



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

ENSI 11/2099

Forderungen des ENSI für den Weiterbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg bis Ende des Jahres 2019

Brugg, 3. Dezember 2015



Inhalt

1	Ausgangslage	1
1.1	ENSI-Verfügung vom 14. November 2013	1
1.2	ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015	1
1.3	Inhalt der vorliegenden ENSI-Stellungnahme	2
1.4	Rechtliche Grundlagen	2
2	Forderungen 1 und 2 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Jährliche Prüfungen und Bewertungen am Kernmantel)	3
2.1	Angaben des Betreibers	3
2.2	Bewertung des ENSI	3
3	Forderung 3 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Störfallnachweis Absturz Brennelementbehälter)	5
3.1	Angaben des Betreibers	5
3.2	Bewertung des ENSI	5
4	Forderungen 4 und 5 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Analyse der Auswirkungen von Überflutungen im Reaktorgebäude)	6
4.1	Angaben des Betreibers	6
4.2	Bewertung des ENSI	6
5	Forderung 6 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Analyse der Auswirkungen von Bränden im Reaktorgebäude)	7
5.1	Angaben des Betreibers	7
5.2	Bewertung des ENSI	7
6	Forderung 7 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Aare-unabhängige CWS-Noteinspeisung)	8
6.1	Angaben des Betreibers	8
6.2	Bewertung des ENSI	8
6.3	Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	8
7	Forderung 8 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Kühlung Brennelementbecken)	9
7.1	Angaben des Betreibers	9
7.2	Bewertung des ENSI	9
7.3	Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	9
7.4	Stellungnahme der BKW im Rahmen des rechtlichen Gehörs und abschliessende Beurteilung des ENSI	9

8	Forderung 9 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Massnahmen zur weiteren Verminderung der Gefährdung durch interne Überflutungen)	11
8.1	Angaben des Betreibers	11
8.2	Bewertung des ENSI	11
9	Forderung 10 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter)	12
9.1	Angaben des Betreibers	12
9.2	Bewertung des ENSI	12
9.3	Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	12
10	Forderung 4 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 (Aktualisierte Berechnungen Reaktordruckbehälter)	13
10.1	Angaben des Betreibers	13
10.2	Bewertung des ENSI	13
11	Weitere Empfehlungen und Hinweise aus der KNS-Stellungnahme vom 31. August 2015	15
11.1	Materialzustand Containment Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	15
11.2	Diversitäre RDB-Füllstandmessung Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	15
11.3	Massnahmen zur weiteren Verminderung der Gefährdung durch interne Brände Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	16
11.4	Erdbebengefährdungsannahmen Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	17
11.5	Integrale Sicherheitsbewertung Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung	17
12	Schlussfolgerungen	19
13	Forderungen	20
14	Referenzen	21
15	Abkürzungen	24

1 Ausgangslage

1.1 ENSI-Verfügung vom 14. November 2013

Der BKW-Verwaltungsrat beschloss am 29. Oktober 2013 /1/, das KKM nur bis ins Jahr 2019 weiter zu betreiben und anschliessend ausser Betrieb zu nehmen. Demnach verfügte das ENSI am 14. November 2013 /2/ vor dem Hintergrund der beschränkten Betriebsdauer, welche Massnahmen zur weiteren Verbesserung der Sicherheit zu treffen waren. Die ursprünglichen Forderungen aus der sicherheitstechnischen Stellungnahme des ENSI von 2012 zum Langzeitbetrieb des KKM (Kurz: LTO¹-Stellungnahme) /3/ definierten dabei das weiterhin anzustrebende Sicherheitsniveau. Zusätzlich wurde die Forderung gestellt, dass im Hinblick auf die Stilllegung darzulegen ist, dass für die Übergangsphase zwischen Betrieb und Nachbetrieb ein hohes Mass an operationeller Sicherheit gewährleistet ist und dass genügend motiviertes und qualifiziertes Personal zur Verfügung steht (diese Forderung 1 aus der Verfügung vom 14. November 2013 wird vom ENSI in einem separaten Geschäft behandelt).

Was die Forderungen der LTO-Stellungnahme hinsichtlich Stabilisierungsmassnahmen für den Kernmantel und Nachrüstprogramm DIWANAS² betrifft, verlangte das ENSI, dass die BKW aufzeigen muss, wie ein unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebsdauer ausreichender Sicherheitsgewinn erzielt werden kann, sofern sie beabsichtigt, von den erwähnten LTO-Forderungen abzuweichen oder auf deren Umsetzung zu verzichten.

1.2 ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015

Termingerecht hat die BKW die mit Verfügung vom 14. November 2013 verlangten Unterlagen dem ENSI eingereicht. Nach eingehender Prüfung der Unterlagen hat das ENSI in der Stellungnahme ENSI 11/1999 vom 23. Januar 2015 /4/ den Stand der Erfüllung der Forderungen aus der Verfügung vom 14. November 2013 per Ende 2014 beurteilt.

Aufgrund des Verzichtes auf die Stabilisierungsmassnahmen für den Kernmantel und das Nachrüstprogramm DIWANAS hat das KKM kompensierende Massnahmen erarbeitet, um einen unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebszeit ausreichenden Sicherheitsgewinn zu erzielen.

Nachdem in der Jahresrevision 2014 neue Rissbefunde am Kernmantel festgestellt worden waren, hat das KKM das Instandhaltungskonzept aktualisiert und dem ENSI nachgereicht. Das ENSI ist mit dem Instandhaltungskonzept einverstanden, da das KKM nachvollziehbar dargestellt hat, wie es mit verfeinerten bruchmechanischen Modellen und einem ausgebauten Prüfprogramm den bruchmechanischen Zustand des Kernmantels präzise erfassen kann. Das ENSI hat klare Kriterien festgelegt, deren Einhaltung gewährleistet, dass die Integrität des Kernmantels mit genügender Marge sichergestellt bleibt.

Mit den teilweise schon realisierten bzw. geplanten Nachrüstungen hat das KKM aus der Sicht des ENSI Vorsorgemassnahmen getroffen, die den zwei wichtigsten Cliff-Edge-Effekten (Verlust der Wärmesenke und Verlust der Sicherheitssysteme auf der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude) für das Werk entgegen wirken.

Mit der als Übergangslösung bis 2016 geplanten Brennelementbecken-Notfallkühlung wird aus Sicht des ENSI sichergestellt, dass bei Ausfall der betrieblichen Brennelementbecken-Kühlung weiterhin ein geschlossener Kühlkreislauf zur Verfügung stehen wird. Im Hinblick auf die Zeit nach der endgültigen Ausserbetriebnahme wird das KKM anschliessend die Brennelementbecken-Notfallkühlung in ein Sicherheitssystem umbauen. Das ENSI hat die geplanten Ausbaustufen für ein neues Brennelementbecken-Kühlsystem akzeptiert.

Insgesamt bestätigt das ENSI, dass das KKM den positiven Einfluss der vorgeschlagenen alternativen Nachrüstpakete auf die Risikokenngrössen Kern- und Brennstoffschadenshäufigkeit (CDF und FDF) nachweisen konnte und somit ein unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebsdauer ausreichender Sicherheitsgewinn erzielt wird.

¹ LTO: Long Term Operation (Langzeitbetrieb)

² DIWANAS: Diversitäre Wärmesenke und Nachwärmeabfuhrsystem

Zusammenfassend verlangte das ENSI in seiner Stellungnahme ENSI 11/1999 /4/ die Komplettierung der Umsetzung der geplanten Nachrüstpakete sowie die notwendigen, wiederkehrenden Nachweise zur Stabilität des Kernmantels mit zehn Forderungen.

1.3 Inhalt der vorliegenden ENSI-Stellungnahme

Nach Fertigstellung wurde die Aktennotiz ENSI 11/1999 im Februar 2015 der KNS zur Stellungnahme unterbreitet. Ende August 2015 /5/ äusserte sich die KNS zu den vom KKM vorgesehenen bzw. schon durchgeführten Massnahmen des KKM grundsätzlich positiv. Die KNS begrüsst die Forderungen des ENSI aus der Stellungnahme ENSI 11/1999, formuliert einen Hinweis und spricht acht Empfehlungen aus, von denen drei übergeordneter Natur sind und sich nicht speziell auf das KKM beziehen.

In der vorliegenden Stellungnahme ENSI 11/2099 (Kapitel 2 bis 10) beurteilt das ENSI die Umsetzung der Forderungen aus seiner Stellungnahme vom 23. Januar 2015 /4/ unter Berücksichtigung der Empfehlungen aus der KNS-Stellungnahme /5/ und des aktuellen Stands der Nachrüstungen und Untersuchungen (Oktober 2015) im Kernkraftwerk Mühleberg. Auch die Erfüllung der Forderung 4 aus der Verfügung vom 14. November 2013 wird aufgrund der nun vorliegenden Unterlagen des KKM geprüft und bewertet. Weitere von der KNS aufgegriffene Themen werden im Kapitel 11 diskutiert.

Die Unterlagen zur Forderung 1 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 wurden vom KKM ebenfalls rechtzeitig eingereicht. Diese wurden vom ENSI geprüft und in einer separaten Aktennotiz /6/ bewertet. Die Beurteilung der Umsetzung der Forderung 1 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 ist nicht Bestandteil der vorliegenden Stellungnahme.

Die Schlussfolgerungen des ENSI werden in den Kapitel 12 und 13 dargestellt. Dort sind die sicherheitstechnischen Bedingungen (ggf. aktualisierte Forderungen), unter welchen ein Betrieb des Kernkraftwerks Mühleberg bis ins Jahr 2019 akzeptiert werden kann, festgehalten.

Der BKW wurde Gelegenheit gegeben, sich im Rahmen des rechtlichen Gehörs zum Entwurf der vorliegenden Stellungnahme 11/2099 zu äussern. Mit Schreiben vom 24. November 2015 /7/ hat die BKW von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Auf ihre Vorbringen wird, soweit erforderlich, im jeweiligen Sachzusammenhang eingegangen.

1.4 Rechtliche Grundlagen

Die Verantwortung für die Sicherheit eines Kernkraftwerks liegt beim Bewilligungsinhaber (Art. 22 Abs. 1 des Kernenergiegesetzes [KEG, SR 732.1]). Art. 22 Abs. 2 KEG enthält eine ausführliche Liste der wichtigsten Pflichten, denen der Bewilligungsinhaber nachkommen muss, um seiner Verantwortung gerecht zu werden. Grundlegend ist die Verpflichtung, der nuklearen Sicherheit stets den gebotenen Vorrang einzuräumen (Bst. a). Dies bedeutet etwa, dass bei Entscheidungen über Nachrüstungen die Wirtschaftlichkeit einer Massnahme zwar mitberücksichtigt wird, dass aber die Gewährleistung der Sicherheit immer an oberster Stelle steht (Botschaft zum KEG, BBI 2001 2771 Ziff. 8.4.3.4). Darüber hinaus ist der Bewilligungsinhaber insbesondere verpflichtet:

- Massnahmen zu treffen, um die Anlage in einem guten Zustand zu erhalten (Bst. c);
- während der ganzen Lebensdauer Nachprüfungen sowie systematische und Sicherheits- und Sicherheitsbewertungen durchzuführen (Bst. d);
- die Anlage soweit nachzurüsten, als dies nach Erfahrung und dem Stand der Nachrüsttechnik notwendig ist und darüber hinaus, soweit dies zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beiträgt und angemessen ist (Bst. g).

Die im Kernenergiegesetz verankerten Pflichten des Inhabers einer Betriebsbewilligung werden auf Verordnungsstufe genauer konkretisiert, namentlich in Art. 32 bis 44 der Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11). Als Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und Sicherung wacht das ENSI darüber, dass der Bewilligungsinhaber seinen Pflichten nachkommt (Art. 72 Abs. 1 i.V.m. Art. 70 Abs. 1 Bst. a KEG). Gemäss Art. 72 Abs. 2 KEG ordnet das ENSI alle zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit notwendigen und verhältnismässigen Massnahmen an. Diese Bestimmung verleiht dem ENSI insbesondere die Kompetenz, jederzeit die gemäss Art. 22 Abs. Bst. g KEG verlangten Nachrüstmassnahmen anzuordnen (Botschaft zum KEG, BBI 2001 2792 Ziff. 8.6.6.3).

2 Forderungen 1 und 2 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Jährliche Prüfungen und Bewertungen am Kernmantel)

Am Kernmantel des KKM sind in jeder Jahresrevision zerstörungsfreie Prüfungen mit qualifizierten Prüfsystemen durchzuführen.

Die Befunde der Kernmantelprüfungen sind aufgrund des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der internationalen Betriebserfahrung in jeder Jahresrevision zu bewerten. Die Freigabe zum Wiederanfahren der Anlage nach der Jahresrevision wird vom ENSI erteilt, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- $K_{l,max} < 75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ unabhängig von der Orientierung und Risstiefe
- $l_{quer} < 320 \text{ mm}$ für wanddurchdringende Querrisse

2.1 Angaben des Betreibers

In Erfüllung der Forderung 1 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 fanden während der Jahresrevision 2015 an den Schweissnähten des Kernmantels umfassende Ultraschallprüfungen gemäss dem vom ENSI akzeptierten Instandhaltungskonzept vom 29. Oktober 2014 /8/ statt. Die Rundnähte H4 und H5 wurden vollständig auf Längs- und Querfehler, die Vertikalnähte V3 bis V8 auf Längsfehler (längs zur Schweissnaht) hin geprüft. An der oberen und unteren Rundnaht H3 und H6 wurde ein repräsentativer Prüfumfang von mehr als 1/3 des Umfangs untersucht, wobei insbesondere die bekannten Rissanzeigen auf Veränderung hin überprüft wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass an den Rundnähten H3, H4, H5 und H6 im Rahmen der Messgenauigkeit kein weiteres Längenwachstum der bekannten Risse seit der letzten Prüfung 2013 stattgefunden hat.

In der Jahresrevision 2015 wurde zusätzlich ein neues, auf Querfehler qualifiziertes UT-Prüfsystem eingesetzt. Zu den 2014 mittels visueller Prüfung entdeckten 8 Querrissen an der Schweissnaht H4 sind mit der diesjährigen Ultraschallprüfung weitere 4 Anzeigen, wovon 2 ohne Tiefenausdehnung, hinzugekommen. Die Grösse des längsten Querrisses beträgt 99 mm. Der längste Querriss ist teilweise wanddurchdringend. In der Längsnaht H5 wurden 6 Anzeigen ohne messbare Tiefenausdehnung gefunden.

Das KKM zeigt in den entsprechenden Nachweisen /9/ auf, dass die Kriterien der Forderung 2 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 eingehalten werden.

2.2 Bewertung des ENSI

Anhand von Inspektionen und mit der Prüfung der eingereichten Nachweise konnte sich das ENSI vergewissern, dass die in der Forderung 1 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 verlangten periodischen zerstörungsfreien Prüfungen am Kernmantel fürs Jahr 2015 vom KKM entsprechend dem akzeptierten Instandhaltungskonzeptes /8/ durchgeführt wurden.

Das ENSI hat den Bericht zum 3D-FEM Berechnungsmodell des Kernmantels /10/ einschliesslich Bewertung der Rissanzeigen gemäss der linearelastischen Bruchmechanik sowie den Berechnungsbericht /11/ zur Einbeziehung der Schweissnaht-Querfehler in die bruchmechanische Bewertung mit einer nach bisherigem Kenntnisstand abdeckenden Risskonfiguration geprüft und die Ergebnisse anerkannt /8/.

Der aktuell gemessene Zustand des rissbehafteten Kernmantels ist mit der im Berechnungsbericht verwendeten Risskonfiguration konservativ abgedeckt. Sowohl die nicht veränderten Längsrisse als auch die Querrisse sind gemäss den bisherigen bruchmechanischen Berechnungen zulässig. Das ENSI bestätigt in /12/, dass die genannten Kriterien der Forderung 2 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 für den sicheren Weiterbetrieb des Kernmantels im Jahr 2015 erfüllt sind. Es gibt nach bisherigem Kenntnisstand keine Hinweise darauf, dass die Grenzwerte für den maximalen Spannungsintensitätsfaktor und die maximale Länge der Schweissnahtquerrisse vor Ende des Jahres 2019 erreicht werden könnten.

Mit den Kriterien gemäss dieser Forderung 2 hat das ENSI einen allgemeingültigen oberen Grenzwert für die maximale Rissbelastung beim Kernmantel des KKM definiert. Es wäre nicht sachgerecht, einen Grenzwert der

Spannungsintensität - wie von der BKW in /13/ beantragt - umgebungsbedingt zu formulieren. Bei der gegebenen Sachlage ist es im Hinblick auf das Erfordernis eines ausreichenden Sicherheitsgewinns wesentlich und verhältnismässig, dass diese allgemeingültigen Kriterien verbindlich gelten.

Für die wiederkehrenden Prüfungen und Bewertungen am Kernmantel bleiben die Forderungen 1 und 2 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 bestehen (siehe auch Kapitel 13):

Forderung 1: Am Kernmantel des KKM sind in jeder Jahresrevision zerstörungsfreie Prüfungen mit qualifizierten Prüfsystemen durchzuführen.

Forderung 2: Die Befunde der Kernmantelprüfungen sind aufgrund des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der internationalen Betriebserfahrung in jeder Jahresrevision zu bewerten. Die Freigabe zum Wiederaufstart der Anlage nach der Jahresrevision wird vom ENSI erteilt, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- $K_{I,max} < 75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ unabhängig von der Orientierung und Risstiefe
- $l_{quer} < 320 \text{ mm}$ für wanddurchdringende Querrisse

3 Forderung 3 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Störfallnachweis Absturz Brennelementbehälter)

Das KKM hat vor der nächsten Beladung eines Brennelementbehälters jedoch spätestens bis zum 31. Dezember 2015 den deterministischen Sicherheitsnachweis zu erbringen, dass die Vorsorgemassnahmen für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ ausreichend sind.

3.1 Angaben des Betreibers

Im Rahmen des deterministischen Sicherheitsnachweises zum Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ hat das KKM dem ENSI einen Freigabeantrag /14/ zur Ertüchtigung des RG-Rundlaufkrans nach dem aktuellen Stand der Technik gemäss KTA-Regelwerk 3902/3903 eingereicht. Die Ertüchtigung des RG-Rundlaufkrans wurde Anfang 2015 abgeschlossen.

Für den ertüchtigten RG-Rundlaufkran wurde der deterministische Sicherheitsnachweis geführt und die Störfallhäufigkeit neu ermittelt /15/. Der deterministische Sicherheitsnachweis ergab, dass ein Absturz eines Brennelementbehälters auch beim Eintreten eines beliebigen Einzelfehlers ausgeschlossen werden kann. Die von KKM probabilistisch ermittelte mittlere Absturzrate für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ beträgt 3×10^{-7} pro Jahr.

Ferner hat das KKM in seiner technischen Analyse ein abdeckendes Schadenbild ermittelt und hierfür gezeigt, dass die resultierende Störfallsequenz auf der Sicherheitsebene 4a beherrscht wird. Somit bewertet das KKM die getroffenen Vorsorgemassnahmen für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ als ausreichend.

3.2 Bewertung des ENSI

Nach eingehender Prüfung der eingereichten Dokumente stellt das ENSI fest /16/, dass durch die Ertüchtigung des RG-Rundlaufkrans gemäss KTA alle Vorsorgemassnahmen für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ nach dem Stand der Technik umgesetzt wurden. Dank dieser Massnahmen kann ein Absturz eines Brennelementbehälters auch beim Eintreten eines beliebigen Einzelfehlers deterministisch ausgeschlossen werden.

Für die verbleibenden auslegungsüberschreitenden Abstürze hat das KKM in der technischen Analyse ein abdeckendes Schadenbild ermittelt und hierfür gezeigt, dass der Störfall auf der Sicherheitsebene 4a ohne Kernschaden beherrscht wird. Aus den genannten Gründen stimmte das ENSI dem geplanten Abtransport von Brennelementen im Oktober 2015 zu.

Die durch das KKM durchgeführte probabilistische Bewertung zur Bestimmung der Eintrittshäufigkeit kann durch das ENSI jedoch nicht abschliessend bestätigt werden. Daher hat das ENSI in /16/ das KKM aufgefordert, die probabilistische Bewertung des Absturzes eines Brennelementbehälters bis spätestens 30. Januar 2016 zu überarbeiten.

Gesamthaft bewertet das ENSI die Forderung 3 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 bezüglich Sicherheitsnachweises für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“ als erfüllt. Das ENSI wird die Aufdatierung der probabilistischen Analysen in seinem Tagesgeschäft weiterverfolgen.

4 Forderungen 4 und 5 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Analyse der Auswirkungen von Überflutungen im Reaktorgebäude)

Das KKM hat die Auswirkungen von Leckagen in den vom RCIC bzw. dem Hochreservoir kommenden und innerhalb des Reaktorgebäudes in die Speisewasserleitungen einbindenden Leitungsabschnitten zu untersuchen. Die Analyse ist dem ENSI bis zum 30. April 2015 einzureichen.

Die Störfallvorschrift SYA-B-003 ist bis zum Ende der Jahresrevision 2015 unter Berücksichtigung der aus der aktuellen Überflutungsanalyse abgeleiteten Verbesserungsmassnahmen gegen interne Überflutungen im Reaktorgebäude zu überprüfen und entsprechend anzupassen.

4.1 Angaben des Betreibers

Das KKM hat dem ENSI die in der Forderung 4 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 geforderte Analyse /17/ fristgerecht eingereicht und kommt zu dem Ergebnis, dass bei einem unterstellten Bruch in den untersuchten Leitungsabschnitten die zur Verfügung stehende Zeit zur Beherrschung eine automatische Abschaltung des Speisewassersystems erfordert. Das KKM beabsichtigt, die bisherige Logik zur Beherrschung von Speisewasserleitungsbrüchen im Reaktorgebäude zu erweitern. In der Jahresrevision 2015 sollen Temperaturmessstellen an den Leitungsabschnitten montiert werden, um zunächst die Temperaturverläufe auszuwerten. Darauf basierend soll in der Jahresrevision 2016 dann die Speisewasserbruchlogik mit geeigneten Temperaturgrenzwerten und in Verbindung mit einem hohen Füllstand im Reaktorgebäudesumpf erweitert werden.

Im Hinblick auf die Erfüllung der Forderung 5 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 hat das KKM dem ENSI nach der Umsetzung der Massnahmen zur Verbesserung der Beherrschung einer internen Überflutung im Reaktorgebäude in der Jahresrevision 2015 die revidierte Störfallvorschrift fristgerecht eingereicht.

4.2 Bewertung des ENSI

Das ENSI hat dem Nachrüstkonzept des KKM /17/ zugestimmt und die Forderung 4 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 mit dem Brief vom 2. Juni 2015 /18/ geschlossen. In der Jahresrevision 2015 wurden die Temperaturmessstellen an den Leitungen montiert. Für die vollständige Umsetzung der Anlagenänderung fehlt noch die Erweiterung der Speisewasserbruchlogik, daher erhebt das ENSI neu die folgende Forderung (siehe auch Kapitel 13):

Forderung 3: Das KKM hat die geplante Erweiterung der bisherigen Speisewasserbruchlogik gemäss Aktennotiz AN-FM-2015/067 vom 23. April 2015 bis zum Ende der Jahresrevision 2016 umzusetzen.

Zudem hat das ENSI die revidierte Störfallvorschrift SYA-B-003 geprüft und gelangt insgesamt zu dem Ergebnis, dass die aus der Überflutungsanalyse abgeleiteten Verbesserungsmassnahmen in der symptomorientierten Anweisung SYA-B-003 vollumfänglich berücksichtigt sind. Das ENSI hat die Forderung 5 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 mit Brief vom 22. September 2015 /19/ geschlossen.

5 Forderung 6 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Analyse der Auswirkungen von Bränden im Reaktorgebäude)

Das KKM hat zu überprüfen, inwieweit die begrenzenden Betriebsbedingungen in den Technischen Spezifikationen anzupassen sind, damit in der Betriebsart 4 eine ausreichende Anzahl von Sicherheitssystemen für die Beherrschung von Bränden im Reaktorgebäude verfügbar ist. Die Ergebnisse sind dem ENSI bis zum 30. April 2015 darzulegen.

5.1 Angaben des Betreibers

Das KKM hat dem ENSI die Ergebnisse der geforderten Überprüfung fristgerecht eingereicht. Das KKM kommt in den Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass in der Betriebsart 4 mehrere Brandszenarien nicht ausreichend durch die Vorgaben der Technischen Spezifikationen abgedeckt sind. Aus diesem Grund sollen die Technischen Spezifikationen dahingehend geändert werden, dass

- in der Betriebsart 4 (mit montiertem RDB-Deckel) die gleiche Anzahl von Sicherheitssystemen wie in den Betriebsarten 1, 2 und 3 verfügbar sein muss,
- in der Betriebsart 4 (ohne RDB-Deckel) zusätzlich beide Divisionen des alternativen Niederdruck-Einspeisesystems (ALPS) verfügbar sein müssen.

Ein entsprechender Antrag auf Änderung der Technischen Spezifikationen wurde am 3. Juli 2015 /20/ beim ENSI eingereicht.

5.2 Bewertung des ENSI

Das ENSI hat die eingereichten Untersuchungen geprüft und kommt zu dem Ergebnis, dass mit den geplanten Änderungen der Technischen Spezifikationen eine ausreichende Anzahl von Sicherheitssystemen für die Beherrschung von Bränden im Reaktorgebäude in der Betriebsart 4 verfügbar ist. Das ENSI hat die Forderung 6 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 mit Brief vom 9. Juni 2015 /21/ geschlossen.

Der vom KKM eingereichte Antrag auf Änderung der Technischen Spezifikationen wurde vom ENSI geprüft und mit Brief vom 10. August 2015 /22/ freigegeben.

6 Forderung 7 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Aare-unabhängige CWS-Noteinspeisung)

Das KKM hat die geplante, von der Aare unabhängige CWS-Noteinspeisung gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende der Jahresrevision 2015 nachzurüsten.

6.1 Angaben des Betreibers

Die Nachrüstung der CWS-Noteinspeisung umfasste zum einen die grundlegende Erneuerung der Wasserversorgung des Hochreservoirs Runtigenrain über ein neu zu errichtendes REWAG-Pumpwerk mit neuem Anschluss an die Wasserversorgung Grosses Moos WAGROM. Diese wurde von Januar 2015 bis Juli 2015 durchgeführt. Während der Erneuerung der Wasserversorgung wurde das KKM über das Hochreservoir Runtigenrain mit Trinkwasser aus der Mühleberg Wasserversorgung (Reservoir Mühleberg) sowie dem neu angeschlossenen Wasserverbund Region Bern (Reservoir Stockeren) versorgt.

Zum anderen enthielt die Nachrüstung der CWS-Noteinspeisung eine direkte Einspeisemöglichkeit vom Hochreservoir Runtigenrain und über einen Anschluss mittels mobiler Feuerweerpumpen in das SUSAN-Kühlwassersystem (CWS). Der Abschluss der Nachrüstung erfolgte in der Jahresrevision 2015.

6.2 Bewertung des ENSI

Mit der in der Jahreshauptrevision 2015 nachgerüsteten CWS-Noteinspeisung über das bestehende Hochreservoir Runtigenrain und der grundlegenden Erneuerung der Wasserversorgung des Hochreservoirs Runtigenrain über ein neu zu errichtendes REWAG-Pumpwerk mit neuem Anschluss an die Wasserversorgung Grosses Moos WAGROM wurde eine überflutungssichere, von der Aare unabhängige Kühlwasserversorgung des Notstandsystems realisiert. Damit kann die Nachwärmeabfuhr auch bei einer potentiellen Verstopfung des SUSAN-Einlaufbauwerks infolge eines extremen Hochwassers zuverlässig und wirksam realisiert werden.

Die grundlegende Erneuerung der Wasserversorgung des Hochreservoirs Runtigenrain lag nicht im Aufsichtsbe- reich des ENSI. Das ENSI hat nach der erfolgreichen Inbetriebnahme jedoch die verbesserte, überflutungssichere Wasserversorgung inspiziert und sich überzeugt, dass diese den angestrebten sicherheitstechnischen Zielen entspricht. Die direkte Einspeisemöglichkeit vom Hochreservoir Runtigenrain und über einen Anschluss mittels mobiler Feuerweerpumpen in das CWS-System unterlagen der Freigabepflicht durch das ENSI und wurden im 4- stufigen Freigabeverfahren gemäss der Richtlinie ENSI-A04 umgesetzt. Das ENSI hat den Inbetriebnahmetest im Rahmen einer Inspektion begleitet und die Freigabe zur Inbetriebnahme der CWS-Noteinspeisung mit Brief vom 28. August 2015 /23/ mit einer Auflage erteilt. Damit ist die Forderung 7 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 erfüllt. In der Auflage wurde die Einreichung der anzupassenden Betriebsdokumente gefordert. Diese Dokumente reichte das KKM mit Schreiben vom 30. Oktober 2015 /24/ fristgerecht ein. Zu diesen Dokumenten gehören auch die von der KNS explizit genannten Notfallanweisungen (siehe Kapitel 6.3).

6.3 Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Die KNS stellt fest, dass mit der unabhängigen CWS-Noteinspeisung verschiedene Varianten und Kombinationsmöglichkeiten auf der Sicherheitsebene 4 geschaffen werden, um im Anforderungsfall eine alternative Kühlwasserversorgung zu gewährleisten. Insgesamt beurteilt die KNS die vorgesehenen, zum DIWANAS-Programm alternativen Massnahmen als zweckmässig. Darüber hinaus empfiehlt die KNS (Empfehlung 1 /5/), dass *bei der Umsetzung von Massnahmen der Sicherheitsebene 4 der Qualität der Notfallanweisungen eine grosse Beachtung zu schenken ist. Insbesondere sei sicherzustellen, dass die Notfallanweisungen vollständig, unmissverständlich und auch unter erschwerten Bedingungen umsetzbar sind.*

Das ENSI schliesst sich der Meinung der KNS an und prüft daher generell im Rahmen des Freigabeverfahrens, ob die Betriebsdokumente inklusive der Notfallanweisungen in der notwendigen Qualität erstellt wurden.

7 Forderung 8 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Kühlung Brennelementbecken)

Das KKM hat die geplante Brennelementbecken-Notfallkühlung gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende des Jahres 2016 nachzurüsten. Die Brennelementbecken-Notfallkühlung ist bis 30. September 2020 zu einem Sicherheitssystem umzubauen.

7.1 Angaben des Betreibers

Die geplante BEB-Notfallkühlung unterliegt der Freigabepflicht durch das ENSI. Das KKM hat im August 2015 das weiter konkretisierte Systemkonzept /25/ zur Freigabe eingereicht (Hierarchiestufe 1 des Freigabeverfahrens).

7.2 Bewertung des ENSI

Mit der als Übergangslösung geplanten BEB-Notfallkühlung wird aus Sicht des ENSI sichergestellt, dass bei Ausfall der betrieblichen BEB-Kühlung nicht direkt auf die Noteinspeisung des BEB mit Verdampfungskühlung zurückgegriffen werden muss. Hierdurch wird insbesondere bei extremen Erdbeben der Handlungsspielraum für ggf. zu ergreifende Accident-Management Massnahmen innerhalb des Reaktorgebäudes deutlich erhöht.

Der eingereichte Freigabeantrag wurde vom ENSI geprüft und freigegeben /26/ (siehe Kapitel 7.3).

7.3 Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Nach Meinung der KNS erhöht die Nachrüstung der BEB-Notfallkühlung den Handlungsspielraum in extremen Situationen und ist somit eine sicherheitsgerichtete Massnahme. Die KNS hinterfragt, ob das Betriebskonzept, welches für die Inbetriebnahme Handmassnahmen (Montage von Flanschen und Verbindungsschläuchen) auf der Betriebsebene des Reaktorgebäudes +29 m voraussetzt, unter erschwerten radiologischen Bedingungen zweckmässig ist. Nach Ansicht der KNS müssen die Rohrleitungen grundsätzlich betriebsbereit montiert sein, wenn die Notfallkühlung im Anforderungsfall ihren Zweck erfüllen soll. Falls betriebliche Behinderungen durch die zusätzlichen Rohrleitungen ins Gewicht fallen sollten, sind für die KNS temporäre Demontagen in Phasen intensiver Arbeiten auf der Betriebsebene des Reaktorgebäudes denkbar. Die KNS empfiehlt (Empfehlung 7 /5/), *das gemäss Grobkonzept für die BEB-Notfallkühlung vorgesehene Betriebskonzept mit Flanschen und Verbindungsschläuchen, die im Anforderungsfall im Vor- und Rücklauf der BEB-Notfallkühlung zu montieren sind, sicherheitsgerichtet zu überprüfen.*

Im Rahmen der Beurteilung des Antrages auf Konzeptfreigabe hat das ENSI die von der KNS vorgeschlagene Änderung des Betriebskonzepts der BEB-Notfallkühlung mit nur temporärer Demontage der Anschlussleitung geprüft. Zudem wurde auch geprüft, ob die im Detail geplanten Nachrüstungen ihre sicherheitstechnischen Zielsetzungen erfüllen (siehe Hinweis der KNS /5/). Mit Brief vom 30. Oktober 2015 /26/ erteilte das ENSI die Konzeptfreigabe für die Nachrüstung der BEB-Notfallkühlung mit Forderungen. Die Empfehlung 7 der KNS wurde aufgenommen und das KKM u.a. aufgefordert, das Betriebskonzept der BEB-Notfallkühlung so anzupassen, dass für die Inbetriebnahme des Systems der BEB-Bereich nicht mehr betreten werden muss.

7.4 Stellungnahme der BKW im Rahmen des rechtlichen Gehörs und abschliessende Beurteilung des ENSI

Mit Schreiben vom 24. November 2015 /7/ hat die BKW im Rahmen des rechtlichen Gehörs zum Entwurf der ENSI-Verfügung (inkl. vorliegender ENSI 11/2099) mit den Forderungen für den Weiterbetrieb des KKM bis Ende des Jahres 2019 Stellung genommen. Die BKW gibt an, der Umbau der BEB-Notfallkühlung zu einem Sicherheitssystem gehöre zu den Massnahmen der Etablierung des technischen Nachbetriebs (siehe Definition in der

separaten ENSI-Stellungnahme /6/) und sei im entsprechenden separaten Verfahren /6/ mit Bezug auf die Erwirkung der endgültigen Ausserbetriebnahme des KKM zu terminieren.

Die Forderung nach der Realisierung eines BEB-Kühlsystems als Sicherheitssystem wurde vom ENSI basierend auf den Erkenntnissen aus den Fukushima-Unfällen erhoben und gilt unabhängig von einer Ausserbetriebnahme des KKM. In der Stellungnahme ENSI 11/1999 vom 23. Januar 2015 akzeptierte das ENSI eine vom KKM vorgestellte gestaffelte Implementierung der Nachrüstung in zwei Ausbaustufen, die einen unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebsdauer ausreichenden Sicherheitsgewinn gewährleistet. Für die erste Ausbaustufe zu einem BEB-Notfallkühlsystem läuft derzeit das Freigabeverfahren zur Umsetzung dieser Nachrüstung (siehe Kapitel 7.2 und 7.3). Die zweite Ausbaustufe ist anschliessend geplant. Um den vom KKM geltend gemachten planerischen Unsicherheiten bei der Beschaffung, Installation oder auch Umnutzung von sicherheitstechnisch klassierten Komponenten Rechnung zu tragen, hat das ENSI den Termin für die Umsetzung der zweiten Ausbaustufe um drei Monate verlängert.

Die Forderung 8 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 bleibt bis zur Errichtung des Systems bestehen (siehe auch Kapitel 13):

Forderung 4: Das KKM hat die geplante Brennelementbecken-Notfallkühlung gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende des Jahres 2016 nachzurüsten. Die Brennelementbecken-Notfallkühlung ist bis 31. Dezember 2020 zu einem Sicherheitssystem umzubauen.

8 Forderung 9 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Massnahmen zur weiteren Verminderung der Gefährdung durch interne Überflutungen)

Das KKM hat die geplanten Verbesserungen zur Verminderung der Gefährdung durch interne Überflutung gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende der Jahresrevision 2015 umzusetzen.

8.1 Angaben des Betreibers

Von den fünf geplanten Massnahmen zur Verminderung der Gefährdung durch interne Überflutung unterlagen drei Massnahmen nicht der Freigabepflicht durch das ENSI. Die die Nebenkondensatleitung im Reaktorgebäude betreffenden Massnahmen wurden im Januar 2015, die die CRD-Saugleitung vom KAKO zum Reaktorgebäude und die KAKO-Rücklaufleitung vom RCIC/CRD betreffenden Massnahmen wurden in der Jahresrevision 2015 umgesetzt. Anhand eines Versuches wurde nachgewiesen, dass der Einbau der Blende in die CRD-Saugleitung keine negativen Auswirkungen auf die Funktion des CRD-Systems hat.

Die beiden freigabepflichtigen Massnahmen betrafen die Feuerlöschleitungen im Reaktorgebäude und die RCIC-Saugleitung vom KAKO zum Reaktorgebäude. Diese wurden bis zum Ende der Jahresrevision 2015 nachgerüstet.

8.2 Bewertung des ENSI

Mit den Briefen vom 30. Oktober 2014 /27/ und 31. Juli 2015 /28/ hat das ENSI die Durchführung der freigabepflichtigen Massnahmen gestattet. Die Abnahme der Massnahmen in den Feuerlöschleitungen erfolgte durch die zuständigen Inspektionsstellen /29/, /30/. Eine abschliessende Betriebsfreigabe durch das ENSI für die Änderungen in den Feuerlöschleitungen ist aufgrund der Rückwirkung auf die Ertüchtigung der Brandbekämpfungsanlage auf der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude noch nicht erfolgt (siehe dazu Kapitel 11.3). Die Leckage reduzierenden Komponenten in den Feuerlöschleitungen wurden jedoch wie geplant installiert.

Nach dem Einbau der Blende in die RCIC-Saugleitung vom KAKO zum Reaktorgebäude verfolgte das ENSI den Inbetriebnahmetest in der Jahresrevision 2015 im Rahmen einer Inspektion und bestätigte die ordnungsgemässe Funktion des RCIC-Systems /31/. Im Zusammenhang mit dieser Änderung mussten auch die Auslösegrenzwerte zur RCIC-Umschaltung auf Ansaugung aus dem Torus angepasst werden. Der entsprechende Antrag auf Änderung der Technischen Spezifikationen wurde vom ENSI am 21. August 2015 freigegeben /32/.

Nach der Umsetzung der restlichen Massnahmen zur Verminderung der Gefährdung durch interne Überflutungen in der Jahresrevision 2015 hat das ENSI die Forderung 9 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 mit Brief vom 29. Oktober 2015 /33/ geschlossen.

9 Forderung 10 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 (Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter)

Das KKM hat eine automatische erdbeben- und überflutungssichere Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende der Jahresrevision 2016 nachzurüsten.

9.1 Angaben des Betreibers

Das KKM hat im März 2015 das weiter konkretisierte Systemkonzept /34/ (Hierarchiestufe 1 des Freigabeverfahrens) für die RDB-Notnachspeisung eingereicht.

9.2 Bewertung des ENSI

Mit dem eingereichten Konzept für das neue Notnachspeisesystem kann nach Beurteilung des ENSI die Kernkühlung unabhängig von den auf der -11 m-Ebene des Reaktorgebäudes angeordneten Sicherheitssystemen auch nach einem extremen Erdbeben sichergestellt werden. Die erforderliche Nachwärmeabfuhr erfolgt in diesem Fall über das vorhandene Containment-Druckentlastungssystem.

Die geplante RDB-Notnachspeisung unterliegt der Freigabepflicht durch das ENSI. Das Freigabeverfahren läuft. Die Forderung 10 aus der ENSI-Stellungnahme vom 23. Januar 2015 bleibt bis zur Errichtung des Systems bestehen (siehe auch Kapitel 13):

Forderung 5: Das KKM hat eine automatische erdbeben- und überflutungssichere Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende der Jahresrevision 2016 nachzurüsten.

9.3 Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Die KNS beurteilt die geforderte Nachrüstung einer RDB-Notnachspeisung zur weiteren Verminderung der Gefährdung aus dem Verlust der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude als zweckmässig. Die KNS empfiehlt vor dem Hintergrund der geplanten Installation der Diesel-Motorpumpe im neuen Armaturenschacht, mit der eine zusätzliche Zündquelle und Brandlast entsteht, *den Armaturenschacht mit einer Brandschutzanlage auszurüsten* (Empfehlung 8 /5/).

Das ENSI hat das Systemkonzept mit Brief vom 15. September 2015 /35/ mit einer Forderung freigegeben. Diese Forderung betrifft die zusätzliche Überwachung der Systemfunktion im Anforderungsfall. Im weiteren Verfahren hat das KKM die Installation von zwei Rauchmeldern und einem Handfeuermelder beantragt. Die beiden Rauchmelder sollen an die bestehende Brandmeldezentrale der SUSAN-Division A angeschlossen werden. Die Freigabe wurde vom ENSI am 15. Oktober 2015 /36/ erteilt. Damit wird die Empfehlung 8 der KNS umgesetzt.

10 Forderung 4 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 (Aktualisierte Berechnungen Reaktordruckbehälter)

Das KKM wird aufgefordert, die bisher durchgeführten thermohydraulischen und bruchmechanischen Analysen zum Integritätsnachweis des Reaktordruckbehälters bei postulierten Rissen unter Thermoschockbedingungen gemäss dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu aktualisieren. Die Ergebnisse der aktualisierten Berechnungen sind dem ENSI bis zum 31. Dezember 2014 in einem Bericht vorzulegen.

10.1 Angaben des Betreibers

Die Unterlagen zur Forderung 4 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 wurden vom KKM rechtzeitig eingereicht /37/.

Der Nachweis wurde an zwei Positionen des RDB durchgeführt, an der Kante des Speisewasserstutzens N4 und an der RDB-Schweisnaht V2 auf Höhe des Reaktorkerns. Am Stutzen treten die höchsten mechanischen Beanspruchungen auf, während die Naht V2 wegen ihrer Position auf Höhe des Reaktorkerns und ihrem Kupfergehalt in der Bestrahlungsreaktion (Versprödung) führend ist. Die Temperaturabläufe unter Störfallbedingungen wurden mit thermohydraulischen Analysen unter Verwendung von numerischen Systemcodes in Verbindung mit speziellen Rechenprogrammen zur Beschreibung von lokalen Mischungsvorgängen ermittelt.

Als führender Lastfall wurde die Transiente „pipe rupture and blowdown“ verwendet, welche zum Zeitpunkt der Auslegung des KKM definiert wurde. Die relativ schnelle Abkühlung bei diesem postulierten Störfallszenario führt zu den grössten thermischen Beanspruchungen im RDB. Die Berechnung der mechanischen und bruchmechanischen Beanspruchungskennwerte erfolgte mit dreidimensionalen Finite-Elemente (FE)-Modellen und der anerkannten Software ANSYS, wobei für beide analysierten Positionen jeweils drei FE-Modelle mit postulierten Risstiefen von 30 mm, 50 mm und 70 mm eingesetzt wurden. Am Stutzen befindet sich der postulierte Riss radial an der Stutzenkante, und in der Schweisnaht V2 befindet sich der unterstellte Riss in RDB-Axialrichtung (Tiefen- zu Längenverhältnis: 1:6).

Die berechneten Spannungsintensitätsfaktoren werden gemäss ASME Section III, Appendix G-2222 mit einem Sicherheitsfaktor von 2 multipliziert. Als zulässiger Wert für die Spannungsintensität wurde die Bruchzähigkeit entsprechend der Vorgaben des ASME-Codes Section III, Appendix G bei 138°C als tiefste Temperatur während der Störfalltransiente zugrunde gelegt. Die Sprödbbruchübergangstemperatur RT_{NDT} beträgt 15°C für den Stutzen und 53.6°C für die Naht V2 nach 40.4 Vollastjahren. Für beide RT_{NDT} -Werte resultiert daraus ein K_{Ic} -Wert von 7590 MPa $\sqrt{\text{mm}}$, welcher für alle Nachweise verwendet wurde.

Alle Berechnungen zeigen grosse Sicherheitsmargen gegen Versagen des RDB.

10.2 Bewertung des ENSI

Das ENSI hat nach Prüfung der Unterlagen festgestellt /38/, dass die durchgeführten Berechnungen dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Zur Berechnung der transienten Temperaturfelder und der mechanischen sowie bruchmechanischen Beanspruchungen wurden dreidimensionale Finite-Elemente-Berechnungen mit ausreichend feiner Diskretisierung der Struktur erstellt. Die jeweils drei postulierten Risse am Stutzen N4 und an der kernnahen Naht V2 wurden im FE-Netz modelliert. Es wurde ein sehr konservatives Störfallszenario zugrunde gelegt.

Die Lastfalltransiente, welche den stärksten möglichen Temperaturabfall (ca. 150 K innerhalb von 15 Sekunden) mit konstant bleibendem Betriebsdruck kombiniert, wird als abdeckend und konservativ beurteilt.

Die berechnete Auslastung an der Naht V2 beträgt ca. 60% und am Stutzen N4 etwas unterhalb von 70%. Der Stutzen erweist sich damit als führend, da hier die Beanspruchungen bei relativ gleicher Bruchzähigkeit am höch-

ten sind. Das Beanspruchungsmaximum stellt sich ca. 100 s nach Beginn des Störfallszenarios ein. Konservativitäten liegen vor allem in den Temperatur- und Druckverläufen. Bei realistischeren Annahmen ergeben sich geringere mechanische Beanspruchungen.

Eine Extrapolation der Fluenzen ergibt, dass die Berechnungen bis zur endgültigen Ausserbetriebnahme des Kernkraftwerkes Mühleberg 2019 abdeckend sind. Auf Grundlage der eingereichten struktur- und bruchmechanischen Berechnungen hat das ENSI die eingereichten Nachweise zur Sprödbrechtsicherheit des RDB KKM akzeptiert /38/.

Die Forderung 4 aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 wurde somit erfüllt.

11 Weitere Empfehlungen und Hinweise aus der KNS-Stellungnahme vom 31. August 2015

11.1 Materialzustand Containment Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Die KNS hat in ihrer Stellungnahme darauf hingewiesen, dass der Zustand der Stahldruckschale des Primärcontainments eine wichtige Rolle in der Alterungsüberwachung im KKM einnimmt. Es sollte von KKM überlegt werden, wie die bisherigen Stichprobenprüfungen in der Sandbettzone erweitert werden können. Die KNS sieht hierbei insbesondere Möglichkeiten für eine bessere analytische Kontrolle des Leckagewassers sowie eine zusätzliche Kernbohrung für Wanddickenmessungen in der Sandbettzone.

Im Juli 2015 wurde dem ENSI ein revidiertes Instandhaltungskonzept für das Primärcontainment eingereicht /39/, in welchem wichtige Entwicklungsarbeiten zur Anwendung der „Guided Wave“ Technik berücksichtigt wurden. Das KKM hat angekündigt, dass 2016 weitere Testmessungen mit dieser Technik im KKM durchgeführt werden. Danach soll entschieden werden, ob als Alternative zur zerstörungsfreien Prüfung eine weitere Kernbohrung durch den Drywellbeton bis zur Stahldruckschale eingebracht wird, um Wanddickenmessungen durchzuführen.

Nach Ansicht der KNS ist der Einsatz der zerstörungsfreien „Guided Wave“ Ultraschalltechnik an den unzugänglichen Bereichen des Drywells von grundsätzlicher Bedeutung für die Alterungsüberwachung in Kernkraftwerken. Für das KKM wird jedoch die Zeit bis zum Jahr 2019 wahrscheinlich nicht ausreichen, um diese Technik für eine qualifizierte Anwendung zu ertüchtigen. Die KNS empfiehlt (Empfehlung 2 /5/) deshalb, dass *das ENSI die Entwicklung von Methoden zur zerstörungsfreien Überwachung von Strukturen an unzugänglichen Stellen im Rahmen der Forschung weiter verfolgt und unterstützt*. Das ENSI hat bereits in den letzten Jahren Projekte am PSI (Thema: Werkstoffdiagnostik) und an der EMPA (Thema: „Guided Wave“ Technik) gefördert und wird dieses Thema bei seiner Forschungsunterstützung weiter berücksichtigen. Damit folgt das ENSI der Empfehlung 2 der KNS.

11.2 Diversitäre RDB-Füllstandmessung Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Die KNS nimmt in Ihrer Stellungnahme die Beurteilung des ENSI zur RDB-Füllstandmessung zur Kenntnis. Mit der Bezugnahme des ENSI auf den Stand der Nachrüsttechnik liegt nach dem Verständnis der KNS eine Branchensicht vor. Insbesondere im Rahmen der Restlaufzeit des KKM fällt damit eine Erweiterung der Füllstandmessung mit diversitärer Messtechnik auch nach Auffassung der KNS ausser Betracht.

Die KNS hält fest, dass branchenübergreifend zahlreiche Messverfahren für die Füllstandmessung verfügbar sind; offenbar finden aber keine Alternativen Eingang in die hier massgebende Linie von Siedewasserreaktoren. Die KNS empfiehlt (Empfehlung 3 /5/), *im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit darauf hinzuwirken, dass für die Erfassung von sicherheitstechnisch wichtigen Grössen in Kernkraftwerken, darunter insbesondere auch für den Füllstand in Siedewasserreaktoren, diversitäre Messsysteme verfügbar sind und Reaktoranlagen, bei denen entsprechende Lücken bestehen, mit diversitären Messsystemen nachgerüstet werden. Bei Nichtverfügbarkeit sollen diversitäre Messsysteme entwickelt und qualifiziert werden*.

Das ENSI hatte im Rahmen der Beurteilung des Langzeitbetriebs das KKM aufgefordert, die Sicherheitsfunktion „Kühlmitteleinspeisung in den RDB“ hinsichtlich der Nachrüstung einer diversitären, automatischen Auslösung zu untersuchen und dabei den Stand der Nachrüsttechnik zu reflektieren. Aufgrund der sicherheitstechnischen Bedeutung der Füllstandmessung hatte das ENSI zusätzlich einen externen Experten beauftragt, den Stand von Wissenschaft und Technik zur RDB-Füllstandmessung bei Siedewasserreaktoren in Deutschland darzulegen. Damit ist die Bewertung des ENSI in seiner Stellungnahme vom 23. Januar 2015 heute international abgestützt.

Das ENSI wird jedoch auch weiterhin den Stand von Wissenschaft und Technik sowie den Stand der Nachrüsttechnik im Rahmen der Teilnahme an internationalen Arbeitsgruppen und Konferenzen verfolgen und dabei soweit möglich sicherheitsgerichtete Entwicklungen und deren Umsetzung unterstützen. Generell vertritt das ENSI die Position, dass Nachrüstungen in den schweizerischen Kernkraftwerken u.a. dann umzusetzen sind, wenn diese international akzeptiert sind.

11.3 Massnahmen zur weiteren Verminderung der Gefährdung durch interne Brände Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Als eine der Massnahmen zur weiteren Verminderung der Gefährdung durch interne Brände auf der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude hat das KKM das bestehende Brandschutzsystem durch eine Feinsprühlöschanlage ersetzt. In diesem Zusammenhang empfiehlt die KNS (Empfehlung 4 /5/), *dass für den Nachweis der Löschwirkung die vorgesehene Systemanwendung für den spezifischen Einsatzfall validiert sein muss.*

In seiner Freigabe der Feinsprühlöschanlage /27/ hat das ENSI die Einreichung der Abnahmeberichte des neuen Systems gefordert. Bei der Prüfung der eingereichten Abnahmeberichte des GVB (Kantonale Gebäudeversicherung Bern) /29/ und des PIZ (Prüf-, Inspektions-, und Zertifizierungsstelle des Sicherheitsinstituts) /30/ hat das ENSI festgestellt, dass es Mängel bei der Auslegung der Anlage gab, welche vertieft untersucht werden müssen. Deshalb hat das ENSI die Überprüfung der Installation der Feinsprühlöschanlage und deren Zuleitung durch einen unabhängigen Experten in Auftrag gegeben.

In seiner Beurteilung /40/ zeigt der Gutachter auf, dass die eingesetzte Feinsprühlöschanlage des Typs Minifog ProCon von Minimax von der VdS Schadenverhütung GmbH, Köln geprüft und mit Nummer S411048 anerkannt wurde. Das Anerkennungsverfahren der VdS definiert bestimmte Anwendungen und beinhaltet Realbrandversuche. Die Anerkennung des Feinsprüh-Feuerlöschsystems „ProCon“ bezieht sich auf den Schutz von Maschinen mit brennbaren Flüssigkeiten, deren Flammpunkt grösser oder gleich 55°C ist. Anwendungsbereiche des Systems sind unter anderem Gas- und Dampfturbinen, Beschichtungsanlagen, Generatoren sowie Notstrom- und Hydraulikaggregate. Der Gutachter des ENSI hat die Gültigkeit der VdS-Anerkennung in Bezug auf die zu schützenden Objekte, die räumliche Situation vor Ort sowie die Brandlasten und deren Brandverhalten geprüft. Gemäss der vorliegenden Beurteilung /40/ entspricht der Einsatz von Minifog ProCon-Anlagen zum Schutz der CRD- und RCIC-Pumpen dem Produktehandbuch bzw. der VdS-Anerkennungsnummer S411048. Daher kann das Produkt Minifog ProCon unter Einhaltung der Planungs- und Installationsvorgaben (Produktehandbuch) verwendet werden.

Aufgrund der Prüfung der Abnahmeberichte /29/, /30/ und einer am 14. September 2015 durchgeführten Inspektion stellt der Gutachter jedoch fest, dass die Installation der Feinsprühlöschanlage nicht vollumfänglich den Anforderungen der VdS-Anerkennung bzw. den Planungs- und Installationsanweisungen des Herstellers entspricht.

Das ENSI schliesst sich den Schlussfolgerungen des Gutachters an und hat für die Validierung der Feinsprühlöschanlage im Hinblick auf die abschliessende Betriebsfreigabe im Brief vom 28 Oktober 2015 /41/ die nachstehende Forderung gestellt: Das KKM hat die im Bericht des Ingenieurbüros Goetschi AG, „Beurteilung der Niederdruck-Feinsprüh-Löschanlage Minifog ProCon im Kernkraftwerk Mühleberg, Sektoren 15 - 18“ /40/, aufgeführten Abweichungen zu den Vorgaben aus den Planungs- und Installationsanweisungen des Herstellers zu ergänzen. Darauf basierend ist die hydraulische Berechnung gemäss der ausgeführten Installation zu aktualisieren und mit den ergänzenden Angaben bis zum 30. November 2015 dem ENSI einzureichen.

Im Zusammenhang mit der erwähnten Ertüchtigung empfiehlt die KNS (Empfehlung 5 /5/) zusätzlich, *dass im Rahmen der Systemspezifikation zu klären ist, unter welchen – unter Umständen von den normalen Betriebsbedingungen stark abweichenden – Umgebungsbedingungen das Brandschutzsystem und somit auch die Brandsensoren funktionstauglich sein müssen. Die entsprechende Umsetzung sei im Freigabeverfahren sicherzustellen.*

Gemäss der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen sind die Auswirkungen von internen Bränden sowie von Folgebränden aus Explosionen und Erdbeben zu untersuchen. Da auf der -11 m-Ebene des Reaktorgebäudes keine Gefährdung durch Explosionen besteht, sind dort nur die Auswirkungen durch interne Brände und Folgebrände von Erdbeben zu betrachten. Für die Beherrschung der (spontan ausgelösten) internen Brände wird das Brandschutzsystem benötigt. Zum Zeitpunkt der Auslösung solcher Brände herrschen normale Betriebsbedingungen, wofür das Brandschutzsystem ausgelegt wurde.

Die auf der -11 m-Ebene installierte Feinsprühlöschanlage dient der Bekämpfung von Bränden an den ölversorgten CRD- und RCIC-Pumpen. Im Rahmen der Sicherheitsmargenanalysen wurde aufgezeigt, dass die beiden genannten Pumpen seismisch sehr robust sind und deshalb ein Folgebrand aufgrund eines Sicherheitserdbebens ausgeschlossen werden kann. Die Funktion des installierten Brandschutzsystems muss somit nach einem Sicherheitserdbeben nicht nachgewiesen sein.

Im Rahmen der Freigabe der beantragten Änderungen hat das ENSI gefordert, dass die Integrität der mechanischen Ausrüstungen und der Feuerlöschleitungen auch im Falle einer Einwirkung durch das Sicherheitserdbeben gewährleistet bleibt. Dieser geforderte Nachweis dient der Vermeidung einer seismisch bedingten Überflutung der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude und der daraus folgenden Gefährdung der Sicherheitssysteme. Die entsprechenden Erdbebennachweise wurden vom KKM fristgerecht eingereicht und werden zurzeit vom ENSI im Hinblick auf die abschliessende Betriebsfreigabe der Brandbekämpfungsanlage geprüft.

11.4 Erdbebengefährdungsannahmen Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Die KNS stellt fest, dass in der Stellungnahme des ENSI verschiedene Erdbebengefährdungsannahmen genannt sind. Aus der Bezeichnung der derzeit vom ENSI als verbindlich festgelegten Erdbebengefährdung, dem PRP Intermediate Hazard, geht hervor, dass es sich um eine Zwischenlösung handelt. Die KNS empfiehlt deshalb (Empfehlung 6 /5/), *die Untersuchungen zur Bestimmung der Erdbebengefährdung der schweizerischen Kernkraftwerke (PEGASOS Refinement Project, PRP) zeitnah zu einem Abschluss zu bringen und die massgebenden Erdbebengefährdungen durch das ENSI festzulegen.*

Das ENSI gibt der Überprüfung des PRP und der Festlegung der neuen Erdbebengefährdung eine hohe Priorität. Eine entsprechende Stellungnahme ist auf Ende 2015 geplant.

11.5 Integrale Sicherheitsbewertung Stellungnahme der KNS und entsprechende ENSI-Beurteilung

Einleitend betont die KNS, dass sie die Ergebnisse der probabilistischen Sicherheitsanalysen von Kernkraftwerken aufgrund deren Komplexität und Umfang nicht unabhängig überprüfen kann. Die KNS bemerkt, dass die vorgelegten probabilistischen Bewertungen zum einen auf überarbeiteten, vom ENSI noch nicht umfassend überprüften Modellen und zum anderen nur auf Grobkonzepten für die vorgeschlagenen Massnahmen beruhen. Auf Basis der vorgelegten Ergebnisse der probabilistischen Sicherheitsanalyse stellt die KNS fest, dass die Erhöhung der Erdbebenfestigkeit der Wohlensee-Staumauer im Quervergleich der verschiedenen Massnahmen als die hinsichtlich Kernschadenshäufigkeit bei weitem wirksamste Massnahme ausgewiesen wird. Nach Meinung der KNS fällt die zusätzliche Reduktion der Kernschadenshäufigkeit aufgrund der anderen alternativen Massnahmen gering aus. In der ENSI-Stellungnahme /4/ seien deshalb die tabellarischen Gegenüberstellungen (anhand der Reduktion von Risikokenngrössen) von alternativen Massnahmen einschliesslich Mauerverstärkung und DIWANAS-Massnahmen unter Ausschluss der Mauerverstärkung wenig aussagekräftig.

Das ENSI nimmt die Anmerkungen der KNS zu den probabilistischen Sicherheitsanalysen zur Kenntnis. Obwohl die Erhöhung der Erdbebenfestigkeit der Wohlensee-Staumauer den grössten Beitrag zur Risikoreduktion liefert, ist festzustellen, dass die Mauerverstärkung nicht Teil des DIWANAS-Nachrüstprogramms war und deshalb nicht mit DIWANAS subsummiert werden darf.

Die Bewertung des ENSI stützt sich nicht allein auf probabilistische Sicherheitsanalysen ab. Das ENSI verfolgt einen integralen Bewertungsansatz, bei dem alle relevanten Aspekte (also deterministische und probabilistische Bewertungen) berücksichtigt werden, um eine robuste Basis für die Entscheidungsfindung zu erhalten.

12 Schlussfolgerungen

In seiner Stellungnahme ENSI 11/1999 /4/ vom 23. Januar 2015 hatte das ENSI die Erfüllung der Forderungen aus der ENSI-Verfügung vom 14. November 2013 anhand der vom KKM eingereichten Unterlagen geprüft. Das ENSI kam dabei zum Schluss, dass das KKM aufgrund des Verzichtes auf die Stabilisierungsmassnahmen für den Kernmantel und das Nachrüstprogramm DIWANAS kompensierende Massnahmen erarbeitet hatte, um einen unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebszeit ausreichenden Sicherheitsgewinn zu erzielen.

Zusammenfassend verlangte das ENSI in seiner Stellungnahme ENSI 11/1999 /4/ die Komplettierung der Umsetzung der geplanten Nachrüstpakete sowie die notwendigen, wiederkehrenden Nachweise zur Stabilität des Kernmantels und weiterer ergänzender Nachweise.

In der Zeit bis Oktober 2015 hat das KKM die Implementierung der geforderten Nachrüstpakete weiter vorange-trieben. Mit den Nachrüstungen, die teilweise schon realisiert sind bzw. bis 2016 realisiert werden müssen, hat das KKM aus der Sicht des ENSI Vorsorgemassnahmen getroffen, die den zwei wichtigsten Cliff-Edge-Effekten entgegen wirken:

Verlust der Wärmesenke: Durch die Realisierung einer hochwassersicheren, von der Aare unabhängigen, fest installierten Kühlwasserversorgung kann die Kühlung der SUSAN-Systeme auch bei einem hochwasserbedingten Ausfall des SUSAN-Einlaufbauwerks über weitere Einrichtungen sichergestellt werden. Zudem wurde die Wohlensee-Staumauer gegen Erdbeben verstärkt. Dadurch können erdbebenbedingte Überflutungen, welche zu einem Ausfall des SUSAN-Einlaufbauwerks führen können, praktisch ausgeschlossen werden.

Verlust der -11 m-Ebene: Um die Wahrscheinlichkeit des Verlusts aller Sicherheitssysteme auf der -11 m-Ebene im Reaktorgebäude aufgrund von internen Bränden oder interner Überflutung weiter zu reduzieren, wurden verschiedene Massnahmen getroffen. Neu wird auch bei einem Verlust aller Sicherheitssysteme auf der - 11 m-Ebene eine Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter möglich sein.

Mit der als Übergangslösung bis 2016 geplanten Brennelementbecken-Notfallkühlung wird aus Sicht des ENSI sichergestellt, dass bei Ausfall der betrieblichen Brennelementbecken-Kühlung nicht direkt auf die Noteinspeisung des Brennelementbeckens mit Verdampfungskühlung zurückgegriffen werden muss. Stattdessen wird weiterhin ein geschlossener Kühlkreislauf zur Verfügung stehen. Im Hinblick auf die Zeit nach der endgültigen Ausserbetriebnahme wird das KKM anschliessend die Brennelementbecken-Notfallkühlung in ein Sicherheitssystem umbauen. Das ENSI hat die geplanten Ausbaustufen für ein neues Brennelementbecken-Kühlsystem akzeptiert. Die Nachrüstung wird vom ENSI im mehrstufigen Freigabeverfahren bewilligt.

Insgesamt bestätigt das ENSI, dass das KKM den positiven Einfluss der vorgeschlagenen alternativen Nachrüstpakete auf die Risikokenngrössen Kernschadens- und Brennstoffschadenshäufigkeit (CDF und FDF) nachweisen konnte und somit ein unter Berücksichtigung der verbleibenden Betriebsdauer ausreichender Sicherheitsgewinn erzielt wird.

In ihrer Stellungnahme /5/ äussert sich die KNS zu den vom KKM geplanten bzw. schon realisierten Massnahmen, indem sie das ENSI in der Meinung bestätigt, dass die Massnahmen die im Kernkraftwerk Mühleberg getroffene Vorsorge weiter verbessern und sich positiv auf die erwähnten Cliff-Edge-Effekten auswirken.

Die KNS unterstützt die Forderungen der ENSI-Stellungnahme 11/1999 /4/ und formuliert acht zusätzliche Empfehlungen. Vorbehaltlich der zeitgerechten Erfüllung der ENSI-Forderungen und der Beachtung der ausgesprochenen KNS-Empfehlungen bestehen keine Einwände seitens der KNS gegen einen Weiterbetrieb des KKM bis zum Ende des Jahres 2019.

Das ENSI hat die Empfehlungen der KNS in der vorliegenden Aktennotiz ENSI 11/2099 aufgenommen und gewürdigt. Die KKM-spezifischen Empfehlungen der KNS wurden bereits bzw. werden noch im verbleibenden Freigabeverfahren für die jeweiligen Nachrüstungen berücksichtigt. Auch die drei allgemeinen Empfehlungen wurden in den vorherigen Kapiteln analysiert und das entsprechende weitere Vorgehen beschrieben. Für die Komplettierung der Umsetzung der geplanten Nachrüstpakete sowie für die Erbringung der notwendigen, wiederkehrenden Nachweise zur Stabilität des Kernmantels verlangt das ENSI die Erfüllung der im nachfolgenden Kapitel 13 aufgeführten Forderungen.

13 Forderungen

Für einen über 2017 hinausgehenden Betrieb bis Ende des Jahres 2019 hat KKM die folgenden Forderungen zu erfüllen:

Forderung 1

Am Kernmantel des KKM sind in jeder Jahresrevision zerstörungsfreie Prüfungen mit qualifizierten Prüfsystemen durchzuführen.

Forderung 2

Die Befunde der Kernmantelprüfungen sind aufgrund des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der internationalen Betriebserfahrung in jeder Jahresrevision zu bewerten. Die Freigabe zum Wiederauffahren der Anlage nach der Jahresrevision wird vom ENSI erteilt, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- $K_{I,max} < 75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ unabhängig von der Orientierung und Risstiefe
- $l_{quer} < 320 \text{ mm}$ für wanddurchdringende Querrisse

Forderung 3

Das KKM hat die geplante Erweiterung der bisherigen Speisewasserbruchlogik gemäss Aktennotiz AN-FM-2015/067 vom 23. April 2015 bis zum Ende der Jahresrevision 2016 umzusetzen.

Forderung 4

Das KKM hat die geplante Brennelementbecken-Notfallkühlung gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende des Jahres 2016 nachzurüsten. Die Brennelementbecken-Notfallkühlung ist bis 31. Dezember 2020 zu einem Sicherheitssystem umzubauen.

Forderung 5

Das KKM hat eine automatische erdbeben- und überflutungssichere Notnachspeisung in den Reaktordruckbehälter gemäss Aktennotiz AN-AM-2014/076 Rev. a vom 24. Oktober 2014 bis zum Ende der Jahresrevision 2016 nachzurüsten.

14 Referenzen

- /1/ BKW-Schreiben vom 8. November 2013
Verfügung zum Langzeitbetrieb des KKM – Rechtliches Gehör
- /2/ ENSI-Schreiben vom 14. November 2013
Verfügung im Hinblick auf die endgültige Ausserbetriebnahme des KKM im Jahr 2019
- /3/ ENSI 11/1700 vom 20. Dezember 2012
Sicherheitstechnische Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg
- /4/ ENSI 11/1999 vom 23. Januar 2015
Forderungen des ENSI für den Weiterbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg bis zur endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN) im Jahr 2019
- /5/ KNS-02683-4 vom 31. August 2015
Stellungnahme der KNS betreffend
„Forderungen des ENSI für den Weiterbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg bis zur endgültigen Ausserbetriebnahme 2019“
- /6/ ENSI 11/2056 vom 24. September 2015
Stellungnahme des ENSI zum technischen Nachbetrieb des KKM
- /7/ BKW-Schreiben vom 24. November 2015
Verfügung im Hinblick auf den Weiterbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg bis Ende des Jahres 2019 –
Rechtliches Gehör
- /8/ KKM-Aktennotiz AN-MA-2014/057, Rev. a vom 29. Oktober 2014
Instandhaltungskonzept Kernmantel
- /9/ KKM-Aktennotiz REVB-KL-2015/001, vom 25. August 2015
Revisionsbericht Technik / Physik 2015
- /10/ [REDACTED]
Kernkraftwerk Mühleberg Core Shroud Fracture Mechanics Evaluation
- /11/ [REDACTED]
Evaluation of KKM Core Shroud Off-Axis Indications Associated with Horizontal Weld H4
- /12/ ENSI-Brief vom 5. Oktober 2015
ENSI-Stellungnahme zum Revisionsstillstand 2015
- /13/ KKM-Schreiben BR-MM-2015/024, vom 26. Januar 2015
Forderungen des ENSI für den Weiterbetrieb des KKM bis zur endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN)
im Jahr 2019 – Antrag zur Präzisierung der Forderung 2
- /14/ KKM-Schreiben BR-SA-2013/228, vom 20. Juni 2013
Freigabeantrag für die Ertüchtigung des RG-Krans (MKZ: 097A 0001) im KKM, Hierarchiestufe H1
- /15/ KKM-Aktennotiz AN-FM-2015/087 vom 20. Mai 2015
Deterministischer Sicherheitsnachweis für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“

- /16/ ENSI-Brief vom 4. September 2015
ENSI-Stellungnahme zum deterministischen Sicherheitsnachweis für den Störfall „Absturz eines Brennelementbehälters“, EABN2019-Forderung 3
- /17/ KKM-Aktennotiz AN-FM-2015/067 vom 23. April 2015
Stellungnahme zur Forderung 4, EABN 2019 Leckagen in RCIC-Druckleitungsabschnitten
- /18/ ENSI-Brief vom 2. Juni 2015
Erfüllung der Forderung 4 aus der ENSI-Stellungnahme 11/1999 zur Analyse von Leitungsleckagen in der RCIC-Druckleitung
- /19/ ENSI-Brief vom 22. September 2015
Umsetzung der EABN2019-Forderung 5; Überarbeitung der Störfallvorschrift SYA-B-003 Sekundärcontainmentüberwachung
- /20/ KKM-Brief BR-BM-2015/223 vom 3. Juli 2015
TSÄA-BM-2015/002 Rev. A – Anpassung der Systemverfügbarkeiten in der Betriebsart 4 zur Beherrschung von Bränden im RG
- /21/ ENSI-Brief vom 9. Juni 2015
Kernkraftwerk Mühleberg – ENSI-Stellungnahme zum Stand der Erfüllung der Forderung 6, EABN 2019: Überprüfung der Technischen Spezifikationen in der Betriebsart 4 zur Beherrschung von Bränden im Reaktorgebäude
- /22/ ENSI-Brief vom 10. August 2015
Freigabe der Änderungen der Technischen Spezifikationen hinsichtlich Anpassung der Systemverfügbarkeiten in der Betriebsart 4
- /23/ ENSI-Brief vom 28. August 2015
Freigabe der Hierarchiestufe 4 für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Systems 349, Notkühlwasser; ENSI EABN2019-Forderung 7
- /24/ KKM-Brief BR-SA-2015/384 vom 30. Oktober 2015
System 349 Notkühlwasser – Antrag für die Schliessung der ENSI EABN2019-Forderung 7
- /25/ KKM-Brief BR-NT-2015/277 vom 10. August 2015
Freigabeantrag für die Nachrüstung „Brennelementbecken-Notfallkühlung“ EABN2019-Forderung 8, System 119, Hierarchiestufe 1
- /26/ ENSI-Brief vom 30. Oktober 2015
Freigabeantrag für die Nachrüstung einer Brennelementbecken Notfallkühlung (System 119), EABN2019-Forderung 8; Hierarchiestufe H1
- /27/ ENSI-Brief vom 30. Oktober 2014
Montagefreigabe für die Modernisierung und Erweiterung der Branddetektion und Brandbekämpfung auf RG-11m
- /28/ ENSI-Brief vom 31. Juli 2015
Freigabe für den Einbau der Blende 054V 0759 in die RCIC-Saugleitung
- /29/ GVB-Brief BSA 167993, Ref. 87941 vom 20. März 2015
Mühleberg, Niederruntigen 504 – Abnahme der Brandmeldeanlage

- /30/ SWISSI-Inspektionsprotokolle; Register Nr. S00-11187 bis S00-11189 vom 11. März 2015 und S00-11190 vom 3. März 2015
Erstinspektion der Sprühflutanlage
- /31/ ENSI-Inspektionsbericht ENSI 11/2097 vom 22. Oktober 2015
RCIC-Inbetriebnahmetest nach Einbau einer Blende in die Ansaugleitung
- /32/ ENSI-Brief vom 21. August 2015
Freigabe Tech.-Spez-Grenzwertanpassungen „RCIC-Saugdruck-Tief (113/213MP018)“ aufgrund des Einbaus der Blende 054V 0759 in die RCIC-Saugleitung
- /33/ ENSI-Brief vom 29. Oktober 2015
Antrag auf Schliessung der EABN-Forderung 9
- /34/ KKM-Brief BR-NT-2015/094 vom 26. März 2015
Freigabeantrag für die Nachrüstung „Hochreservoir-ALPS-Einspeisung“ – System 124, Hierarchiestufe H1
Mit Beilage: KKM-Aktennotiz AN-NT-2015/056 vom 26. März 2015 „Nachrüstung Hochreservoir-Einspeisung ALPS, System 124, Hierarchiestufe H1“
- /35/ ENSI-Brief vom 15. September 2015
Freigabeantrag für die Nachrüstung Hochreservoir-ALPS-Einspeisung; System 124, Hierarchiestufe H1
- /36/ ENSI-Brief vom 15. Oktober 2015
Montagefreigabe: Änderung der Brandmeldeanlage im KKM, Montagefreigabeantrag E1 - E3 gemäss KEV Art.40
- /37/ KKM-Brief BR-MA-2014/468 vom 19. Dezember 2014
EABN 2019 Forderung 4 des ENSI – Thermoschockanalyse RDB
Mit Beilage: CCI-Bericht Nr. 3 SA-024.405, vom 1. Dezember 2014 „Bruchmechanische Bewertung des Speisewasserstutzens N4 und der Schweissnaht V2 beim Lastfall "pressurized thermal shock"“
- /38/ ENSI-Brief vom 29. Mai 2015
EABN 2019 Forderung 4 des ENSI, Thermoschockanalyse RDB
- /39/ KKM-Aktennotiz AN-MA-2013/095, Rev. b vom 1. Juli 2015
Instandhaltungskonzept Primärcontainment
- /40/ ██████████, Bericht vom 29. September 2015 mit Ergänzungen vom 26. Oktober 2015
Beurteilung der Niederdruck-Feinsprüh-Löschanlage Minifog ProCon – Kernkraftwerk Mühleberg, Sektoren 15 - 18
- /41/ ENSI-Brief vom 28. Oktober 2015
Forderungen aus der Beurteilung der Brandbekämpfungsanlage KKM, RG-11m,

15 Abkürzungen

1E	Elektrische Klassierung laut KEV Anhang 4
ALPS	Alternate Low Pressure Spray System (Alternatives Niederdruckkernsprühsystem)
AM	Accident Management
BBI	Bundesblatt
BEB	Brennelementbecken
BKW	BKW Energie AG
CDF	Kernschadenshäufigkeit
CRD	Control Rod Drive System
CWS	Cooling Water System (SUSAN Kühlwassersystem)
DIWANAS	Diversitäre Wärmesenke und Nachwärmeabfuhrsystem
EABN	Endgültige Ausserbetriebnahme
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
FDF	Brennstoffschadenshäufigkeit
GVB	Kantonale Gebäudeversicherung Bern
Hn-Freigabe	Freigabe der Hierarchiestufe n laut KEV Anhang 4 (n = 1, 2, 3, 4)
KAKO	Kalkondensatsbehälter
KEG	Kernenergiegesetz SR 732.1
KEV	Kernenergieverordnung SR 732.11
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
LTO	Long Term Operation (Langzeitbetrieb)
PIZ	Prüf-, Inspektions-, und Zertifizierungsstelle des Sicherheitsinstituts
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling (Kernisolationssystem)
RDB	Reaktordruckbehälter
RG	Reaktorgebäude
SK	Sicherheitsklasse nach Richtlinie ENSI-G01
SR	Systematische Rechtssammlung
SUSAN	Spezielles, unabhängiges System zur Abführung der Nachzerfallswärme
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation