



EINSCHREIBEN

Eidgenössisches  
Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Industriestrasse 19  
5200 Brugg

Telefonzentrale  
Direktwahl  
Telefax  
E-Mail  
Homepage  
Postadresse

+41 56 267 7111

www.kkl.ch  
5325 Leibstadt  
Schweiz

Ihr Zeichen  
Ihre Nachricht vom  
Unser Zeichen

FLP/SAN-12/11/027  
18.03.2011

Datum

31.03.2011

ENSI-Geschäfts-Nr.: 12/11/027

**Rechtliche Grundlage(n)**

KEV Artikel: 44

UVEK 732.114.5 Kap.2, Art.2

Sicherheitsklasse: --- /  0E /  1E

**Erdbeben-/Bauwerksklasse: ---**

AK-Nr.:  nicht relevant

**Wunschtermin für Ihre Antwort:**

**Stellungnahme: KKL zu Punkt 5 der ENSI Verfügung vom 18. März 2011**

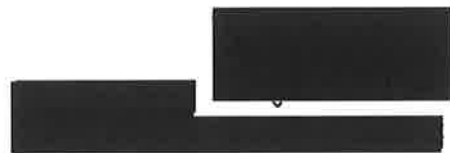
Sehr geehrte Damen und Herren

Wir verweisen auf den Punkt 5 Ihrer Verfügung vom 18. März 2011 [1].  
Mit der Beilage [2] erhalten Sie den von Ihnen verlangten Bericht.

Bei Fragen helfen Ihnen [REDACTED]  
[REDACTED] gerne weiter.

Mit freundlichen Grüssen

**KERNKRAFTWERK LEIBSTADT AG**



Dr. Andreas Pfeiffer  
Kraftwerksleiter

**Referenzen:**

- [1] ENSI Schreiben FLP/SAN-12/11/027 vom 18. März 2011  
„Verfügung: Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima“

**Beilagen nicht öffentlich:**

- [2] KKL Bericht BET/11/0106, Rev. 0 vom 30. März 2011  
„Ereignis in Fukushima: Bewertung der sicherheitstechnischen Auslegung und  
Notfallmassnahmen des KKL“



0909 / 602003 / R.000  
BET/11/0106 Bl.

## Ereignis in Fukushima: Bewertung der sicherheitstechnischen Auslegung und Notfallmassnahmen des KKL

Technischer Bericht

**BET/11/0106**

Verteiler:

bnp, fur, how, kpr, noj, nuo, pfa, sul, tvb, AZR

**NICHT ÖFFENTLICH**

**Anlage Zuordnung (AK, Klartext)**

--

**Sachzuordnung, Stichworte**

Bewertung, Eidgenössisches Nuklear-Sicherheitsinspektorat, Technischer Bericht
--

**Grundlagen**

--

**Org. Geltungsbereich**

--

**Zeitl. Geltungsbereich**

--

Copyright © Kernkraftwerk Leibstadt AG  
Alle Rechte vorbehalten

Rev.	erstellt		geprüft		genehmigt	
	Stelle	Unterschrift	Stelle	Unterschrift	Stelle	Unterschrift
000	BTP	30.03.2011 [Redacted]	S	30.03.2011 [Redacted]	D	30.03.2011 <i>Pfeiffer, Andreas</i>

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ENSI-Frage 5a: Schutz der Sicherheits- und Hilfssysteme</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ENSI-Frage 5b: Schutz der Brennelementbecken ausserhalb Primärcontainment</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>ENSI-Frage 5c: Schutz der Brennelementbeckenkühlung</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Bewertung</b>	<b>8</b>

## 1. Einleitung

Bei der Reaktorkatastrophe von Fukushima ist nach den bisherigen Informationen der vom Erdbeben ausgelöste schwere Tsunami die Grundursache. Er zerstörte sämtliche Hilfsanlagen, Wasserfassungen, Rohrleitungen etc. auf dem Kraftwerksgelände. Dadurch versagten die externe Stromversorgung, die Kühlmittelversorgung für 4 Reaktorblöcke und sämtliche Sicherheits- und Hilfssysteme insbesondere solche für die Notstromversorgung dieser Blöcke.

Das ENSI hat eine Reihe möglicher Schwachstellen in der Auslegung der betroffenen japanischen Anlagen identifiziert und deshalb als Vorsichtsmassnahme verfügt, dass die Schweizer Kernkraftwerke die Sicherheitsauslegung ihrer Anlagen im Lichte des Geschehenen überprüfen. Die Werke haben das ENSI bis zum 31. März 2011 über die Ergebnisse dieser Überprüfung zu informieren.

### Sicherheits- und Schutzsysteme im KKL

Die Sicherheits- und Schutzsysteme sollen im Normalbetrieb und in Störfallsituationen das sichere Abschalten, Abfahren und Nachkühlen der Reaktoranlage gewährleisten. Zusätzlich sollen sie bei Störfällen eine genügende Kühlung der Brennelemente sowie einen weitgehenden Einschluss der radioaktiven Stoffe sicherstellen und somit deren Freisetzung einschränken und in zulässigen Grenzen halten.

Die wichtigsten Sicherheitsfunktionen, welche diese Systeme zu erfüllen haben, sind:

- die Reaktorschnellabschaltung (SCRAM)
- die Kühlung des Reaktorkerns
- die Begrenzung des Druckes im Reaktorkühlsystem
- die Abfuhr der Nachwärme aus dem Reaktordruckbehälter, dem Primärcontainment und den Brennelementlagerbecken an eine äussere Wärmesenke
- der Einschluss radioaktiver Stoffe im Containment-System

Diese Aufgaben werden durch die weitgehend dem BWR/6-Standardkonzept des Reaktorlieferanten entsprechenden Sicherheits- und Schutzsysteme übernommen. Um die erweiterten Anforderungen bezüglich nuklearer Nachwärmeabfuhr- und Notstandssysteme der schweizerischen Sicherheitsbehörden erfüllen zu können, wurde das Standardkonzept durch ein zusätzliches Notstandssystem ergänzt. Mit der gefilterten Containmententlastung (FCVS) wurde eine später geforderte Schutzfunktion nachgerüstet.

Die Sicherheits- und Schutzsysteme sind zur Erfüllung ihrer Funktion auf Versorgungs- und Hilfssysteme angewiesen. Diese stellen ihnen die notwendige Energie zur Verfügung und sorgen für die Abfuhr von Prozess- und Verlustwärme sowie für die stabile Einhaltung der klimatischen Randbedingungen. Dazu sind sie entsprechend sicherheitsklassiert. Die wichtigsten Versorgungs- und Hilfssysteme sind:

- nukleare Kühlwassersysteme
- Notstromversorgungsanlagen
- Druckluftsysteme
- Lüftungs- und Klimaanlage

#### Aufgabenstellung für Systeme zur Kernkühlung und Nachwärmeabfuhr:

Nach einer Reaktorabschaltung muss wegen der anfallenden Nachzerfallswärme die Kernkühlung und Wärmeabfuhr weiterhin gewährleistet bleiben. Zum Abfahren des Reaktors nach einer Abschaltung werden zuerst die Betriebssysteme und anschliessend die nachfolgend beschriebene Abfahrkühlung eingesetzt. Sollten diese Systeme nicht verfügbar sein oder ist ein Störfall eingetreten, übernehmen Sicherheitssysteme, deren Einsatz und Betriebsweise vom jeweiligen Anlagezustand oder Störfall abhängt, die Kernkühlung und Nachwärmeabfuhr. Die Sicherheitssysteme haben folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Notspeisewasserversorgung des Reaktors
- Nachwärmeabfuhr aus dem Reaktorkern
- Wärmeabfuhr aus dem Brennelementlagerbecken zur Unterstützung des dafür speziell vorgesehenen Systems
- Kernnotkühlung bei Kühlmittelverluststörfällen

Für diese Aufgaben stehen folgende Systeme zur Verfügung:

- Das einsträngige, dampfgetriebene Hochdruckeinspeisesystem zur Notspeisewasserversorgung (RCIC).
- Das einsträngige Hochdruckkernsprühsystem zur Notspeisewasserversorgung und Kernnotkühlung (HPCS).
- Das einsträngige Niederdruckkernsprühsystem zur Kernnotkühlung (LPCS).
- Das dreisträngige Niederdruckkernflutsystem zur Kernnotkühlung mit zwei Wärmetauschern für die Nachwärmeabfuhr (LPCI/RHR).  
Der dritte Pumpenstrang (LPCI-C) kann für die Wärmeabfuhr wahlweise einen der beiden Wärmetauscher aufgeschaltet werden.
- Das bezüglich aktiver Komponenten zweisträngige Notstandssystem zur Kernkühlung und Nachwärmeabfuhr (SEHR).
- Die Sicherheits-/Abblaseventile zur Druckbegrenzung und -entlastung des Reaktorkühlsystems (SRV).  
8 dieser 16 Ventile dienen auch der automatischen Druckentlastung bei Kühlmittelverluststörfällen und Notstandsbetrieb (ADS).

Die Systeme sind in verschiedene Divisionen aufgeteilt.

Die genannten Aufgaben können durch diese Systeme z.T. einzeln und z.T. in Kombination erfüllt werden.

## 2. ENSI-Frage 5a: Schutz von Sicherheits- und Hilfssystemen

- a) Ist im Kernkraftwerk Leibstadt die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert?

### Stellungnahme KKL:

#### Normalbetrieb

Die Kühlwasserversorgung des Kernkraftwerks Leibstadt erfolgt im Normalbetrieb über das Nebenkühlwasser, welches in drei Stränge unterteilt ist (Loop 0, Loop A und Loop B). Die Stränge des Nebenkühlwassers kühlen die geschlossenen Zwischenkühlsysteme für das Maschinenhaus (TICCW, AKZ VH) und den Primärteil (NICCW, AKZ VG). Das Nebenkühlwasser bezieht Wasser aus dem Rhein. Der Motorenflur des Nebenkühlwassers (ZM2) befindet sich auf Höhenkote [REDACTED] m. Der Normalpegel des Rheins beträgt beim Kernkraftwerk Leibstadt 311.14 m. Der Katastrophenspiegel beträgt 315.40 m und wird 75 Minuten nach einem Bruch des Wehrs des Flusswasserkraftwerks Egli-sau erreicht. Somit bleibt die Nebenkühlwasserfassung des KKL auch beim höchsten Wasserstand des Rheins intakt. Die Stromversorgung des Nebenkühlwassers erfolgt von der 6.6 kV Schiene [REDACTED].

#### Auslegungsstörfall

Diese Schiene wird bei Ausfall der externen Stromversorgung (Loop oder T-Loop) automatisch durch die Notstromdiesel der Divisionen [REDACTED] wieder unter Spannung gesetzt. Dadurch können nach Spannungsausfall die Nebenkühlwasserpumpen wieder gestartet werden.

Das Nebenkühlwassersystem ist nicht für ein Sicherheitserdbeben ausgelegt. Im Falle eines Sicherheitserdbebens (SSE) erfolgt die Kühlung der sicherheitsrelevanten Systeme sowie deren Hilfssysteme mittels drei unabhängigen Notkühlsystemen (ESW, AKZ VE). Jedes Notkühlsystem verfügt über eine eigene verunreinigungssichere Grundwasserpumpe, eine Notkühlwasserpumpe und einen Notkühlturm. Alle Elemente sind auf SSE ausgelegt, die elektrische Versorgung erfolgt durch den entsprechenden Notstromdiesel. Die Höhenkote der Notstromdieselgebäude liegt auf [REDACTED] m und somit weit über dem maximalen Katastrophenspiegel des Rheins. Beim Notkühlwasser handelt es sich um einen geschlossenen Kreislauf. Die Notkühlwasserpumpe fördert Wasser aus dem Becken des Notkühlturms und kühlt die Kühler und Wärmetauscher des zugeordneten Kreislaufs. Das erwärmte Wasser wird durch den Notkühlturm rückgekühlt. Dabei verdunstetes Wasser wird durch eine separate Grundwasserversorgung laufend ergänzt.

Das SEHR System stellt eine diversitäre, separate und autonome Kühlkette dar. Die Kühlung des SEHR Systems erfolgt in allen Betriebsfällen durch Grundwasser, welches durch zwei gebunkerte, separierte verunreinigungssichere Fassungen erfolgt. Das Grundwasser wird durch die beiden Grundwasserpumpen zur Kühlung der Hilfssysteme des SEHR Systems (Dieselkühlung, Raumkühlung) und für die Kühlung des SEHR Wärmetauschers verwendet. Das erwärmte Wasser wird via Absturzkammer an den Rhein abgegeben. Das komplette SEHR System ist für die Belastung eines Sicherheitserdbebens (SSE) ausgelegt. Die Stromversorgung aller Komponenten erfolgt entweder von der 6.6 kV Schiene [REDACTED] oder durch die gebunkerten, separierten Diesel des SEHR Systems.

Sowohl das SEHR System als auch die Systeme der Division [REDACTED] können im Falle eines Auslegungsstörfalls die gesamte Nachzerfallswärme des Reaktors [REDACTED] sicher abführen und gleichzeitig bei einem LOCA die Kernnotkühlung sicher stellen.

### Auslegungsüberschreitender Störfall

Beim Ausfall eines Notstromdiesels können durch Handmassnahmen Komponenten der Division [REDACTED] [REDACTED] mittels Querverbindungen durch einen Notstromdiesel einer anderen Division versorgt werden. Dabei darf die maximale Leistung des entsprechenden Notstromdiesels nicht überschritten werden. Das entsprechende Vorgehen ist in der Störfallanweisung SFA-1704-46 „Verlust Eigenbedarf im Stillstand oder bei T-Loop mit Dieselausfall“ detailliert beschrieben.

### 3. ENSI-Frage 5b: Schutz von Brennelementbecken ausserhalb Primärcontainment

- b) Sind im Kernkraftwerk Leibstadt allfällige ausserhalb des Primärcontainments befindliche Brennelementlagerbecken genügend gegen externe und interne Einwirkungen geschützt?

#### Stellungnahme KKL:

##### Externe Ereignisse

Das Brennelementlagergebäude und die darin befindlichen Brennelementlagerbecken und Lagergestelle sind sowohl für ein Sicherheitserdbeben (SSE) als auch für einen Flugzeugabsturz ausgelegt.

##### Interne Ereignisse

Während des Reaktorbetriebs dürfen gemäss Technischer Spezifikation Leibstadt (TSL) keine bestrahlten Brennelemente im Brennelementlager innerhalb des Reaktorgebäudes gelagert werden. Alle bestrahlten Brennelemente befinden sich demzufolge ausserhalb des Primärcontainments im Brennelementlagergebäude ZD1.

Die Umwälzung des Wassers in den Brennelementbecken erfolgt durch ein separates Brennelementbeckenkühlsystem. Die Rohrleitungen dieses Kühlsystems sind derart angeordnet, dass ein Bruch der Leitungen zu keiner oder nur zu einer sehr geringen Reduktion des Wasserniveaus in den Brennstoffbecken führen kann. Beim Bruch der Saugleitung könnte das Wasserniveau maximal auf eine Höhe von [REDACTED] absinken. Dadurch stünde in diesem Fall immer noch eine Wasserüberdeckung von [REDACTED] zur Verfügung. Die Brennstoffbecken aus armiertem Beton verfügen über eine Beckenauskleidung aus rostfreiem Stahl. Allfällige Leckagen der geschweissten Beckenauskleidung sind durch die Konstruktion limitiert und können durch diverse, redundante Einspeisung von Wasser kompensiert werden. Jede Schweissnaht der Beckenauskleidung verfügt über eine separate Leckageüberwachung, welche täglich überprüft wird.

Das grosse Wasservolumen in den Brennstoffbecken von [REDACTED] und die geringen Wärmelasten der gelagerten abgebrannten Brennelemente von insgesamt etwa 1 bis 1.2 MW führen zu einer sehr langsamen Erwärmung des Wasservolumens. Es kommt ohne eine Bespeisung (Kompensation von Verdampfungsverlusten) des ungekühlten Brennelementbeckens (BEB) erst nach 24 Tagen zu einer Abdeckung des Brennstoffes.

#### 4. ENSI-Frage 5c: Schutz der Brennelementbeckenkühlung

- c) Ist im Kernkraftwerk Leibstadt die Brennelementbeckenkühlung eine besonders geschützte Sicherheitsfunktion und kann sie über das gebunkerte Notstandssystem versorgt und gesteuert werden?

##### Stellungnahme KKL:

###### Normalbetrieb

Die Brennelementbeckenkühlung erfolgt im Normalbetrieb über das Brennelementbeckenkühl- und Reinigungssystem (FPCCU, AKZ TG), welches über redundante Pumpen und Wärmetauscher verfügt. Das System ist in Erdbebenklasse 2 ausgeführt und hält somit einem Betriebserdbeben (OBE) stand. Es ist im Normalfall nur ein FPCCU-Strang erforderlich. Es ist aber möglich, beide Stränge gleichzeitig in Betrieb zu nehmen. Die Kühlwasserversorgung erfolgt über NICCW [REDACTED] welcher ebenfalls Betriebserdbeben (OBE) klassiert ist. Die elektrische Versorgung erfolgt über die 380 V Schiene [REDACTED], welche über die 6.6 kV Schiene [REDACTED] versorgt wird.

###### Auslegungsstörfall

Bei Ausfall der externen Stromversorgung (Loop oder T-Loop) wird die [REDACTED] Schiene automatisch durch die Notstromdiesel der Divisionen [REDACTED] versorgt. Das Brennelementbeckenkühlsystem kann dann wieder gestartet werden und wird durch die Notstromdiesel versorgt.

Falls das Brennelementbeckenkühlsystem FPCCU komplett ausfällt (z.B. in Folge SSE oder Ausfall des NICCW), können die Brennelementbecken sowohl durch das Nachzerfallswärmeabfuhrsystem RHR A oder RHR B (AKZ TH) gekühlt werden. Die Kühlung erfolgt dann durch die RHR Wärmetauscher, welche wiederum durch Notkühlwasser (VE) oder durch das Nukleare Zwischenkühlwasser (VG) gekühlt werden können. Die Kapazität der RHR Wärmetauscher beträgt ca. 36 MW. Das heisst, dass die Kühlung der Brennelementbecken mittels RHR nur sporadisch zu erfolgen hat.

###### Auslegungsüberschreitender Störfall

Bei Auftreten eines Sicherheitserdbebens SSE und Ausfall des Beckenkühlsystems in Folge Erdbeben sowie dem gleichzeitigen sehr unwahrscheinlichen Ausfall beider RHR, kann das Brennelementbecken durch eine separate, diversitäre für SSE ausgelegte Füllleitung ([REDACTED]) direkt von extern befüllt werden, um eine ausreichende Wasserüberdeckung der Brennelemente zu gewährleisten. Der fest installierte Notanschluss dazu befindet sich [REDACTED]

[REDACTED] Dieser kann aus verschiedenen Quellen (Feuerlöschwagen, mobile Pumpe aus Rhein oder Grundwasserbrunnen, Kühlturm-tassenwasser, etc.) bespeist werden. Zusätzlich sind fest installierte Feuerlöschwasseranschlüsse am Beckenrand angebracht, welche durch das Hochreservoir oder durch externe Zuleitungen durch Tanklöschfahrzeug oder ähnlichem versorgt werden können.

Weitere Einspeisemöglichkeiten in das Brennstofflagerbecken können durch die Betriebseinspeisung mit Deionat (UD) oder Kaltkondensat (RR70) durchgeführt werden.

Das separat gebunkerte Notstandssystem (SEHR) verfügt über keine direkte Verbindung zum Brennelementbecken. Die Druckleitungen des SEHR Systems führen entweder direkt in die Einspeiseleitung zum Druckgefäß oder zur Druckabbaukammer. Eine weitere Verzweigung des SEHR Systems zu Räumen ausserhalb des Primärcontainments würde nicht dem Sinne des SEHR Systems bezüglich Beherrschung eines UEW Falles entsprechen.



## 5. Bewertung

Die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme des Kernkraftwerk Leibstadt erfolgt aus redundanten, diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quellen.

Das BEB auf ████ ist gegen interne und externe Störfälle ausreichend geschützt.

Auf Grund der baulichen Gegebenheiten, der grossen Wärmekapazität des Brennstoffbeckens, der geringen Wärmelasten und der gestaffelten, vermischten Einspeise- und Kühlmöglichkeiten besteht auch im Falle auslegungsüberschreitender Störfälle eine ausreichende Sicherheit zur langfristigen Kühlung des Brennelementlagerbeckens.

