlen, dass im Sinne einer Robustheitsbetrachtung die Kombination eines Stromscheitelwertes von 300 kA mit einer mittleren Stromsteilheit von 300 kA/μs zu betrachten sei. Diese Empfehlung geht hinsichtlich der zu berücksichtigenden Blitzstromsteilheit über das schweizerische Regelwerk hinaus. Die Einhaltung der RSK-Empfehlung wurde in Deutschland exemplarisch nur für ein Kernkraftwerk nachgewiesen. Aufgrund des konservativen schweizerischen Blitzschutz-Nachweisverfahrens mit den entsprechenden Sicherheitsfaktoren erwächst aus der RSK-Empfehlung kein Handlungsbedarf für die schweizerischen Kernkraftwerke. Unabhängig davon schätzt das ENSI die Häufigkeit der Kombination eines Stromscheitelwertes von 300 kA mit einer mittleren Stromsteilheit von 300 kA/μs für einen Blitz als vernachlässigbar gering und das Ereignis damit als irrelevant ein.

Weiterhin ist anzumerken, dass die RSK-Empfehlung im Entwurf zur KTA 2206 vom November 2017 nicht aufgenommen wurde.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 10 Reaktordruckbehälter

### 10.1 Versprödung der Reaktordruckbehälter

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Nach Einschätzung des Ökoinstituts weisen die beiden Reaktordruckbehälter (RDB) der Anlage Beznau eine im internationalen Vergleich sehr hohe Versprödung auf. Im Rahmen der Bestimmung der Sprödbruchreferenztemperatur seien bereits zahlreiche, in den klassischen Verfahren enthaltene Konservativitäten abgebaut worden. Dies stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Für bestehende Kernkraftwerke gelten in den Vereinigten Staaten gemäss Code of Federal Regulations 10CFR50.61 folgende Grenzwerte für die Sprödbruch-Referenztemperatur an der Innenwand des RDB ( $RT_{PTS}$ ):

- Grundmaterial:  $RT_{PTS} = 132\text{ °C}$
- Schweissmaterial (Rundnähte):  $RT_{PTS} = 149\text{ °C}$

Der entsprechende Grenzwert der schweizerischen Ausserbetriebnahmeverordnung [36]  $RT_{NDT} = 93\text{ °C}$  gilt für Grund- und Schweissmaterial und wird in einem Viertel der Wandtiefe bestimmt. Der schweizerische Grenzwert orientiert sich an der Empfehlung der amerikanischen Aufsichtsbehörde NRC für neue Reaktoren und ist, obwohl er nicht an der Innenwand des RDB bestimmt wird, deutlich strenger als der US-amerikanische Grenzwert für bestehende Reaktoren. Darüber hinaus hat im Unterschied zu den Vereinigten Staaten eine Überschreitung des Grenzwertes nicht nur die Einreichung eines neuen bruchmechanischen Nachweises, sondern auch die unverzügliche Ausserbetriebnahme des Kraftwerks zur Folge.

Neben dem Grenzwert legt die Ausserbetriebnahmeverordnung auch die Methodik zur Bestimmung der Sprödbruch-Referenztemperatur fest. Gemäss Art. 4 Abs. 1 kann die Sprödbruch-Referenztemperatur mit Kerbschlagbiegeversuchen oder bruchmechanischen Versuchen bestimmt werden. Diese Bestimmung wurde in der Richtlinie ENSI-B01 [37] konkretisiert. Diese legt die Anforderungen an die Bestimmung der Sprödbruch-Referenztemperatur mit Kerbschlagbiegeversuchen (Methode I, klassisches Verfahren) und mit bruchmechanischen Versuchen (Methode II, Vorgehen auf der Basis des Master-Curve-Konzepts) im Detail fest.

Die Auswertung der klassischen Kerbschlagbiegeversuche (Methode I) führt zu sehr konservativen Resultaten, weil die Methode auf rein empirischen Grundlagen beruht und deshalb grosse Sicherheitszuschläge angewandt wurden. Die beiden moderneren Methoden II-A und II-B der Richtlinie ENSI-B01 basieren hingegen auf bruchmechanischen Versuchen und erlauben eine direkte Übertragbarkeit der Bruchzähigkeit auf das Bauteil. Die mithilfe der beiden Methoden des Typs II abgeleiteten Aussagen zum wirklichen Zustand des Stahls des RDB sind deshalb genauer.

Die Verwendung von bruchmechanischen Versuchen zur Ermittlung der Sprödbruch-Referenztemperatur, auch Master-Curve-Methode genannt, wurde durch umfangreiche internationale Forschung über viele Jahre hinweg etabliert und ist in internationalen Normen und Standards, insbesondere auch im deutschen Regelwerk (KTA 3201.2 [11]) anerkannt.

Um allfällige Einflüsse von vergleichsweise kleinen oder erneut verschweissten Proben ausschliessen zu können, hat das ENSI im Falle von Beznau verlangt, die konservativere Methode II-B anzuwenden.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

Die Methode II-B ist eine Kombination aus Master-Curve im unbestrahlten Ausgangszustand und Kerbschlagbiegeproben aus der Methode I zur Bewertung des Versprödungseinflusses und wurde auch vom internationalen Expertengremium des ENSI zur Anwendung empfohlen.

In Tabelle 1 sind die Sprödbbruch-Referenztemperaturen der Ringe C und D sowie des Schweißmaterials der verbindenden Rundnaht zusammengestellt. Vergleiche mit internationalen Daten zeigen, dass die Versprödungs- und Bruchzähigkeitsdaten der RDB von Beznau 1 und 2 innerhalb der Streuung der grossen internationalen Datenbanken liegen.

*Tabelle 1: Zusammenstellung der Sprödbbruch-Referenztemperaturen (ca. 65 Betriebsjahre, ¼ Wandtiefe) der Ringe C und D sowie des Schweißmaterials der verbindenden Rundnaht der RDB von Beznau 1 und 2.*

	KKB 1 Ring C	KKB 1 Ring D	KKB 1 Schweiss- material	KKB 2 Ring C	KKB 2 Ring D	KKB 2 Schweiss- material
	RT <sub>ref</sub> [°C]	RT <sub>ref</sub> [°C]	RT <sub>ref</sub> [°C]	RT <sub>ref</sub> [°C]	RT <sub>ref</sub> [°C]	RT <sub>ref</sub> [°C]
Methode I	98	58	37	56	58	27
Methode II-B	83	41	-	32	-11	-
Methode II-A	74	-	-	-	-	-

Die mit der Methode II-B bestimmte Sprödbbruch-Referenztemperatur der am höchsten versprödeten Ringe C liegt bei beiden Blöcken deutlich unter dem sehr konservativen schweizerischen Grenzwert von 93 °C. Insbesondere erfüllt das KKB auch alle Anforderungen des diesbezüglichen deutschen Regelwerks (KTA 3201.2 [11]), weshalb gegenüber deutschen Anlagen kein sicherheitstechnischer Nachteil besteht.

## 10.2 Befunde in den Reaktordruckbehältern

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Die im Juli 2015 entdeckten Befunde würden auf Mängel in der Herstellungsqualität der RDB hinweisen und das Nachweisproblem zur Sprödbrechtsicherheit des RDB erheblich verschärfen. Der Sicherheitsnachweis für die Integrität des RDB von Beznau 1 liesse sich vor diesem Hintergrund, wenn überhaupt, nur noch mit erheblich reduzierten Sicherheitsmargen führen und stelle damit einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

### *Anmerkungen des ENSI*

Das ENSI hatte 2015 gefordert, dass die Ultraschallanzeigen, welche auf die Befunde im Stahl des RDB hinweisen, untersucht, charakterisiert und bewertet werden. Aus diesem Grund hat das KKB in einem ersten Schritt die Befunde mit einer verfeinerten Methode genauer erfasst. Insgesamt wurden im Stutzenring B 119 und im oberen Kernring C 3519 Befunde registriert. Im unteren Kernring D wurden keine Befunde festgestellt.

Das KKB konzentrierte sich in der Folge auf die weitere Untersuchung des Rings C, da dieser die meisten Anzeigen aufweist, am nächsten beim Kern liegt und deshalb über die grösste Versprödung aller Teile des RDB verfügt. Zudem ist er von der Lage her bei einem Kühlmittelstörfall am stärksten belastet.

**Klassifizierung:**

Aktenzeichen/Referenz:

Titel:

Datum / Sachbearbeiter:

**keine**

10KKA.TFK / ENSI-AN-10327

Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau

15.05.2018 / [REDACTED]

Da aus dem RDB keine Materialproben entnommen werden können, um zu sehen, was die festgestellten Ultraschallanzeigen verursacht, hat das KKB eine Kopie des Rings C herstellen lassen. Diese Replika wurde nach dem gleichen Herstellungsverfahren produziert wie der Ring C des RDB von Beznau 1 in den 60er-Jahren.

Die Ultraschalluntersuchungen an der Replika zeigten ein vergleichbares Bild wie der originale Ring C des Reaktordruckbehälters. Durch metallurgische Untersuchungen am Replika-Material konnte bestätigt werden, dass die Ultraschallanzeigen durch Einschlüsse von Aluminiumoxid verursacht werden.

Kern des Nachweises bildet der Beleg, dass die Aluminiumoxid-Einschlüsse keinen negativen Einfluss auf die Materialeigenschaften des RDB und damit auf die Sicherheit haben. Dazu hat die Axpo 130 Proben unter Aufsicht von unabhängigen technischen Sachverständigen geprüft. Bei diesen Materialprüfungen zeigte sich kein Unterschied zwischen Proben mit und ohne Aluminiumoxid-Einschlüssen.

Für die meisten Bereiche, bei denen Befunde im Ring C des RDB festgestellt wurden, konnte durch Replika-Material mit vergleichbaren Ultraschallbildern (Amplituden- und Befunddichteverteilung) nachgewiesen werden, dass die Sprödbruchreferenztemperatur nicht beeinflusst wird. Nur für einige wenige Bereiche mit höheren Amplituden konnten nicht ausreichend Proben analysiert werden. Diese Befundbereiche wurden durch Risse ersetzt und deren Zulässigkeit bruchmechanisch bewertet.

Weiter musste die Axpo umfangreiche mikroskopische Untersuchungen zur lokalen chemischen Zusammensetzung des Stahles durchführen. Damit sollten mögliche Anreicherungen bestimmter Elemente ausgeschlossen werden, von denen bekannt ist, dass sie die Strahlungsversprödung beeinflussen können.

Sowohl in unmittelbarer Nähe der Aluminiumoxid-Einschlüsse als auch im Material zwischen den Einschlüssen wurden keine solchen Anreicherungen gefunden. Es konnte somit gezeigt werden, dass Aluminiumoxid keinen negativen Einfluss auf die Strahlungsversprödung hat.

In [38] wird im Detail aufgezeigt, dass der RDB des KKB 1 alle Anforderungen des schweizerischen Regelwerks erfüllt und deshalb weiter betrieben werden kann.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 11 Weitere sicherheitsrelevante Schwachstellen

### 11.1 Unverfügbarkeit des Borwasservorratstanks (BOTA)

#### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Das Ökoinstitut-Gutachten hält fest, dass das KKB nur über einen Borwasser-Vorratstank (BOTA) pro Block verfüge. Eine Unverfügbarkeit des BOTA würde zu einem Verlust des Wasserinventars der primärseitigen Sicherheitssysteme führen. Die Abhängigkeit wichtiger Sicherheitsfunktionen von einem pro Block nur einfach vorhandenen Vorratsbehälter stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

#### *Anmerkungen des ENSI*

Die primärseitigen Sicherheitssysteme und die Sperrwasserversorgung der Reaktorhauptpumpen mittels Not- und Notstandsperrwassersystem sind auf borierte Kühlmittelvorräte angewiesen. Jeder Block des KKB verfügt über einen (BOTA).

Die BOTA des KKB befinden sich je in einem gegen Einwirkungen von aussen geschützten Gebäude, welches pro Block intern getrennt ist. Jeder Tankraum ist mit einer wasserdichten, borwasserbeständigen Beschichtung so weit ausgekleidet, sodass er als Auffangwanne für den gesamten Inhalt des BOTA dienen kann. Bei einem Integritätsverlust des BOTA ist immer noch eine ausreichende Überdeckung der Ansaugstutzen durch das Gebäude gewährleistet, was eine ausreichende Funktion der Sicherheitssysteme sicherstellt.

Unabhängig vom BOTA kann die Sperrwasserversorgung sowie die Aufborierung des Reaktorkühlsystems auch durch das klassierte Chemie- und Volumen-Regelsystem sichergestellt werden. Dieses verfügt über eigene Borwasservorräte, die in etwa der Notstandreserve entsprechen.

Bei Verlust der Borwasserversorgung eines Blocks ist grundsätzlich eine Blockstützung durch den BOTA des anderen Blocks möglich. Zum Zuschalten einer Querverbindung zwischen den BOTA-Behältern sind Operateurmassnahmen notwendig.

Die Versorgung aller primärseitigen Sicherheitssysteme aus einem einzigen BOTA ist einerseits mit gewissen vom Ökoinstitut angesprochenen Nachteilen verbunden. Andererseits steht im Unterschied zur deutschen Auslegung auch beim Ausfall eines Stranges immer der gesamte Kühlmittelvorrat für die verbleibenden anderen Stränge zur Verfügung. Der letztgenannte Vorteil hat dazu geführt, dass bei modernen Reaktordesigns wie z. B. dem EPR oder dem AP1000 jeweils nur ein Vorratsbehälter mit borierten Kühlmittelvorräten innerhalb des Containments vorgesehen ist.

Zudem zeigen die Analysen des KKB für viele Störfälle, dass der alleinige Verlust des BOTA während des Leistungsbetriebs auch bei Unterstellung eines Einzelfehlers keine schwer wiegenden Konsequenzen hat. Dies gilt natürlich nicht, wenn der Ausfall des BOTA bei einem Kühlmittelverlust-Störfall auftritt. Weil der BOTA aber eine passive und damit eine äusserst zuverlässige Komponente ist, muss in diesen Fällen der BOTA-Ausfall nicht als Einzelfehler unterstellt werden.

Vor dem Hintergrund dieser Vorteile, welche mit einem zentralen, robusten BOTA verbunden sind und der hohen Zuverlässigkeit dieser passiven Komponente, ergibt sich aus Sicht des ENSI kein bewertungsrelevanter sicherheitstechnischer Nachteil für das KKB.



**Klassifizierung:** keine  
**Aktenzeichen/Referenz:** 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
**Titel:** Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
**Datum / Sachbearbeiter:** 15.05.2018 / [REDACTED]

## 11.2 Flugzeugabsturz

### *Kritikpunkt des Ökoinstitut-Gutachtens*

Angesichts der Auslegungsmerkmale des KKB geht das Ökoinstitut davon aus, dass das KKB eine geringere Robustheit gegenüber zivilisatorischen Einwirkungen aufweist als die noch in Betrieb stehenden deutschen Anlagen. Dies stelle einen sicherheitstechnischen Nachteil der Anlage Beznau dar.

### *Anmerkungen des ENSI*

Zum Zeitpunkt der Erstellung des KKB bestanden keine Anforderungen bezüglich des Schutzes gegen einen Flugzeugabsturz. Bei der Nachrüstung der Notstand- und Notspeisewassersysteme sowie der neuen ertüchtigten AUTANOVE-Notstromversorgung wurde der von der ENSI-Richtlinie HSK-R-102 [40] geforderte Schutz gegen einen Flugzeugabsturz dahingehend realisiert, dass zumindest zwei Redundanzen von Sicherheitssystemen über einen Vollschutz verfügen.

Basierend auf den Untersuchungen zum Flugzeugabsturz aus dem Jahr 2003 wurden Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet, um das Eindringen von Rauchgasen in das Notstandgebäude sicher zu verhindern. Mit der im Rahmen des AUTANOVE-Projektes erfolgten Ertüchtigung der Notstromversorgung wurde der Schutz beider Blöcke des KKB gegen einen Flugzeugabsturz nochmals verbessert.

Zum baulichen Schutz sicherheitsrelevanter Gebäude nimmt das ENSI aus Sicherungsgründen grundsätzlich nicht Stellung. Der bestehende Schutzgrad des KKB wird in Anbetracht der sehr geringen Absturzhäufigkeit von Flugzeugen vom ENSI als angemessen beurteilt.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

## 12 Referenzen

- [1] Brettner M., Pistner, C., Kurth S., Öko-Institut e.V.; Analyse der Ergebnisse des EU-Stresstest der Kernkraftwerke Fessenheim und Beznau, Teil 2: Beznau; 11. Oktober 2012.
- [2] Pistner, C., Mohr S., Öko-Institut e.V.; Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau, Aktualisierung der Analyse der Ergebnisse des EU-Stresstests des Kernkraftwerks Beznau; August 2017.
- [3] ENSI, Technisches Forum Kernkraftwerke, Frage 33: Stellungnahme zum Gutachten des Öko-Instituts, Eingegangen am 13. Oktober 2017.
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft, Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG, SR 732.1).
- [5] ENSI, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-A01, Anforderungen an die deterministische Störfallanalyse für Kernanlagen: Umfang, Methodik und Randbedingungen der technischen Störfallanalyse, Ausgabe Juli 2009.
- [6] ENSI, Aktennotiz ENSI-AN-8226, Aktionsplan Fukushima 2013, Februar 2013.
- [7] ENSI, Technisches Forum Kernkraftwerke, Frage 2: Anforderungen an Sicherheit, Eingegangen am 23. Januar 2013.
- [8] ENSI, Stellungnahme ENSI 14/2244, Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung 2012 des Kernkraftwerks Beznau, Dezember 2016.
- [9] Axpo, Technische Mitteilung TM-511-R 11043, Schlussbericht des Kernkraftwerks Beznau zum EU-Stresstest; 2011.
- [10] Richner, M., Notfallkonzepte der Sicherheitsebene Vier. atw 4 (2016), S. 242–251.
- [11] KTA, Sicherheitstechnische Regel der KTA 3701, Übergeordnete Anforderungen an die Energieversorgung in Kernkraftwerken, Fassung 2014-11.
- [12] SSK / RSK, Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmassnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken, Empfehlung der Strahlenschutzkommission und der Reaktor-Sicherheitskommission; Verabschiedet in der 242. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 01./02. Juli 2010, Verabschiedet in der 429. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission am 14. Oktober 2010, Ergänzung verabschiedet in der 468. Sitzung der RSK am 04. September 2014 und in der 271. Sitzung der SSK am 21. Oktober 2014.
- [13] ENSI, Aktennotiz ENSI-AN-9298, Zusammenfassung des ENSI zur Erhöhung der Sicherheitsmargen, 24. Juni 2015.
- [14] ENSI, Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima, 18. März 2011.
- [15] ENSI, Verfügung: Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung, 1. April 2011.
- [16] ENSI, Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011, 5. Mai 2011.
- [17] ENSI, Verfügung: Neubewertung der Sicherheitsmargen des Kernkraftwerkes Beznau im Rahmen der EU-Stresstests, 1. Juni 2011.
- [18] ENSI, Aktennotiz ENSI 14/1658: Stellungnahme des ENSI zum deterministischen Nachweis des KKB zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens, 9. Juli 2012.



**Klassifizierung:** keine  
Aktenzeichen/Referenz: 10KKA.TFK / ENSI-AN-10327  
Titel: Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau  
Datum / Sachbearbeiter: 15.05.2018 / [REDACTED]

- [19] BFE, Richtlinie: Sicherheit der Stauanlagen, Basisdokument zu dem Nachweis der Erdbebensicherheit, Berichte des BWG; Version 1.2.
- [20] PEGASOS, Probabilistische Erdbeben-Gefährdungs-Analyse für KKW-StandOrte in der Schweiz; Final Reports Volume 1 bis Volume 6, 31. Juli 2004.
- [21] Pegasos Refinement Project PRP; Volume 1, Rev. 1 vom 20. Dezember 2014, Volume 2, Erstausgabe vom 20. Dezember 2013, Volume 3, Rev. 1 vom 28. März 2014, Volume 4, Rev. 1 vom 3. Juli 2014, Volume 5, Rev. 1 vom 18. August 2014, Volume 6, Erstausgabe vom 23. Mai 2016.
- [22] ENSI, Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015; ENSI – Hybrid Model, Hazard Figures vom Mai 2016.
- [23] RSK, Stellungnahme zur KTA-Regel 2201.1: „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 1: Grundsätze“; Fassung 6/90 – Empfehlungen für die Überarbeitung der Regel; 27. Mai 2004.
- [24] Schweizerischer Erdbebendienst (SED) ETH Zürich (2015), Erdbebengefährdungskarte Schweiz, SUH15.
- [25] Deutsches GeoForschungsZentrum, Grünthal et al. (2016); Erdbebengefährdungskarte Deutschland, D-EQHZ16.
- [26] RSK, Stellungnahme (496. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission): Bewertung der Umsetzung von RSK-Empfehlungen im Nachgang zu Fukushima, 6. September 2017.
- [27] NRC, Recommendation: Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts; NUREG/CR-6372 Volume 1 and Volume 2; April 1997.
- [28] ENSI, Verfügung: Erdbebengefährdungsannahmen ENSI-2015 für die Standorte der Schweizer Kernkraftwerke; 26. Mai 2016.
- [29] IAEA, IAEA-NS-IRRS-2011/11; Integrated Regulatory Review Service (IRRS), Mission to Switzerland, Mission date: 20 November to 2 December 2011.
- [30] ENSI, Aktennotiz: Stellungnahme des ENSI zum deterministischen Nachweis des KKB zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers; 31. August 2011.
- [31] ENSI, Brief: Berücksichtigung von Feststofftransport bei Überflutungsrechnungen; 29. August 2014.
- [32] RSK, Stellungnahme (437 Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission): Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan); 14. Mai 2011.
- [33] KTA, Sicherheitstechnische Regel der KTA 2207; Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser; Fassung 2009-11.
- [34] KTA, Sicherheitstechnische Regel der KTA 2206; Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen; Fassung 2009-11.
- [35] ENSI, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G02, Auslegungsgrundsätze für in Betrieb stehende Kernkraftwerke: Sicherheitskonzepte und Auslegungsanforderungen (Teil 1), Ausgabe September 2016.

**Klassifizierung:**

Aktenzeichen/Referenz:

Titel:

Datum / Sachbearbeiter:

**keine**

10KKA.TFK / ENSI-AN-10327

Stellungnahme zum Gutachten des Ökoinstituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau

15.05.2018 / [REDACTED]

- [36] Schweizerische Eidgenossenschaft, Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken vom 16. April 2008 (Ausserbetriebnahmeverordnung , SR 732.114.5).
- [37] ENSI, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-B01, Alterungsüberwachung, Ausgabe August 2011.
- [38] ENSI, Stellungnahme ENSI 14/2573, ENSI Review of the Axpo Power AG Safety Case for the Reactor Pressure Vessel of the Beznau NPP Unit 1, 28. Februar 2018.
- [39] ENSI, Stellungnahme ENSI 14/1400, Sicherheitstechnische Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des Kernkraftwerks Beznau, November 2010.
- [40] ENSI, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen HSK-R-102, Auslegungskriterien für den Schutz von sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz, Ausgabe Dezember 1986.