



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

434



AN-Nummer

**ENSI-AN-7690**

Datum

15. September 2011

Aktenzeichen

10KEX.STRESSTEST

Typ/Charakter

Aktennotiz

Klassifikation

öffentlich

Bearbeiter

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

Visum

Sachbearbeiter: [REDACTED]

Vorgesetzter: [REDACTED]

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

EU-Stresstest, Verfügung, ENSREG, EU-Kommission  
Fukushima, Japan, Analysis

Seiten 13

Beilagen 1

Zeichnungen

## EU-Stresstest: Swiss Progress Report Stellungnahme des ENSI zu den Zwischenberichten der Schweizer Kernkraftwerksbetreiber

### Zusammenfassung

Am 1. Juni 2011 wurden die Schweizer Betreiber aufgrund der Ereignisse in Fukushima in einer vierten Verfügung des ENSI aufgefordert, sich am EU-Stresstest zu beteiligen. Die Betreiber hatten gemäss dieser Verfügung bis zum 15. August 2011 einen Zwischenbericht zu erstellen. Dieser Bericht wurde dem ENSI fristgerecht eingereicht.

Die Vorgaben der ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group) an die Inhalte des Zwischenberichts – im Wesentlichen ein Bericht über den Arbeitsfortschritt – wurden von den Betreibern berücksichtigt. Gemäss den Angaben der Betreiber ist das Rohmaterial grösstenteils erarbeitet, die Referenzdokumente sind durchgesehen und die Stoffsammlungen für die Ausarbeitung der Endberichte sind erstellt.

Die Definition des „safe shutdown state“ (sicherer Anlagezustand) ist durch alle Betreiber erfolgt. Die Angaben sind konform zum schweizerischen Regelwerk. Die angewandten Methoden zur Überprüfung der Anlagen wurden von den Betreibern nachvollziehbar aufgezeigt. Bezüglich Erdbeben und Überflutung können die Betreiber auf aktuelle Studien, wie z. B. die anlagenspezifischen probabilistischen Sicherheitsanalysen oder die im Juni 2011 eingereichten Nachweise zum Hochwasserschutz, zurückgreifen. Aus Sicht des ENSI ist das von den Betreibern in den Zwischenberichten skizzierte Vorgehen unterschiedlich detailliert ausgeführt, steht aber grundsätzlich im Einklang mit den Erwartungen des ENSI.

Die Vorgaben der ENSREG zum EU-Stresstest verlangen nicht nur zahlenmässige Angaben zur Erdbebenfestigkeit und Hochwassersicherheit der Kraftwerksanlagen, sondern auch ergänzende Betrachtungen, beispielsweise über Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten. Die erforderlichen Abklärungen und Bewertungen sind nach Angaben der Betreiber ebenfalls weitgehend erarbeitet.

Nach der Prüfung der Betreiber-Zwischenberichte kommt das ENSI zum Schluss, dass die Arbeiten für die Endberichte zum EU-Stresstest bisher planmässig verlaufen.

Verteiler:

Extern: KKB, KKG, KKL, KKM  
ENSI: KASI, GL, ENSI-RAT  
Archiv



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anlass</b>	<b>3</b>
1.1	Erwägungen des ENSI	3
1.2	Eingereichte Unterlagen	3
1.3	Rechtliche Grundlagen	4
1.4	Gegenstand der Stellungnahme des ENSI	4
1.5	Aufbau der Stellungnahme	4
<b>2</b>	<b>Definition des “safe shutdown state”</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Arbeiten zu den Hauptkapiteln</b>	<b>5</b>
3.1	Kapitel 1: Introduction	6
3.2	Kapitel 2: Methodology adopted	6
3.3	Kapitel 3: General data about site/plant	6
3.4	Kapitel 4: Earthquake assessment	6
3.5	Kapitel 5: Flooding assessment	8
3.6	Kapitel 6: Extreme weather conditions	9
3.7	Kapitel 7: Loss of electrical power	9
3.8	Kapitel 8: Loss of ultimate heat sink	10
3.9	Kapitel 9: Severe Accident Management	11
<b>4</b>	<b>Dokumentenliste und Dokumententyp</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen</b>	<b>12</b>



## 1 Anlass

### 1.1 Erwägungen des ENSI

Am 11. März 2011 führte in Japan das Tohoku-Chihou-Taiheiyou-Oki-Erdbeben und der daraus resultierende Tsunami zu schweren Unfällen mit Kernschmelzen in drei Kernkraftwerksblöcken am Standort Fukushima Dai-ichi (Fukushima I). Die Ereignisse wurden am 12. April 2011 von den japanischen Behörden mit INES 7 (katastrophaler Unfall) eingestuft.

Das ENSI hat daraufhin in drei Verfügungen (vom 18. März 2011 /Ü-2/, 1. April 2011 /Ü-3/ und 05. Mai 2011 /Ü-4/) eine Überprüfung und gegebenenfalls Ertüchtigung in den Bereichen Erdbeben, externe Überflutung, Kombination aus Erdbeben und externe Überflutung, Kühlmittelversorgung, Brennelementbeckenkühlung und externe Anschlüsse für mobile Notfallausrüstungen sowie die Errichtung eines externen Notfalllagers angeordnet. Zum 1. Juni 2011 wurde dieses Lager bereits eingerichtet und vom ENSI inspiziert.

Am 1. Juni 2011 wurden aufgrund der Ereignisse in Fukushima in einer vierten Verfügung /Ü-5/ die Schweizer Betreiber aufgefordert, an dem EU-Stresstest teilzunehmen. Gemäss der Verfügung ist von den Betreibern bis zum 15. August 2011 ein Zwischenbericht zu erstellen. Dieser ist Gegenstand der hier vorliegenden Stellungnahme. Der Endbericht ist von den Betreibern bis zum 31. Oktober 2011 vorzulegen.

In der Schweiz gibt es insgesamt fünf Kernkraftwerke an vier unterschiedlichen Standorten. Die wichtigsten Daten der Kernkraftwerke Beznau (KKB 1 und KKB 2), Mühleberg (KKM), Gösgen (KKG) und Leibstadt (KKL) sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Hauptdaten der schweizerischen Kernkraftwerke

	KKB 1	KKB 2	KKM	KKG	KKL
Thermische Leistung [MW]	1130	1130	1097	3002	3600
Elektrische Bruttoleistung [MW]	380	380	390	1035	1220
Elektrische Nettoleistung [MW]	365	365	373	985	1165
Reaktortyp	Druckwasser	Druckwasser	Siedewasser	Druckwasser	Siedewasser
Reaktorlieferant	W	W	GE	KWU	GE
Turbinenlieferant	BBC	BBC	BBC	KWU	BBC
Generatordaten [MVA]	2 x 228	2 x 228	2 x 214	1140	1318
Kühlung	Flusswasser	Flusswasser	Flusswasser	Kühlturm	Kühlturm
Kommerzielle Inbetriebnahme	1969	1971	1972	1979	1984

### 1.2 Eingereichte Unterlagen

Die Betreiber der Kernkraftwerke Beznau, Gösgen, Leibstadt und Mühleberg haben dem ENSI mit den Schreiben /B-1/, /G-1/, /L-1/ und /M-1/ fristgerecht zum 15. August 2011 die Zwischenberichte zum EU-Stresstest vorgelegt. Diese Berichte enthalten Angaben über den Stand der Ar-



beiten, die für den Endbericht des EU-Stresstests angewendete Methodik, die verwendeten Studien und die ersten Zwischenresultate.

### **1.3 Rechtliche Grundlagen**

Die Verfügung des ENSI vom 1. Juni 2011 zur Teilnahme am EU-Stresstest ist gestützt auf die nachfolgenden rechtlichen Grundlagen. Die Kernenergieverordnung (KEV) Art. 36 Abs. 3 /Ü-7/ besagt, dass die Betreiber die Betriebserfahrungen vergleichbarer Anlagen zu verfolgen und die Bedeutung für die eigene Anlage zu beurteilen haben. Die Forderung des Schutzes der Kernanlagen gegen Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage ist Bestandteil von Art. 8 KEV /Ü-7/ sowie Art. 5 der Verordnung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen /Ü-8/.

### **1.4 Gegenstand der Stellungnahme des ENSI**

In der Verfügung des ENSI vom 1. Juni 2011 /Ü-5/ zur Teilnahme am EU-Stresstest wurden bereits einige Themen vorgegeben, welche in den Zwischenberichten der Betreiber zum EU-Stresstest zu behandeln sind. Gegenstand der Beurteilung durch das ENSI ist die Umsetzung dieser Themen im Zwischenbericht. Demnach hat der Zwischenbericht:

1. den Stand der Arbeiten,
2. die für den Endbericht angewendete Methodik,
3. die verwendeten Studien und
4. die ersten Zwischenresultate (wenn verfügbar)

auszuweisen.

Das ENSI hat zur Klärung der Anforderungen der ENSREG-Spezifikationen zum EU-Stresstest /Ü-1/ Fachgespräche mit den Schweizer Betreibern durchgeführt und die Interpretation der Aufsichtsbehörde sowie das Inhaltsverzeichnis der Endberichte festgelegt. Für den Zwischenbericht der Betreiber hat das ENSI präzisiert /Ü-10/, dass als Ergänzung zum Punkt 3 die Auflistung der Dokumente, die für die EU-Stresstestüberprüfung massgebend sind, mit Indikation des Dokumententyps angegeben werden soll. Darüber hinaus sollte die Definition des sicheren Anlagezustands (safe shutdown state) anlagenspezifisch angegeben werden.

Nach Diskussionen mit den anderen Behörden innerhalb der ENSREG hat das ENSI das Inhaltsverzeichnis für die Endberichte der Betreiber weiter um die Kapitel 3 „General data about site/plant“ und Kapitel 6 „Extreme weather conditions“ ergänzt /Ü-6/. Das Inhaltsverzeichnis wurde im Rahmen eines Fachgesprächs /Ü-12/ an wenigen Stellen präzisiert (siehe Anhang).

### **1.5 Aufbau der Stellungnahme**

Kapitel 1 der vorliegenden Stellungnahme enthält allgemeine Angaben zum Anlass der Überprüfung, zu den eingereichten technischen Unterlagen, zu den rechtlichen Grundlagen sowie zum Gegenstand der ENSI-Beurteilung.

In Kapitel 2 erfolgt eine Darlegung und Bewertung der Definition des sicheren Anlagezustands, welcher eine zentrale Rolle für die im Endbericht einzureichenden Nachweise einnimmt.



In Kapitel 3 wird die Umsetzung der ENSI-Anforderungen /Ü-5/ an den Zwischenbericht der Betreiber bewertet. Jedes in dem Endbericht zu erstellende Hauptkapitel wird hier in einem Unterkapitel behandelt.

In Kapitel 4 werden die eingereichte Dokumentenliste der Betreiber und die entsprechende Einstufung der Dokumente bewertet.

Kapitel 5 enthält eine Auflistung der verwendeten Referenzen.

## **2 Definition des “safe shutdown state”**

Ein sicherer Anlagenzustand ist nach den Anforderungen des schweizerischen Regelwerks erreicht, wenn die technischen Kriterien gemäss Art. 9 bis 11 der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen /Ü-8/ eingehalten werden. Dies umfasst für Störfälle der Störfallkategorien 1 bis 3 (Häufigkeit  $10^{-1}$ /Jahr bis  $10^{-6}$ /Jahr) die Einhaltung der Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“, „Kühlung der Kernmaterialien“ und „Einschluss der radioaktiven Stoffe“. Nach schweizerischem Regelwerk sind daher die beiden Anlagenzustände „heiss abgestellt“ und „kalt abgestellt“ als sicherer Anlagenzustand möglich.

Für den Normalbetrieb und Betriebsstörungen sind die anlagenspezifischen technischen Abschaltkriterien in den Technischen Spezifikationen der Kernkraftwerke gemäss Anhang 3 KEV /Ü-7/ gegeben. In den Technischen Spezifikationen ist auch geregelt, unter welchen Bedingungen die Anlage in den „heiss abgestellten“ oder in den „kalt abgestellten“ Zustand zu überführen ist.

Gemäss den Vorgaben der Verfügung vom 1. Juni 2011 /Ü-5/ für den Inhalt des Betreiber-Zwischenberichtes ist eine Definition des sicheren Anlagezustands durch alle Betreiber erfolgt. Die Angaben der Betreiber zum sicheren Anlagezustand sind konform zum schweizerischen Regelwerk. Der Nachweis der Einhaltung des sicheren Anlagenzustands erfolgt im Rahmen von Sicherheitsanalysen. Diese werden dem ENSI zur Prüfung und Bewertung eingereicht. Gemäss den ENSREG-Vorgaben /Ü-1/ ist der Nachweis zur Sicherstellung des sicheren Anlagenzustands über mehrere Tage unter Annahme des Notstromfalles zu führen.

## **3 Stand der Arbeiten zu den Hauptkapiteln**

In den folgenden Unterkapiteln 3.1 bis 3.9 werden die Angaben der Betreiber zu den einzelnen Hauptkapiteln des Endberichtes vom ENSI zusammenfassend bewertet. Dementsprechend äussert sich das ENSI zu:

1. Stand der Arbeiten inkl. den geplanten Inhalten für den Endbericht (Abgleich mit dem Inhaltsverzeichnis /Ü-6/)
2. der Methodik (Vorgehensweise)
3. den verwendeten Studien und
4. den ersten Zwischenresultaten (wenn verfügbar).



### **3.1 Kapitel 1: Introduction**

Es bestehen für die Zwischenberichte der Betreiber keine Anforderungen an dieses Kapitel. Der Status des einleitenden Kapitels für den Endbericht der Werke ist unterschiedlich weit fortgeschritten. Dieses Kapitel wird allgemeine Angaben zu Anlass, Hintergrund und Zweck enthalten.

### **3.2 Kapitel 2: Methodology adopted**

In der ersten Sitzung des ENSI mit den Betreibern zum EU-Stresstest vom 17. Juni 2011 haben sich das ENSI und die Betreiber darauf geeinigt, dass bei der Methodik drei Gefährdungsstufen (hazard levels) zu berücksichtigen sind. Dies wurde entsprechend in das Inhaltsverzeichnis der Endberichte /Ü-6/ übernommen. Die Gefährdungsstufen sind:

- H1 Gefährdung, gegen die die Anlage ursprünglich ausgelegt wurde;
- H2 Gefährdung, gegen die die Anlage requalifiziert wurde (gegebenenfalls identisch mit H1);
- H3 neue Gefährdungsergebnisse.

Detailliertere Angaben zu den Gefährdungsstufen hinsichtlich Erdbeben und Überflutung werden in den Unterkapiteln 3.4 und 3.5 behandelt.

### **3.3 Kapitel 3: General data about site/plant**

Dieses Kapitel soll im Endbericht eine Anlagenbeschreibung enthalten und die wichtigsten Ergebnisse der probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) ausweisen. Für jedes Kernkraftwerk existiert eine anlagenspezifische PSA, welche jeweils alle relevanten internen und externen auslösenden Ereignisse berücksichtigt.

Eine Darstellung von Nachweismethoden sowie die Ausweisung von Sicherheitsmargen werden in diesem Hauptkapitel nicht gefordert. Insofern konnten sich die Ausführungen im Zwischenbericht der Betreiber auf die Darstellung des Standes der Arbeiten, die verwendeten Studien und die Dokumentenliste (siehe hierzu Bewertung in Kap. 4) beschränken.

Mit dem Inhaltsverzeichnis vom 10. August 2011 /Ü-6/ für den Endbericht zum EU-Stresstest wurde der Umfang des Hauptkapitels 3 im Vergleich zu dem am 17. Juni 2011 vorgeschlagenen Inhaltsverzeichnis deutlich von der EU erweitert. Die neu hinzugekommenen Themen konnten daher zeitlich nicht von allen Betreibern im Zwischenbericht berücksichtigt werden. Die für die Erstellung der Kapitel erforderlichen Unterlagen sind aus Sicht des ENSI weitestgehend vorhanden und können im Endbericht berücksichtigt werden.

### **3.4 Kapitel 4: Earthquake assessment**

Zu den im Stresstest zu berücksichtigenden Gefährdungsannahmen hat das ENSI Vorgaben erlassen. Den Vorgaben des ENSI entsprechend berücksichtigen die Bewilligungsinhaber für die Beurteilung der Erdbebensicherheit drei verschiedene seismische Gefährdungsstufen (Erschütterungsstufen), wie sie in ihrer zeitlichen Entwicklung dem Stand des Wissens folgend konkretisiert wurden:

- H1 Erschütterung, gegen die das Werk ursprünglich ausgelegt wurde;



- H2 Erschütterung, für die das Werk requalifiziert wurde (gegebenenfalls identisch mit H1);
- H3 neue Ergebnisse zur Erschütterung gemäss den Studien für den neuen (bis zum 31. März 2012 einzureichenden) deterministischen Nachweis zum 10'000-jährlichen Erdbeben.

Die seismischen Erschütterungen, auf die die Schweizer Kernkraftwerke ursprünglich ausgelegt wurden (Gefährdungsstufe H1), basieren auf individuellen Grundlagen und Vorgaben, die in den unterschiedlichen Planungs- und Erstellungszeiträumen der Werke grundsätzlich dem jeweiligen Stand der Technik entsprachen. Seit der Inbetriebnahme der Anlagen veranlasste das ENSI bzw. die damalige HSK mehrere Neubeurteilungen der Erdbebengefährdung, die in einigen Fällen zu baulichen Nachrüstungen oder seismischen Requalifikationen (Gefährdungsstufe H2) führten. Im Rahmen dieser fortwährenden Entwicklung verlangte das ENSI im Jahre 1999 von den Kernkraftwerksbetreibern, die Erdbebengefährdung nach dem fortschrittlichsten Stand der methodischen Grundlagen neu zu bestimmen und dabei insbesondere die Unschärfe der Rechenergebnisse umfassend zu quantifizieren. Zur Umsetzung der Forderung des ENSI gaben die Kernkraftwerksbetreiber das Projekt PEGASOS (Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz) in Auftrag.

Unter umfassender Berücksichtigung des Kenntnisstandes der internationalen Fachwelt (unabhängige fachtechnische Organisationen und Experten aus dem In- und Ausland) wurde in diesem Projekt die Erdbebengefährdung probabilistisch neu berechnet. Die Hauptthemenkreise des Projektes PEGASOS waren die Charakterisierung der Erdbebenherde, der Erdbebenfortpflanzung und der lokalen Effekte an den Standorten der Kernkraftwerke in der Schweiz. Mit dem Projekt PEGASOS hat die Schweiz Neuland betreten. Es ist die bisher einzige Studie dieser Art in Europa.

Das ENSI kam bei der Bewertung dieser Studie zum Schluss, dass mit dem Projekt PEGASOS die methodischen Vorgaben den höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen genügen. Im Projekt PEGASOS hat sich gezeigt, dass die Erdbebengefährdung in der Vergangenheit unterschätzt wurde. Auf Basis dieser Erkenntnisse hat das ENSI verlangt, dass die PSA der Schweizer Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der PEGASOS-Erdbebengefährdungsannahmen überarbeitet werden. Die somit neu berechneten PSA-Studien zeigen, dass das Kriterium der IAEA zur Kernschadenshäufigkeit von allen Werken eingehalten wird.

Die aus dem PEGASOS-Projekt resultierenden Ergebnisse weisen gegenüber den früheren Erdbebengefährdungsanalysen eine grössere Bandbreite der Unsicherheiten aus. Mit dem Ziel, die Unschärfe der PEGASOS-Ergebnisse zu reduzieren, starteten die Kernkraftwerksbetreiber im Jahr 2008 das „PEGASOS Refinement Project“ (PRP). Die Hauptthemenkreise des PRP sind die gleichen wie bereits bei PEGASOS. Das PRP berücksichtigt die seit dem Abschluss von PEGASOS neu vorliegenden Erkenntnisse aus der Erdbebenforschung und die detaillierten Untersuchungen zu den Standorteigenschaften. Das PRP wird voraussichtlich bis Ende 2012 dauern.

Als Folge des Unfalls von Fukushima hat das ENSI die Erneuerung des deterministischen Nachweises der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens gefordert. In Bezug auf die Erdbebengefährdungsannahmen ist die neue Auslegungsüberprüfung auf aktuelle Zwischenresultate aus dem PRP abzustützen. Die geforderten Nachweise sind bis zum 31. März 2012 einzureichen. Da diese Zwischenresultate ggf. noch nicht vorliegen und weil der Abschluss des PRP nach dem EU-Stresstest terminiert wurde, wird sich die Bestimmung der seismischen Margen auf H1 bzw. H2 beschränken. Bei der Diskussion der Eignung der Auslegungsbasis sind dennoch die Ergebnisse von PEGASOS und PRP soweit vorhanden von den Betreibern in Kontext zu setzen und qualitativ zu bewerten.



Aus Sicht des ENSI können die Betreiber, wie von ihnen vorgesehen, die seismische Margenbestimmung gemäss dem IAEA Safety Guide NS-G-2.13 „Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations“, Stand 2009, /Ü-11/ vornehmen.

Hierfür müssen zunächst sogenannte Erfolgspfade (success paths) analysiert werden. Ein solcher Erfolgspfad umfasst eine Menge von Sicherheitseinrichtungen und -massnahmen, welche zusammen die Anlage in den sicheren Zustand (siehe Kapitel 2) überführen können. Die Erfolgspfade müssen eindeutig nachvollziehbar definiert werden, und die Struktur der Erfolgspfade ist in geeigneter Form darzustellen, wie beispielsweise mit sog. „success path logic diagrams“ (SPLD) gemäss EPRI /Ü-13/ Section 3. In den Erfolgspfaden sollten alle sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten (structures, systems and components, SSC) und nicht nur ausgewählte Systeme wie z.B. die Notstandausrüstungen berücksichtigt sein.

Weiter ist für jede in den Erfolgspfaden betrachtete SSC deren seismische Tragfähigkeit, ausgedrückt durch den sogenannten HCLPF-Wert (high confidence of low probability of failure), zu ermitteln. Dieser stellt die Beschleunigung dar, bei welcher die Versagenswahrscheinlichkeit der SSC mit 95 % Vertrauen unter 5 % liegt. Bei Beschleunigungen unterhalb des HCLPF-Wertes kann davon ausgegangen werden, dass die seismische Versagenswahrscheinlichkeit kleiner als 1 % ist.

Von jedem Erfolgspfad definiert die SSC mit dem kleinsten HCLPF-Wert den HCLPF-Wert des Pfades, und unter den verschiedenen Erfolgspfaden definiert derjenige mit dem höchsten HCLPF-Wert den HCLPF-Wert der Anlage.

Die Sicherheitsmarge jenseits der Gefährdungsstufe H2 ist durch das Verhältnis des Anlagen-HCLPF-Wertes zum Beschleunigungswert der Gefährdungsstufe H2 definiert.

Im Rahmen des Stresstests können für alle SSC die aus den Erdbeben-PSA-Studien vorliegenden HCLPF-Werte verwendet werden. Die in den einzelnen Erfolgspfaden berücksichtigten SSC sind konkret zu benennen, und deren HCLPF-Werte müssen ausgewiesen werden.

In der Erdbeben-PSA sind die HCLPF-Werte ein Resultat aus der sogenannten Fragilityanalyse, in welcher die seismische Versagenswahrscheinlichkeit der SSC in Funktion der Bodenbeschleunigung ermittelt wird. Ein weiteres Resultat der Fragilityanalyse ist die Median-Kapazität, welche für jede SSC die Beschleunigung darstellt, bei welcher ein seismisches Versagen mit 50 % Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Im Rahmen des Stresstests ist die Bestimmung der seismischen Marge eines Erfolgspfades und der Anlage anhand der HCLPF-Werte vorzunehmen. Die Angabe des Verhältnisses der Median-Kapazität zum Beschleunigungswert der Auslegung H2 stellt eine von den Betreibern vorgesehene Zusatzinformation dar. Im Rahmen der Erarbeitung der Endberichte wird geprüft, inwieweit dieser Wert für die Ausweisung von Sicherheitsmargen belastbar ist.

Aus Sicht des ENSI ist das von den Betreibern in den Zwischenberichten skizzierte Vorgehen unterschiedlich detailliert ausgeführt, steht aber grundsätzlich im Einklang mit den Erwartungen des ENSI und mit internationalen Anforderungen der IAEA.

### **3.5 Kapitel 5: Flooding assessment**

Den Vorgaben des ENSI entsprechend berücksichtigen die Bewilligungsinhaber grundsätzlich drei Gefährdungsstufen:

- H1 Überflutungsgefährdung, gegen die die Anlage ursprünglich ausgelegt wurde;



- H2 Überflutungsgefährdung, für die die Anlage neu qualifiziert wurde (gegebenenfalls identisch mit H1);
- H3 neue Ergebnisse zur Überflutungsgefährdung gemäss den Studien für Neubauprojekte bzw. für den neuen deterministischen Nachweis zum 10'000-jährlichen Hochwasser.

Sie stützen sich dabei auf Unterlagen, die bereits im Zusammenhang mit der Verfügung vom 1. April 2011 dem ENSI eingereicht und vom ENSI geprüft worden sind.

Das geplante Vorgehen der Werke ist grundsätzlich positiv zu beurteilen. Im Hinblick auf die Analyse der Sicherheitsreserven sieht das ENSI einen Harmonisierungsbedarf derart, dass alle Anlagen die Sicherheitsreserven (mindestens)

- in Bezug auf Fluthöhen angeben und
- im Vergleich zu H3 angeben.

Darüber hinaus hält das ENSI es für erforderlich, dass, zusätzlich zu dem von den Werken angekündigten Umfang, die Auswirkungen von vollständigen Verklausungen (teilweise oder vollständiger Verschluss von Fliessquerschnitten als Folge von Treibgut) wie auch von nachfolgendem plötzlichen Versagen der Verklausung als mögliche Cliff-Edge-Effekte durch Sensitivitätsstudien untersucht werden. Solche Verklausungen sind ober- und unterhalb des Standortes grundsätzlich dort anzunehmen, wo der Flussquerschnitt künstlich (z. B. durch Brücken oder Wehre) verengt wird<sup>1</sup> und wo eine Verklausung Auswirkungen auf die Hochwassersituation am Standort haben kann.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass in dem Bereich „externe Überflutungen“ bezüglich des Endberichtes keine Verzögerungen auftreten werden.

### **3.6 Kapitel 6: Extreme weather conditions**

Die meisten Werke haben schon Arbeiten zu diesem kurzfristig nachgeforderten Kapitel veranlasst. Betrachtungsumfang und verwendete Methoden gehen mit einer Ausnahme aus den zurzeit vorliegenden Unterlagen nicht hervor. Da extreme Wetterbedingungen auch im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse und im Rahmenbewilligungsverfahren für neue Kernkraftwerke betrachtet wurden und somit technische Grundlagen bereits vorliegen, erwartet das ENSI im Bereich „extreme Wetterbedingungen“ keine Verzögerungen. Das ENSI erwartet, dass die in der für die PSA relevanten Richtlinie ENSI-A05 aufgeführten Gefährdungen durch extreme Wetterbedingungen berücksichtigt werden. Grundsätzlich werden auch Aussagen zu den Auswirkungen extremer Wetterbedingungen auf den Zutritt des Personals zu den Anlagen erwartet.

### **3.7 Kapitel 7: Loss of electrical power**

Das Kapitel 7 soll in den Endberichten der Betreiber in Übereinstimmung mit den bereits genannten ENSREG-Vorgaben /Ü-1/ und des daraus abgeleiteten Inhaltsverzeichnisses /Ü-6/ die Analyse der drei nachfolgend zusammengefasst dargestellten Hauptkategorien des Verlustes von elektrischen Stromversorgungen umfassen.

---

<sup>1</sup> Ein akzeptables Kriterium, unter welchen Bedingungen mit Sicherheit keine Verklausung zu erwarten ist, findet sich in dem Technischen Bericht zur Gefahrenkarte Hochwasser, Aare Villigen – Klingnau des Departements Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau (Dezember 2010)  
[http://www.ag.ch/raumentwicklung/de/pub/themen/ Gefahrenkarte/originaldokumente.php/rails/dropdown/template/1\\_1\\_ Gefahrenkarte\\_hochwasser/show/213](http://www.ag.ch/raumentwicklung/de/pub/themen/ Gefahrenkarte/originaldokumente.php/rails/dropdown/template/1_1_ Gefahrenkarte_hochwasser/show/213).



### **1. Kategorie in Kapitel 7.1 des Betreiber-Endberichts: Loss of offsite Power (LOOP)**

Unter LOOP wird grundsätzlich der Verlust der externen betrieblichen Netzversorgungen (Wechselstromversorgungen/ AC-Versorgungen) und der gleichzeitige Verlust der Eigenbedarfsversorgung durch den/die kraftwerkseigenen Generator(en) verstanden, sodass die sicherheitsklassierten (1E-klassierten) Notstromversorgungsschienen stromlos werden und dadurch die Haupt-AC-Notstromversorgungen (Notstromdiesel und/oder 1E-klassierte Versorgungen ab den nahegelegenen Wasserkraftwerken) aktiviert werden. Mit anderen Worten handelt es sich beim Ereignis LOOP um den Notstromfall.

### **2. Kategorie in Kapitel 7.2.1 des Betreiber-Endberichts: Station Blackout (SBO)**

Für die EU-Stresstest-Analysen der Schweizer Betreiber soll laut ENSREG-Vorgaben die Betrachtung für den SBO in zwei differenzierten Unterkategorien erfolgen: der eigentliche SBO sowie der „Total-SBO“ (siehe 3. Kategorie unten).

Der SBO (gemäss Kapitel 7.2.1 des Inhaltsverzeichnisses) umfasst demnach angewandt auf die Schweizer Kernkraftwerke nebst dem Verlust aller betrieblichen Versorgungen (externe betriebliche Netze und eigene Generatorversorgung) den Verlust aller sicherheitsklassierten Haupt-AC-Notstromversorgungen, das heisst der für den Notstromfall vorgesehenen Notstromdiesel- und/oder Hydro-Notstromversorgungen (Notstromversorgungen ab den Wasserkraftwerken). Ausgenommen sind bei diesem SBO-Fall die in der Schweiz speziell vorgesehenen gebunkerten Notstand-Diesel. Ausgenommen sind auch die gesicherten AC-Schienen, die von der Gleichstromversorgung ab Batterien und Wechselrichter gespeist werden und die für den grossen Energiebedarf der nuklearen, elektrisch betriebenen Kühlpumpen keine Rolle spielen.

Mit anderen Worten handelt es sich beim „SBO“-Störfall - hinsichtlich der elektrischen Versorgung - um ein „Notstandfall“-Szenario, wobei noch die Verfügbarkeit der gesicherten AC-Schienen (ausserhalb des Notstandgebäudes) als Untervariante mitbetrachtet werden kann.

### **3. Kategorie in Kapitel 7.2.2 des Betreiber-Endberichts: Total Station Blackout (Total-SBO)**

Beim so genannten Total-SBO wird zusätzlich zum SBO auch noch der Ausfall der Notstanddiesel-Versorgungen unterstellt. Für die Stromversorgung sind nur noch die sicherheitsklassierten, unterbrechungsfreien, batterieversorgten Gleichstromversorgungen und gegebenenfalls die von ihnen via Wechselrichter versorgten unterbrechungsfreien Notstand-AC-Schienen verfügbar. Weiter können die hierfür vorgesehenen Accident Management (AM) bzw. Severe Accident Management (SAM) Massnahmen mit AM- bzw. SAM-Ausrüstungen kreditiert werden.

Aus den Zwischenberichten der Betreiber geht hervor, dass die drei oben genannten Hauptkategorien in den Endberichten behandelt werden. Lücken in den geforderten Inhalten wurden keine identifiziert. Es sind zudem keine terminlichen Schwierigkeiten für die Erstellung der entsprechenden Kapitel in den Endberichten erkennbar.

## **3.8 Kapitel 8: Loss of ultimate heat sink**

In Kapitel 8 des Endberichtes ist neben den schrittweisen Ausfällen der ultimativen Wärmesenken auch die Überlagerung mit dem SBO/Total-SBO zu betrachten. Das beschriebene Vorgehen der Betreiber erscheint sinnvoll, und es sind derzeit keine Schwierigkeiten für die Erstellung der Endberichte ersichtlich, da nach Angaben der Betreiber die Arbeiten bereits überwiegend einen fortgeschrittenen Stand aufweisen.



### **3.9 Kapitel 9: Severe Accident Management**

Von allen Werken liegen Angaben über die geplante Bewertung der Wirksamkeit des Notfallmanagements vor. Die Betreiber stützen sich weitgehend auf vorhandene Analysen wie beispielsweise PSA, Sicherheitsbericht, Unterlagen zu Notfallmanagement und SAMG (Severe Accident Management Guidance). Nicht alle Betreiber halten sich eng an die von der ENSREG vorgegebene Gliederung /Ü-1/, wonach Notfallmassnahmen wie folgt zu untergliedern sind: (a) in Szenarien mit ausgefallener Kernkühlung, (b) zur Aufrechterhaltung der Containment-Integrität nach Kernschaden, (c) zur Milderung der Folgen eines Kernschadens mit Containmentversagen und (d) in Szenarien mit ausgefallener Brennelementbecken-Kühlung. Das ENSI erwartet, dass die von der ENSREG vorgegebene Gliederung im Endbericht berücksichtigt wird.

## **4 Dokumentenliste und Dokumententyp**

Gemäss der ersten Sitzung des ENSI mit den Betreibern zum EU-Stresstest vom 17. Juni 2011 /Ü-3/ haben sich das ENSI und die Betreiber darauf geeinigt, dass die referenzierten Dokumente eingeteilt werden sollten in:

- D1 validiert im Genehmigungsprozess oder das ENSI hat mindestens eine Grobprüfung vorgenommen;
- D2 nicht D1, aber vom Betreiber qualitätsgesichert;
- D3 weder D1 noch D2.

Die Betreiber haben in ihren Zwischenberichten oder durch Ergänzungen zum Protokoll /Ü-12/ die wesentlichen Unterlagen genannt und diese entsprechend der Art der Unterlagen (D1, D2 oder D3) eingestuft. Die Einstufungen der Dokumente wurden von den Betreibern grundsätzlich korrekt vorgenommen, wobei die endgültige Einstufung erst in den Endberichten erfolgen wird. Des Weiteren kann sich die Dokumentenliste bei der Erstellung der Endberichte gegebenenfalls noch erweitern.

Referenzdokumente der IAEA oder ähnlicher Organisationen benötigen keine Einstufung.



## 5 Referenzen

### Übergeordnet

- /Ü-1/ European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG)  
Declaration of ENSREG from 25.05.2011 including Annex 1 "EU  
'Stresstests' specifications"  
[http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications\\_0.pdf](http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications_0.pdf)
- /Ü-2/ ENSI  
„Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima“  
KKB/KKG/KKL/KKM Verfügung vom 18.03.2011
- /Ü-3/ ENSI  
„Verfügung: Vorgehensweise zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und  
Überflutung“  
KKB/KKG/KKL/KKM Verfügung vom 01.04.2011
- /Ü-4/ ENSI  
„Verfügung: Stellungnahme zu Ihrem Bericht vom 31. März 2011“  
KKB/KKG/KKL/KKM Verfügung vom 05.05.2011
- /Ü-5/ ENSI  
"Verfügung: Neubewertung der Sicherheitsmargen des Kernkraftwerks  
KKB/KKG/KKL/KKM im Rahmen der EU-Stresstests"  
KKB/KKG/KKL/KKM Verfügung vom 01.06.2011
- /Ü-6/ ENSI  
„Inhaltsverzeichnis für die Schweiz, Table of contents (TOC)“, Anhang 1: Stress Test Re-  
port, Table of content mit Stand vom 10.08.2011  
CNI/HOL – 11(KKM)/12(KKL)/14(KKB)/17(KKG).STRESSTEST, Brief vom 12.08.2011
- /Ü-7/ KEV 2004, Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), Verordnung, vom  
10. Dezember 2004 (Stand am 1. Januar 2009)
- /Ü-8/ UVEK SR 732.112.2, Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsan-  
nahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, Verordnung,  
vom 17. Juni 2009 (Stand am 1. August 2009)
- /Ü-9/ UVEK SR 732.114.5, Verordnung des UVEK über die Methodik und Randbedingungen  
zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kern-  
kraftwerken, Verordnung, vom 16. April 2008 (Stand 1. Mai 2008)
- /Ü-10/ ENSI  
Aktennotiz 7663 „1. ENSI-KKW Sitzung zum Stresstest vom 17. Juni beim ENSI (Brugg)“  
vom 22.08.2011
- /Ü-11/ International Atomic Energy Agency (IAEA)  
Safety Guide No. NS-G-2.13  
"Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations for protecting people and  
the environment" , Vienna 2009
- /Ü-12/ ENSI  
Aktennotiz 7683 „2. ENSI-KKW Sitzung zum Stresstest vom 24. August beim ENSI  
(Brugg)“ vom 14.09.2011



/Ü-13/ EPRI

EPRI NR-6041-SL „A Methodology for Assessment for Nuclear Power Plant Seismic Margin (Revision 1)“, August 1991

#### Kernkraftwerk Beznau

/B-1/ KKB

Technische Mitteilung TM-511-R 11034 vom 15.08.2011

„KKB-Zwischenbericht über die Arbeiten am EU-Stresstest: Vorgehen, Referenzdokumente und Stand der Arbeiten“

#### Kernkraftwerk Gösgen

/G-1/ KKG

Schreiben BRI-D-54274 „EU-Stresstest Neubewertung der Sicherheitsmargen des Kernkraftwerks Gösgen, Verfügung vom 1. Juni 2011“ mit angefügtem Bericht BER-D-54218 vom 08.08.2011

„EU-Stresstest: Zwischenbericht zum methodischen Vorgehen und zum Stand der Arbeiten“

#### Kernkraftwerk Leibstadt

/L-1/ KKL

Schreiben KOR/KKL/110815/0004 „Penz: Verfügung vom 1. Juni 2011 – Neubewertung der Sicherheitsmargen des Kernkraftwerks Leibstadt im Rahmen des EU-Stresstests – Fortschrittsbericht“ mit angehängtem

Technischem Bericht BET/11/0241 vom 15.08.2011 „Zwischenbericht zum Vorgehen und Stand der Arbeiten bei der Neubewertung der Sicherheitsmargen des KKL im Rahmen der EU-Stresstests“

#### Kernkraftwerk Mühleberg

/M-1/ KKM

Schreiben vom 10.08.2011 mit angehängter

Aktennotiz AN-UM-2011/083 vom 05.08.2011 „Fortschrittsbericht EU-Stresstest –KKM“ vom 11.08.2011