

KKP 2

**Sicherheitstechnische Bewertung des Ereignisses
„Unscharfmachen von Gebäudeabschlussarmaturen des
Sicherheitsbehälters bei Änderungsmaßnahmen am
Feuerlöschsystem“ vom 12.5.2009**

Mathias Brettner

Richard Donderer

Physikerbüro Bremen

**Im Auftrag des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

Bremen, den 2. März 2012



Inhaltsverzeichnis:	Seite
1. Aufgabenstellung	1
2. Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs	1
2.1 SachverhaltDarstellungen.....	1
2.2 Bewertungen	5
2.3 Zusammenfassende Bewertung	10
3. Potentielle sicherheitstechnische Konsequenzen	10
3.1 Bewertungen	10
3.2 Zusammenfassende Bewertung	15
4. Zusammenfassung	15
5. In Bezug genommene Unterlagen	17
6. Anhänge	19
Anhang 1: Betrachtungen zur Wirksamkeit der brandschutz- technischen Ersatzmaßnahme	20
Anhang 2: Aspekte des Brandschutzes im Reaktorgebäudeinnenraum	27
Anhang 3: Liste der verwendeten Abkürzungen	29

1. Aufgabenstellung

Mit /1/ hat das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg das Physikerbüro Bremen mit der Durchführung sicherheitstechnischer Bewertungen zu drei Ereignissen im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (KKP 2) aus den Jahren 2009 und 2010 beauftragt.

Diese Stellungnahme behandelt das Ereignis „Unschärfmachen von Gebäudeabschlussarmaturen des Sicherheitsbehälters bei Änderungsmaßnahmen am Feuerlöschsystem (Ereignisdatum 12. 5. 2009)“.

2. Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs

2.1 Sachverhaltsdarstellungen

Das hier zu bewertende Ereignis trat im Rahmen der Durchführung von in der Änderungsanzeige (ÄA) Nr. 56/04 vorgesehenen Maßnahmen zur „Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisung und -leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Reaktorgebäuderingraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung“ auf (/2/, /3/). Teil dieser Maßnahmen war der Austausch der Armatur SGA57 AA001 und eines anschließenden Rohrleitungsstücks im Ringraum (UJB). Im Rahmen des zugehörigen Arbeitsauftrags (AA) /4/ zum Austausch der o.g. Armatur erfolgte das vorübergehende „unscharf“ Schalten der GBA Armaturen SGA70 AA001 / AA002 als Teil der Freischaltsschritte zur Bereitstellung einer Ersatzspeisung über die Prüf- und Spülleitungen SGA70 für die freigeschalteten Feuerlöschwasserleitungen SGA60.

Für die Darstellung und Bewertung des Ereignisablaufs werden, soweit anhand der verfügbaren Unterlagen möglich, die gesamten zur ÄA 56/04 gehörenden Planungs- und Abwicklungsprozesse sowie die resultierenden Anlagenzustände betrachtet, soweit sie sich auf den Austausch der Armatur SGA57 AA001 beziehen. Alle weiteren Maßnahmen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Änderungsanzeige 56/04 sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

Für die Darstellung und Bewertung des Ereignisablaufs werden in dieser Stellungnahme die zeitlichen Abläufe wie folgt eingeteilt:

- Phase 1: Zeitraum bis zur Freigabe der ÄA durch das UM (28.01.2009)
- Phase 2: Zeitraum bis zur Fertigstellung des Arbeitsauftrags inklusive der Freischalt- und Normalisierungslisten (30.04.2009)
- Phase 3: Zeitraum bis zur Durchführung der Freischaltung (13.05.2009)
- Phase 4: Korrektur der Freischaltung der GBA Armaturen (13.05.2009)

Phase 1: Zeitraum bis zur Freigabe der ÄA durch das UM (28.01.2009)

Mit Schreiben vom 8. September 2004 übersandte das KKP an das Ministerium für Umwelt und Verkehr in Baden Württemberg die Änderungsanzeige Nr. 56/04 /2/. Gemäß dem beigefügten Übersichtsblatt für externe Änderungsanzeige waren Ertüchtigungen der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und -leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung vorgesehen. Es sollte ein partieller Austausch der Rohrleitungen sowie der Handarmaturen durch Schieber mit Stellantrieb erfolgen. Weiterhin sollten Rohrleitungs- und Armaturenunterstützungen zur Vermeidung unzulässiger Folgewirkungen beim Lastfall Bemessungserdbeben geändert werden. Als geplanter Beginn der Durchführung wurde „2006 nach Revision“ angegeben, als voraussichtlicher Abschluss „2007“.

Die vorgesehenen Maßnahmen wurden als Änderung der Kategorie B gemäß KKP Änderungsordnung /5/ eingestuft. Bejaht wurde das Vorliegen des Merkmals B-4 gemäß Anlage 6 der Änderungsordnung:

„Zwar nach LBO genehmigungsfreie Maßnahmen, die aber sicherheitstechnisch oder sicherungstechnisch wichtige Einrichtungen betreffen. Die Maßnahmen betreffen z. B. bautechn. oder brandschutztechn. Änderungen oder Ergänzungen oder Änderungen der Flucht- Rettungswege.“

Verneint wurde das Vorliegen aller anderen Merkmale, darunter des Merkmals B-2:

„Veränderungen, bei deren Durchführung sicherheitstechnisch oder sicherungstechnisch wichtige Einrichtungen beeinträchtigt sein können.“

In der technischen Beschreibung der ÄA 56/04 wurde unter Punkt 2. „Sicherheitsbetrachtung“ ausgeführt:

„Durch die vorgesehene Änderung wird der Brandschutz im Schaltanlagegebäude und im Ringraum nicht nachteilig beeinflusst. Zur Durchführung der Arbeiten im UBA-Gebäude müssen die Einspeiseleitungen bis zu den Absperrarmaturen vor den Steinfängern freigeschaltet werden. Die Sprühwasserlöschanlagen sind dann nicht verfügbar. Die Änderungsarbeiten müssen daher während des Brennelementwechsels erfolgen. Zum Einbau der Armatur SGA60AA001 im Hilfsanlagegebäude muß die Feuerlöschwasserversorgung von 2 Hydrantensteigleitungen im UKA-Gebäude freigeschaltet werden, die Sprühwasserlöschanlagen im UJB-Gebäude können durch die zweite Einspeisung weiter versorgt werden. Dies gilt auch für die Änderungen im Bereich der Armatur SGA57AA001.“

Im Zeitraum von Ende März 2006 bis Juni 2008 wurden seitens KKP 2 eine Reihe von Unterlagen zur ÄA 56/04 eingereicht.

Der Gutachter TÜV SÜD Energietechnik nahm am 27. August 2008 Stellung zu dem Änderungsvorhaben /6/. In der Stellungnahme /6/ wurde u.a. ausgeführt, dass die Änderungsmaßnahmen ursprünglich in den Revisionen 2008 und 2009 umgesetzt werden sollten. In der Revision 2008 seien dann aber lediglich vorbereitende Arbeiten durchgeführt worden.

Zur Beeinflussung des Anlagenzustands während der Durchführung der Veränderung wurde seitens des Gutachters in /6/ festgestellt:

„Vom Betreiber ist der Umbau der Armaturen und Rohrleitungen während der Anlagenrevision geplant. Da sich die Anlage dann im drucklosen, kalten und unterkritischen Zustand befindet, ist eine Beeinflussung des Leistungsbetriebs bei der Durchführung der Arbeiten nicht gegeben. Es werden die Vorgaben entsprechend BHB Teil 2 Kapitel 1.3 „Auflagen und Bedingungen zum Nichtleistungsbetrieb der Anlage“ beachtet.

Eventuell erforderliche Ersatzmaßnahmen beim Freischalten von Teilsystemen der Feuerlöschwasserversorgung sind mit dem Gutachter abzustimmen /E 4/.“

Auf Basis der von KKP eingereichten Unterlagen zur Änderungsanzeige, der o.g. Stellungnahme des Gutachters /6/ und einer Stellungnahme des Wirtschaftsministeriums teilte das Umweltministerium Baden-Württemberg dem KKP mit Schreiben vom 8. Oktober 2008 /7/ mit, dass die beabsichtigte Änderung nicht als wesentliche Veränderung der Anlage oder ihres Betriebs einzustufen ist und folglich ohne atomrechtliche Genehmigung durchgeführt werden darf. Dabei wurde vorausgesetzt, dass das Vorhaben entsprechend den vom Gutachter geprüften Unterlagen erfolgt. Weiterhin war die Zustimmung u.a. mit der Forderung verknüpft, evtl. erforderliche Ersatzmaßnahmen beim Freischalten von Teilsystemen der Feuerlöschwasserversorgung mit dem TÜV ET abzustimmen.

Mit Schreiben vom 16. Dezember 2008 /3/ übersandte das KKP dem Umweltministerium die Rev. 4 der Technischen Beschreibung in der Fassung vom 4. Dezember 2008. Darin wird unter „1.3 Geplante Umsetzung der Ertüchtigungsmaßnahme“ für den Austausch der Armatur SGA57 AA001 im Reaktorgebäuderingraum (UJB) die Revision 2009 als Zeitpunkt für die Umsetzung der Änderung angegeben. Die Sicherheitsbetrachtung ist wortidentisch mit der ersten Fassung der Technischen Beschreibung (in /2/).

Die Rev. 4 der Technischen Beschreibung wurde vom Gutachter gestempelt und in dieser Form mit einer begleitenden Stellungnahme vom 14. Januar 2009 /8/ an das Umweltministerium übersandt. Gemäß /8/ sollen Detailbewertungen im Rahmen der Vorprüfung durchgeführt werden.

Auf dieser Basis erteilte das Umweltministerium mit Schreiben vom 28. Januar 2009 /9/ seine Zustimmung unter der Voraussetzung, dass das Vorhaben entsprechend der revidierten und vom Gutachter geprüften Technischen Beschreibung durchgeführt wird.

Phase 2: Zeitraum bis zur Fertigstellung des Arbeitsauftrags inklusive der Freischalt- und Normalisierungslisten (30.04.2009)

Am 29. April 2009 wurden die Freischaltlisten zur Bereitstellung der Ersatzspeisung SGA70 sowie der zum Austausch der Armatur SGA57 AA001 und eines anschließenden Rohrleitungsstücks erforderlichen Freischaltungen durch das Betriebsbüro erstellt /10/ und der Abschluss der technischen Klärung im Arbeitsauftrag SGA57 zum Austausch der Armatur SGA57 AA001 /4/ durch den FSB bestätigt (gemäß 6.3.13 der IHO /11/). Das Vorliegen von Betriebsbeeinträchtigungen (gemäß 4.3.3 IHO /11/) wurde verneint, ebenso die Erfordernis einer zusätzlichen Prüfung der Technischen Klärung gemäß Abschnitt 4.2 der IHO /11/.

Gegenüber den Angaben in der Technischen Beschreibung vom 16. Dezember 2008 /3/ beinhaltete der AA SGA 57 /4/ folgende Änderungen:

- für die Sicherstellung der Löschwasserversorgung war in /4/ eine Ersatzmaßnahme (Bereitstellung einer Ersatzspeisung über die Prüf- und Spülleitungen SGA70 für die freigeschalteten Feuerlöschwasserleitungen SGA60, im Folgenden kurz „Ersatzmaßnahme SGA70“ genannt) vorgesehen;
- die zugehörige Änderungsmaßnahme sollte im Leistungsbetrieb durchgeführt werden.

Gemäß /14/ erfolgte bei der Erstellung der Freischaltlisten für die Ersatzmaßnahme SGA70, die mit Hilfe des Betriebsführungssystems (BFS) durchgeführt wurde, ein Rücksetzen der „Scharf“ Eingabe des Planers automatisch durch das BFS (infolge von aus Arbeitsschutzgründen gesetzten Voreinstellungen im BFS). Diese Abweichung von der Vorplanung blieb unbemerkt.

Der uns übergebene Arbeitsauftrag SGA57 /4/, in dem der Austausch der Armatur SGA57 AA001 behandelt wird, enthält ein vom Bereich UZ1 (UZ: Teilbereich „Überwachung zentrale Aufgaben“) erstelltes Dokument mit dem Titel „Brandschutzmaßnahmen zur Freischaltung von SGA 57 – AA 001 Arbeitsauftrag KP2 S09-1941“ mit Datum 30. April 2009 /12/. In diesem Dokument wird u.a. festgestellt, dass bei einem Brand im Reaktorgebäudeinnenraum UJA die Armaturen SGA70 AA001 und SGA70 AA002 zu öffnen sind. Die Funktion der Armaturen müsse sichergestellt sein. Im Bedarfsfall seien sie von Hand zu öffnen.

Dieses Brandschutzdokument enthält andere Aussagen zur Gewährleistung der Löschwasserzufuhr zu den Sprühwasserlöschanlagen im UJA durch die Ersatzmaßnahme SGA70 als dies gemäß der am 29.4.2009 erstellten Freischaltliste zur Bereitstellung der Ersatzspeisung /10/ vorgesehen war (und letztlich auch realisiert wurde) – detailliertere Angaben hierzu sind in Anhang 1 zusammengestellt. Im KKP Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 15. Dezember 2012 /13/ wird hierzu ausgeführt, dass das Brandschutzdokument „als hinfällig betrachtet wurde“. ¹ In einem Fachgespräch mit KKP am 24.1.2012 wurde (gemäß unseren Aufzeichnungen) vom KKP ausgeführt,

¹ Zitat aus /13/: „Der Arbeitsschein AS09-001941-01 beinhaltet Festlegungen zu brandschutztechnischen Ersatzmaßnahmen. Diese Ersatzmaßnahmen waren zunächst in einem Dokument „Brandschutzmaßnahmen zur Freischaltung von SGA 57 – AA 001 Arbeitsauftrag KP2 S09-1941“ vom 30.04.2009 beschrieben (liegt dem Arbeitsschein bei). Später wurde bei der Freischaltplanung eine andere Festlegung getroffen, die Brandbekämpfung sicherzustellen.“

- dass die Kommunikation mit den Brandschutzverantwortlichen zu der vom Betriebsbüro im Zuge der Ersatzmaßnahme festgelegten, von den Vorgaben des Brandschutzverantwortlichen jedoch abweichenden Löschwasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA erst nach Fertigstellung des Brandschutzdokuments erfolgt und das Brandschutzdokument nicht mehr aktualisiert worden sei. Wann diese Abstimmung mit dem Brandschutz erfolgte, sei nicht dokumentiert.
- dass das Brandschutzdokument lediglich im Hinblick auf seine Passagen betreffend erforderliche Handmaßnahmen im UJA als hinfällig anzusehen sei. Insbesondere sei die in dem Dokument vorgesehene A-Leitung (trocken) vom Überflurhydrant SGA10 AA004 zur Schleuse UJB 03-43 im Zuge der Ersatzmaßnahme verlegt worden.

Phase 3: Zeitraum bis zur Durchführung der Freischaltung (13.05.2009)

Die Freigabe des Arbeitsauftrags /4/ durch den FTBL erfolgte ebenso wie die Genehmigung durch den LdA am 4. Mai 2009.

Am 12. Mai 2009 fand gemäß /15/ ein Fachgespräch statt zwischen KKP und dem Gutachter, in dem das „Gesamtkonzept der (brandschutztechnischen) Ersatzmaßnahmen vom Betreiber vorgestellt und erläutert wurde“. Schriftliche Unterlagen zu diesem Fachgespräch sind nicht vorgelegt wurden.

Die Freischaltlisten /10/ zum Arbeitsauftrag SGA57 wurden am 12.5.2009 um 18.29 Uhr als geprüft bestätigt.

Die Freischaltliste zur Bereitstellung der Ersatzspeisung (Schritt 01 von 02) wurde am 12. Mai 2009 um 23.10 Uhr freigegeben. Die Durchführung wurde am 13. Mai um 1.14 Uhr bestätigt.

Die Freischaltliste zur Freischaltung des Systems SGA60 (Schritt 02 von 02) wurde am 13.5.2009 um 1.15 Uhr freigegeben. Die Durchführung wurde am 13.5.2009 um 4.42 Uhr bestätigt.

Phase 4: Korrektur der Freischaltung der GBA Armaturen (13.05.2009)

Zur Erkennung der elektrisch unscharf Schaltung der GBA Armaturen wird in der KKP Meldung vom 18.4.2011 /16/ ausgeführt:

„Der Freischaltzustand wurde bei der ersten Anlagenkontrolle nach der Freischaltung (nach Schichtübernahme durch die Frühschicht) erneut bewertet und am 13.05.2009 dahingehend geändert, dass die betroffenen GBA'en zwar AUF, aber nicht UNSCHARF gestellt wurden.“

Gemäß den vorliegenden Freischalt- und Normalisierungslisten /10/ wurde hierzu am 13. Mai 2009 um 9.25 Uhr vom Betriebsbüro der Normalisierungsschritt 03 von 03 erstellt. Die Prüfung durch die Schicht erfolgte um 9.42 Uhr. Der Normalisierungsschritt wurde um 11.15 Uhr freigegeben und um 11.16 Uhr als durchgeführt bestätigt.

Ein Eintrag ins Schichtbuch vom 13. Mai 2009 mit Angaben zur Nichtverfügbarkeit der beiden Armaturen erfolgte gemäß den vorgelegten Kopien des Schichtbuchs nicht.

Dazu war dann vorgesehen, die Sprühflutanlagen bis zu den Fernschaltventilen unter Druck zu setzen (keine Handmaßnahmen mehr nötig). Die hierfür notwendigen Festlegungen wurden bei der Erstellung der Freischaltliste berücksichtigt, das oben genannte Dokument wurde damit als hinfällig betrachtet.“

2.2 Bewertungen

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 1

- 1-1: Die Sicherheitsbetrachtung in /3/ enthält die Aussage, dass die Sprühwasserlöschanlagen im UJB Gebäude durch die zweite Einspeisung der Feuerlöschwasserversorgung weiter versorgt werden können. Diese Aussage ist unzutreffend, da die Durchführung der Änderungsmaßnahme die Freischaltung der regulären Feuerlöschwasserversorgung SGA60 im UJB erforderte, wodurch eine Ersatzmaßnahme erforderlich wurde.
- 1-2: Die Verneinung des Vorliegens des Merkmals B-2 der ÄO („Veränderungen, bei deren Durchführung sicherheitstechnisch oder sicherungstechnisch wichtige Einrichtungen beeinträchtigt sein können.“ /5/) im ÄA 56/04 /2/ ist unverständlich, da in der dazugehörigen Sicherheitsbetrachtung angeführt wird, dass bei den Änderungsmaßnahmen im Schaltanlagegebäude die Einspeiseleitungen bis zu den Absperrarmaturen vor den Steinfängern freigeschaltet werden müssen und die Sprühwasserlöschanlagen dann nicht verfügbar sind.

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 2

- 2-1: Die IHO /11/ enthält in Abschnitt 6.3.4 die Vorgabe, dass die geplanten Arbeiten für Arbeitsaufträge Typ A1, A2 und B1 vom Betriebsbüro im Rahmen der technischen Klärung auf ihre Auswirkungen im Hinblick auf die Anlagensicherheit und die Anlagenverfügbarkeit zu überprüfen und zu bewerten sind. In diesem Zusammenhang ist eine Sicherheitsbetrachtung durchzuführen, bei der u.a. „im Einzelfall zu analysieren ist, in wie weit durch die Arbeiten ein Einfluss auf den Anlagenbetrieb oder auf die Verfügbarkeit von Systemen oder Komponenten der Kraftwerksanlagen besteht oder nicht ausgeschlossen werden kann. (...)“. Ein dokumentiertes Ergebnis dieser Sicherheitsbetrachtung wurde dem AA SGA57 nicht beigelegt.

Somit wurde im Rahmen der technischen Klärung keine gegenüber der sehr knappen Sicherheitsbetrachtung in Phase 1 (in /3/) erweiterte oder gesonderte Sicherheitsbetrachtung dokumentiert.

Der AA SGA57 beinhaltet die vollständige Freischaltung der regulären Feuerlöschwasserversorgung im UJA und UJB und die Bereitstellung einer Ersatzmaßnahme. Um die sicherheitstechnische Bedeutung von Arbeiten dieses Umfangs und die daraus für die konkrete Planung der Durchführung der Maßnahmen zu beachtenden Aspekte in Umfang und Tiefe ausreichend beurteilen zu können ist u. E. eine systematisch abgeleitete, alle potentiell relevanten Aspekte umfassende Sicherheitsbetrachtung vorzunehmen. Das Ergebnis ist nachvollziehbar so zu dokumentieren, dass die Folgeschritte darauf aufbauend konsistent geplant, kontrolliert und umgesetzt werden können. Beispielsweise sollte das dokumentierte Ergebnis der Sicherheitsbetrachtung dazu geeignet sein, auch im Falle von sich im Folgenden noch ändernden Randbedingungen der Änderungsmaßnahme die Gültigkeit der Ergebnisse der Sicherheitsbetrachtung überprüfen und insbesondere die Notwendigkeit für eine Überprüfung der Gültigkeit erkennen zu können.

- 2-2: Im Rahmen der Erstellung des AA SGA57 /4/ wurden wesentliche Änderungen gegenüber der in Phase 1 vorgelegten (und dem Freigabebescheid des UM /9/ zugrunde liegenden) Änderungsanzeige bzw. technischen Beschreibung /3/ vorgenommen. Diese Änderungen umfassten insbesondere
- das Durchführen von Maßnahmen während des Leistungsbetriebs und
 - die brandschutztechnische Ersatzmaßnahme mittels der Einspeisung über SGA70.

Für diese Änderungen liegt keine im Rahmen der technischen Klärung durchgeführte Sicherheitsbetrachtung dokumentiert vor.

Dies ist u. E. ein Mangel, der konkret dazu beigetragen haben kann, dass im Zuge der im Folgenden durchzuführende Prüfschritte die fehlerhaften Freischaltungen nicht bemerkt wurden.²

- 2-3: Die Einstufung des Fehlens einer ausreichend dokumentierten Sicherheitsbetrachtung als Mangel zeigt sich auch darin, dass
- die Bewertung der Wirksamkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme bzw. die Bewertung der Abweichungen hinsichtlich der Verfügbarkeit von Brandschutzeinrichtungen verglichen mit dem Normalzustand nicht nachvollziehbar dokumentiert ist; vielmehr legen unsere Betrachtungen nahe, dass die Ersatzspeisung über SGA70 als nicht ausreichend wirksam bzw. gleichwertig zu bewerten ist (siehe hierzu Anhang 1),
 - die Ersatzspeisung über SAG70 nicht die Anforderung in Abschnitt 4.2.3 (7) der KTA Regel 2101.1 /17/ erfüllt, da gemäß /18/ für die beiden SGA70 GBA Armaturen ein Öffnen von der Warte aus nach einem Schließbefehl durch das Reaktorschutzsystem nicht realisiert ist³, und es unklar bleibt, inwieweit dieser Sachverhalt im Zuge der technischen Klärung bewertet wurde. Diese Situation lag nach Aufhebung der Freischaltung der SGA70 GBA Armaturen über einen Zeitraum von 16 Tagen vor.
 - Hinweise für die Schicht, wie im Falle eines anlageninternen Überflutungsereignisses vorzugehen ist, nicht beigelegt wurden, obgleich sich infolge der Freischaltmaßnahmen relevante Abweichungen vom Schutzkonzept gegen anlageninterne Überflutung ergeben haben (siehe hierzu die Ausführungen in Abschnitt 3.1 zum Aspekt „Potential einer Ringraumüberflutung“).
- 2-4: Im Rahmen der technischen Klärung wurde für den Arbeitsauftrag (AA) SGA57 ein Vorliegen von Betriebsbeeinträchtigungen verneint.

Dies entspricht nicht unserem Verständnis der IHO⁴, da bei der gewählten Freischaltplanung folgende Betriebsbeeinträchtigungen (gemäß Definition in der IHO) der Feuerlöschwasserversorgung vorlagen (detailliertere Angaben hierzu sind im Anhang 1 zu finden):

- Die Wandhydranten SGA55 im UJB sowie SGA53 im UKA waren nicht mit Löschwasser versorgt;
- Im Gegensatz zu den Pumpen des Feuerlöschsystems sind die Pumpen des für die Ersatzspeisung über SGA70 herangezogenen Werkwassersystems gemäß Systembeschreibung GHA /20/ nicht notstromversorgt;
- Nach Erschöpfung der Werkwasservorräte wären Handmaßnahmen zur Gewährleistung einer weiteren Löschwasserspeisung erforderlich gewesen, auslegungsgemäß erfolgt dies automatisch;
- Das Öffnen der Sprühwasserlöschanlagen SGD 56 und SGD 57 im UJB von der Warte aus über die zugehörigen Fernschaltventile war nicht möglich. Im Brandfall wären Handmaßnahmen an den Löschanlagen (Öffnen von SGA70 und SGD Armaturen) erforderlich gewesen.

² Im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung hätten u. E. insbesondere die folgenden Aspekte explizit betrachtet und dokumentiert werden müssen: ggf. erhöhtes Potenzial für eine Ringraumüberflutung infolge der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Auslegung des Feuerlöschsystems gegen EVA, Wirksamkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahmen unter Einbeziehung des Anlagenzustandes (Leistungsbetrieb, Revision), Einhaltung sonstiger brandschutztechnischer Vorgaben.

³ Anforderung in Abschnitt 4.2.3 (7) aus KTA Regel 2101.1: „Die Durchdringungsarmaturen der Löschwasserversorgung für den Sicherheitsbehälter müssen nach einem Schließbefehl des Reaktorschutzsystems wieder geöffnet werden können.“

⁴ Gemäß IHO /11/ ist eine Betriebsbeeinträchtigung wie folgt charakterisiert: „Eine Betriebsbeeinträchtigung besteht immer dann, wenn die Verfügbarkeit von Systemen, Anlagenteilen oder Komponenten der Kraftwerksanlage eingeschränkt ist, oder im Rahmen der Durchführung von Arbeiten eine Einschränkung möglich ist. Dies gilt auch dann, wenn deren spezifikationsgerechter Zustand nicht vorhanden ist.“

Für den Fall einer Betriebsbeeinträchtigung existiert ein gesondertes Formular zur Beschreibung (Anhang 3.5 der IHO). Zudem sind gemäß IHO verschiedene Vorgaben zu beachten (speziell im Hinblick auf den Brandschutz siehe IHO 6.3.8).

- 2-5: Die Kommunikation mit den für den Brandschutz zuständigen Personen war unzureichend, da zum Zeitpunkt des Abschlusses der technischen Klärung noch ein unterschiedliches Verständnis bezüglich der Durchführung der Ersatzeinspeisung über SGA70 vorlag. Gemäß IHO 6.3 gilt, dass „der Verfasser der entsprechenden Festlegungen bzw. Informationen dafür zu sorgen hat, dass alle davon betroffenen Personen davon in Kenntnis gesetzt werden.“ (siehe auch IHO 4.11.2). Die Koordination der beteiligten Organisationseinheiten war demnach nicht in ausreichendem Maße gegeben. Es scheinen keine ausreichenden Abstimmungsgespräche (gemäß IHO 6.3) aller Betroffenen vor Abschluss der technischen Klärung stattgefunden zu haben.

Diese Situation führte offensichtlich auch dazu, dass das dem betreffenden Arbeitsschein beigefügte gesonderte Brandschutzdokument /12/, von dem Teile (gemäß den Aussagen von KKP im Fachgespräch vom 24.1.2012) während der Durchführung der Maßnahmen als „hinfällig“ bewertet wurden, nicht aktualisiert wurde.⁵

Die Inkonsistenz zwischen dem Brandschutzdokument /12/ und den Freischaltplanung im Hinblick auf die Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA hatte zur Folge, dass auf der Warte Unterlagen mit unterschiedlichen Angaben zur Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA vorlagen. Die Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen gemäß Freischaltliste erforderte im Gegensatz zur Vorgehensweise gemäß Brandschutzdokument im Brandfall keine Handmaßnahmen vor Ort. Die gemäß Freischaltplanung gewählte Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA hätte ggf. im Brandfall anhand der Freischaltliste mit Hilfe eines Systemschaltplans rekonstruiert werden müssen, da eine Beschreibung im Klartext nicht vorlag. Zudem hätte die fehlende Löschwasserversorgung der Wandhydranten SGA55 im UJB sowie SGA53 im UKA im Brandfall auf Basis der vorliegenden Unterlagen nur anhand der Freischaltliste mit Hilfe eines Systemschaltplans rekonstruiert werden können, da eine Beschreibung im Klartext nicht vorlag. Das Brandschutzdokument /12/ und die Freischaltlisten /10/ enthalten keine Aussagen zu etwaigen Ersatzmaßnahmen für die fehlende Löschwasserversorgung der o.g. Wandhydranten. Eine schriftliche Dokumentation der Ersatzmaßnahmen, die gemäß KKP Schreiben vom 6.2.2012 /19/ für die von der Freischaltung betroffenen Wandhydranten vorgesehen waren, ist nicht vorgelegt worden und wurde daher offenbar nicht erstellt.⁶

- 2-6: Dem betreffenden Arbeitsschein des AA SGA57 /4/ wurde kein Brandschutzschein beigelegt, sondern ein gesondertes Dokument /12/. Dieses Dokument enthält keine Festlegung dahingehend, dass eine schriftliche Sonderfreigabe erforderlich und durch wen sie ggf. zu erteilen gewesen wäre. Somit war nicht gefordert, dass einzelne Festlegungen im Brandschutzdokument, wie z.B. die Verlegung einer A-Leitung vom Überflurhydranten SGA10 AA004 zur Schleuse UJB 03-43 vor Ort auf Durchführung bzw. Einhaltung zu überprüfen und im Rahmen einer Sonderfreigabe vor Ort schriftlich freizugeben waren, wie gemäß IHO 6.3.8 /11/ gefordert.⁷

⁵ Die Festlegung in dem Brandschutzdokument /12/, wonach den Schichtrundgängern im UJA und UJB während der gesamten Freischaltdauer ein TMI-R0-Schlüssel für die SGA70 Armaturen auszuhändigen sei, wurde gemäß den uns vorliegenden Kopien aus dem Schlüsselbuch seitens der Schichten beachtet, was dafür spricht, dass das Dokument nicht insgesamt als hinfällig betrachtet wurde. Weiterhin enthalten die von uns geprüften Tagesprogramme (bis inkl. 15.5.2009) den Hinweis: „Erforderliche Ersatzmaßnahmen von UZ1 liegen bei BS2 vor.“ Hiermit dürfte das Brandschutzdokument gemeint sein.

⁶ Die Tagesprogramme enthalten einen Verweis auf die Ersatzeinspeisung durch das Werkwassersystem über SGA70. Hierbei wird auch darauf hingewiesen, dass im Bedarfsfall „die entsprechende Sprühflutanlage im UJB durch gezieltes Öffnen der v.O. Armatur (TMI R0) mit Wasser versorgt werden“.

⁷ Für den Arbeitsschein mit der AS-Nr. AS09-001941-02 und der AS-Kurzbeschreibung „Austausch der Armatur SGA57-AA001 und der Rohrleitung SGA57BR002“ wurde ein Brandschutzschein erstellt. Dessen Inhalte betrafen

- 2-7: Gemäß /14/ war in der Vorplanung der Freischaltung die elektrische Betriebsbereitschaft vorgesehen, die Betriebsbereitschaft wurde dann jedoch infolge von Voreinstellungen des Betriebsführungssystems unbemerkt rückgesetzt (auf „unscharf“).

Ein Dokument, anhand dessen diese Vorplanung nachträglich bestätigt werden kann, ist uns nicht vorgelegt worden, es liegt uns jedoch auch keine Unterlage vor, die dieser Ursachenbenennung entgegensteht.

Die ursprünglich zusammen mit der Freischaltliste am 29.4.2009 erstellte Normalisierungsliste wurde im Zusammenhang mit dem elektrisch scharf Schalten der GBA Armaturen am 13.5.2009 geändert und damit neu erstellt.⁸ Gemäß Schreiben des KKP vom 14. Februar 2012 /30/ kann die ursprüngliche Normalisierungsliste heute nicht mehr erzeugt werden, da Vorgängerversionen nicht im BFS gespeichert werden. Gemäß /30/ sei über die Protokollsätze jedoch erkennbar, dass die beiden die GBA Armaturen betreffenden Positionen aus dem Normalisierungsschritt 1 entfernt und dem Normalisierungsschritt 3 zugeordnet wurden.

Damit enthielt die Normalisierungsliste in der ursprünglichen Fassung offenbar neben der Aktion „Die Armaturen GBA 1 SGA70-AA002 und GBA 2 SGA70-AA001 gemäß BHB Teil-Kapitel 4 – 7.4 / Abschn./ Seite 2 / 41 stellen“ (d.h. sie zu schließen) auch die beiden Schritte, dass die Armaturen von der Stellung AUF in die Stellung AUF und schaltbereit zu bringen waren.

Somit war die Unschärfstellung der SGA70 Armaturen nicht nur in der entsprechenden Freischaltliste /10/ sondern offenbar auch in der ursprünglichen Normalisierungsliste vorhanden. Dies bedeutet, dass die gemäß IHO vorgesehenen Prüfungen der Richtigkeit von Festlegungen im Rahmen der technischen Klärung /11/ hier mehrfach nicht gegriffen haben. Dies legt nahe, dass bei den beteiligten Personen eine unzureichende kritisch hinterfragende Grundhaltung vorlag.

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 3

- 3-1: Das Umweltministerium Baden Württemberg hatte mit Schreiben vom 28. Januar 2009 /9/ seine Zustimmung zur Umsetzung der in Revision 4 der Technischen Beschreibung der ÄA 56/04 beschriebenen Maßnahmen erteilt. Dies erfolgte unter der Voraussetzung, dass das Vorhaben entsprechend der revidierten und vom Gutachter geprüften /8/ Technischen Beschreibung /3/ durchgeführt wird.

In der Technischen Beschreibung /3/ ist u.a. dargestellt, dass sämtliche Maßnahmen in der Revision 2009 durchgeführt werden sollten. Demgegenüber enthält der Arbeitsauftrag SGA57 /4/ den Eintrag, dass die Durchführung während des Leistungsbetriebs erfolgen soll. Eine Zustimmung zu dieser sicherheitstechnisch relevanten Veränderung der Umsetzung der Änderungsanzeige wurde nicht angefragt. Auch eine Information der Aufsichtsbehörde dahingehend, dass die Durchführung des Arbeitsauftrags SGA57 nicht in der Revision 2009 sondern schon vorher im Leistungsbetrieb stattfinden sollte, erfolgte nicht.

konkrete brandschutztechnische Belange vor Ort bei Ausbau und Einbau von Armatur und Rohrleitung. Festlegungen zur Verfügbarkeit von Ersatzmaßnahmen waren darin nicht enthalten.

⁸ Für die Korrektur des fehlerhaften Freischaltung der Stromversorgung der GBA Armaturen SGA70 AA001/002 wurde der Normalisierungsschritt 03 von 03 vom Betriebsbüro KKP 2 am 13.5.2009 um 9.25 Uhr neu erstellt. Ebenso wurde der Normalisierungsschritt 01 von 03 (Normalisierung der Ersatzeinspeisung über SGA70) am 13.5.2009 um 9.25 Uhr vom Betriebsbüro neu erstellt. Der Normalisierungsschritt 02 von 03 (Normalisierung von SGA60) trägt demgegenüber dasselbe Erstelldatum wie die Freischaltlisten (29.4.2009).

- 3-2: Auf dem Fachgespräch am 12. Mai mit dem Gutachter erfolgte die Präsentation des „Gesamtkonzepts“ der Ersatzmaßnahmen offenbar allein mündlich (eine Dokument hierzu lag gemäß unserer Notizen zu den Aussagen von KKP am 24.1.2012 nicht vor). Ein solches Vorgehen, ebenso wie eine darauf aufbauende gutachtliche Bewertung, stellt angesichts der sicherheitstechnisch relevanten und nicht trivialen Aspekte der Maßnahmen u. E. keine gute Praxis dar, insbesondere nicht vor dem Hintergrund des o. g. engen Zeitrahmens. Vor allem die Verlagerung der Änderungsdurchführung von der Revision in den Leistungsbetrieb hätte u. E. eine sorgfältige und nachvollziehbare Bewertung der sicherheitstechnisch relevanten Aspekte auch durch den Gutachter erfordert.
- 3-3: Die beiden gemäß IHO vor der Durchführung der Freischaltungen durchzuführenden unabhängigen Kontrollschritte (Prüfung und Freigabe) haben die Unscharfschaltung der beiden GBA SGA70 Armaturen nicht bemerkt, weder in der Freischalt- noch in der Normalisierungsliste. Darüber hinaus hätte u. E. die Schicht, die die Freischaltung durchführte, spätestens nach dem Anbringen der „Pultzettel“ an Betätigungsbausteinen der freigeschalteten GBA Armaturen SGA70 in der Warte den sicherheitstechnisch unzulässigen Zustand erkennen können.

Dies lässt u. E. auf eine unzureichende Aufmerksamkeit bzw. kritisch hinterfragende Grundhaltung bei den beteiligten Personen schließen.

Im Hinblick auf die Prüfung der Freischaltlisten am 12.5.2009 ist festzustellen, dass die Prüfung ggf. dadurch erschwert wurde, dass der Arbeitsauftrag SGA57 mit den Freischaltlisten /10/ und dem Brandschutzdokument /12/ Unterlagen mit unterschiedlichen Angaben zur Ausführung der Ersatzmaßnahme umfasste. Das Brandschutzdokument enthält durch die mehrfache Feststellung, dass im Brandfall die GBA Armaturen SGA70 AA001/002 zu öffnen sind und die Funktion der GBA Armaturen sichergestellt sein müsse, einen starken Fokus auf den Brandschutzaspekt. Dem Dokument liegen dabei offenbar andere Annahmen zur Stellung der GBA Armaturen zu Grunde als dies gemäß Freischaltplanung vorgesehen war, da das Brandschutzdokument mehrfach das Öffnen der GBA Armaturen im Brandfall fordert. Demgegenüber waren die GBA Armaturen gemäß der Freischaltplanung, unabhängig von der vorübergehenden fehlerhaften Freischaltung der Stromversorgung des Antriebs, ohnehin geöffnet. Der Fokus auf die sichere Löschwasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA wird auch in Meldung des KKP vom 18.4.2011 /16/ angesprochen.

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 4

- 4-1: Gemäß Warten- und Schichtordnung des KKP /21/ sind „Wesentliche Aufzeichnungen wie (...), Wiederkehrende Prüfungen, Angaben zur Nicht-Verfügbarkeit von Sicherheits- und sicherheitstechnisch wichtigen Systemen sowie besondere Vorkommnisse und Anweisungen“ vom Schichtleiter zu dokumentieren.

Demnach hätte die fehlerhafte Freischaltung der Stromversorgung der GBA Armaturen SGA70 AA001/002 nach Entdeckung und Behebung im Schichtbuch notiert werden müssen, da eine „Nicht-Verfügbarkeit von Sicherheits- und sicherheitstechnisch wichtigen Systemen“ vorlag. Dies ist nicht erfolgt.

- 4-2: Gemäß IHO Abschnitt 5. /11/ sind festgestellte Störungen zu melden. Auch wenn eine Störung / ein Mangel nur kurzzeitig besteht oder kurzfristig behoben wird, ist nachträglich eine Störmeldung zu erstellen. Ziel ist es dabei, alle Störungen und Mängel systematisch im BFS zu erfassen. In die Startgruppe 1 fallen besonders bedeutsame Störungen/Mängel, die die Anlagensicherheit oder die Anlagenverfügbarkeit unmittelbar beeinträchtigen oder beeinträchtigen können und deren Behebung unverzüglich auch außerhalb der normalen Arbeitszeit einzuleiten ist. Dazu gehören Unverfügbarkeiten von sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten.

Demnach hätte u. E. aufgrund der eingetretenen wenn auch kurzzeitigen Unverfügbarkeit der beiden GBA Armaturen eine Störmeldung gemäß IHO im BFS eröffnet werden müssen. Gemäß KKP Schreiben vom 14. Februar 2012 /30/ wurde keine Störmeldung erstellt, da die Rückstellung der Armaturen über die Normalisierungsliste erfolgte.

2.3 Zusammenfassende Bewertung

Zu den Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs kommen wir auf Basis der in Abschnitt 2.2 genannten Ergebnisse zu folgender zusammengefasster Bewertung:

1. Als konkrete Ursache für die Unscharfschaltung der beiden SGA70 GBA Armaturen benennt der Betreiber unbemerkt gebliebene, vom Betriebsführungssystem automatisch vorgenommene Rücksetzungen von nicht zwischengespeicherten Eingaben bei der Erstellung der Freischaltlisten, entgegen der gemäß Vorplanung gewollten Scharfschaltung der Armaturen. Ein Dokument, anhand dessen diese Vorplanung nachträglich bestätigt werden kann, ist uns nicht vorgelegt worden, es liegt uns jedoch auch keine Unterlage vor, die dieser Ursachenbenennung entgegensteht. Festzustellen ist, dass die Unscharfschaltung der SGA70 GBA Armaturen offenbar nicht nur in der entsprechenden Freischaltliste sondern auch in der ursprünglichen Fassung der zugehörigen Normalisierungsliste vorhanden war.

Darüber hinaus weisen wir im Hinblick auf beitragende Randbedingungen und Ursachen für die Entwicklung des Ereignisablaufs auf folgendes hin:

2. Es lagen u. E. folgende Mängel bei der Planung, Durchführung und Dokumentation der Änderungsmaßnahme vor:
 - Die dokumentierte Sicherheitsbetrachtung war hinsichtlich Umfang und Tiefe unzureichend (siehe Bewertungsergebnisse 1-1, 2-1, 2-2 und 2-3 in Abschnitt 2.2).
 - Vorgaben der Änderungs- und Instandhaltungsordnung sowie der Warten- und Schichtordnung wurden nicht entsprechend unserem Verständnis dieser Vorgaben umgesetzt (siehe Bewertungsergebnisse 1-2, 2-4, 2-6, 3-1, 4-1 und 4-2 in Abschnitt 2.2).
 - Die interne und externe Kommunikation wurde nicht angemessen vorbereitet bzw. dokumentiert (siehe Bewertungsergebnisse 2-5, 3-1 und 3-2 in Abschnitt 2.2).
 - Es lag nicht durchgehend die anzustrebende kritisch hinterfragende Grundhaltung der Beteiligten vor (siehe Bewertungsergebnis 2-7 und 3-3 in Abschnitt 2.2).

3. Potentielle sicherheitstechnische Konsequenzen

Die Bewertung der potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen des Anlagenzustands, wie er sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt hat, wird anhand folgender Aspekte vorgenommen:

- Aspekt 1: Unverfügbarkeit des Gebäudeabschlusses
- Aspekt 2: Beeinträchtigung der Verfügbarkeit und der Wirksamkeit des Feuerlöschsystems
- Aspekt 3: Potential einer Ringraumüberflutung
- Aspekt 4: Potential des Eintrags nicht boriierten Wassers in den Reaktorgebäudeinnenraum

3.1 Bewertungen

Aspekt 1: Unverfügbarkeit des Gebäudeabschlusses

Bei einem Störfall mit Aktivitätsfreisetzung im Reaktorgebäudeinnenraum UJA (z.B. bei einem KVM Störfall) ist eine Aktivitätsabgabe an die Umgebung zu verhindern. Dazu werden alle den Re-

aktorsicherheitsbehälter durchdringenden Leitungen, die nicht zur Störfallbeherrschung benötigt werden, durch GBA Armaturen abgesperrt (Gebäudeabschluss).

Infolge der Unscharfschaltung der beiden SGA70 GBA Armaturen für einen Zeitraum von ca. 10 Stunden wäre im Anforderungsfall der Gebäudeabschluss zunächst unvollständig gewesen. In einem solchen Fall hängt die mögliche Aktivitätsfreisetzung vom Zustand der betroffenen Systeme ab, in diesem Fall vom Zustand des Feuerlöschwassersystems SGA innerhalb und außerhalb des Reaktor Gebäudes sowie vom Zustand des Werkwassersystems GHA. Da das SGA und das GHA im Normalzustand geschlossene Systeme sind, kann es nur bei einem gleichzeitigen Versagen der Systemintegrität innerhalb und außerhalb des Reaktor Gebäudes zu Aktivitätsfreisetzungen kommen.

Ein Versagen des SGA infolge eines KMV Ereignisses kann innerhalb des UJA nicht ausgeschlossen werden (infolge von Strahlkräfte, Trümmerlasten etc.). Der außerhalb des UJA liegende Teil des Feuerlöschwassersystems sowie das Werkwassersystem wäre davon nicht betroffen. Damit hätte es im Falle eines Versagens des Feuerlöschwassersystems im UJA zu einer Wassereinspeisung durch das GHA, nicht jedoch zu einem Aktivitätsaustritt über die SGA70 Leitung und das GHA in die Umgebung kommen können.

Im Falle von äußeren Einwirkungen kann ein Versagen von Einrichtungen der Feuerlöschwasserversorgung (z.B. Sprühflutanlagen) im UJA ggf. nicht ausgeschlossen werden.⁹ Weiterhin ist das zur Löschwasserversorgung genutzte GHA Systems nicht gegen äußere Einwirkungen ausgelegt. In diesem Fall hätte somit ggf. die Möglichkeit für eine Verbindung von der Atmosphäre im UJA (Versagen des Feuerlöschwassersystems) und die Umgebung (Beschädigung des Werkwassersystems) bestanden. Für diesen Fall ist allerdings eine Primärkühlmittelfreisetzung nicht zu unterstellen (Auslegung des Primärsystems).

Somit ist das Potential für eine Aktivitätsfreisetzung in beiden Fällen (KMV Störfall oder EVA) trotz des unvollständigen GBA u. E. als sehr gering zu bewerten. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Unvollständigkeit des GBA im Rahmen der bei Störfällen durchzuführenden Schutzzielkontrolle identifiziert wird und Maßnahmen zur Herbeiführung eines vollständigen GBA zeitnah (im Bereich von 30 Minuten) durchgeführt werden.

Angesichts dessen und der Tatsache, dass der fehlerhafte Zustand nach 10 h beseitigt wurde, ist die sicherheitstechnische Bedeutung des Ereignisses unter dem Aspekt „Unverfügbarkeit des Gebäudeabschlusses“ als gering einzustufen. Die Bewertung zur Zeitdauer der Unverfügbarkeit lässt sich auch aus der Reparaturzeitfestlegung in der Sicherheitsspezifikation ableiten, wonach ein Weiterbetrieb der Anlage bei unverfügbaren Gebäudeabschlussarmaturen für 24 h zulässig ist /22/.

Aspekt 2: Beeinträchtigung der Verfügbarkeit und der Wirksamkeit des Feuerlöschsystems

Die im Zuge des Arbeitsauftrages SGA57 realisierte Ersatzeinspeisung durch das Werkwassersystem über SGA70 entsprach einer in der Brandschutzordnung des KKP /23/ angesprochenen Möglichkeit zur Löschwasserversorgung im UJA und UJB. Davon unabhängig ist festzustellen, dass mit der Ersatzeinspeisung über SGA70 folgende Abweichungen von dem Normalzustand mit einer Feuerlöschwasserversorgung über SGA60 verbunden waren (detailliertere Angaben hierzu finden sich in Anhang 1):

- Die Systemauslegung des Werkwassersystems GHA weicht wie folgt von der Systemauslegung der Feuerlöschwasserversorgung ab (GHA: gemäß /20/ nach den Regeln der Tech-

⁹ Eine Bewertung, ob bei Einwirkungen von Außen ein Versagen von Einrichtungen der Feuerlöschwasserversorgung im UJA und UJB zu unterstellen ist, wurde von uns nicht vorgenommen.

nik ohne Anforderungsstufen errichtetes System, keine Notstromversorgung der GHA Pumpen, andere Pumpenkennlinien als die Feuerlöschwasserpumpen des KKP, geringere Förderkapazität der Werkwasserpumpen).

- Die Nennweite der SGA70 Leitungen beträgt 100 mm, die der freigeschalteten SGA60 Leitungen liegt bei 200 mm. Pro Meter Rohrleitungslänge ergeben sich daraus bei gleichem Massenstrom um ca. einen Faktor 30 höhere dynamische Druckverluste bei einer Wassereinspeisung über die Ersatzmaßnahme.
- Die Wandhydranten SGA55 im Reaktorgebäuderingraum UJB werden nicht mit Löschwasser versorgt.
- Die Wandhydranten SGA53 im Hilfsanlagegebäude UKA werden nicht mit Löschwasser versorgt.
- Nach Erschöpfung der Werkwasservorräte sind Handmaßnahmen zur Gewährleistung einer weiteren Löschwassereinspeisung erforderlich, auslegungsgemäß erfolgt dies automatisch.
- Das Öffnen der Sprühwasserlöschanlagen SGD 56 und SGD 57 im UJB von der Warte aus über die zugehörigen Fernschaltventile war nicht möglich. Im Brandfall wären Handmaßnahmen an den Löschanlagen (Öffnen von SGA70 und SGD Armaturen) erforderlich gewesen.
- Die GBA Armaturen SGA60 AA 002 und SGA60 AA 003 werden vom Gebäudeabschluss Signal des Reaktorschutzsystems automatisch zugefahren, können jedoch von Hand nach 1 s wieder aufgefahren werden /23/. Damit kann der Einspeisestrang SGA60 trotz eines anstehenden Reaktorschutzsignals im Falle eines Brands wieder geöffnet werden. Dies trifft für die GBA Armaturen in der Prüflleitung SGA70, die als Ersatzmaßnahme für die unverfügbare Feuerlöschwasserversorgung über SGA60 verwendet wurde, gemäß /18/ nicht zu.

Wie in Anhang 1 dargestellt, konnten mit der Löschwasserbereitstellung durch das Werkwassersystem zumindest die Sprühwasserlöschanlagen

- SGD 11 Dampferzeugeterräume im UJA,
- SGD 56 Leistungskabeltrassen Reaktoringraum UJB (teilweise) und
- SGD 57 Steuer- und Messkabeltrassen Reaktoringraum UJB (teilweise)

nicht mit den auslegungsgemäß erforderlichen Massenströmen versorgt werden. U.E. ist auch zweifelhaft, ob mit der in dem Brandschutzdokument /12/ beschriebene Variante für eine Löschanlage durch einen A-Schlauch vom Überflurhydranten SGA10 AA004 zu dem Anschluss SGA70 AA029 im UJB 03-43 ein auslegungsgemäßer Betrieb der Sprühwasserlöschanlagen möglich gewesen wäre (siehe Anhang 1).

Insgesamt liegen aus unserer Sicht eine Reihe von Hinweisen darauf vor, dass von einer sicherheitstechnischen Gleichwertigkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme nicht ausgegangen werden kann. Eine detaillierte Bewertung würde die Nachrechnung der Einspeisewege (Druckverlustberechnungen, Ermittlung der Anlagenkennlinien, Ermittlung des Zeitbedarfs für die erforderlichen Handmaßnahmen) erfordern.

Eine Bewertung, wonach das Verlegen der Maßnahmen aus der ÄA 56/04 von der Revision in den Leistungsbetrieb unter brandschutztechnischen Gesichtspunkten als sicherheitstechnisch günstiger oder zumindest gleichwertig einzustufen sei, liegt nicht in schriftlich dokumentierter Form vor. Insbesondere existiert keine dokumentierte Bewertung

- der einzelnen Brandrisiken in Abhängigkeit vom Betriebszustand,
- der sicherheitstechnischen Bedeutung einer eingeschränkten Funktionsfähigkeit von Brandschutzeinrichtungen in Abhängigkeit vom Betriebszustand sowie
- von Möglichkeiten zur Verringerung einzelner Brandrisiken in Abhängigkeit vom Betriebszustand.

Aufgrund der vorliegenden Hinweise, wonach von einer Gleichwertigkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme nicht ausgegangen werden kann, kommen wir zu dem Ergebnis, dass während der Durchführung des Arbeitsauftrags SGA57 über einen Zeitraum von 16 Tagen eine sicherheitstechnisch nicht unerhebliche Beeinträchtigung der Einrichtungen zur Brandbekämpfung im Reaktorgebäude und ggf. auch im Hilfsanlagengebäude bestand. Der Auffassung von KKP, dass im Leistungsbetrieb das geringere brandschutztechnische Risiko bestand, kann aus unserer Sicht zumindest für das Reaktorgebäude (bei in Betrieb befindlichen HKMP) nicht gefolgt werden, insbesondere wenn im Zuge der Revision für die Dauer der Ersatzeinspeisung auf Heißenarbeiten in den betroffenen Gebäuden / Gebäudebereichen verzichtet worden wäre (siehe diesbezüglich auch Anhang 2).

Aspekt 3: Potential einer Ringraumüberflutung

Das Sicherheitskonzept der Anlage umfasst Maßnahmen zur Verhinderung einer Ringraumüberflutung, da diese potentiell zu redundanzübergreifenden Ausfällen von Sicherheitseinrichtungen führen kann. Eine mögliche Überflutungsquelle stellt das Feuerlöschsystem dar. Dieser begegnet man u.a. damit, dass das Rohrleitungssystem der Feuerlöschwasserversorgung im Normalbetrieb im Bereich des Ringraums weitestgehend gegenüber der Wasserzufuhr abgesperrt wird. Der diesbezügliche Systemzustand, so wie er bis zur Durchführung der Änderungsmaßnahmen im Zuge der ÄA 56/04 bestand, ist wie folgt zu beschreiben:

Die Feuerlöschwasserversorgung SGA60 setzt sich im Ringraum aus einer halbkreisförmigen Leitung und den davon abzweigenden Rohrleitungen zur Versorgung der Hydranten im UJB, der Sprühwasserlöschanlagen im UJB und zur Versorgung der Feuerlöschwasserleitungen im UJA zusammen. Die halbkreisförmige Leitung tritt auf der einen Seite vom Hilfsanlagengebäude her kommend, auf der anderen Seite im Bereich der Frischdampfarmaturenstation vom Anlagengelände her kommend in das UJB ein. Nach dem jeweiligen Eintritt ins UJB sind die Absperrarmaturen SGA60 AA001 (zum Zeitpunkt der Ausführung des Arbeitsauftrags SGA 57 noch fernbetätigt) bzw. SGA57 AA001 im UJB angeordnet. Mit ihrer Hilfe wurde das verzweigte Rohrleitungssystem im UJB und UJA im Normalbetrieb zum Schutz vor anlageninternen Überflutungen gegenüber der Feuerlöschwasserversorgung abgesperrt. Im Brandfall wären diese Armaturen von der Warte aus aufzufahren gewesen (bzw. in bestimmten Fällen durch den Reaktorschutz) /23/, /25/.

Durch die Absperrung des Feuerlöschwasserleitungsnetzes im UJB und UJA wird insbesondere verhindert, dass eine Fehlauflösung von Sprühflutanlagen oder Wasserleckagen an Wandhydranten und Schlauchkupplungen zu Wassereinträgen oder einem unbeabsichtigten Besprühen von heißen Bauteilen (HKMP) führen können.

Mittels der Maßnahmen der ÄA 56/04 wurde der Stellantrieb an der Armatur SGA60 AA001 entfernt und stattdessen im Hilfsanlagengebäude UKA eine neue Armatur SGA60 AA010 mit Stellantrieb eingebaut. Seitdem kann auch das Leitungsstück zwischen dem Eintritt ins UJB und der Armatur SGA60 AA001 gegenüber der Feuerlöschwasserversorgung abgesperrt werden. Darüber hinaus wurde die K4a Armatur SGA57 AA001 durch eine neue K3 Armatur ersetzt. Der 90° Bogen zwischen dem Mauerrohr (Eintritt ins UJB) und der neuen K3 Armatur SGA57 AA001 wurde durch einen Bogen aus St 35.8 III verzinkt ersetzt. Mit den Maßnahmen wurde eine Verbesserung der Auslegung gegen anlageninterne Überflutung im UJB erreicht.

Während der Durchführung der Arbeiten zum Arbeitsauftrag SGA57 waren im Rahmen der gewählten Ersatzmaßnahme SGA70 die gesamten im UJB verlaufenden SGA70 Leitungen bis zu

- den Absperrventilen SGA70 der Sprühwasserlöschanlagen SGA 56/57 im UJB,
- den Wandhydranten SGA54 im UJB und
- den GBA Armaturen zum UJA

unabgesperrt mit dem Werkwassersystem GHA verbunden. Weiterhin waren bei der Ersatzspeisung die Sprühflutanlagen im Reaktorgebäudeinnenraum UJA bis zu den Fernschaltventilen und die Wandhydranten im UJA unabgesperrt mit dem Werkwassersystem verbunden.

Die im Normalbetrieb mit Ausnahme der Leitungsabschnitte bis zu den Armaturen SGA57/60 AA001 gegebene vollständige Absperrung des SGA Leitungsnetzes im UJB und UJA gegenüber einer Wasserzufuhr aus dem Feuerlöschwassersystem (SGA57 / SGA60) und dem Werkwassersystem (SGA70) zum Schutz des UJB und UJA vor Überflutung bzw. fehlerhafter Wassereinspeisung war infolge der Ersatzmaßnahme für einen Zeitraum von 16 Tagen nicht gegeben.

Demzufolge bestand auf Grund der signifikant längeren Rohrleitungslängen für 16 Tage ein höheres Risiko für Lecks im Feuerlöschsystem und eine geringere Zuverlässigkeit der Schutzmaßnahmen gegen Ringraumüberflutung.

Eine schriftliche Bewertung des Systemzustands im Hinblick auf das Überflutungspotenzial im UJB im Rahmen einer Sicherheitsbetrachtung wurde seitens KKP nicht erstellt. Weiterhin war dem Arbeitsauftrag keine Unterlage beigefügt, in der beschrieben wurde, dass infolge der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme in der oben dargestellten Form vom damals bestehenden Schutzkonzept gegen anlageninterne Überflutung abgewichen wurde.¹⁰ Etwaige Hinweise für die Schicht, die aufgrund der dargestellten Abweichungen vom Schutzkonzept gegen anlageninterne Überflutung zu beachten gewesen wären, lagen dem AA nicht bei.¹¹

Wird ausgehend von der Systembeschreibung des Werkwassersystems GHA /20/ ein Massenstrom von ca. 20 kg/s angesetzt, würde eine Einspeisemenge von 350 m³, entsprechend etwa dem Inventar eines Flutbehälters, nach etwa knapp 5 h erreicht werden. Diese Einspeisemenge führt noch nicht zu einem redundanzübergreifenden Versagen von sicherheitstechnischen Einrichtungen im Ringraum. Realistischer Weise kann erwartet werden, dass das Betriebspersonal in diesem Zeitraum auf Grund allgemeiner Anlagenkenntnisse wissensbasiert die Leckursache identifiziert und Handmaßnahmen zur Isolierung des Feuerlöschsystems durchführt. Unter diesen Gesichtspunkten ist die sicherheitstechnische Bedeutung dieses Aspekts als gering einzustufen.

Inwieweit ein länger andauerndes Überflutungsszenario innerhalb des Ringraums infolge eines Flugzeugabsturzes mit Ansatz des 10 h Autarkie-Postulats zu unterstellen ist, haben wir im Rahmen dieser Stellungnahme nicht bewertet.

Aspekt 4: Potential des Eintrags nicht borierten Wassers in den Reaktorgebäudeinnenraum

Wie bereits unter Aspekt 1 angesprochen, kann ein Integritätsverlust von Systemen des Feuerlöschsystems im UJA infolge mechanischer Einwirkungen bei einem KMV Störfall nicht ausgeschlossen werden. In dem für 10 Stunden bestehenden Systemzustand mit elektrisch unscharf geschalteten GBA Armaturen hätte in einem solchen Fall infolge der offenstehenden SGA70 AA001/002 Armaturen, die vom GBA nicht geschlossen worden wären, nicht boriertes Wasser aus dem GHA System in den Reaktorgebäudesumpf eingetragen werden können (siehe auch /26/). Für dieses Szenario ist zu bewerten, inwieweit es hierdurch zu einer unzulässigen Verdünnung der Borkonzentration im Sumpfwasser hätte kommen können.

¹⁰ In dem Brandschutzdokument, das dem Arbeitsauftrag SGA57 beigefügt war, findet sich lediglich der Hinweis „Während der Freischaltung wird SGA und SGD im UJA und UJB von GHA über die Spüleleitung SGA 70 versorgt“.

¹¹ Bei Auflaufen einer Meldung, dass der Füllstand im Ringraum hoch ist, ist auch zu überprüfen, ob die Absperrarmaturen der Feuerlöschwasserversorgung SGA57/60 geschlossen sind (BHB Teil 5, Kapitel 6.6). Diese Überprüfung wäre im Falle der Ersatzmaßnahme ohne Sinn gewesen. Stattdessen hätte eine Überprüfung möglicher Lecks an Einrichtungen der Feuerlöschwasserversorgung oder eine vorsorgliche Absperrung der Prüfleitung SGA70 außerhalb des oder am Eintritt in das UJB erfolgen müssen.

Bei einem (konservativ) unterstellten Massenstrom von 20 kg/s aus dem GHA System über die Prüfleitung SGA70 in das UJA über einen Zeitraum von 30 Minuten (angesichts der auf der Warte vorhandenen Pultzettel, die den Zustand der SGA70 Armaturen deutlich erkennbar signalisierten, ist u. E. ein längerer Zeitraum nicht zu unterstellen) ergibt sich eine Wassermenge von ca. 36 m³.

Die Bewertung der Folgen eines solchen Eintrags borfreien Wassers in den Reaktorgebäudesumpf auf die Sicherstellung der Unterkritikalität muss letztlich anhand der zyklusspezifischen Kernausslegungsdaten erfolgen. Diese Daten liegen uns für den fraglichen Zeitraum nicht vor. Wir gehen angesichts der Mengenverhältnisse (36 m³ entsprechen ca. 45 % der bei einem KVM unabhängig davon unterstellten Eintragsmenge borfreien Wassers und ca. 4 % der minimal bei einem großen Leck eingespeisten borierten Notkühlwasservorräte) jedoch nicht davon aus, dass die Unterkritikalitätsanforderung bei einem solchen Eintrag nicht eingehalten würde.

3.2 Zusammenfassende Bewertung

Bei der Bewertung der potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen des Anlagenzustands, wie er sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt hat, kommen wir zu folgendem zusammengefassten Ergebnis:

Im Hinblick auf die Prüfaspekte

- Unverfügbarkeit des Gebäudeabschlusses,
- Potential einer Ringraumüberflutung (infolge EVI oder naturbedingter EVA) und
- Potential des Eintrags nicht borierten Wassers in den Reaktorgebäudeinnenraum

bewerten wir die sicherheitstechnischen Konsequenzen als gering.

Im Hinblick auf den Prüfaspekt

- Beeinträchtigung der Verfügbarkeit und der Wirksamkeit des Feuerlöschsystems

kommen wir aufgrund der vorliegenden Hinweise, wonach von einer Gleichwertigkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme nicht ausgegangen werden kann, zu dem Ergebnis, dass während der Durchführung des Arbeitsauftrags SGA57 über einen Zeitraum von 16 Tagen im Leistungsbetrieb der Anlage eine sicherheitstechnisch nicht unerhebliche Beeinträchtigung der Einrichtungen zur Brandbekämpfung im Reaktorgebäude bestand.

4. Zusammenfassung

Zu den Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs kommen wir auf Basis der in Abschnitt 2.2 genannten Ergebnisse zu folgender zusammengefasster Bewertung:

1. Als konkrete Ursache für die Unscharfschaltung der beiden SGA70 GBA Armaturen benennt der Betreiber unbemerkt gebliebene, vom Betriebsführungssystem automatisch vorgenommene Rücksetzungen von nicht zwischengespeicherten Eingaben bei der Erstellung der Freischaltlisten, entgegen der gemäß Vorplanung gewollten Scharfschaltung der Armaturen. Ein Dokument, anhand dessen diese Vorplanung nachträglich bestätigt werden kann, ist uns nicht vorgelegt worden, es liegt uns jedoch auch keine Unterlage vor, die dieser Ursachenbenennung entgegensteht. Festzustellen ist, dass die Unscharfschaltung der SGA70 GBA Armaturen offenbar nicht nur in der entsprechenden Freischaltliste sondern auch in der ursprünglichen Fassung der zugehörigen Normalisierungsliste vorhanden war.

Darüber hinaus weisen wir im Hinblick auf beitragende Randbedingungen und Ursachen für die Entwicklung des Ereignisablaufs auf folgendes hin:

2. Es lagen u. E. folgende Mängel bei der Planung, Durchführung und Dokumentation der Änderungsmaßnahme vor:
- Die dokumentierte Sicherheitsbetrachtung war hinsichtlich Umfang und Tiefe unzureichend (siehe Bewertungsergebnisse 1-1, 2-1, 2-2 und 2-3 in Abschnitt 2.2).
 - Vorgaben der Änderungs- und Instandhaltungsordnung sowie der Warten- und Schichtordnung wurden nicht entsprechend unserem Verständnis dieser Vorgaben umgesetzt (siehe Bewertungsergebnisse 1-2, 2-4, 2-6, 3-1, 4-1 und 4-2 in Abschnitt 2.2).
 - Die interne und externe Kommunikation wurde nicht angemessen vorbereitet bzw. dokumentiert (siehe Bewertungsergebnisse 2-5, 3-1 und 3-2 in Abschnitt 2.2).
 - Es lag nicht durchgehend die anzustrebende kritisch hinterfragende Grundhaltung der Beteiligten vor (siehe Bewertungsergebnis 2-7 und 3-3 in Abschnitt 2.2).

Bei der Bewertung der potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen des Anlagenzustands, wie er sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt hat, kommen wir zu folgendem zusammengefassten Ergebnis:

Im Hinblick auf die Prüf Aspekte

- Unverfügbarkeit des Gebäudeabschlusses,
- Potential einer Ringraumüberflutung (infolge EVI oder naturbedingter EVA) und
- Potential des Eintrags nicht borierten Wassers in den Reaktorgebäudeinnenraum

bewerten wir die sicherheitstechnischen Konsequenzen als gering.

Im Hinblick auf den Prüf Aspekt

- Beeinträchtigung der Verfügbarkeit und der Wirksamkeit des Feuerlöschsystems

kommen wir aufgrund der vorliegenden Hinweise, wonach von einer Gleichwertigkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme nicht ausgegangen werden kann, zu dem Ergebnis, dass während der Durchführung des Arbeitsauftrags SGA57 über einen Zeitraum von 16 Tagen im Leistungsbetrieb der Anlage eine sicherheitstechnisch nicht unerhebliche Beeinträchtigung der Einrichtungen zur Brandbekämpfung im Reaktorgebäude bestand.

5. In Bezug genommene Unterlagen

- /1/ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Beauftragung zur Durchführung von sicherheitstechnischen Bewertungen, Schreiben vom 21.11.2011
- /2/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, KKP 2 – Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung, Schreiben an das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 8. September 2004, Anlage: Änderungsanzeige KKP 2 56/04 samt Technischer Beschreibung, Rev. 0 vom 28.8.2004
- /3/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, KKP 2 – Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung – Änderungsanzeige Nr. 56/04, Schreiben an das Umweltministerium Baden-Württemberg, 16. Dezember 2008, Anlage: Technischer Beschreibung, Rev. 4 vom 4.12.2008
- /4/ EnBW Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg 2, Arbeitsauftrag Nr. AA09-001941, Kurzbezeichnung: Austausch der Armatur SGA57-AA001 und der Rohrleitung SGA57BR002
- /5/ Kernkraftwerk Philippsburg, Betriebshandbuch KKP, Sicherheitsspezifikation, Änderungsordnung, Fassung 12.3.2007
- /6/ TÜV SÜD Energietechnik GmbH, Stellungnahme KKP 2: ÄA-Nr.: 056/04-B „Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung“, Stellungnahme vor Durchführung, MAN-ETB6-08-0123, 27.8.2008
- /7/ Umweltministerium Baden-Württemberg, KKP 2 – Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung, Schreiben an EnBW Kernkraft GmbH vom 8.10.2008
- /8/ TÜV SÜD Energietechnik GmbH, Stellungnahme KKP 2: ÄA-Nr.: 056/04-B „Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude und im Ringraum“, Bewertung der revidierten Technischen Beschreibung, MAN-ETB6-09-0008, 14.1.2009
- /9/ Umweltministerium Baden-Württemberg, KKP 2 – Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung, Schreiben an EnBW Kernkraft GmbH vom 28.1.2009
- /10/ EnBW Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg 2, Freischaltung FSL-Nr. FSL09-000883, Beschreibung: Austausch der Armatur SGA57-AA001 und der Rohrleitung SGA57BR002
- /11/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Betriebshandbuch Ordnungen Instandhaltungsordnung, Fassung 19.12.2007
- /12/ Brandschutzmaßnahmen zur Freischaltung von SGA 57 – AA 001 Arbeitsauftrag KP2 S09-1941, erstellt am 30.4.09
- /13/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, KKP 2: Sicherheitstechnische Bewertung von 3 Ereignissen, Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 15. Dezember 2011
- /14/ EnBW, [REDACTED] Abteilung PA, Gebäudeabschlussarmaturen bei Instandhaltungsarbeiten am Feuerlöschsystem am 12.05.2009, Aufsichtsgespräch SGA, 03.05.2011
- /15/ TÜV SÜD Energietechnik GmbH, Stellungnahme KKP 2: ÄA-Nr.: 056/04-B „Ertüchtigung der Feuerlöschwassereinspeisearmaturen und –leitungen im Schaltanlagegebäude UBA und im Ringraum UJB als Maßnahme gegen anlageninterne Überflutung“, Umsetzung der Empfehlungen aus MAN-ETB6-08-0123, MAN-ETP2-09-0498, 07.08.2009
- /16/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, KKP 2 – 3. Teilbetriebsgenehmigung, Auflage 1.2, Meldepflichtiges Ereignis 07/2011 – Kurzzeitige Freischaltung von Gebäudeabschlussarmaturen (GBA) im Feuerlöschsystem“, Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, 18. April 2011
- /17/ KTA Regel 2101.1, Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes, Fassung 12/00
- /18/ Bericht des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (UVM) zu den anonymen Vorwürfen zu Sachverhalten im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (KKP 2), 06.05.2011
- /19/ EnBW Kernkraft GmbH Kernkraftwerk Philippsburg, Fragen des Physikerbüros Bremen nach der Erörterung am 24.01.2012, Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 6. Februar 2012
- /20/ KWU, KKP 2 Systembeschreibung Werkwasserversorgung GHA, 676-V 422F-1V-5965, 7.1.1981
- /21/ Kernkraftwerk Philippsburg, Betriebshandbuch KKP, Sicherheitsspezifikation, Warten- und Schichtordnung, 02.12.2005
- /22/ BHB Philippsburg 2, Teil 2 – 1.3, Auflagen und Bedingungen zum Leistungsbetrieb der Anlage, 23.07.2008

- /23/ Kernkraftwerk Philippsburg, Betriebshandbuch KKP, Sicherheitsspezifikation, Brandschutzordnung, 07.08.2006
- /24/ KWU, Kernkraftwerk Philippsburg 2 Genehmigungsverfahren, Brandschutz im Kernkraftwerk, Ausgabe D, Revision 1 vom 20.2.1976, 1. TEG U 2.4-2
- /25/ EnBW Kernkraft GmbH Kernkraftwerk Philippsburg, Systembeschreibung SG-Feuerlöschsystem Nr. 5510, 30.4.2007
- /26/ KeTAG, Kerntechnik Gutachter-Arbeitsgemeinschaft Baden-Württemberg, Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (KKP 2), Aufsichtsverfahren gemäß § 19 AtG, UM-Auftrag vom 15.08.2006, Bewertung der Meldepflicht nach AtSMV Freischaltung im Feuerlöschsystem SGA 70, Hier: Protokoll der Clearingstellensitzung
- /27/ Systemschaltplan Werkwasserversorgung; Zeichnungs-Nr. 2/A/GHA/023720/M-VS, 16.11.2011
- /28/ Systemschaltplan Feuerlöschwassersystem (Nukl. Anlagenteil), Zeichnungs-Nr. 2/A/SGA03/023798/M-VS, 22.12.2009
- /29/ KKP 2, Betriebshandbuch, Teil 4, Kapitel 7.4, Stationäre Brandschutzsysteme SGA/SGD/SGK, 27.2.2009
- /30/ EnBW Kernkraft GmbH Kernkraftwerk Philippsburg, Nachfragen Physikerbüro Bremen zum Schreiben vom 06.02.2012, Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden- Württemberg, 14. Februar 2012

6. Anhänge

Anhang 1: Betrachtungen zur Wirksamkeit der brandschutz-technischen Ersatzmaßnahme

Anhang 2: Aspekte des Brandschutzes im Reaktorgebäudeinnenraum

Anhang 3: Liste der verwendeten Abkürzungen

Anhang 1: **Betrachtungen zur Wirksamkeit der brandschutztechnischen Ersatzmaßnahme**

Die Brandschutzordnung des KKP /23/ enthält für Freischaltungen an Brandschutzeinrichtungen u.a. folgende Regelungen:

„Bei funktionsbeeinträchtigenden Störungen, Freischaltungen und geplanten Instandhaltungsarbeiten an Brandschutzeinrichtungen sind die erforderlichen Ersatzmaßnahmen mit dem Brandschutzbeauftragten bzw. dem OBM v. D. abzustimmen.

Dabei kommen in Abhängigkeit der voraussichtlichen Dauer der Nichtverfügbarkeit, des Brandrisikos (Brandlast, Zündgefahr, Brandausbreitung), der sicherheitstechnischen Bedeutung und des Ausmaßes der Funktionseinschränkung folgende Ersatzmaßnahmen in Betracht:

- Brandwache einrichten
- Regelmäßige Kontrollgänge durchführen
- mobile Löscheinrichtungen vor Ort bringen
- Schlauchprovisorien installieren
- Ersatzspeisungen für "trockene" Löschwasserleitungen oder "trockene" Löschanlagen schaffen, z. B. durch Auslegen von Schläuchen oder durch Verwendung von Prüfleitungen (wie SGA 70) u.a.
- Nutzung anderer Wassersysteme, z. B. Werkwasser, Brunnenwasser, Deionat (z. B. GHA zur Bespeisung von UJA über SGA 70)“

und

„Gebäude mit Sprühwasserlöschanlagen (ausgenommen UEJ) werden von 2 Teilsträngen des Feuerlöschwassersystems (SGA) versorgt, so daß bei Ausfall eines Teilstranges die Löschwasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen noch gewährleistet ist. Von UJB nach UJA besteht nur eine Versorgungsleitung, eine Zweiteinspeisung ist über die Prüfleitung SGA 70 möglich.“

Für die brandschutztechnische Ersatzmaßnahme im Zuge des Arbeitsauftrags SGA57 wurde die Versorgung von Brandschutzeinrichtungen im Reaktorgebäude durch das Werkwassersystem GHA über die Prüfleitung SGA70 und somit eine in der Brandschutzordnung vorgesehene Variante gewählt.

Im Reaktorgebäude (UJA/UJB) sind gemäß Systembeschreibung „SG-Feuerlöschwassersystem“ /25/ folgende vom Feuerlöschwassersystem versorgte Sprühwasserlöschanlagen vorhanden:

- SGD 09 Ölbehälterräume HKMP im UJA, Massenstrom gemäß /25/: 10 kg/s;
- SGD 10 Ölrohrleitungen HKMP im UJA, Massenstrom gemäß /25/: 14 kg/s;
- SGD 11 Dampferzeugerunterräume im UJA, Massenstrom gemäß /25/: 60 kg/s;
- SGD 56 Leistungskabeltrassen Reaktoringraum UJB, Massenstrom gemäß /25/: 70/70/20/20 kg/s;
- SGD 57 Steuer- und Messkabeltrassen Reaktoringraum UJB, Massenstrom gemäß /25/: 40/20/10/10/20 kg/s;

Gemäß /25/ erfolgt die Auslösung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA/UJB von der Warte aus. Außerdem ist eine örtliche Auslösung der Anlagen möglich. Die Abschaltung erfolgt von der Warte aus oder vor Ort. Die Auslösung der Sprühwasserlöschanlagen für die HKMP Ölbehälterräume (SGD 09) erfolgt automatisch.

Gemäß /25/ darf, um einen günstigen Sprühwinkel zu erreichen, an den Düsen der Sprühwasserlöschanlagen der hydrodynamische Druck nicht unter 2,5 bar sinken.

Alle Sprühwasserlöscheinrichtungen und Wandhydranten im UJA sind sowohl an die Leitungen SGA60 als auch an die Leitungen SGA70 angeschlossen. Bei Normalbetrieb des Feuerlöschwassersystems sind die Absperrarmaturen zu den Prüf- und Spülleitungen SGA70 geschlossen und verriegelt. Entsprechendes gilt für die Sprühwasserlöscheinrichtungen und Wandhydranten im UJB, die mit den Leitungen SGA57/59/60 und den Leitungen SGA70/71/72 verbunden sind.

Die erforderlichen Armaturenstellungen für die Bereitstellung der Ersatzspeisung über SGA70 sind in der Freischaltliste Schritt 01 von 02 vom 29.4.2009 /10/ festgelegt. Die in der Freischaltliste /10/ vorgegebenen Armaturenstellungen werden im Folgenden im Hinblick auf die dadurch gewährleistete Wasserversorgung von Sprühwasserlöschanlagen und Wandhydranten zusammengefasst. Für die Darstellung haben wir den Systemschaltplan Feuerlöschwassersystem (Nukl. Anlagenteil) /28/ herangezogen. Die Angaben zu den Armaturenstellungen bei Normalbetrieb des Feuerlöschsystems haben wir den Armaturenstellungslisten im BHB Teil 4 Kapitel 7.4 /29/ entnommen.

Verbindung mit dem Werkwassersystem GHA

Die Prüf- und Spülleitungen SGA70 sind bei Normalbetrieb des Feuerlöschwassersystems durch drei geschlossene und verriegelte Armaturen (SGA70 AA028 im Maschinenhaus; SGA70 AA023/030 im UJB) vom Werkwassersystem getrennt. Im Zuge der Ersatzmaßnahme waren diese drei Armaturen geöffnet, die Verbindung SGA70 zum Werkwassersystem war gemäß den vorliegenden Informationen durchgeschaltet.

Versorgung der Wandhydranten im Reaktorgebäude Innenraum (UJA)

Durch Öffnen der im Normalbetrieb geschlossenen und verriegelten Absperrarmaturen zu den Prüf- und Spülleitungen SGA73 AA001, SGA74 AA001, SGA75 AA001 und SGA76 AA001 waren die Wandhydranten im Reaktorgebäude Innenraum (UJA) mit der Ersatzspeisung durch SGA70 verbunden.

Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen SGD 09/10/11 im Reaktorgebäude Innenraum (UJA)

Die Rohrleitungen des Feuerlöschwassersystems SGA60 im Reaktorgebäudeinnenraum (UJA) waren bei der Freischaltung aufgrund der geöffneten Absperrarmaturen SGA73 AA001, SGA74 AA001, SGA75 AA001 und SGA76 AA001 über die Steigleitungen der Wandhydranten im UJA mit der Ersatzspeisung über SGA70 verbunden. Es handelt sich hierbei, soweit anhand des Systemschaltplans /28/ erkennbar, um Rohrleitungen mit Nennweiten DN80 und DN50. Damit bestand die Möglichkeit einer Wasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen SGD 09/10/11 im UJA ohne vorherige Öffnung von Handarmaturen (d.h. Öffnung über die Warte und zusätzlich automatisch im Falle von JGD 09) über den folgenden Pfad:

GHA → SGA70 → Steigleitungen Wandhydranten im UJA → SGA60 → Sprühwasserlöschanlagen.

Versorgung der Wandhydranten im Reaktorgebäude Ringraum (UJB)

Die Freischaltliste /10/ enthält unterschiedliche Vorgaben für die Wasserversorgung der Wandhydranten SGA54 bzw. SGA55:

- Die Armatur SGA59 AA001 in der Steigleitung vom Feuerlöschwassersystem SGA60 zu den Wandhydranten SGA54 sollte gemäß Freischaltliste /10/ in „ZU“ Stellung gebracht werden (Stellung im Normalbetrieb: „auf verriegelt“). Die Armatur SGA71 AA001 in der Steigleitung von der Prüf- und Spülleitung SGA70 zu den Wandhydranten SGA54 sollte in „AUF“ Stellung gebracht werden (Stellung im Normalbetrieb: „zu verriegelt“). Damit war die Verbindung der Wandhydranten SGA54 zu SGA70 durchgeschaltet, die Verbindung zu SGA60 war abgesperrt.

- Die Armatur SGA58 AA001 in der Steigleitung vom Feuerlöschwassersystem SGA60 zu den Wandhydranten SGA55 sollte gemäß Freischaltliste /10/ in „AUF“ Stellung verbleiben (Stellung im Normalbetrieb: „auf verriegelt“). Die Armatur SGA72 AA001 in der Verbindungsleitung von den Wandhydranten SGA55 zum SGA70 sollte in „ZU“ Stellung verbleiben (Stellung im Normalbetrieb: „zu verriegelt“). Damit war die Verbindung der Wandhydranten SGA55 zu SGA70 weiterhin abgesperrt, die Verbindung zu SGA60 und damit zum Reparaturbereich war weiterhin durchgeschaltet. Als Grund wird in einem KKP Schreiben vom 6.2.2012 /19/ angeführt, dass die unterschiedlichen Stellungen der Armaturen SGA72 AA001 und SGA58 AA001 in Verbindung mit den geöffneten Armaturen SGA55 AA008 und SGA55 AA006 zur Entleerung bzw. Belüftung des Arbeitsbereiches dienten.

Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen SGD 56/57 im Reaktorgebäude Ringraum (UJB)

Die Absperrventile zwischen den Sprühwasserlöschanlagen SGD 56/57 und Leitungen SGA59 und SGA60 waren gemäß Freischaltliste /10/ in die Stellung „ZU“ zu bringen (Stellung im Normalbetrieb: „auf“). Damit war die Verbindung zu der regulären Löschwasserversorgung über SGA57 und SGA60 abgesperrt.

Gemäß Freischaltliste /10/ waren die betreffenden SGA70 Armaturen in der Stellung „ZU“ zu belassen. Weiterhin findet sich in der Freischaltliste die Bemerkung „Kann im Brandfall geöffnet werden (Ersatzmaßnahme)“. Zur Stellung der zugehörigen SGD Armaturen finden sich keine Aussagen in /10/. Die SGD Armaturen waren damit offensichtlich von der Freischaltung nicht betroffen und befanden sich in der gemäß BHB Teil 4 Kapitel 7.4 vorgegebenen Stellung „zu verriegelt“. Die entsprechenden SGA70 und SGD Armaturen hätten im Brandfall per Hand geöffnet werden müssen. Eine Inbetriebnahme der Sprühwasserlöschanlagen SGD 56/57 im UJB von der Warte aus war im Zuge der Ersatzmaßnahme nicht möglich.

Versorgung von Wandhydranten im Reaktorhilfsanlagengebäude (UKA)

Die Leitung SGA23 zur Löschwasserversorgung der Wandhydranten SGA53 im UKA zweigt von einem Leitungsabschnitt SGA57 ab, der mit dem Reparaturbereich unabsperbar verbunden war. Gemäß Freischaltliste /10/ war das Absperrventil SGA23 A001 in der Leitung SGA23 in die Stellung „ZU“ zu bringen (Stellung im Normalbetrieb: „auf“). Damit waren die Wandhydranten SGA53 im UKA von der regulären Löschwasserversorgung getrennt.

Das Werkwassersystem weist gemäß Systembeschreibung /20/ folgende Charakteristika auf:

- Das System ist nach den Regeln der Technik ohne Anforderungsstufe errichtet.
- Die Motoren der Werkwasserpumpen sind an das Normalnetz angeschlossen, d.h. nicht notstromversorgt.
- Die Werkwasserpumpen fördern einen Massenstrom von 27,7 kg/s bei einer Förderhöhe von 8 bar.
- Eine Werkwasserpumpe ist ständig in Betrieb. Bei Ausfall der Pumpe wird automatisch auf die in Reserve stehende Pumpe umgeschaltet.
- Für den Dauerbetrieb ist ein Werkwasserverbrauch von insgesamt von 10,5 kg/s angegeben.

Die druckseitige Rohrleitungen, die von den Werkwasserpumpen zum Anschluss an die Prüfleitung SGA70 im Maschinenhaus führen, weisen gemäß Systemschaltplan GHA /27/ größtenteils eine Nennweite von DN100 auf.

Gemäß SGA Systembeschreibung /25/ liefern die Werkwasserpumpen für die Sprühwasserlöschanlagen SGD 11 und einige Redundanzen der SGD 56 und SGD 57 nicht genügend

Wasser für eine 100% Prüfung. Deshalb müssen die Stationen mit einer Teilmenge (z. B. 50 %) geprüft und die Ergebnisse extrapoliert werden.

Wird unterstellt, dass die Bruttoförderleistung der im Betrieb befindlichen Werkwasserpumpe in Höhe von 27,7 kg/s bei einer Förderhöhe von 8 bar /20/ für die Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen vollständig zur Verfügung steht, ist dies für die auslegungsgemäße Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen SGD11 im UJA sowie teilweise auch SGD56 und SGD57 im UJB nicht ausreichend.

Wir unterstellt, dass die Bruttoförderleistung der im Betrieb befindlichen Werkwasserpumpe in Höhe von 27,7 kg/s abzüglich des für den Dauerbetrieb in /20/ angegebenen Werkwasserverbrauchs von insgesamt von 10,5 kg/s (somit verbleibend 17,2 kg/s) für die Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen vollständig zur Verfügung steht, ist dies für die auslegungsgemäße Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen SGD11 im UJA sowie SGD56 und teilweise auch SGD57 im UJB nicht ausreichend.

Somit war eine auslegungsgemäße Versorgung einzelner Sprühwasserlöschanlagen aufgrund der im Vergleich zu den Feuerlöschwasserpumpen des KKP geringeren Förderkapazität der Werkwasserpumpen nicht gegeben.

Bei einer turbulenten Rohrströmung ist der dynamische Druckverlust proportional zur Rohrlänge und zum Quadrat des Massenstroms sowie umgekehrt proportional zur 5. Potenz des Rohrdurchmessers. Dies bedeutet:

- Der dynamische Druckverlust pro Meter Rohrleitungslänge ist bei unterstellter gleicher Wandrauigkeit für die SGA70 Leitung mit DN100 um ca. einen Faktor 30 höher als für die SGA60 Leitung mit DN200.
- Wird der Massenstrom der SGA70 Leitung gleichmäßig auf vier Rohrleitungen mit DN50 (entsprechend der Situation an den Hydrantensteigleitungen) aufgeteilt, ergibt sich pro Meter Rohrleitungslänge bei unterstellter gleicher Wandrauigkeit ein ungefähr doppelt so hoher dynamischer Druckverlust wie in der SGA70 Leitung.

Somit ist für die Ersatzmaßnahme bei gleichem Massenstrom von deutlich höheren dynamischen Druckverlusten auszugehen als bei der regulären Feuerlöschwasserversorgung. Eine detaillierte Bewertung, in welchem Umfang dies die Löschwasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen im UJA und UJB über die geringere Kapazität der GHA Pumpen hinaus negativ beeinflusst hat, würde die Nachrechnung der Einspeisewege (Druckverlustberechnungen, Ermittlung der Anlagenkennlinien, Ermittlung des Zeitbedarfs für die erforderlichen Handmaßnahmen) erfordern.

Das Brandschutzdokument /12/ enthält die Festlegung, dass die trocken vorverlegte A-Schlauchverbindung an den Anschluss SGA70 AA029 im UJB 03-43 anzuschließen sei, falls größere Mengen Löschwasser benötigt würden. Diese Aussage interpretieren wir so, dass für den Fall einer Erschöpfung der Werkwasserbehälter die weitere Löschwasserversorgung über die Ringleitung des Feuerlöschwassersystems erfolgen sollte. Hier stehen durch die letztendliche Einspeisung von Flusswasser über die Feuerlöschpumpen von KKP 2 potenziell unbegrenzte Vorräte zur Verfügung. Die Wasserversorgung über den Anschluss der A-Schlauchverbindung an die Ringleitung des Feuerlöschwassersystems hätte zudem, im Gegensatz zur Wasserversorgung über das Werkwassersystem GHA, auch im Notstromfall zur Verfügung gestanden. Bei regulärer Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen über SGA 60 erfolgt der Übergang von der Werkwassereinspeisung durch die Feuerlöschpumpen des KKP 1 zur Flusswassereinspeisung durch die Feuerlöschpumpen des KKP 2 automatisch über eine Staffelung von Grenzwerten des Systemdrucks (siehe z.B. Systembeschreibung SGA /25/ und Brandschutzordnung Anlage 4/5 /23/). Dieser automatische Übergang wäre im

Zuge der Ersatzspeisung nicht gewährleistet gewesen und hätte per Handmaßnahme über die Schlauchverbindung gewährleistet werden müssen.

KKP liefert in seinem Schreiben vom 6.2.2012 /19/ eine andere Interpretation der Festlegung in dem Brandschutzdokument, wonach die trocken vorverlegte A- Schlauchverbindung an den Anschluss SGA70 AA029 im UJB 03-43 anzuschließen sei, falls größere Mengen Löschwasser benötigt würden. Demnach wäre die Schlauchverbindung dafür vorgesehen gewesen, die Löschwasserversorgung der Sprühwasserlöschanlagen mit den höchsten Auslegungsmassenströmen (SGD11) sicherzustellen:

„Im Brandschutzpapier ist unter Pkt. 7 vorgesehen, dass die bereits vorverlegte A- Schlauchverbindung bei erhöhtem Wasserbedarf angeschlossen werden soll. Dadurch stehen die auslegungsgemäßen Fördermengen und Drücke der Feuerlöschpumpen Block 2 (SGA 01 AP 001/2) an der Einspeisestelle mindestens zur Verfügung. Wie die Brandbekämpfung im Einzelfall zu erfolgen hat (Auslösung der Sprühflutanlagen, Auslösung vor Ort oder von der Warte, Versorgung über direkten Weg oder über Ersatzspeisung) hat der Einsatzleiter auf Basis der Verhältnisse vor Ort zu entscheiden.

Gem. der SG-Systembeschreibung werden 60 kg/s Wasser bei 2,5 bar an der SGD-11-Station benötigt (ursprüngliche Auslegung). Aus den Pumpenkennlinien ergibt sich bei einer Fördermenge von 30 kg/s pro Pumpe eine Pumpenförderhöhe von 13,5 bar. Gemäß der seit 2002 gültigen VdS-Richtlinien (2109) wird eine Wasserbeaufschlagung von 10 l/m²*min und 2 bar an der ungünstigsten Düse zugrunde gelegt. Der Löschbereich SGD 11 (Dampferzeugerunterräume) beinhaltet eine Fläche von ca. 330 m². Somit ist eine Wassermenge von 330m²* 10 l/m²*min = 55 kg/s erforderlich.“

Wird unterstellt, dass die A-Schlauchverbindung zur Gewährleistung höherer Einspeisemasenströme und –drücke vorgesehen war, ist festzustellen:

In dem Brandschutzdokument /12/ und allen weiteren dem Arbeitsauftrag SGA57 zugeordneten Dokumenten findet sich kein Hinweis darauf, dass die Ersatzversorgung mittels SGA70 durch das Werkwassersystem GHA nicht ausreichend gewesen wäre, die für einen auslegungsgemäßen Betrieb der Sprühwasserlöschanlagen im UJA und UJB erforderlichen Löschwassermassenströme und –drücke sicherzustellen. Insbesondere ist nicht dargestellt, für welche der Sprühwasserlöschanlagen (diese benötigen gemäß Systembeschreibung /25/ unterschiedliche Löschwassermassenströme) die bereitgestellte Ersatzspeisung über SGA70 nicht ausreichend gewesen wäre. Von daher wäre es den Verantwortlichen im Brandfall auf Basis der dem Arbeitsauftrag zugeordneten Unterlagen jedenfalls nicht möglich gewesen zu entscheiden, ob die jeweils einzusetzende Sprühwasserlöschanlage ausreichend versorgt und daher die Schlauchverbindung anzukuppeln gewesen wäre.

Die erforderlichen Handmaßnahmen zur Versorgung der Sprühwasserlöschanlagen im Reaktorgebäude über die A- Schlauchverbindung sind im Vergleich zu der normalerweise vorgesehenen Aktivierung der Sprühwasserlöschanlagen über Reaktorschutz (SGD09) und/oder Betätigung von der Warte aus deutlich zeitaufwändiger. Zur Verlegung der Schlauche muss u.a. die Objektsicherungstüre geöffnet werden. Eine Bereitstellung von Objektschutzpersonal zum schnellen Öffnen der Objektsicherungstüre im Bedarfsfall war gemäß den vorliegenden Unterlagen nicht vorgesehen.

Weiterhin halten wir es aufgrund der o.g. deutlich erhöhten dynamischen Druckverluste trotz der von KKP vorgelegten Abschätzung für wenig plausibel, dass bei einer Löschwasserversorgung durch Anschluss eines A- Schlauchs (DN 110) an einen Überflurhydranten, Ankuppeln dieses Schlauchs an eine Leitung mit DN100 (SGA70) und dann einen Wassertransport über ein verzweigtes Leitungsnetz inkl. Hydrantensteigleitungen mit DN50, DN80 und DN100 sich vergleichbare Druckverluste ergeben wie bei der regulären Löschwasserversorgung über SGA60 (DN200). Auch hier würde eine detaillierte Bewertung die Nachrechnung der Einspeisewege erfordern. Unabhängig davon ist zu den o.g. Aussagen des KKP festzustellen:

- Gemäß Brandschutzordnung (Anlage 4/5) /23/ übernehmen bei Entnahme von Feuerlöschwasser abhängig vom Druck im Gesamtsystem die Druckhaltepumpe Block 2, sodann die Feuerlöschpumpen (UJ) 1 und 2 (Feuerlöschpumpe 2 wird durchflussabhängig gesteuert) von Block 1 die Versorgung des Netzes mit Feuerlöschwasser aus den Werkwasserbehältern Block 1 und 2. Erst wenn der Füllstand in den Werkwasserbehältern unter den Grenzwert $< 2,4$ m sinkt, wird die bestehende Verriegelung der SGA Pumpen automatisch aufgehoben. Bei niedrigem Druck im Feuerlöschsystem erfolgt dann die gestaffelte Zuschaltung der SGA Pumpen. Somit sind zunächst die Pumpenkennlinien der Pumpen UJ11/21 D101 heranzuziehen und nicht die Kennlinien der Pumpen SGA 01 AP 001/2. Die Pumpen UJ11/21 D101 weisen gemäß /25/ bei einer Fördermenge von 30 kg/s pro Pumpe eine geringere Pumpenförderhöhe auf.
- KKP nimmt offenbar an, dass die Förderhöhe der Pumpen ohne Druckverluste am Anschluss der SGA70 Leitung im UJB ansteht. Dies halten wir nicht für realistisch.
- Die Abschätzung zum Druckverlust ist im Detail nicht nachvollziehbar.

Darüber hinaus wird in dem KKP Schreiben vom 6.2.2012 /19/ bezüglich der Wandhydranten SGA54 und SGA55 im UJB ausgeführt:

„Die Wandhydranten des Treppenraumes mit der Steigleitung SGA 54 (UJB01-44) im UJB waren mit Wasser versorgt. Die Wandhydranten des Treppenraumes mit der Steigleitung SGA 58 (UJB 01-05) waren freigeschaltet. Als Ersatzmaßnahme für die Steigleitungen wurde anstelle von Ersatzeinspeisungen die direkte Versorgung über Feuerwehrschräuche vorgesehen. D. h. eine Brandbekämpfung wäre mit den Wandhydranten von SGA 54 erfolgt. Entsprechendes Schlauchmaterial ist in den Schlauchtragekörben vor Ort gelagert.“

Hierzu ist festzustellen, dass eine schriftliche Dokumentation der Ersatzmaßnahmen, die gemäß KKP /19/ für die von der Freischaltung betroffenen Wandhydranten vorgesehen waren, nicht vorgelegt worden ist.

Insgesamt bestanden somit gegenüber dem Normalbetriebszustand der Feuerlöschwasser-versorgung der Brandbekämpfungseinrichtungen im UJA, UJB und UKA bei der gewählten Ersatzmaßnahme folgende relevante Abweichungen:

- Die Werkwasserpumpen sind nicht notstromversorgt.
- Die Werkwasserpumpen weisen eine geringere Förderkapazität auf als die Feuerlöschwasserpumpen des KKP.
- Die Nennweite der Werkwasserleitungen und SGA70 Leitungen beträgt 100 mm, die der freigeschalteten SGA60 Leitungen liegt bei 200 mm. Darüber hinaus war die Löschwasserzuführung zu den Sprühwasserlöschanlagen im UJA über Hydrantensteigleitungen mit Nennweiten DN50 und DN80 vorgesehen.
- Die Wandhydranten SGA55 im Reaktorgebäuderingraum UJB waren nicht mit Löschwasser versorgt.
- Die Wandhydranten SGA53 im Hilfsanlagengebäude UKA waren nicht mit Löschwasser versorgt.
- Nach Erschöpfung der Werkwasservorräte wären Handmaßnahmen zur Gewährleistung einer weiteren Löschwassereinspeisung erforderlich gewesen, auslegungsgemäß erfolgt dies automatisch durch Umschalten der Feuerlöschwasserversorgung von der Ansaugung aus Werkwasserbehältern auf Flusswasseransaugung.
- Das Öffnen der Sprühwasserlöschanlagen SGD 56 und SGD 57 im UJB von der Warte aus über die zugehörigen Fernschaltventile war nicht möglich. Im Brandfall wären Handmaßnahmen an den Löschanlagen (Öffnen von SGA70 und SGD Armaturen) erforderlich gewesen.
- Die GBA Armaturen SGA60 AA 002 und SGA60 AA 003 werden vom Gebäudeabschluss Signal des Reaktorschutzsystems automatisch zugefahren, können jedoch von Hand nach 1 s wieder aufgefahen werden /23/. Damit kann der Einspeisestrang

SGA60 trotz eines anstehenden Reaktorschutzsignals im Falle eines Brands wieder geöffnet werden. Dies trifft für die GBA Armaturen in der Prüfleitung SGA70, die als Ersatzmaßnahme für die unverfügbare Feuerlöschwasserversorgung über SGA60 verwendet wurde, gemäß /18/ nicht zu.

Anhang 2: Aspekte des Brandschutzes im Reaktorgebäudeinnenraum

Die Bekämpfung von Bränden im Reaktorgebäudeinnenraum (Sicherheitsbehälter) eines Druckwasserreaktors ist im Vergleich zu „normalen“ Gebäuden wegen einer Reihe von besonderen Bedingungen erschwert.

Ein Vor Ort Einsatz im SHB benötigt wegen seiner Lage im Kontrollbereich mehr Zeit, hinzu kommt der Zeitbedarf für den Zugang über die Schleusen. Der SHB verfügt über keine Entrauchungsanlagen. Infolge der Umluftanlagen erfolgt eine rasche Verteilung der Rauchgase mit einer damit verbundenen Sichtbehinderung. Insbesondere im Leistungsbetrieb der Anlage sind die Räume innerhalb des Trümmerschutzzylinders („Große Anlagenräume“) wegen des dort herrschenden Strahlenpegels in weiten Bereichen nur eingeschränkt begehbar (siehe z.B. BHB Teil 5, Kapitel 3.19 Abschnitt 2: „Sperrbereiche im Bereich der Primarkreise Block 2 (Loop-Leitungen, Dampferzeuger, Sumpf UJA U3 - ÜJA 05) dürfen nur im Bereich von wenigen Minuten in Abhängigkeit der ODL (ODL bis zu 300 mSv/h) und unter Beachtung der Strahlenschutzordnung zur Sichtung begangen werden, ggf. Klärung vom Eingangsbereich her“.), so dass dort eine sehr schnelle manuelle Brandbekämpfung realistischer Weise nicht erwartet werden kann. Darüber hinaus ist der Sicherheitsbehälter nicht wie sonst üblich in kleinere Brandschutzabschnitte unterteilt. Gesonderte Brandabschnitte gibt es zur Sicherstellung von Flucht- und Rettungswegen.

Der Minimierung von Brandlasten und der Reduzierung von Brandrisiken im Sicherheitsbehälter wird hohe Bedeutung beigemessen, z.B. durch die Verwendung nicht brennbarer Baustoffe und Kabel. In Bereichen, wo eine solche Vermeidung von Brandlasten aus technischen Gründen nicht realisierbar ist, werden hochwertige Brandmeldesysteme und Brandbekämpfungsanlagen installiert, um einen Entstehungsbrand ohne Vor Ort Einsätze frühzeitig zu bekämpfen.

Im Falle einer Brandmeldung aus den Dampferzeugerunterräumen und Hauptkühlmittelpumpenräumen bieten Fernsehkameras bei den Hauptkühlmittelpumpen und an der Druckhalterheizung zusätzliche Informationen aus diesen Bereichen /23/. Zur Brandbekämpfung sind für die Bereiche der Hauptkühlmittelpumpen und der Dampferzeugerunterräume Sprühwasserlöschanlagen als stationäre Löscheinrichtung installiert, die von Hand vor Ort oder von der Warte ausgelöst werden können. Generell sind Sprühwasserlöschanlagen in Bereichen installiert, wo erhöhte Brandgefahr verbunden mit erschwerter manueller Brandbekämpfungsmöglichkeit besteht.

Die unter dem Gesichtspunkt von Brandlasten besonders relevanten Bereiche sind die Ölversorgungen der Hauptkühlmittelpumpen. Die Systeme zur Schmierölversorgung der Hauptkühlmittelpumpen des KKP 2 enthalten gemäß /24/ 4 x 4 m³ brennbares Öl. Falls dieses Öl im Falle von Leckagen versprüht oder auf heiße Oberflächen (> 200 °C) trifft, kann es sich z.B. durch Autoxydation sehr plötzlich entzünden. Brennendes Öl aus dem Bereich der Hauptkühlpumpe kann ggf. auch in den Bereich der nicht brandschutztechnisch abgeschotteten Dampferzeugerräume und in den Reaktorsumpf abfließen, so dass die Gefahr einer raschen Brandausbreitung und der damit einhergehenden Beeinträchtigung mehrerer Redundanzen besteht. Ölbrände im Bereich der Hauptkühlmittelpumpen müssen deshalb sehr schnell und bereits im Entstehungszustand wirkungsvoll bekämpft werden. Die Auslösung der Sprühwasserlöschanlagen für die HKMP Ölbehälterräume (SGD 09) erfolgt automatisch /23/, /25/, die übrigen Sprühwasserlöschanlagen können von der Warte aus ausgelöst werden.

Die von den Ölversorgungsanlagen der Hauptkühlmittelpumpen ausgehende Brandgefahr ist demzufolge von drei Kriterien abhängig: dem Leckagerisiko, dem Temperaturniveau der Anlage und der Effizienz der Brandbekämpfung. In Bezug auf die beiden erstgenannten Kriterien besteht bezüglich des Brandrisikos ein erheblicher Unterschied zwischen den Bedin-

gungen des Leistungsbetriebs und der Revision. Die Hauptkühlmittelpumpen sind in der Revision nicht in Betrieb und die Temperatur der Primärkreis Komponenten liegt bei ca. 50 °C.

Demzufolge ist im Stillstand der Anlage die Wahrscheinlichkeit eines Öllecks wegen der Drucklosigkeit der Ölsysteme geringer, bedeutsamer ist aber der Umstand, dass selbst beim Auftreten eines Lecks eine Entzündungsgefahr des Öls praktisch nicht besteht, außer wenn im Leckbereich Heißarbeiten durchgeführt würden.

Bei einer Beeinträchtigung von Brandschutzeinrichtungen im Bereich der Hauptkühlmittelpumpen und deren Ölversorgung im Leistungsbetrieb sind daher Ersatzmaßnahmen vorzuhalten, die eine vergleichbare Wirksamkeit aufweisen wie die für solche Fälle installierten und im Rahmen des Brandschutzkonzepts begutachteten Einrichtungen.

Anhang 3: Liste der verwendeten Abkürzungen

AA	Arbeitsauftrag
ÄA	Änderungsanzeige
ÄO	Änderungsordnung
AS	Arbeitsschein
BFS	Betriebsführungssystem
BHB	Betriebshandbuch
BSO	Brandschutzordnung
EVA	Einwirkung von außen
EVI	Einwirkung von innen
FSB	Federführender Sachbearbeiter
FTBL	Federführender Teilbereichsleiter
GBA	Gebäudeabschluss
GHA	Kurzbezeichnung für das Werkwassersystem
HKMP	Hauptkühlmittelpumpe
IHO	Instandhaltungsordnung
KMV	Kühlmittelverluststörfall
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
LBO	Landesbauordnung
LdA	Leiter der Anlage
NW	Nennweite
SSP	Sicherheitsspezifikation
UBA	Kurzbezeichnung für das Schaltanlagegebäude
UJA	Kurzbezeichnung für den Reaktorgebäudeinnenraum
UJB	Kurzbezeichnung für den Reaktorgebäudeingraum
UKA	Kurzbezeichnung für Reaktorhilfsanlagegebäude
UM	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Wir versichern hiermit, die vorliegende Stellungnahme unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen frei von Ergebnisweisungen erstellt zu haben.