

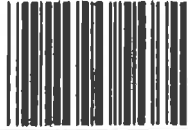


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

435



AN-Nummer

**ENSI 17/1296**

Datum

02. September 2011

Aktenzeichen

17KEX

Typ/Charakter

Aktennotiz

Klassifikation

öffentlich

Bearbeiter



Visum

Sachbearbeiter:

Vorgesetzter:



Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

KKG, Verfügung Fukushima, deterministischer Nachweis  
10'000-jährliches Hochwasser

Seiten

19

Beilagen

Zeichnungen

## Stellungnahme des ENSI zu dem deterministischen Nachweis des KKG zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers

<b>1</b>	<b>Anlass</b>	<b>2</b>
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Gegenstand und Grundlage der Beurteilung	2
1.3	Aufbau der Aktennotiz	3
<b>2</b>	<b>Neubewertung der Hochwassergefährdung</b>	<b>4</b>
2.1	Gefährdungsannahmen	4
2.2	Auswirkungen auf die Anlage	7
<b>3</b>	<b>Deterministischer Sicherheitsnachweis</b>	<b>11</b>
3.1	Überführung der Anlage in den sicheren Zustand	11
3.2	Einhaltung der Dosisgrenzwerte	14
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen</b>	<b>18</b>

Verteiler:

ENSI: GL, KASI, , Archiv

Extern: KKG



## 1 Anlass

### 1.1 Ausgangslage

Vor dem Hintergrund der Ereignisse in Japan hat das ENSI gestützt auf Art. 2, Abs. 1, Bst. d der Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) /20/ am 18. März 2011 verfügt, dass die Auslegung der Kernkraftwerke in der Schweiz bezüglich Erdbeben und Überflutung unverzüglich zu überprüfen ist /16/.

Die Randbedingungen für diese Überprüfung sowie der terminliche Rahmen wurden vom ENSI in einer 2. Verfügung vom 1. April 2011 /12/ festgelegt. Bezüglich der Gefährdung durch Hochwasser sind insbesondere die Folgeschäden wie Verstopfung oder Zerstörung von Einlaufbauwerken durch mitgeführtes Geschiebe und Schwemmgut im Detail zu untersuchen. Konkret fordert das ENSI:

„Der deterministische Nachweis für die Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers ist basierend auf den für die Rahmenbewilligungsgesuche neu bestimmten Hochwassergefährdungen (unter Berücksichtigung der ENSI-Forderungen aus den entsprechenden Gutachten) bis zum 30. Juni 2011 zu führen. Dafür gelten folgende Randbedingungen:

- Für den Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers sind nur Ausrüstungen und Strukturen zu kreditieren, deren Hochwasserfestigkeit für die Gefährdungsannahmen nachgewiesen wurde.
- Es ist der Ausfall der externen Stromversorgung zu unterstellen.
- Es ist der deterministische Nachweis zu führen, dass eine Verstopfung oder eine Schädigung der Flusswassereinlaufbauwerke ausgeschlossen werden kann. Falls nicht gezeigt werden kann, dass die Hochwasserentlastung der vorgelagerten Stauanlagen ausreichend dimensioniert ist, darf keine Rückhaltung von Geschiebe und Schwemmgut durch diese Stauanlagen kreditiert werden. Kann der deterministische Nachweis, dass eine Verstopfung oder Schädigung der Flusswassereinlaufbauwerke ausgeschlossen werden kann, nicht erbracht werden, ist der Ausfall der vom Hochwasser betroffenen Kühlwasserfassungen zu unterstellen.
- Es ist nachzuweisen, dass die Anlage in einen sicheren Zustand überführt und dieser Zustand ohne Zuhilfenahme externer Notfallschutzmittel während mindestens 3 Tagen stabil gehalten werden kann.
- Interne Notfallschutzmassnahmen können nur kreditiert werden, wenn sie vorbereitet sind, genügend grosse Zeitfenster zur Durchführung vorhanden sind und die dafür erforderlichen Hilfsmittel auch nach einem 10'000-jährlichen Hochwasser zur Verfügung stehen.
- Die Berechnung der aus dem Störfall resultierenden Dosis erfolgt aufgrund der während des Analysezeitraums emittierten radioaktiven Stoffe und richtet sich nach der Richtlinie ENSI-G14.

### 1.2 Gegenstand und Grundlage der Beurteilung

Das KKG hat fristgerecht einen sicherheitstechnischen Nachweis des Hochwasserschutzes /1/ und erläuternde Zusatzberichte, die in den Dokumenten /17/ und /19/ zusammengefasst sind, dem ENSI eingereicht. Die Zusatzberichte umfassen u. a. einen Sicherheitsbericht zur 2. Was-



serfassung, die Modellbeschreibung und die experimentelle Überprüfung der Modellierung des Eindringens von Wasser in das Notstandsgebäude, Überflutungsberechnungen für den Standort des KKG sowie eine radiologische Analyse.

Gegenstand der Beurteilung durch das ENSI ist der mit der Verfügung vom 18. März 2011 /16/ geforderte deterministische Nachweis zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers. Dabei werden die angewandte Methodik und die Ergebnisse durch das ENSI überprüft. Der Nachweis gilt dann als erbracht, wenn gezeigt werden kann, dass der Dosiswert für nichtberuflich strahlenexponierte Personen den nach Art. 94 StSV /28/ für Störfälle der Kategorie 3 geltenden Grenzwert von 100 mSv nicht überschreitet.

Die Beurteilung des ENSI stützt sich auf folgende rechtliche Grundlagen:

Für den Nachweis des ausreichenden Schutzes sind gemäss Art. 5 Abs. 4 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) /9/ nur Gefährdungen mit einer Häufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu berücksichtigen.

Der Nachweis für das 10'000-jährliche Hochwasser ist gemäss Art. 2 Abs. 1 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) anhand deterministischer Störfallanalysen zu führen, indem die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele aufgezeigt wird. Zusätzlich zum auslösenden Ereignis ist ein unabhängiger Einzelfehler gemäss Art. 8 Abs. 4 der KEV zu unterstellen.

Die Auswirkungen des 10'000-jährlichen Hochwassers müssen mit den getroffenen Schutzmassnahmen so begrenzt bleiben, dass das Kernkraftwerk in einen sicheren Anlagenzustand überführt werden kann. Dieser ist erreicht, wenn die Einhaltung der technischen Kriterien gemäss Art. 11 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) und im Hinblick auf die Frage der Ausserbetriebnahme die radiologischen Kriterien gemäss Art. 3 UVEK-V (732.114.5) nachgewiesen sind.

Mit der Verfügung vom 01. April 2011 /12/ hat das ENSI zusätzliche Randbedingungen für den deterministischen Sicherheitsnachweis vorgegeben, die im Abschnitt 1 dieser Aktennotiz genannt sind. Zur weiteren Bewertung der deterministischen Störfallanalysen werden die Richtlinien ENSI-A01, ENSI-A08 und ENSI-G14 herangezogen.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch externe Überflutungen sind Anforderungen in der Richtlinie ENSI-A05 „Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang“ /10/ vorgegeben.

Eine weitere Beurteilungsgrundlage ist der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 „Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites“ /11/.

### **1.3 Aufbau der Aktennotiz**

Kapitel 1 dieser Aktennotiz enthält allgemeine Angaben zum Anlass der Überprüfung, zu den vom Betreiber eingereichten Dokumenten und den Beurteilungsgrundlagen. Im Kapitel 2 werden die für das 10'000-jährliche Hochwasser anzusetzenden Gefährdungsannahmen und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Anlage behandelt. Gegenstand des Kapitels 3 ist zum einen das Überführen und Halten der Anlage in den bzw. im sicheren Zustand unter der Annahme eines hochwasserbedingten lang andauernden Notstromfalls und zum anderen der radiologische Nachweis. Die wesentlichen Erkenntnisse der vorgenommenen Überprüfung werden im Kapitel 4 zusammengefasst.



## 2 Neubewertung der Hochwassergefährdung

Das KKG war bereits aufgefordert, dem ENSI bis Ende 2010 ein neues Nachweiskonzept für einen ausreichenden Hochwasserschutz vorzulegen. Diese Forderung war in neuen Erkenntnissen begründet, die im Rahmenbewilligungsgesuch für den Neubau des Kernkraftwerks Niederramt gewonnen wurden und nach denen für den Standort des KKG von verschärften Gefährdungsannahmen durch Hochwasser auszugehen ist. Die zum 30. Juni 2011 eingereichten Unterlagen des KKG stützen sich in weiten Teilen auf dieses Nachweiskonzept.

### 2.1 Gefährdungsannahmen

#### Angaben des Betreibers

##### Bestimmung des 10'000-jährlichen Durchflusses in der Alten Aare

Das KKG betrachtet für die Bestimmung der Gefährdung des Standortes durch ein 10'000-jährliches Hochwasser drei Szenarien /1/:

1. Der Zufluss zum Wehr Winznau beträgt  $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hiervon fliessen  $380 \text{ m}^3/\text{s}$  durch den Oberwasserkanal und das Wasserkraftwerk Gösgen (mit laufenden Turbinen, dies entspricht der konzessionierten Wassermenge) ab. Es resultieren  $1320 \text{ m}^3/\text{s}$  Durchfluss durch die Alte Aare.
2. Der Zufluss zum Wehr Winznau beträgt  $1530 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hiervon fliessen  $152 \text{ m}^3/\text{s}$  durch den Oberwasserkanal und das Wasserkraftwerk Gösgen (mit abgestellten Turbinen im so genannten Segelbetrieb) ab. Es resultieren  $1378 \text{ m}^3/\text{s}$  Durchfluss durch die Alte Aare.
3. Als unabhängiger Einzelfehler entsprechend Richtlinie ENSI-A01 /3/ zusätzlich zur Hochwassersituation wird die totale Verstopfung des Wasserkraftwerks Gösgen postuliert. Für die Verstopfungswahrscheinlichkeit wird ein Wert von 0,03 verwendet. Da insgesamt nur ein 10'000-jährliches Ereignis zu betrachten ist, wird dieser Verstopfung ein 333-jährlicher Zufluss zum Wehr Winznau, abgelesen von der für KKN extrapolierten Kurve der Durchflussmessdaten, überlagert. Dies entspricht einem Durchfluss von etwa  $1370 \text{ m}^3/\text{s}$ , der vollständig durch die Alte Aare fliesst.

Das KKG wählt aufgrund der höchsten Durchflusswerte durch die Alte Aare das 2. Szenario als das für den deterministischen Nachweis bestimmende Szenario aus, d. h. für das 10'000-jährliche Hochwasser am Standort des KKG wird ein Durchflusswert durch die Alte Aare von  $1378 \text{ m}^3/\text{s}$  angenommen. Die Unsicherheit dieses Wertes wird mit einer Spanne von ca.  $-58 \text{ m}^3/\text{s}$  bis  $+72 \text{ m}^3/\text{s}$  angegeben.

##### Bestimmung von Wasserständen am Standort des KKG

Für die Bestimmung der Pegelstände verwendet das KKG ein 2D-Programm der Firma AF Colenco. Dieses Programm sagt gemäss KKG im Vergleich zu dem für die Planung von Hochwasserschutzmassnahmen des Kantons Solothurn verwendeten Programm im Bereich des Kraftwerksgeländes deutlich höhere Wasserstände vorher. Das KKG verzichtet deshalb auf die Berücksichtigung der Unsicherheit der Durchflusswerte. Bei einem Durchfluss von  $1380 \text{ m}^3/\text{s}$  wird vom KKG ein Pegelstand von maximal  $382,05 \text{ m ü. M.}$  ausgewiesen (/1/, /4/). Dieser liegt 5 cm unterhalb der Referenzhöhenkote am Notstandsgebäude. Damit ist bei dem vom KKG angesetzten 10'000-jährlichen Hochwasser keine Überflutung des Kraftwerksgeländes zu erwarten.



Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse hat das KKG auch höhere Durchflusswerte in der Alten Aare untersucht. Für verschiedene Durchflusswerte von bis zu 2100 m<sup>3</sup>/s werden ebenfalls maximale Wasserstände bestimmt (11, 14).

#### Weitergehende Untersuchungen des KKG

Über die vorgängig beschriebenen Betrachtungen hinaus hat das KKG weitere Untersuchungen eingereicht:

- a. Basierend auf den Ganglinien der Hochwasser von 1981 und 2007 wird für verschiedene betrachtete Durchflüsse eine mittlere Zeitdauer der Überflutung des Kraftwerksgeländes abgeleitet (11, 15). Die hier zugrunde gelegte Annahme, dass bereits bei einem Durchfluss von 1350 m<sup>3</sup>/s die Überflutung des Kraftwerksgeländes beginnt, führt dazu, dass für das vom KKG angesetzte 10'000-jährliche Hochwasser eine mittlere Überflutungsdauer von 1,1 Stunden ausgewiesen wird. Diesen Wert versteht das KKG als Sicherheitszuschlag zur Zeitdauer der Überflutung durch stärkere Hochwasser, der mögliche Unsicherheiten der Extrapolation der Hochwasserdauer berücksichtigen soll.
- b. Für verschiedene Dammbrechtszenarien werden die zu erwartenden Energielinienhöhen am Standort des KKG angegeben 11. Für verschiedene Bruchzenarien des Wehrs Ruppoldingen, das in den Untersuchungen zu Dammbriichen nicht enthalten war, werden grafisch maximale Fliesstiefen ausgewiesen 17.
- c. Auf der Basis eines detaillierten probabilistischen Modells 15, abgestützt auf weitergehende Untersuchungen des RiskLab der ETH Zürich 16 wird eine aus Sicht vom KKG realistischere Zuordnung von Durchflusswerten zu Jährlichkeiten dargestellt 11.

#### **Beurteilung des ENSI**

##### Bestimmung des 10'000-jährlichen Durchflusses in der Alten Aare

Das erste vom KKG betrachtete Szenario fusst mit einem Zuflusswert von 1700 m<sup>3</sup>/s am Wehr Winznau auf dem für das vormals geplante Kernkraftwerk Niederamt (KKN) festgelegten Wert des 10'000-jährlichen Hochwassers. Dieser Wert entspricht der in der Verfügung vom 1. April 12 festgelegten Vorgehensvorgabe zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Überflutung. Die Kreditierung eines Abflusses von 380 m<sup>3</sup>/s durch den Oberwasserkanal, der nur bei laufenden Turbinen des Wasserkraftwerks Gösigen erreicht werden kann, wurde jedoch bereits nach Einreichung des neuen Nachweiskonzepts für einen ausreichenden Hochwasserschutz vom ENSI als unzulässig eingestuft 13, weil entsprechend dem Basisdokument zum Nachweis der Hochwassersicherheit von Stauanlagen 14 bereits beim 1'000-jährlichen Hochwasser im Allgemeinen ein Ausfall der Netzanbindung von Wasserkraftwerken und damit ein Abstellen der Turbinen zu unterstellen ist. Der für das 1. Szenario vom KKG ausgewiesene Durchflusswert von 1320 m<sup>3</sup>/s für die Alte Aare ist daher als 10'000-jährliches Hochwasser nicht belastbar. Ohne die Kreditierung laufender Turbinen können für den Abfluss durch den Oberwasserkanal maximal 152 m<sup>3</sup>/s angesetzt werden, woraus sich für das vorliegende Szenario ein Durchflusswert von 1548 m<sup>3</sup>/s für die Alte Aare ergibt.

Das zweite betrachtete Szenario für die Herleitung des 10'000-jährlichen Hochwassers entspricht nicht den Vorgaben der Verfügung 12 und ist ebenfalls nicht belastbar. Bei der Herleitung des Wertes von 1530 m<sup>3</sup>/s fehlt die Diskussion historischer Hochwasser entsprechend 9 und 10, was erfahrungsgemäss relevant sein kann.

Das dritte vom KKG betrachtete Szenario ist für die vorliegenden Betrachtungen irrelevant, weil bereits das erste Szenario ohne die Kreditierung laufender Turbinen einen wesentlich höheren



Durchflusswert ergibt. Darüber hinaus ist das Verstopfen des Wasserkraftwerks keinesfalls unabhängig vom Auftreten eines Hochwassers. Die Reduktion der Eintretenshäufigkeit des Hochwassers aufgrund der Verstopfung als angenommenem unabhängigem Einzelfehler ist daher unzulässig.

Es wurde in jedem Szenario mindestens eine nicht ausreichend abdeckende Annahme getroffen, die entweder den Vorgaben der Verfügung /12/ (Szenario 2) oder aber bereits den KKG schriftlich mitgeteilten Prüfergebnissen des ENSI /13/ widerspricht (Szenario 1) oder nicht anwendbar ist (Szenario 3). Darüber hinaus sind die für das vom KKG als massgeblich herangezogene Szenario ausgewiesenen Unsicherheiten ( $-58 \text{ m}^3/\text{s}$  bis  $+72 \text{ m}^3/\text{s}$ ) inkompatibel mit dem Vertrauensintervall ( $1200 \text{ m}^3/\text{s}$  bis  $1900 \text{ m}^3/\text{s}$ ) /15/ des diesem Szenario zugrunde gelegten Zuflusses zum Wehr Winznau und daher potentiell zu optimistisch.

Der Verfügung vom 1. April 2011 /12/ entsprechend ist die Überprüfung der Auslegung des KKG bezüglich Hochwasser auf Basis des für KKN bestimmten 10'000-jährlichen Hochwassers ( $1700 \text{ m}^3/\text{s}$  am Wehr Winznau) durchzuführen. Eigene Abschätzungen des ENSI basierend auf der Extrapolation von Pegelmessdaten und auf einer Berücksichtigung von historischen Hochwassern stützen diesen Wert. Bei Kreditierung des Hochwasserablasses des Wasserkraftwerks Gösgen ( $152 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ergibt sich somit ein Durchfluss durch die Alte Aare von  $1548 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### Bestimmung von Wasserständen am Standort des KKG

Das vom KKG genutzte Überflutungsmodell /4/ basiert auf dem für das KKN entwickelten und im Rahmenbewilligungsverfahren positiv beurteilten Modell. Es erlaubt eine belastbare Bestimmung des zu erwartenden Wasserstands bei unterschiedlichen Durchflüssen durch die Alte Aare. Der vom KKG angegebene Zusammenhang zwischen Durchflüssen und Wasserständen /1/ ist daher plausibel. Beim vom ENSI für ein 10'000-jährliches Hochwasser unterstellten Durchfluss durch die Alte Aare von  $1548 \text{ m}^3/\text{s}$  ergibt sich ein Pegelstand von 382.50 m ü. M. am Standort Gösgen, was einer Überflutungshöhe des Kraftwerksgeländes von etwa 40 cm entspricht.

Die Gefahr von Verklausungen wurde in dem Überflutungsmodell entsprechend den ENSI-Vorgaben im Rahmenbewilligungsgesuch des KKN berücksichtigt. Demgemäss wurde analog zu der sogenannten (n-1)-Regel der Richtlinie „Sicherheit der Stauanlagen“ des BWG unterstellt, dass das leistungsfähigste von „n“ Entlastungsorganen einer Stauanlage nicht verfügbar ist. Diese Annahme hat potenziell grosse Auswirkungen auf die Überflutungshöhe, da bei vollständiger Verklausung mit einem signifikanten Rückstau bzw. bei vollständiger Verklausung und folgendem Aufbrechen der Verklausung mit einer dem Hochwasser überlagerten Flutwelle zu rechnen wäre. Die Möglichkeit einer vollständigen Verklausung stellt daher einen so genannten Cliff-Edge-Effekt dar. Die Sensibilität des KKG gegenüber solchen Cliff-Edge-Effekten wird im Rahmen des EU-Stresstests überprüft.

#### Weitergehende Untersuchungen des KKG

Da das ENSI beim 10'000-jährlichen Hochwasser von einer Überflutung des Kraftwerksgeländes ausgeht, wird im Folgenden auch die ausgewiesene mittlere Überflutungsdauer beurteilt.

Die von dem KKG durchgeführte Ableitung einer mittleren Zeitdauer der Überflutung des Standortes wurde bereits nach Einreichung des neuen Nachweiskonzepts für einen ausreichenden Hochwasserschutz vom ENSI als nicht ausreichend beurteilt /13/. Die genannten Kritikpunkte bestehen weiterhin. Insbesondere ist die Feststellung vom KKG (neu), dass die konservative Annahme einer Überflutung des Anlagengeländes bereits ab einem Durchflusswert von  $1350 \text{ m}^3/\text{s}$  die Unsicherheiten bei der Ableitung der Zeitdauer berücksichtigt, unbegründet.

Die vom KKG dokumentierten anderen weitergehenden Untersuchungen (Konsequenzen von Damm- und Wehrbrüchen, Zuordnung von Durchflusswerten zu Jährlichkeiten) betreffen nicht



die Verfügung vom 1. April 2011 /12/ und werden daher in diesem Zusammenhang nicht beurteilt.

## 2.2 Auswirkungen auf die Anlage

### Angaben des Betreibers

Der ursprünglichen Auslegung des KKG /1/ gegen externe Überflutung liegt ein 1'000-jährliches Hochwasser mit einem Abfluss in die Alte Aare von  $1270 \text{ m}^3/\text{s}$  zugrunde. Um dieses Ereignis mit einer ausreichenden Sicherheitsmarge abzudecken, wurde das Kraftwerksgelände nahezu durchgängig auf  $382,1 \text{ m ü. M.}$  aufgeschüttet und so ein Abstand von ca.  $1 \text{ m}$  zum Pegelstand des Auslegungshochwassers erreicht („Konzept des trockenen Standortes“). Durch diese Aufschüttung und durch die Abdichtungen aller sicherheitsrelevanten Gebäude bis zur Geländeoberkante verfügen alle Sicherheitssysteme des KKG über einen hohen Grundschutz gegenüber externen Überflutungen.

Daneben wird dem Schutz gegen Hochwasser auch durch die diversitäre, redundante und räumlich getrennte Ausführung der Sicherheitssysteme Rechnung getragen. Dieses zeigt sich insbesondere bei der Auslegung der vier Kühlwasserfassungen zur Versorgung der Sicherheitssysteme:

- Die 1. Kühlwasserfassung im Gebäude ZM0 am Oberwasserkanal der Aare.
- Die erdbebensicher ausgeführte 2. Kühlwasserfassung im Gebäude ZM5, über die aus dem Unterwasserkanal (unterhalb des WKW Gösgen) heraus die Kühlwasserversorgung der notstromversorgten Sicherheitssysteme erfolgt.
- Die zwei verunreinigungssicheren Grundwasserfassungen der Notstandsbrunnen im gegen externe Einwirkungen besonders geschützten Notstandsgebäude ZX.

Der Auslegung der 2. Wasserfassung ZM5 liegen die gleichen Annahmen zugrunde, aufgrund derer das Kraftwerksgelände angelegt wurde. Entscheidend für die Funktionstüchtigkeit der Kühlwasserversorgung über die 2. Wasserfassung ist, dass dort der Maschinenboden nicht überschwemmt wird. Dieser ist so angeordnet, dass ein Abfluss in die Aare von  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$  im Bereich der Sicherheitsmarge liegt /18/. Darüber hinaus ist selbst bei einem militärischen Hochwasser mit einem Abfluss von  $1900 \text{ m}^3/\text{s}$  der Erhalt der Funktionstüchtigkeit sehr wahrscheinlich.

Das KKG unterstellt bei seinen Betrachtungen keine Überflutung des Kraftwerksgeländes und schliesst ein hochwasserbedingtes Leck am Frischdampfsystem und am Reaktorkühlkreislauf aus. Als anlagendynamisch abdeckender Störfall wird der lang andauernde Notstromfall (72 h) mit Ausfall der 1. Kühlwasserfassung identifiziert.

Mit den notstromversorgten und den notstandnotstromversorgten Sicherheitssystemen verfügt das KKG grundsätzlich über zwei unterschiedlich gesicherte Funktionsketten, um bei Ausfall der externen Stromversorgung die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen und damit die grundlegenden Schutzziele einzuhalten. Die hierzu relevanten Gebäude sind die Dieselgebäude ZK01/02, das Notspeisegebäude ZV, das Reaktorgebäude ZA/ZB, das Nebenkühlwasserpumpenhaus ZM2, das Schaltanlagegebäude ZE, das Notstandsgebäude ZX und die 2. Wasserfassung ZM5.



Im Hinblick auf die Beherrschung möglicher Überflutungen des Kraftwerksgeländes bei extremem Hochwasser hat das KKG eine Anlagenbegehung durchgeführt und daraus folgende Verbesserungsmassnahmen abgeleitet und umgesetzt /1/:

- Abdichten der Aussenhülle von Gebäuden in denen sich Ausrüstungen befinden, die für ein sicheres Abfahren der Anlage erforderlich sind,
- Austausch von Türdichtungen an inneren Barrieren des Notstandsgebäudes ZX,
- Abdichten der Notstromdieselgebäude ZK01/02 (Höherlegen der Lufteinlässe, Abdichten der Zugänge),
- Teilweise Austausch der Dichtungen an Objektschutztüren an verschiedenen Gebäuden,
- Installation von Flutklappen zum Verschliessen von Lüftungseinlässen in den zum Schaltanlagegebäude ZE führenden Kabel- und Rohrkanälen,
- Vorbereitung von Notfallmassnahmen für die Errichtung mobiler Hochwasserschutzwände an den Zugängen des Schaltanlagegebäudes ZE und des Notstandsgebäudes ZX (Materialtor und Personenschleuse).

Zusätzlich werden von der Feuerwehr für den Hochwassernotfall mobile Einsatzmittel (mit Wasser aufpumpbare Hochwasserschutzschläuche, Sandsäcke) bereitgehalten, um ggf. kritische Bereiche an den Dieselgebäuden ZK01/02 und an dem Gebäude für die nukleare Nebenkühlwasserversorgung ZM2 abzusichern. Mit dem neu eingerichteten Hochwasseralarm, der automatisch bei einem Pegelabfluss von 1050 m<sup>3</sup>/s an der Messstation Murgenthal ausgelöst wird, wird eine Vorwarnzeit bis zu einer möglichen Überflutung von mindestens drei Stunden erreicht. Somit können die vorbereiteten Notfallmassnahmen rechtzeitig durchgeführt werden. Die Zuständigkeiten zum Umsetzen der Notfallmassnahmen werden in den relevanten Vorschriften (Notfallreglement, Schichtanweisung SA 58), die 2010 angepasst wurden, klar geregelt.

#### Widerstandswerte relevanter Gebäude

Um den verbesserten Schutzgrad der Anlage zu bewerten, hat das KKG für die Gebäude, die als relevant erachtet werden, zeitliche Widerstandswerte ermittelt. Dazu wurde zuerst für die relevanten Gebäudeteile – die 2. Wasserfassung fällt wegen der oben dargelegten Auslegung aus dieser Betrachtung heraus – ein Retentionsvermögen bestimmt, bei dem die Funktionstüchtigkeit der jeweiligen Sicherheitssysteme nicht beeinträchtigt wird. Es wurde angenommen, dass in den massgebenden Räumen, die auf einem Leckagepfad liegen, ein Wasserstand von 25 cm toleriert werden kann.

Für die Bestimmung der zeitlichen Widerstandswerte wurde anfänglich ein mathematisches Modell für das Materialtor des Notstandsgebäudes /22/ hergeleitet und anhand von Ergebnissen aus durchgeführten Referenzversuchen /23/ verfeinert. Für die anderen Gebäude wurden die Leckagepfade mittels Anlagenbegehungen identifiziert und die zugehörigen Widerstandskennlinien basierend auf den Erkenntnissen für das Notstandsgebäude über Ähnlichkeitsbetrachtungen bestimmt.

#### Schutzgrad des KKG

Aufgrund der abgeleiteten Widerstandswerte werden die Dieselgebäude ZK01/02 als das limitierende Glied der notstromgesicherten Funktionskette identifiziert. Bei einer maximal angesetzten Überflutungshöhe von 1,5 m (1,1 m  $\hat{=}$  einem maximal zu erwartenden Durchfluss von 2100 m<sup>3</sup>/s) würde ohne bzw. mit Hochwassernotfallmassnahmen nach ca. 2 h bzw. 15 h in den Gebäuden eine kritische Fluthöhe erreicht sein. Eine analoge Betrachtung der notstandsgesicherten Systeme führt zu einer minimalen Widerstandszeit von ca. 24 h des Reaktorgebäudes (Gebäudeteil ZB).





Allerdings werden die Systeme, die für das Überführen der Anlage in den sicheren Zustand „heiss abgestellt“ notwendig sind (Abfahrpfad 2, s. Kap 3.1), nicht beeinträchtigt. Das Notstandsgebäude ZX besitzt höhere Widerstandswerte. Durch Versuche an seinen Zugängen konnte gezeigt werden, dass die maximal zu erwartende Leckagemenge (1,6 kg/s), die bei einer Überflutungshöhe des Kraftwerksgeländes von 0,5 m erreicht wird – grössere Überflutungshöhen bewirken durch Verdichtungseffekte an den Dichtungen der Zugänge geringere Leckagemengen – deutlich unterhalb der Fördermenge der notstandnotstromversorgten Entwässerungssysteme (beide Redundanzen mit je 2 mal 5 kg/s) liegt und deshalb die Gebäudefunktion erhalten bleibt.

Das KKG geht davon aus, dass bis zu einem Wasserstand von 0,55 m das Eindringen von Wassermengen, welche die Funktion der eingeschlossenen Systeme beeinträchtigen können, unterbunden werden kann. Bei grösseren Wasserständen wird angenommen, dass das Versagen der eingeschlossenen Funktion mit geeigneten Massnahmen (Schwerpunkteinsätze der Feuerwehr) um ca. 5 Stunden verzögert werden kann.

Das KKG kommt zum Schluss, dass das Konzept des trockenen Strandortes mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit beim von ihm unterstellten Hochwasserszenario Bestand hat und die Auswirkungen eines solchen Ereignisses auf die Anlage die notstrom- oder notstandnotstromversorgten Sicherheitssysteme nicht beeinträchtigt. Aufgrund der bereits realisierten Verbesserungsmaßnahmen weist die Anlage auch gegenüber extremeren Hochwasserereignissen einen sehr robusten Schutz auf. Für den vom ENSI geforderten Nachweis /16/ steht damit die Beherrschung des lang andauernden Notstromfalls mit am Standort verfügbaren Deionat- und Dieselreserven im Mittelpunkt.

### **Beurteilung des ENSI**

Aus Sicht des ENSI ist aufgrund der Neubestimmung des Ausmasses eines 10'000-jährlichen Hochwasserereignisses das ursprüngliche KKG-Auslegungskonzept des trockenen Standortes in Frage zu stellen. Damit kommt dem Schutzgrad der sicherheitsrelevanten Gebäude gegenüber einer zu unterstellenden Überflutung ein hoher Stellenwert zu, um die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele zu gewährleisten.

Die notstromversorgten Sicherheitssysteme werden über die 2. Kühlwasserfassung im Gebäude ZM5 mit Kühlwasser versorgt. Aus Sicht des ENSI ist die Verfügbarkeit dieser Wasserfassung bei einem 10'000-jährlichen Hochwasser nicht ausreichend belastbar. Das nach Auffassung des ENSI zu unterstellende Hochwasser überflutet das Gelände zwischen der Alten Aare und dem Aarekanal, sodass im Abschnitt zwischen dem Wasserkraftwerk Gösigen und der 2. Wasserfassung Geschwemmsel und Treibgut in den Unterwasserkanal gelangen kann. Das KKG hat keinen Nachweis erbracht, dass eine dadurch verursachte Verstopfung des Kühlwassereinlaufs ausgeschlossen werden kann. Das ENSI unterstellt deshalb für seine Betrachtungen den Ausfall der 2. Wasserfassung. Hingegen ist die Kühlwasserversorgung der notstandnotstromversorgten Sicherheitssysteme aus Sicht des ENSI gewährleistet. Sie verfügen mit den im gebunkerten Notstandsgebäude angeordneten Notstandsbrunnen über eine diversitäre, hochwasser- und verunreinigungssichere Kühlwasserquelle.

Das KKG hat gezeigt, dass der bestehende Schutzgrad der Anlage gegen extreme Hochwasser umfassend überprüft wurde und die bei Anlagenbegehungen erkannten Schwachstellen an Gebäuden hinsichtlich möglicher Leckagen bereits 2010, im Zusammenhang mit der Veröffentlichung der neuen Verordnung des UVEK /9/, ausgebessert worden sind. Die vom KKG getroffenen Vorkehrungen zum besseren Hochwasserschutz, wie z. B. die Installation von Vorrichtungen für mobile Hochwasserschutzwände an Gebäudezugängen, verbesserte Abdichtungen der Gebäude (Zugänge, Lüftungsöffnungen) und auch die Anpassung in der Organisation (Notfallreglement, Schichtanweisung, frühzeitiges Auslösen eines automatischen Hochwasseralarms) hält



das ENSI für angemessen und richtig. Prinzipiell sieht das ENSI auch die vorbereitete Massnahme, kritische Gebäudebereiche zusätzlich durch Hochwasserschutzschläuche abzusichern, als geeignet an. Sowohl die mobilen Einsatzmittel sowie die organisatorischen Vorkehrungen waren Gegenstand einer Schwerpunktinspektion zum Hochwasserschutz am 22. August 2011 /29/.

Das KKG geht davon aus, dass durch die Einrichtung des bei einem Pegelabfluss von  $1050 \text{ m}^3/\text{s}$  an der Messstation Murgenthal auslösenden Hochwasseralarms mindestens drei Stunden Vorwarnzeit verbleiben und damit eine ausreichend lange Zeitspanne vorhanden ist, um die vorbereiteten Hochwassernotfallmassnahmen umzusetzen. Dieser Einschätzung des KKG stimmt das ENSI zu.

#### Widerstandswerte relevanter Gebäude

Das KKG hat das mögliche Eindringen von Wasser in sicherheitsrelevante Gebäude bei natürlicher Überflutung ausführlich untersucht und über die Bestimmung von Widerstandswerten einzelner Gebäude eine detaillierte Betrachtung vorgenommen. Das ENSI hat eine generelle Beurteilung des entsprechenden Abschnitts des Hauptberichtes /1/ und der beiden referenzierten Aktennotizen /22/ und /23/ bezüglich Modellbildung, Berechnungsannahmen, Eignung der angewandten Methoden und Plausibilität der Ergebnisse vorgenommen. Gemäss dieser Beurteilung ist die in der Aktennotiz /22/ präsentierte Modellierung des Eindringens von Wasser in das Notstandsgebäude grundsätzlich richtig und zweckmässig. Die Berechnungsergebnisse sind plausibel und geeignet, die limitierenden Glieder der betrachteten Funktionsketten zu identifizieren. Ebenfalls findet das ENSI die in der Aktennotiz /23/ beschriebene Vorgehensweise grundsätzlich richtig und die Hauptaussagen zu der experimentellen Überprüfung plausibel. Ebenso ist die ermittelte Referenzkennlinie für das Notstandsgebäude ZX nachvollziehbar. Das ENSI kommt auch hinsichtlich der Bestimmung der Übertragungsfunktion für andere Türkonstruktionen (Übertragung der Resultate unter der Annahme des konstanten Dichtdrucks  $P_{\text{dicht}}$  über horizontale und vertikale Abschnitte) zu dem Ergebnis, dass diese Methode ausreichend genaue Ergebnisse liefert.

#### Schutzgrad des KKG

Das ENSI folgt der vom KKG getroffenen Auswahl der Gebäude, die für ein Überführen der Anlage in den sicheren Zustand bei extremem Hochwasser relevante Systeme enthalten und an deren Schutzgrad damit erhöhte Anforderungen zu stellen sind. Die Ausführungen des KKG zeigen, dass die beiden für ein Abfahren der Anlage unter Notstrombedingungen in Betracht kommenden Funktionsketten, die eine notstromversorgt und die andere notstandnotstromversorgt, deutlich unterschiedlich ausgeprägte Schutzgrade besitzen. Aufgrund des zu unterstellenden verstopfungsbedingten Ausfalls der 2. Wasserfassung ist die Beurteilung des Schutzgrades der notstromversorgten Funktionskette allerdings hinfällig.

Für die Verfügbarkeit der notstandnotstromversorgten Funktionskette ist der Widerstandswert des Notstandsgebäudes ZX massgebend. Das KKG hat glaubhaft dargelegt, dass das Notstandsgebäude über einen ausreichenden Schutzgrad zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers verfügt. Unter Berücksichtigung der notstandnotstromversorgten, einzelfehlersicheren Entwässerungspumpen bleiben die Gebäudefunktion und damit die zugehörigen Systemfunktionen bis zu einer Überflutungshöhe von 1,5 m erhalten.

Das ENSI kommt zu dem Ergebnis, dass auch unter Berücksichtigung der vorbereiteten Notfallmassnahmen die Beherrschbarkeit des 10'000-jährlichen Hochwassers allein mit den notstromversorgten Sicherheitssystemen wegen des nicht erbrachten Nachweises zur Verstopfungssicherheit der 2. Wasserfassung nicht gegeben ist.



Jedoch hat das KKG gezeigt, dass es mit der notstandnotstromversorgten und besonders gegen äussere Einwirkungen geschützten Funktionskette, die mit den Notstandsbrunnen über eine verunreinigungssichere Kühlwasserquelle verfügt, einen ausreichenden Schutzgrad erreicht.

### 3 Deterministischer Sicherheitsnachweis

#### 3.1 Überführung der Anlage in den sicheren Zustand

##### Angaben des Betreibers

Der geforderte deterministische Nachweis zur Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers und des dadurch bedingten lang andauernden Notstromfalls wird anhand zweier verschiedener, abdeckender Szenarien (Abfahrpfad 1 und 2) /1/ erbracht. Aufgrund der geringen und bereits dargelegten Auswirkungen auf die Anlage durch ein 10'000-jährliches Hochwasser ist grundsätzlich der lang andauernde Notstromfall als anlagendynamisch abdeckend anzusehen. Dieser Störfall an sich fällt in den Bereich der Auslegungstörfälle allerdings mit dem Unterschied, dass ein deutlich längerer Zeitraum (72 h) zu betrachten ist. Dabei ist entscheidend, zu zeigen, dass mit den am Standort verfügbaren Dieselmotorkraftstoff- und Deionatvorräten ein solch lang andauernder Notstromfall überbrückt werden kann und so gewährleistet ist, die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen und dort zu halten.

Beim Abfahren bzw. Überführen und Halten der Anlage in einen sicheren Zustand unter Notstrom- oder Notstandnotstrombedingungen werden im Vergleich zum Normalbetrieb zur Einhaltung des grundlegenden Schutzziels „Kühlung der Brennelemente“ an mehrere Sicherheitsfunktionen erhöhte Anforderungen gestellt. Die hier relevanten Sicherheitsfunktionen sind die Dampferzeugerbespeisung, die sekundärseitige Wärmeabfuhr und die primärseitige Nachwärmeabfuhr.

Für das Überführen der Anlage in den sicheren Zustand bei einem hochwasserbedingten lang andauernden Notstromfall sind prinzipiell zwei verschiedene Abfahrpfade verfügbar, die im Folgenden betrachtet werden:

- Der Abfahrpfad 1 stützt sich auf die notstromversorgten Sicherheitssysteme. Bei unterstellter Reaktorschnellabschaltung (RESA) und gleichzeitigem Eintritt des Notstromfalls erfolgt die Abfuhr der Nachzerfallwärme zunächst durch Dampfabgabe über die Frischdampfsicherheitsventile und nach Inbetriebnahme der Abblasestationen von Hand über die Abblaseseregelventile (ARV) an die Umgebung. Die Störfallvorschriften sehen vor, dass mit einem normalbetrieblichen Abkühlgradienten von 45 K/h die Anlage geregelt über Dach abgefahren wird bis Bedingungen erreicht sind, bei denen die weitere Wärmeabfuhr durch die Nachkühlkette (TH/TF/VE/ZM5) übernommen werden kann. Das relevante System für das Abfahren über die Dampferzeuger ist hier das vierfach redundante und notstromversorgte Notspeisesystem RS mit seinen systemeigenen Deionatbecken, die jeweils über ein Nutzvolumen von 210 m<sup>3</sup> verfügen und von denen je zwei Becken miteinander verbunden werden können. Hinzu kommt eine betriebliche Reserve von 140 m<sup>3</sup> je Beckenpaar. Darüber hinaus kann über einen fest installierten Anschluss als Notfallmassnahme Feuerlöschwasser in die Becken nachgespeist werden. Mit dem Abkühlgradienten von 45 K/h wird, konservativ betrachtet, nach 7 h der Übergang in den Nachkühlbetrieb erreicht und damit die Wärmeabfuhr durch Dampfabgabe über Dach und folglich die Aktivitätsabgabe beendet. Während dieser siebenstündigen Zeitspanne wird eine Dampfmenge von ca. 468 t abgegeben und, unter der Annahme eines einzelfehlerbedingten Ausdampfens eines Dampferzeugers, ca. 405 t sind an Deionat zu ergänzen. Im Nachkühlbetrieb erfolgt die weitere Küh-



lung der Brennelemente über die dreifach redundante und notstromgesicherte Nachkühlkette (TH/TF/VE/ZM5).

Sowohl für die Phase der Dampferzeugerbespeisung zur sekundärseitigen Wärmeabfuhr als auch für den sich anschliessenden Nachkühlbetrieb ist eine Kühlwasserversorgung aus dem Aarekanal notwendig. Unter der Annahme, dass die 1. Wasserfassung hochwasserbedingt ausfällt, wird die erforderliche Kühlung der Notstromdiesel und die Wärmesenke der Nachkühlkette durch automatische Umschaltung auf die 2. Wasserfassung ZM5 am Unterwasserkanal aufrechterhalten. Aufgrund der baulichen Ausführung dieser Wasserfassung (s. Kap. 2.2) ist auch bei einem 10'000-jährlichen Hochwasser die Kühlwasserversorgung der notstromversorgten Sicherheitssysteme gewährleistet.

Für die Deckung des Kraftstoffbedarfs während eines 72 h andauernden Notstromfalls sind mehrere Dieselvorrattanks am Standort vorhanden. Jeder der vierfach redundanten Notstromdiesel verfügt über einen eigenen Vorrat (Betriebs- und Vorratsbehälter mit 1425 bzw. 17300 l), der bei grösster Auslastung (2401 kW, 645 l/h) einen Betrieb über 29 h erlaubt. Zur Ergänzung dieses Vorrats stehen Lagertanks (2x50'000 l) bereit. Unter Notstrombedingungen ist es hier erforderlich, Handmassnahmen durchzuführen, um mit einem mobilen Notstromaggregat (1,5 kW) die Kraftstoffförderpumpen zu versorgen. Bei unterstelltem Ausfall zweier Redundanzen aufgrund eines Einzelfehlers und eines gleichzeitigen Instandhaltungsfalls kann zudem der Kraftstoff der unverfügbaren Aggregate genutzt werden. Dazu ist ein auf dem Kraftwerksgelände verfügbarer mobiler Tank (Nutzvolumen von 3'000 l) einzusetzen. Zusätzlich können zur Streckung der Dieselmotortankvorräte vorübergehend nicht notwendige Verbraucher abgeschaltet werden. Die Dieselvorrattanks der Kühlwasserpumpen der 2. Wasserfassung sind so bemessen, dass ohne Nachspeisung ein 84 h-Betrieb überdauert werden kann.

Bei seinen Betrachtungen geht das KKG davon aus, dass ein 10'000-jährliches Hochwasser nur mit geringer Wahrscheinlichkeit zu einer auf wenige Stunden begrenzten Überflutung des Kraftwerksgeländes führt. Mit Blick auf die vorhandenen und vorbereiteten Hochwasserschutzmassnahmen sowie auf die Leckagekapazität der entsprechenden Gebäude, ist in diesem Fall das Überführen der Anlage in den sicheren Zustand über den Abfahrpfad 1 auch bei unterstelltem Einzelfehler und Instandhaltungsfall gewährleistet. Mit den am Standort verfügbaren Deionat- und Kraftstoffvorräten ist garantiert, dass die Anlage unter Notstrombedingungen kaltgefahren und über 72 h im sicheren Zustand gehalten werden kann.

- Über den Abfahrpfad 2 wird die Anlage allein mit den notstandnotstromversorgten Sicherheitssystemen in einen sicheren Zustand überführt und gehalten. Mit dem im gebunkerten Notstandsgebäude angeordneten und damit besonders gegen äussere Einwirkungen geschützten Notstandssystem RX und Brunnenwassersystem VX erreicht das KKG auch gegenüber auslegungsüberschreitenden Hochwasserereignissen, deren Auswirkungen deutlich über die des 10'000-jährlichen Hochwasser hinaus gehen, einen hohen Schutzgrad. Beide Redundanzen des Notstandssystems RX verfügen jeweils über zwei einzelfehlersichere Gebäudeentwässerungspumpen mit einer Fördermenge von je 5 l/s.

Der Abfahrpfad 2 wird relevant, wenn aufgrund der Überflutungshöhe und -dauer die Widerstandswerte der Funktionskette des Abfahrpfads 1 für deren Funktionserhalt nicht mehr ausreichen oder die 2. Wasserfassung nicht verfügbar ist und folglich die notstromgesicherten Systeme als ausgefallen zu betrachten sind. In diesem Fall erfolgt nach bereits erfolgter RESA im Anlagenzustand „heiss abgestellt“ die notwendige DE-Bespeisung durch die Notstandsbespeisungspumpen des zweifach redundanten Notstandssystems RX. Die Dampf- abgabe zur Abfuhr der Nachzerfallswärme ist über die ARV oder, bei unterstellter Unver-



fügenderkeit, über die FD-Sicherheitsventile sichergestellt. Konservativ abdeckend wird unterstellt, dass die Anlage über die gesamte für den Nachweis zu betrachtende Dauer von 72 h in diesem Zustand verbleibt und somit ca. 1555 m<sup>3</sup> an Deionat zur Kompensation der abgegebenen Dampfmenge benötigt werden. Dieser Menge liegt die Annahme zugrunde, dass neben dem nicht bespeisten DE ein zweiter DE einzelfehlerbedingt trocken fällt.

Die beiden Notstandsbecken verfügen jeweils über 530 m<sup>3</sup> Deionat. Diese Vorräte können mit dem Brunnenwassersystem VX oder als Notfallmassnahme über Feuerlöschsysteme ergänzt werden mit einer Einspeisung bspw. aus dem Feuerlöschsystem oder über eine mobile Feuerlöschpumpe aus der Kühlturmtasse.

Die Auslegung der beiden Notstandsdiesels erlaubt es, die Anlage mit nur einem Strang sicher im Zustand „heiss abgestellt“ zu halten. Ein Parallelbetrieb einer Notstandsbeckenpumpe und eines Stranges der verkürzten Nachkühlkette (TH17/37/VX) zur Kühlung des BE-Beckens innerhalb des Containments ist mit nur einem Dieselaggregat möglich. Durch die garantierte Mindestbevorratung an Dieselkraftstoff im Notstandsgebäude ist ein Betrieb von 22 h sichergestellt. Seit August 2011 ist ein zusätzlicher Tank mit einem Nutzvolumen von 11'000 l im befüllten Zustand im Notstandsgebäude bereitgestellt. Entsprechende Schlauchverbindungen für die Nutzung dieses Vorrats sind im Notstandsgebäude vorhanden. Damit wird eine Betriebsdauer eines Notstandsdiesels bei maximaler Auslastung von 79 h ermöglicht.

Das KKG kommt zu dem Schluss, dass das von ihm unterstellte Hochwasserszenario und ein dadurch bewirkter lang andauernder Notstromfall (72 h), unter Berücksichtigung von Handmassnahmen zur Bedienung von Sicherheitssystemen und zur Ergänzung der Dieselkraftstoff- und Deionatvorräte und der Nutzung von am Standort verfügbaren Einsatzmitteln, allein mit den notstromversorgten Sicherheitssystemen beherrscht wird. Durch die besonders geschützten notstromversorgten Sicherheitssysteme verfügt das KKG auch über das unterstellte Hochwasserszenario hinaus einen weitreichenden Schutzgrad.

### **Beurteilung des ENSI**

Für das Überführen der Anlage in den sicheren Zustand bei einem hochwasserbedingten lang andauernden Notstromfall sind im KKG prinzipiell zwei verschiedene Abfahrpfade verfügbar. Die beiden Abfahrpfade stützen sich zum einen auf notstrom- und zum anderen auf notstandnotstromversorgte Sicherheitssysteme.

Das ENSI folgt der Darlegung des KKG, dass durch ein 10'000-jährliches Hochwasser weder die Integrität des Reaktorkühlsystems noch des Frischdampfsystems beeinträchtigt wird und damit der lang andauernde Notstromfall als anlagendynamisch abdeckend anzusehen ist.

Wie bereits im vorherigen Kapitel dargelegt, ist die Beurteilung des Schutzgrades der relevanten Gebäude der notstromversorgten Funktionskette und damit die des Abfahrpfades 1 hinfällig.

Aufgrund der Dichtigkeit des Notstandsgebäudes, der notstandnotstromversorgten Gebäudeentwässerungspumpen und der verunreinigungssicheren Notstandsbrunnen zur Kühlwasserversorgung ist die Verfügbarkeit des Abfahrpfades 2 auch unter der Annahme, dass das Kraftwerksgelände längere Zeit bis zu 1,5 m unter Wasser steht, gewährleistet.

Um die notstandnotstromversorgten Systeme über die Dauer eines hochwasserbedingten lang andauernden Notstromfalls sicher zu betreiben, sind ausreichende Dieselkraftstoff- und Deionatvorräte bereitzuhalten. Das ENSI hat hierzu die Angaben des KKG zu den Dieselkraftstoff- und Deionatvorräten und den Möglichkeiten zu deren Ergänzung geprüft und kommt zu dem Schluss, dass diese richtig sind. Wie mit der Verfügung vom 1. April 2011 /12/ gefordert, kann das KKG