

KKP 2

**Sicherheitstechnische Bewertung des Ereignisses
„Wasserverlust aus dem Brennelementlagerbecken
(Ereignisdatum: 17.6.2010)“**

**Mathias Brettner
Richard Donderer**

Physikerbüro Bremen

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

Bremen, den 11. Januar 2013

1. Aufgabenstellung	1
2. Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs	1
2.1 SachverhaltDarstellungen	1
2.2 Bewertungen	11
2.3 Zusammenfassende Bewertung	16
3. Potentielle sicherheitstechnische Konsequenzen	18
3.1 Bewertung	18
3.2 Zusammenfassende Bewertung	21
4. Zusammenfassung	22
5. In Bezug genommene Unterlagen	24
6. Anhänge	26
Anhang 1: Bewertung von KKP Angaben zu den beitragenden Faktoren für die fehlerhafte Stellung der Armatur JNA42 AA006	26
Anhang 2: Abstimmung von Tätigkeiten im Hinblick auf die Gewährleistung der erforderlichen Funktionsbereitschaft	28
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 „Wasserverlust aus dem Brennelementlagerbecken (Ereignisdatum: 17.6.2010)“.

2. Randbedingungen und Ursachen des Ereignisablaufs

2.1 Sachverhaltsdarstellungen

Das hier zu bewertende Ereignis ereignete sich am 17. Juni 2010 während der Jahresrevision 2010. Als „Ereignis“ wird im Kontext dieser Stellungnahme der Kühlmittelverlust aus dem Brennelementlagerbecken sowie der Eintrag dieses Kühlmittels in den Sumpf des Reaktorgebäudeinnenraums und in den Reaktorgebäuderingraum bezeichnet. Die folgenden Angaben sind, soweit nicht anders vermerkt, aus /2/ entnommen.

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

- Phase 1: Planungszeitraum bis zum Beginn der Durchführung der Freischaltungen
- Phase 2: Zeitraum ab Durchführung der Freischaltungen bis zum Ereigniseintritt
- Phase 3: Ereigniszeitraum und nachfolgende Aktivitäten

Phase 1: Planungszeitraum bis zum Beginn der Durchführung der Freischaltungen

Im Rahmen der Jahresrevision 2010 waren u.a. Arbeiten an Armaturen der Redundante JN40/FAK40 des kombinierten Nuklearen Nachwärmeabfuhrsystems JN und BE- Lagerbeckenkühlsystems FAK vorgesehen. Von den Systemen JN und FAK werden gemeinsame Komponenten (z.B. Rohrleitungen und Nachwärmekühler) im Ringraum und innerhalb des Sicherheitsbehälters genutzt. Die Entnahme- und Rückspeiseleitungen FAK41 BR001 und FAK40 BR003 zum Brennelementlagerbecken (DN 300 bzw. DN 250) binden ca. 1,50 m und 2,10 m (siehe Abbildung 1) unterhalb des betrieblichen Normalniveaus in das Lagerbecken ein.

Die in der Revision 2010 geplanten Tätigkeiten sind überblicksartig im Rahmenplan zur Freischaltung der Scheibe 40 /3/ dargestellt. Sie umfassten Arbeiten an Systemkomponenten von FAK und JN (hierbei an den Teilsystemen JNA, JND und JNG) sowohl innerhalb als auch außerhalb des Sicherheitsbehälters. In der Mehrzahl handelte es sich dabei um Instandhaltungsmaßnahmen an den Stellantrieben von Armaturen, darüber hinaus wurden auch Inspektionen an Armaturen durchgeführt. Während Arbeiten an Stellantrieben keine Öffnung des betroffenen Systems erforderten, musste für Inspektionen, die z.T. einen Ausbau von Komponenten beinhalteten, das System entleert werden.

Die hinsichtlich des Ereignisses relevanten Freischalt- und Normalisierungsschritte wurden in der Freischaltliste FSL10-000794 /5/ festgelegt. Sie enthielt insgesamt vier Freischalt- und drei Normalisierungsschritte in der folgenden zeitlichen Abfolge der Durchführung der einzelnen Schritte:

- FSS01: Systemfreischaltung JNA40/FAK40, erstellt und geprüft am 19. Mai 2010;
- FSS04: Inspektion JNP50AA900 SIV, erstellt am 13. April 2010 und geprüft am 19. Mai 2010;
- FSS02: Systementleerung JNA40/FAK40, erstellt am 17. April 2010 und geprüft am 19. Mai 2010;

- NLS02: Systemnormalisierung FAK 40, erstellt am 17. April 2010 und geprüft am 19. Mai 2010;
- FSS03: Systemtrennung FAK40/JNA40 zum Ziehen der FAK-Abdichtvorrichtung, erstellt und geprüft am 19. Mai 2010;
- NLS01: Systemnormalisierung JNA 40, erstellt und geprüft am 19. Mai 2010;
- NLS03: Füllen JNA40 aus BE-Becken, erstellt und geprüft am 19. Mai 2010.

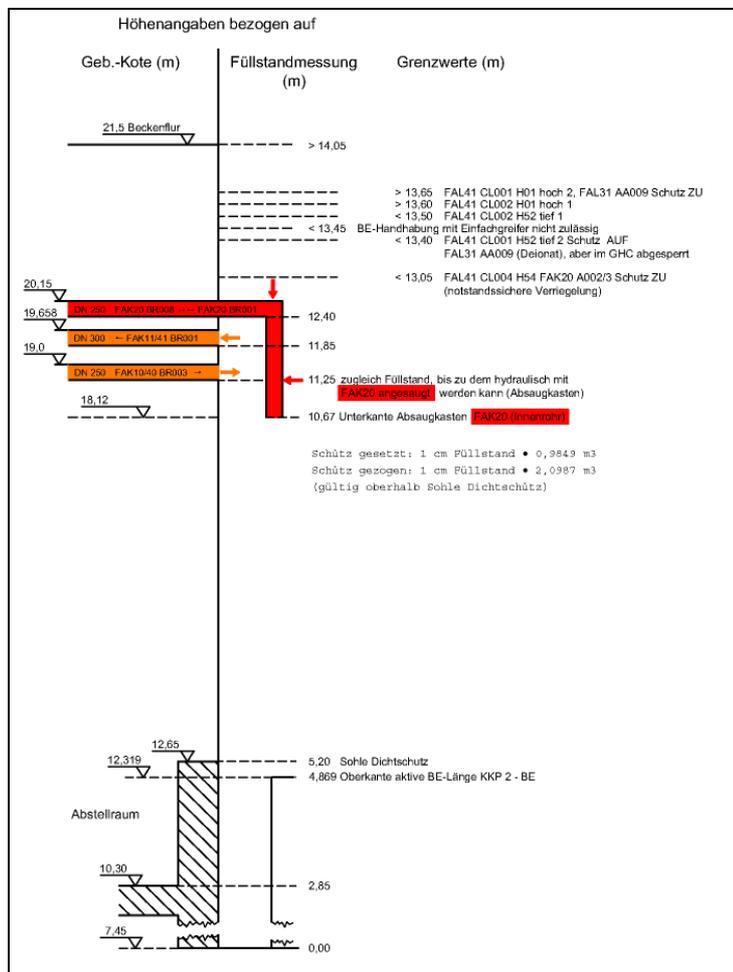


Abbildung 1: Höhenschema BE- Lagerbecken (entnommen aus /4/)

Von Bedeutung für den Ereignisablauf sind die bestehenden Verbindungen zwischen den Systemen FAK40 und JNA40 sowie die Armaturen, die im Zuge der Trennung der beiden Systeme zu stellen waren. Es handelt sich hierbei um fünf FAK Absperrarmaturen (Dreiwegearmatur FAK41 AA001 in der Entnahmeleitung des Beckenkühlsystems, die vier Armaturen FAK40 AA002/003/005/006 in bzw. mit Verbindung zur Rückspeiseleitung des Beckenkühlsystems), die Armatur JNA42 AA006 in der saugseitigen Verbindungsleitung zwischen Nachkühl- und Beckenkühlpumpe sowie die Armatur FAK40 AA001 auf der Druckseite der Beckenkühlpumpe. Die Positionen der einzelnen Armaturen sind anhand des Prinzipschaltbild JN erkennbar – siehe Abbildung 2, die o. g. Armaturen sind darin farblich gekennzeichnet.

Im vorliegenden Fall umfassten die geplanten Instandhaltungsarbeiten auch Tätigkeiten an den Armaturen FAK41 AA001 (Stellantrieb) und FAK40 AA002/003/005/006 (Stellantrieb) sowie an dem eigenmediumgesteuerten Rückschlagventil FAK40 AA004 (Armatureninspektion). Für die Gesamtheit der geplanten Arbeiten mussten die Systeme FAK40 und JNA40 inklusive der Anschluss-

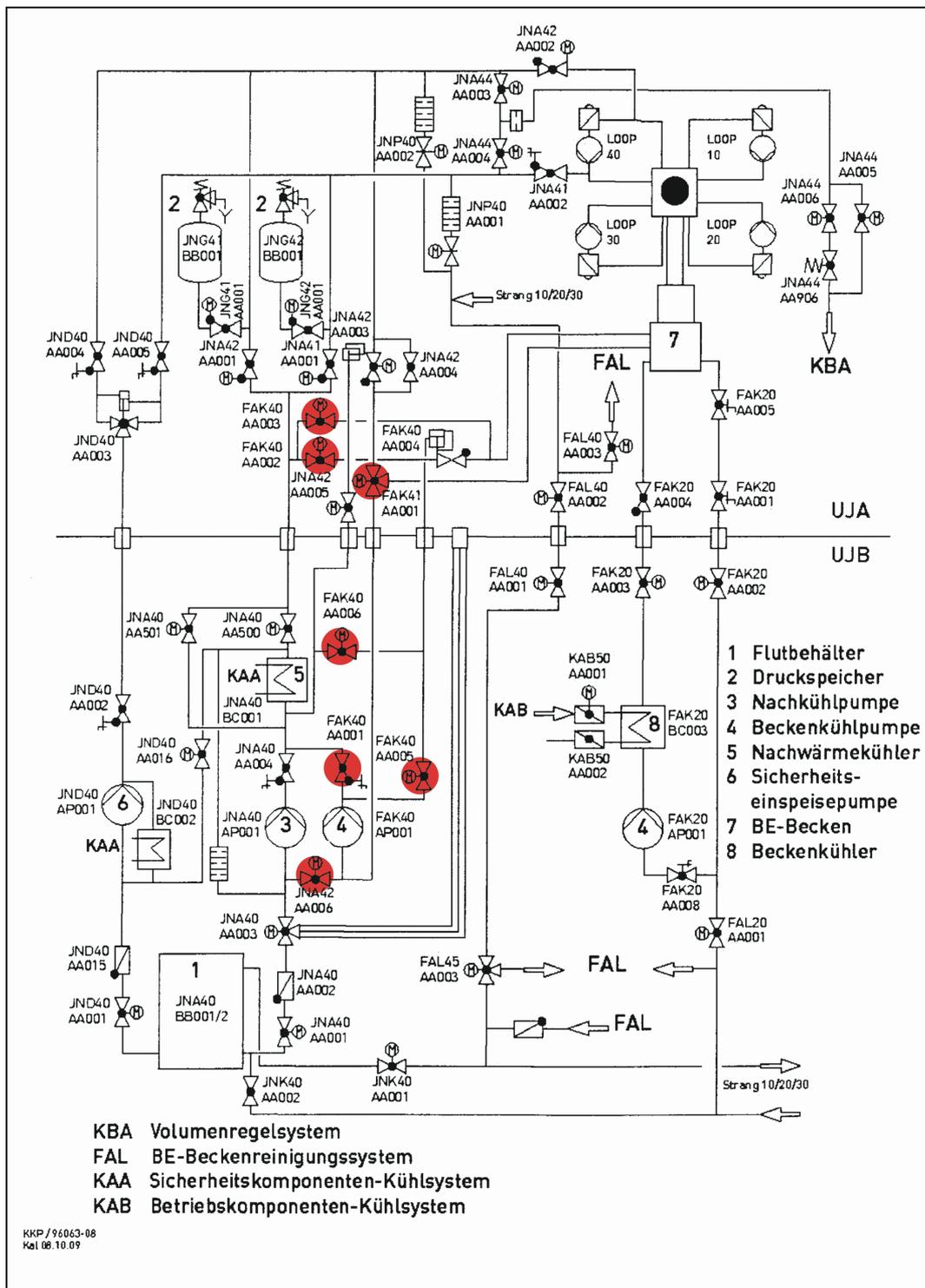


Abbildung 2: Prinzipschaltbild JN (Strang 40), FAK40 und FAK20 (entnommen aus /6/) mit farblicher Markierung der ereignisrelevanten Armaturen

leitungen an das Lagerbecken entleert werden. Hierbei sollte der Füllstand im BE- Lagerbecken nicht unter das Niveau der Ansaug- und Rückspeiseleitungen der Beckenkühlsysteme FAK10/40 abgesenkt werden, da in den hier relevanten Betriebsphasen gemäß SSP Vorgabe (siehe BHB Teil 2, Kapitel 1.2 /7/) mindestens zwei Beckenkühlsysteme betriebsbereit gehalten werden müssen (in diesem Fall FAK10 und FAK20).

Für den Fall, dass Arbeiten an den Absperrarmaturen des BE- Lagerbeckens erforderlich werden, eine Füllstandsabsenkung jedoch nicht stattfinden soll, existieren mobile Absperreinrichtungen (im Folgenden als Dichtstopfen bezeichnet). Diese werden manuell in die in das Lagerbecken einbindenden Rohrleitungen eingebracht. Für deren Dichtfunktion ist das Aufblasen von „Dichtkissen“, die Bestandteil der Dichtstopfenkonstruktion sind, erforderlich. Hierfür wird das betriebliche Druckluftsystem verwendet.

Im Rahmen der Systemfreischaltung JNA40/FAK40 waren das Setzen und Ziehen dieser Dichtstopfen (je einer in der Entnahme- und der Rückspeiseleitung FAK41 BR001 und FAK40 BR003) als eigene Arbeitsschritte vorgesehen. Die Montage und Demontage der Dichtstopfen sollte nach Vorgabe des zugehörigen Arbeitsauftrags /8/ in Übereinstimmung mit der Vorgehensweise, die in Abschnitt 4.15 der Betriebsanweisung (BAW) S 123 /9/ beschrieben ist, erfolgen. Zum Erhalt der Absperrfunktion der Stopfen für den Zeitraum der Instandhaltungstätigkeiten war die Einhaltung eines Mindestüberdrucks in den Dichtkissen gefordert. Zu diesem Zweck war im Arbeitsauftrag /8/ vorgesehen, eine stündliche Druckkontrolle durchzuführen und den Druck bei Absinken auf einen spezifizierten Mindestwert wieder zu erhöhen.

Im Rahmen des Freischaltsschritts 1 waren u.a. die FAK Absperrarmaturen (FAK41 AA001, FAK40 AA002/003/005/006) zu öffnen. Im Zuge der nachfolgenden Arbeiten an den Stellantrieben konnten sich Stellungsänderungen ergeben (Kennzeichnung der Armaturen mit weißen Hinweiszetteln). Eine wesentliche Konsequenz dieser Freischaltplanung war, dass über die fünf geöffneten FAK Absperrarmaturen Verbindungen von den in das BE- Lagerbecken einbindenden Rohrleitungen zum gesamten in Revision befindlichen System JNA40 bestanden. Die Freischaltplanung hatte somit zur Folge, dass die Dichtstopfen für einen längeren Zeitraum (insgesamt 7 Tage vom 10. Juni bis zum 17. Juni 2010) nicht nur als Ersatzabsperrungen für die Instandhaltungsmaßnahmen an Absperrarmaturen des BE- Lagerbeckens sondern als Absperrungen für den gesamten freigeschalteten Systembereich JNA40/FAK40 fungierten. Aufgrund der vorgesehenen Instandhaltungstätigkeiten an einzelnen Armaturen war dieser sowohl innerhalb als auch außerhalb des Sicherheitsbehälters geöffnet.

Die resultierende Systemkonfiguration ist überblicksartig in Abbildung 3 dargestellt. Die Abbildung basiert auf den in /5/ angegebenen Armaturenstellungen (inklusive möglicher Stellungsänderungen infolge von Arbeiten an Armaturen). Eingetragen sind zusätzlich die Armaturen, die gemäß der Arbeits- und Freischaltplanung /3/, /5/, /11/ potenziell zum Ringraum hin geöffnet waren. Für die Dreiwegearmatur JNA40 AA003 (Sumpfarmatur) war in der Freischaltplanung /5/ eine Kennzeichnung mit einem weißen Hinweiszettel vorgesehen. Dies bedeutet gemäß /11/, dass im Rahmen der an der Armatur durchzuführenden Arbeiten die Stellung verändert werden konnte. Daher ist in Abbildung 3 eine Verbindung vom Sicherheitsbehältersumpf zum Ringraum eingezeichnet (entsprechend der zum Ereigniszeitpunkt vorliegenden Zwischenstellung – siehe die Darstellung zur Phase 3).

Gemäß Vorgabe des Rahmenplans war nach Abwicklung von mehreren Arbeitsaufträgen ein Ausbau der beiden Dichtstopfen vorgesehen. Hierfür war eine Teilnormalisierung der Systemfreischaltung vorgesehen (Normalisierungsschritt 2 und Freischaltsschritt 3), da die Trennung von FAK40 und JNA40 vor Ausbau der Dichtstopfen wieder durch Absperrarmaturen dieser beiden Systeme sichergestellt werden sollte.

Im Rahmen dieser Teilnormalisierung war u.a. vorgesehen, die FAK Absperrarmaturen FAK40 AA002/003/005/006 sowie die in der saugseitigen Verbindungsleitung von Becken- und Nachkühlpumpe befindliche Armatur JNA42 AA006 zunächst schaltbereit zu machen und dann in eine vorgegebene sichere Freischaltstellung (ZU UNSCHARF) zu bringen. Weiterhin war die Handarmatur FAK40 AA001 zu schließen.

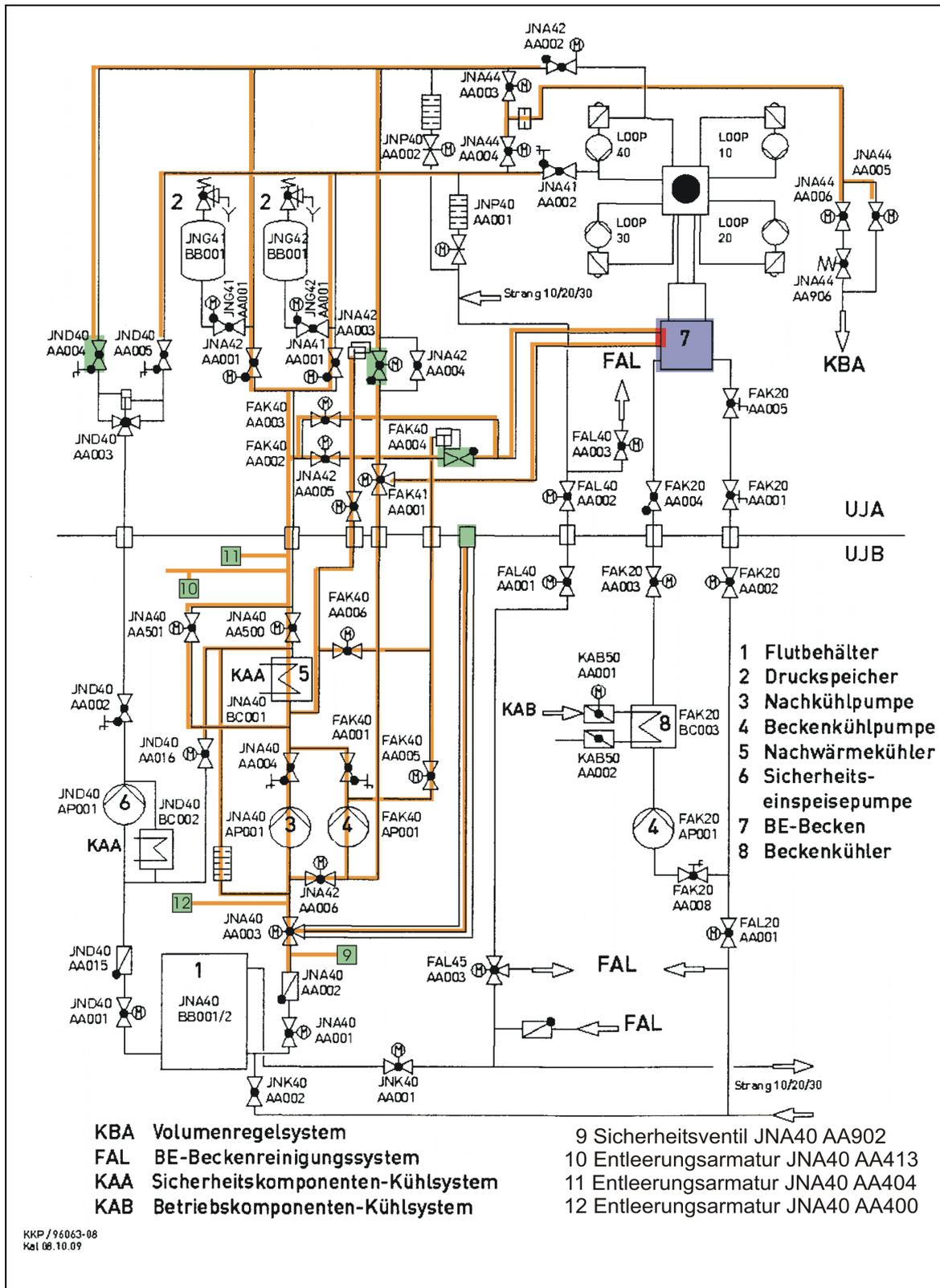


Abbildung 3: Systemkonfiguration gemäß Freischaltplanung während den Arbeiten an JNA40/FAK40 mit gesetzten Dichtstopfen¹

¹ Die Dichtstopfen sind in der Skizze im BE- Lagerbecken platziert und rot markiert. Der durch die Stopfen vom BE- Lagerbecken getrennte, ansonsten aber verbundene und geöffnete Systembereich von JNA40/FAK40 ist ocker markiert. Großarmaturen, die inspiziert werden sollten, sind grün markiert. Ebenfalls grün markiert sind der Saugstutzen im Sicherheitsbehältersumpf sowie potenziell zum Ringraum hin geöffneten Armaturen (zusätzlich nummeriert).

Die sich aus der Freischaltplanung (NLS 2 und FSS 3) bei ordnungsgemäßer Umsetzung ergebende Systemkonfiguration unmittelbar nach dem Ziehen der beiden Dichtstopfen ist überblicksartig in Abbildung 4 dargestellt. Erkennbar ist die sich ergebende Trennung der mit dem BE- Lagerbecken verbundenen und mit Kühlmittel gefüllten Rohrleitungen des Systems FAK40 vom geöffneten Teil des Systems JNA40 durch die FAK Absperrarmaturen sowie die geschlossenen Armaturen JNA42 AA006 und FAK40 AA001.²

Nach Abschluss der an JNA40 vorgesehenen Arbeiten sollte die Normalisierung von JNA40 und anschließend ein Füllen aus dem BE- Lagerbecken erfolgen.

Phase 2: Zeitraum ab Durchführung der Freischaltungen bis zum Ereigniseintritt

Die Freischaltung und Entleerung der Systeme JNA40 und FAK40 wurden am 10. Juni 2010 durchgeführt. Anschließend erfolgten neben Arbeiten an diversen Stellantrieben auch Funktions-, Sicht- und Dichtheitsprüfungen an mehreren Sicherheitsventilen sowie Armatureninspektionen.

Nach Darstellung von KKP in /2/ war ursprünglich geplant gewesen, die Dichtstopfen vor Beginn der Beladung des RDB mit Brennelementen zu ziehen. Durch Verzögerungen habe sich dieser Schritt in den Beladevorgang verschoben. Um den Zeitraum, in dem die Dichtstopfen gesetzt sind, möglichst kurz zu halten, sei entschieden worden, die Dichtstopfen während einer kurzen Unterbrechung des Beladevorgangs zu ziehen.

Nachdem der letzte vor Durchführung der Teilnormalisierung JNA40/FAK40 abzuschließende Arbeitsauftrag am 17. Juni 2010 um 10:18 Uhr als zur Normalisierung bereit gemeldet worden war, erfolgte um 10:19 Uhr die Freigabe des Normalisierungsschritts 2. Mit diesem Schritt sollten u.a. die Absperrarmaturen des BE- Lagerbeckens FAK40 AA002/003/005/006 sowie die Armatur JNA42 AA006 geschlossen werden (Stellung ZU zur anschließenden Trennung des geöffneten Systembereichs von JNA40 vom Lagerbecken). Die Durchführung des Normalisierungsschritts wurde um 11:50 Uhr bestätigt. Gleichzeitig wurde der Freischaltschritt 3 freigegeben.

Mit dem Freischaltschritt 3 sollten die im Normalisierungsschritt 2 geschlossenen Absperrarmaturen in der Stellung ZU elektrisch unscharf gemacht und zudem die Handarmatur FAK40 AA001 geschlossen werden. Nach Darstellung von KKP in /2/ war der Freischaltschritt 3 durch das Betriebsführungssystem BFS gegenüber dem Normalisierungsschritt 2 „verriegelt“. Somit konnte eine Freigabe des Freischaltschritts 3 erst nach Abschluss des Normalisierungsschritts 2 erfolgen.

² Die Armatur FAK41 AA001 war zum BE- Lagerbecken hin geöffnet. Die Freischaltplanung /5/ enthielt im Freischaltschritt 3 für die Dreiwegearmatur FAK41 AA001 die Stellungsvorgabe „ZU“. Gleichzeitig war die Stellungsvorgabe mit der Bemerkung „Armatur *ZU* Richtung BE-Becken!“ versehen. Gemäß Mitteilung des Umweltministeriums Baden-Württemberg /27/ war geplant, den Weg Richtung Loop zu schließen und in Richtung des BE- Lagerbeckens zu öffnen. Mit der Bemerkung sollte gemäß /27/ neben der Stellung der Armatur „ZU“ noch als Präzisierung angegeben werden, dass damit der Wasserweg in Richtung BE- Lagerbecken zu öffnen war.

Bei Dreiwegearmaturen muss der Stellungsangabe zur Gewährleistung der Eindeutigkeit immer eine ergänzende Information enthalten. Im BHB Teil 4 Kapitel 1.12 wird die Stellung der Armatur FAK41 AA001 relativ zum Loop definiert. Die Stellung „AUF“ bedeutet, dass sie zum Loop hin geöffnet und zum Lagerbecken hin geschlossen ist. Konsistent mit den Angaben im BHB wird gemäß /27/ auf dem Wartenpult eine AUF- und eine ZU-Stellung signalisiert, wobei in AUF-Stellung der Weg vom Loop, in ZU-Stellung der Weg vom Brennelementlagerbecken durchgeschaltet ist.

Vor dem Hintergrund, dass die Stellung der Armatur FAK41 AA001 bezüglich des Loops definiert ist, war die Bemerkung in der Freischaltliste „Armatur *ZU* Richtung BE-Becken!“ nach unserer Auffassung nicht geeignet, die Stellungsvorgabe der Freischaltplanung zu präzisieren. Eine mit den Definitionen des BHB konsistente zusätzliche Beschreibung der Stellung hätte lauten können: „Armatur *ZU* vom Loop“.

Von der Schicht wurde die seitens der Freischaltplanung vorgesehene Stellung, d.h. Durchschaltung zum BE- Lagerbecken hin, umgesetzt.

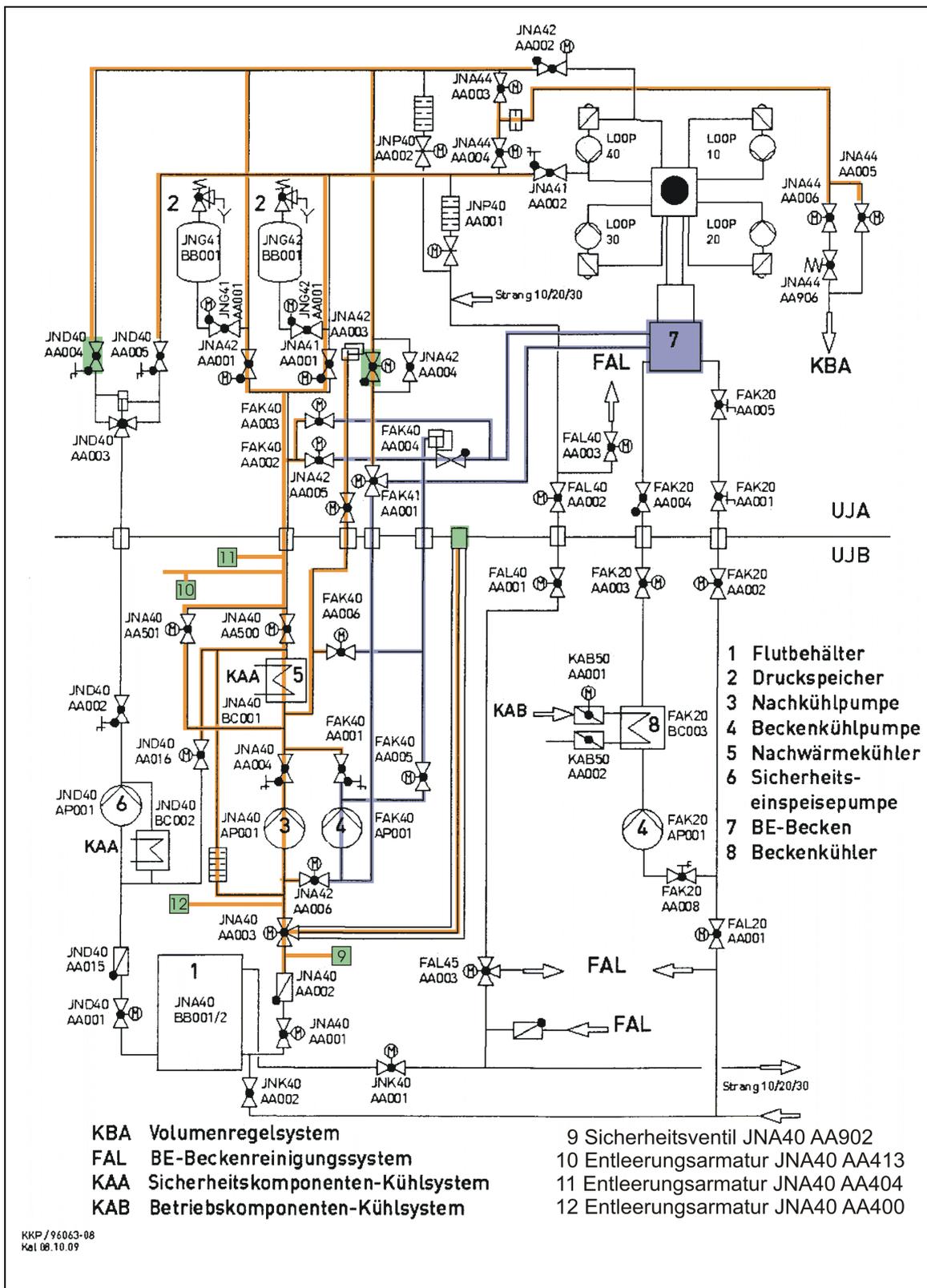


Abbildung 4: Beabsichtigte Systemkonfiguration gemäß Freischaltplanung unmittelbar nach dem Ziehen der beiden Dichtstopfen³

³ Der Rohrleitungsbereich von FAK40, in den bei korrekter Umsetzung der Freischaltplanung Kühlmittel hätte einströmen können, ist blau markiert. Der davon getrennte, noch freigeschaltete und geöffnete Systembereich von JNA40 ist ocker markiert. Großarmaturen, die sich noch in Inspektion befanden bzw. befinden konnten, sind grün markiert. Ebenfalls grün markiert sind der Saugstutzen im Sicherheitsbehältersumpf sowie potenziell zum Ringraum hin geöffneten Armaturen (zusätzlich nummeriert).

Nach Darstellung von KKP in /2/ gab der Revisionsmeister dem Maschinisten und Elektriker neben den Unterlagen zum Normalisierungsschritt 2 auch die Freischaltliste zum nicht freigegebenen Freischaltschritt 3 mit in die Anlage, da er davon ausging, dass die Vorgehensweise des sog. „Zeltauschs“ angewandt werden konnte (siehe hierzu die Detaildarstellungen in Anhang 1). Soweit auf Basis der uns vorliegenden Unterlagen erkennbar, wurden dementsprechend im Zuge des Freischaltschritts 3 vorgesehene Tätigkeiten – wie das Schließen der Handarmatur FAK40 AA001 – bereits vor Freigabe des Freischaltschritts 3 durchgeführt.⁴

Die Durchführung des Freischaltschritts 3 wurde um 11:56 Uhr, sechs Minuten nach seiner Freigabe, bestätigt. Formal waren damit die gemäß Freischaltplanung erforderlichen Voraussetzungen für die Demontage der Dichtstopfen erfüllt. Der weitere Ereignisablauf nach der Druckentlastung des Dichtstopfens in der Entnahmeleitung FAK41 BR001 zeigt jedoch, dass zu diesem Zeitpunkt zumindest die Armatur JNA42 AA006 eine gegenüber der Freischaltplanung fehlerhafte Stellung aufwies, da sich diese in der Stellung AUF (statt ZU) befand.

Die – abweichend von der Planung – tatsächlich bestehende Systemkonfiguration, die sich daraus unmittelbar nach dem Ziehen des ersten Dichtstopfens ergab, ist überblicksartig in Abbildung 5 dargestellt.

Phase 3: Ereigniszeitraum und nachfolgende Aktivitäten

Zur Demontage der Dichtstopfen wurde gemäß /2/ der Beladevorgang unterbrochen (ca. 14:00 Uhr). Zu diesem Zeitpunkt waren das BE- Lagerbecken und der Reaktorraum miteinander verbunden (Dichtschutz gezogen) und mit boriiertem Kühlmittel gefüllt. Die BE- Lagerbeckenkühlstränge FAK10 und FAK20 waren in Betrieb. Der Reaktordruckbehälter war mit einzusetzenden Brennelementen teilbeladen (Stillstandsphase H). Die Kühlung der Brennelemente im RDB erfolgte über den Nachkühlstrang JNA30. Die Nachkühlpumpe JNA10 AP001 war nicht in Betrieb, stand jedoch zur Verfügung.

Das Ziehen des Stopfens in der Entnahmeleitung FAK41 BR001 (Montage Ausbauwerkzeug und Ablassen der Druckluft aus dem aufblasbaren Dichtkissen) erfolgte ab 14:20 Uhr. Nach der Druckentlastung und dem sich dadurch ergebenden Verlust der Dichtfunktion des Stopfens konnte infolge der bestehenden Armaturenstellungen

- Dreiwegearmatur FAK41 AA001 in Stellung ZU vom Loop und damit geöffnet in Richtung des Lagerbeckens (gemäß /27/ plangemäß),
- Absperrarmatur JNA42 AA006 in der Stellung AUF (nicht plangemäß) und
- Dreiwegearmatur JNA40 AA003 in der Sumpfansaugeleitung in einer Zwischenstellung Richtung Reaktorgebäudesumpf (gemäß /5/ war für diese Armatur die Stellung ZU in Richtung Sicherheitsbehältersumpf definiert, gleichzeitig war sie mit einem weißen Hinweiszettel zu versehen)

Kühlmittel aus dem BE- Lagerbecken über Rohrleitungen der Systeme FAK40 und JNA40 in den Sumpf des Reaktorgebäudeinnenraums UJA abfließen. Darüber hinaus könnte gemäß /11/ über die Systementleerung JNA40 AA411 und die Entleerungen vor den Erstabsperren JNA41/42 AA401 ein Kühlmittelaustritt in das UJA erfolgt sein. Weiterhin erfolgte ein Kühlmittelaustritt in den Ringraum UJB über die zur Systembelüftung geöffnete Armatur JNA40 AA413. Ggf. könnte gemäß /11/ ein zusätzlicher Kühlmittelaustritt in den Ringraum über die Entleerungsarmaturen JNA40 AA400 und JNA40 AA404 erfolgt sein. Eine weiterer Pfad hätte bestanden, wenn zum Ereigniszeitpunkt das Sicherheitsventil JNA40 AA902 demontiert war. Gemäß Darstellung von KKP in /11/ konnte der Montagezustand zum Ereigniszeitpunkt nicht ermittelt werden.

⁴ Ausweislich des Stör-/Schaltprotokolls /10/ erfolgte das Schließen der Armatur um 11:03 Uhr. Der Freischaltschritt 3 wurde um 11:50 Uhr freigegeben.

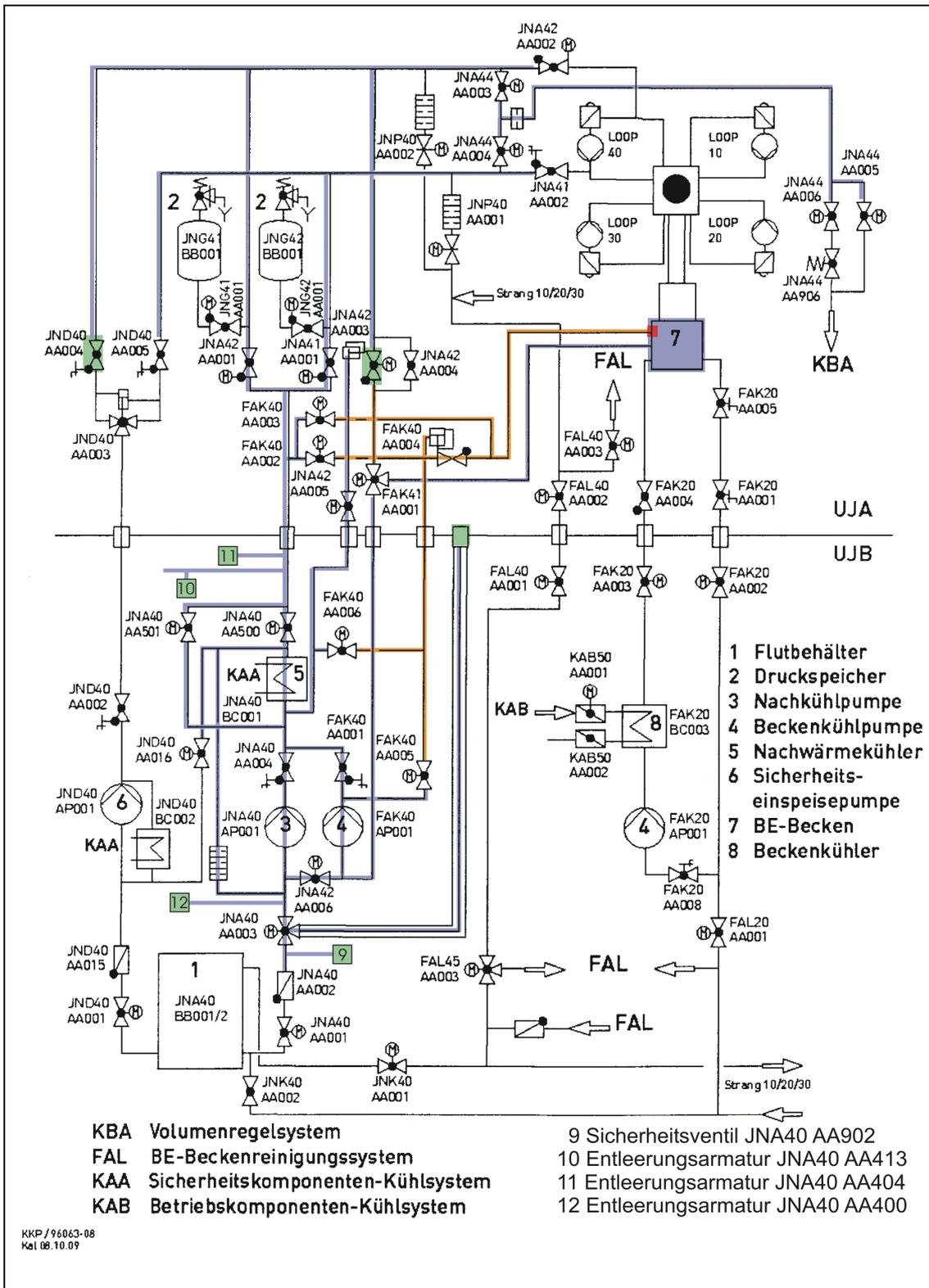


Abbildung 5: Bestehende Systemkonfiguration unmittelbar nach dem Ziehen des ersten Dichtstopfens⁵

⁵ Der Systembereich von JNA40/FAK40, in den Kühlmittel einströmen konnte, ist blau markiert. Der davon getrennte Systembereich von FAK40, der noch durch den zweiten Stopfen vom Lagerbecken getrennt war, ist ocker markiert (dabei ist vorausgesetzt, dass sich die Armaturen zur Absperrung der Rückförderleitung FAK40 BR003 (vom BE-Becken abgehende ocker markierte Leitung) in der gemäß Freischaltplanung vorgesehenen Stellung befanden). Großarmaturen, die sich noch in Inspektion befanden bzw. befinden konnten, sind grün markiert. Ebenfalls grün markiert sind der Saugstutzen im Sicherheitsbehältersumpf sowie potenziell zum Ringraum hin geöffneten Armaturen (zusätzlich nummeriert).

Infolge der sich einstellenden Wasserströmung wurde der Stopfen in die Rohrleitung gezogen. Da er mit dem Ausbauwerkzeug verbunden war, verkantete er sich in der Leitung und blieb nach ca. 45 cm stecken.

Bei einem BE- Lagerbecken Füllstand < 13,05 m (ca. 14:35 Uhr) erfolgte gemäß Stör-/ Schaltprotokoll /10/ die Anregung des Grenzwertes FAL41 CL004 (Niveau tief im Brennelementlagerbecken). Dieser löst ein automatisches Schließen von Absperrarmaturen in den Rohrleitungen des Beckenkühlsystems FAK20 aus. Das Schließen dieser Absperrungen ist Bestandteil des Notstandskonzepts der Anlage. Damit soll verhindert werden, dass im Falle eines Kühlmittelverlusts im nicht durchgängig gegen EVA ausgelegten Beckenkühlstrang FAK20 das Beckeninventar soweit absinkt, dass auch die Kühlfunktion der beiden anderen gegen EVA ausgelegten Beckenkühlstränge FAK10 und FAK40 ausfällt. Die hierfür vorgesehene „Notstandssichere Verriegelung“ kann nach 60 sec wieder aufgehoben werden, konzeptbedingt allerdings nur von der Notsteuerstelle aus /12/. Diese automatische Absperrung des FAK20 Systems konnte den Kühlmittelverlust in diesem Fall nicht unterbinden, da sich das „Leck“ im Strang JNA40/FAK40 befand.

Um 14:58 Uhr löste der Schichtleiter vorsorglich von Hand Räumungsalarm im UJA und UJB aus.

Im Folgenden wurde, gemäß /13/ nach Prüfung der Freischaltliste, die Armatur JNA42 AA006 geschlossen /2/. Das Schließen der motorbetätigten Armatur JNA42 AA006 musste gemäß /2/ von Hand vorgenommen werden, da die elektrische Betätigung der Armatur nicht möglich war. Ursache hierfür war gemäß /2/ eine Bi-Metall Auslösung im Rahmen einer zuvor durchgeführten Wartung am Schaltanlageneinschub dieser Armatur. Um 15:11 Uhr war die Armatur JNA42 AA006 gemäß /2/ in Stellung ZU, damit war das Ausströmen des Kühlmittels bis auf ggf. noch auftretende kleinere Leckagen unterbunden.⁶

Mit dem Abpumpen des Kühlmittels aus dem Reaktorgebäudesumpf begann das Schichtpersonal gemäß /14/ ca. vier Minuten nach Beginn des Füllstandsabfalls im BE- Lagerbecken. Die anfallenden Wässer wurden der Abwasseraufbereitung KPK/KPF über die zugehörigen Entwässerungssysteme bestimmungsgemäß zugeführt.

Durch den Kühlmittelverlust aus dem Brennelementlagerbecken in Richtung Sicherheitsbehältersumpf und Ringraum fiel das Niveau im Brennelementlagerbecken und im Reaktorraum um 1,24 m auf ein Niveau von 12,18 m /15/. Dies entspricht gemäß /4/ einem Volumen von ca. 260 m³, davon floss der größte Teil in den Sumpf des Reaktorgebäudes und ca. 7 m³ in den Ringraum.⁷ Durch den Wassereintrag in den Sicherheitsbehältersumpf (Niveau ca. 61 cm) lief auch Kühlmittel über die während der Revision geöffneten Entwässerungsleitungen in die Bereiche der unteren Schildkühlung/RDB Kühlung.

Um 16:13 Uhr wurde mit dem Auffüllen des BE- Lagerbeckens aus dem Flutbehälter JNK30 BB001/002 gemäß BHB Teil 4 Kapitel 1.2 begonnen. Der Räumungsalarm wurde aufgehoben. Nach einer Besprechung wurde beschlossen das weitere Auffüllen des BE- Lagerbeckens erst nach Klärung der Stopfensituation durchzuführen. Der Reaktorgebäudesumpf sollte in Richtung Abwasseraufbereitung in Absprache mit dem Strahlenschutz abgepumpt und gereinigt werden.

In dem Zeitraum von Ereignisbeginn bis zur Wiederinbetriebnahme des Beckenkühlstranges FAK20, der sich über 12 h 35 min erstreckte, stieg die Kühlmitteltemperatur im Lagerbecken um ca. 3 K an (von 33,6 °C auf 36,7 °C).

⁶ Siehe die Abbildung zum Füllstandsverlauf im BE- Lagerbecken in /15/.

⁷ KKP gibt in /2/ einen Wasserverlust aus Lagerbecken und Reaktorraum von ca. 244 m³ an. Gemäß den Angaben in /4/, wonach 1 cm Füllstand bei gezogenem Beckenschütz einem Volumen von 2,0987 m³ entspricht, bedeutet eine Füllstandsabsenkung von 1,24 m einen Wasserverlust aus Lagerbecken und Reaktorraum von 260 m³. Demnach besteht hier eine Diskrepanz von 16 m³, deren Ursache sich auf Basis der uns vorliegenden Informationen nicht ermitteln lässt.

Am 18.6.2010 um ca. 02:43 Uhr wurde ein Füllstand von 13,44 m erreicht /15/. Um 2:55 wurde das System FAK20 wieder in Betrieb genommen (der Beckenkühlstrang FAK10 war über den gesamten Zeitraum in Betrieb). Weiterhin fand an diesem Tag ein Aufsichtsbesuch zum Ereignis statt, bei dem der Behörde und den Gutachtern der Sachstand und die Ergebnisse der Meldepflichtprüfung vorgestellt wurden.

Die Dosisleistung auf der +21 m Ebene (Beckenflur: 21,5 m) stieg von ca. 1-2 $\mu\text{Sv/h}$ auf ca. 5 $\mu\text{Sv/h}$ und oberhalb der Wasseroberfläche von ca. 7-10 $\mu\text{Sv/h}$ auf ca. 25 $\mu\text{Sv/h}$ an. Eine Erhöhung der Dosisleistung im Ringraum wurde nicht festgestellt. Im Reaktorgebäudesumpf ergab sich durch das ausgelaufene Wasser eine Oberflächenkontamination von 30-800 Bq/cm^2 , im Ringraum von 40 Bq/cm^2 .

Eine Kontamination von Personen lag nicht vor, es kam auch nicht zu Personenschäden.

2.2 Bewertungen

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 1 (Planungszeitraum bis zum Beginn der Durchführung der Freischaltungen)

Bei Instandhaltungsmaßnahmen an Komponenten des Not- und Nachkühlsystems sowie des Beckenkühlsystems sind übergeordnet neben Arbeitsschutz- und anderen Vorgaben u. E. insbesondere folgende sicherheitstechnische Zielsetzungen zu beachten:

- Aufrechterhaltung der Brennelementbeckenkühlung,
- Sicherstellung der Aktivitätsbarriere „Sicherheitsbehälter“ und
- Vermeidung von Kühlmiteleinträgen in den Ringraum.

Diese sicherheitstechnisch relevanten Zielsetzungen sollten bei der Instandhaltungsplanung entsprechend beachtet werden. Diesbezüglich kommen wir hinsichtlich der dem Ereignis zu Grunde liegenden Arbeitsablauf- und Freischaltplanung /3/, /5/ zu folgenden Ergebnissen:

1-1 Im Rahmen der Freischaltplanung /5/ war eine Systemöffnung an JNA40/FAK40 vorgesehen. Für Systemöffnungen sind die Vorgaben in Anhang 2-3.2 der IHO „Freischaltung bei Arbeiten an verfahrenstechnischen Systemen (Systemöffnungen)“ einschlägig /17/. Demnach muss eine Freischaltung in verfahrenstechnischen Systemen durch allseitiges Abtrennen des Arbeitsbereiches mit mindestens einer Absperrarmatur in jeder einbindenden medienführenden Leitung erfolgen. Besitzt die Absperrarmatur einen Stellantrieb, so ist dieser elektrisch unscharf zu schalten. Aus diesen IHO Vorgaben folgt, dass im Zusammenhang mit Instandhaltungsmaßnahmen an den kombinierten Nachkühl- und Beckenkühlssystemen (JNA10/FAK10 und JNA40/FAK40) u.a. Vorsorge dafür zu treffen ist, dass freigeschaltete und geöffnete Systembereiche vom BE- Lagerbecken getrennt sind. Hierfür stehen im Falle von Arbeiten an den Komponenten der Nachkühlsysteme JNA10/40 sowie an den Beckenkühlpumpen die jeweiligen Absperrarmaturen der Beckenkühlsysteme FAK10/40 zu Verfügung.

Im Zuge der Revision 2010 waren allerdings auch Arbeiten an den Absperrarmaturen des Lagerbeckenkühlsystems FAK40 selbst vorgesehen, weshalb diese Armaturen nicht für die Absperrung zwischen dem BE- Lagerbecken und dem Nachkühlsystem JNA40 zur Verfügung standen. Gemäß KTA 3303 Kap. 6.2 (6) /16/ ist „für Instandsetzungen an den ersten Absperrarmaturen (...) eine Absperrmöglichkeit der Ansaug- und Einspeisestutzen von Brennelementlagerbecken aus oder eine gleichwertige Hilfsmaßnahme vorzusehen“. Zur Umsetzung dieser Anforderung stehen mobile Absperrreinrichtungen (wie die im Zuge der KKP Revision 2010 eingesetzten Dichtstopfen) zur Verfügung, die in die Entnahme- und Rückförderleitungen der Beckenkühlsysteme eingebracht werden können.

Im vorliegenden Fall hatte die Arbeitsablauf- und Freischnittplan /3/, /5/ vorgesehen, dass der gesamte Systembereich JNA40/FAK40, der über Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen sowie durch den Ausbau von Armaturen im Ringraum und im Sicherheitsbehälter geöffnet werden sollte, ausschließlich durch die Dichtstopfen vom Lagerbecken getrennt wurde (siehe Abbildung 3 zur diesbezüglich bestehenden Systemkonfiguration). Der Einsatz der Dichtstopfen beschränkte sich hier somit nicht auf Arbeiten an den FAK Absperrarmaturen (bzw. an dem eigenmediumgesteuerten Rückschlagventil FAK40 AA004) bei ansonsten geschlossenen Systemen. Vielmehr fungierten die Dichtstopfen faktisch als „Absperrarmaturen“ für den gesamten freigeschalteten und geöffneten Systembereich JNA40/FAK40.⁸ Sie wurden damit für einen Einsatzbereich eingesetzt, der u.E. über den gemäß KTA 3303 intendierten Anwendungsbereich hinausgeht.

Die beschriebene Planung, in der die Dichtstopfen die einzige Barriere zwischen dem BE-Lagerbecken und dem geöffneten Systembereich JNA40/FAK40 bildeten, erfolgte auch für eine Betriebsphase, in der der Reaktorkern vollständig in das BE-Lagerbecken ausgeladen und das Dichtschütz gesetzt waren. In dieser Betriebsphase bestehen die höchsten Anforderungen im Hinblick auf die Lagerbeckenkühlung (relevant bei einem etwaigen Versagen eines Dichtstopfens).

Aus diesen Gründen war die Arbeitsablauf- und Freischnittplanung u.E. hinsichtlich der Sicherstellung der BE-Lagerbeckenkühlung, der Vermeidung von Kühlmiteleinträgen in den Ringraum (über geöffnete oder ausgebaute Armaturen) und des Arbeitsschutzes nicht optimiert. Nach unserer Einschätzung hätte bei einer anderen Arbeitsplanung der Zeitraum, in dem die Dichtstopfen die einzige Barriere zwischen dem Lagerbecken und dem geöffneten Nachkühlsystem JNA40 bildeten, zumindest deutlich verkürzt werden können (keine Arbeiten an FAK Absperrarmaturen bei geöffnetem System JNA40, Arbeiten an der Armatur FAK40 AA004 ggf. bei geringeren Anforderungen an die Lagerbeckenkühlung und verfügbaren FAK Absperrarmaturen).

- 1-2 Im vorliegenden Fall beinhaltete die Arbeitsplanung gemäß Rahmenplan /3/ gleichzeitige Instandhaltungstätigkeiten an Systemteilen von JNA40/FAK40, die im Sicherheitsbehälter angeordnet sind, als auch an solchen, die sich im Ringraum befinden. Im Hinblick auf die Aufrechterhaltung von Barrierenfunktionen bzw. die Funktionsfähigkeit von hierfür erforderlichen Absperrungen bei Instandhaltungstätigkeiten an Barrieren-übergreifenden Systemen wie JNA/FAK, ist festzustellen, dass offene Verbindungen zwischen Sicherheitsbehälter und Ringraum bzw. Hilfsanlagegebäude im Anlagenstillstand betriebsphasenabhängig zulässig sind, wie z.B. offene Schleusen, wobei diese allerdings im Anforderungsfall geschlossen werden können müssen (siehe z.B. das BHB KKP 2, Teil 2, Kapitel 1.2, Abschnitt 2). Weiterhin besteht nach unserer Kenntnis in mindestens einer anderen DWR Anlage die SSP Anforderung, dass der Sicherheitseinschluss durch den Reaktorsicherheitsbehälter in allen Betriebsphasen verfügbar sein muss. Für KKP 2 existiert eine vergleichbare explizite SSP Vorgabe nicht.

Unsere Bewertung der Arbeits- und Freischnittplanung /3/, /5/ im Hinblick auf die Aufrechterhaltung von Barrierenfunktionen (Vermeidung von Wassereinträgen in den Ringraum, Aktivitätsrückhaltung) führt zu folgendem Ergebnis:

- Das Teilsystem JNA40 war zeitweise, u.a. durch das demontierte Sicherheitsventil JNA40 AA902 über eine Kleinleitung DN25, zum Ringraum hin geöffnet. Für die im Ringraum angeordnete Dreiwegearmatur JNA40 AA003 (die Armatur dient zur Herstellung der Verbindung der Saugleitung der Nachkühlpumpe wahlweise mit dem Sicherheitsbehältersumpf oder dem Flutbehälter) wurde im Freischnittschritt 1 für die

⁸ Die eingesetzten Dichtstopfen sind im Gegensatz zu Absperrarmaturen keine passiven Einrichtungen, da gemäß Arbeitsauftrag /8/ eine stündliche Druckkontrolle an den Dichtstopfen durchzuführen und ggf. Druckluft zu ergänzen ist.

Zeitdauer der Systemfreischaltung JNA40 die Stellung ZU in Richtung zum Sumpf vorgegeben. Mit dieser Stellung war der zum Ringraum hin geöffnete Systembereich von JNA40 gegenüber dem Sicherheitsbehältersumpf abgesperrt. Da diese Armatur aufgrund von gemäß Arbeits- und Freischaltplanung /3/, /5/ vorgesehenen Arbeiten mit einem weißen Hinweiszettel zu kennzeichnen war, durfte deren Stellung nach dem Verständnis von KKP (siehe in /11/) während der Dauer der Freischaltung verändert werden. Im Rahmen der an der Armatur durchgeführten Arbeiten erfolgte eine Stellungsänderung. Sie wurde in Zwischenstellung gebracht. Mit dieser Stellung war der zum Ringraum hin geöffnete Systembereich von JNA40 nicht mehr gegenüber dem Sicherheitsbehältersumpf abgesperrt.

- Aufgrund der Systemöffnung sowohl im Sicherheitsbehälter als auch im Ringraum bestand über mehrere Tage hinweg eine luftseitige offene Verbindung zwischen dem Ringraum und dem Sicherheitsbehälter.⁹ Die Freischaltplanung enthielt keine Hinweise auf die Existenz dieser Verbindungen, insbesondere aber keine Anweisungen, dass und wie diese im Bedarfsfall zu schließen sind. Zwar handelt es sich bei den zum Ringraum hin geöffneten Rohrleitungen um Kleinleitungen, dennoch war u. E. nicht ausreichend Vorsorge dafür getroffen, dass diese Verbindungen in einem Anforderungsfall (bspw. beim BE- Handhabungsstörfall¹⁰) möglichst kurzfristig hätten erkannt und geschlossen werden können.

Die über potenziell mehrere Tage bestehende Verbindungen zwischen Sicherheitsbehälter(sumpf) und Ringraum hätten u.E. durch eine andere Arbeitsplanung vermieden werden können.

Aus den Bewertungsergebnissen 1-1 und 1-2 folgt aus unserer Sicht, dass die Arbeitsablauf- und Freischaltplanung /3/, /5/ im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Brennelementbeckenkühlung, die Sicherstellung der Aktivitätsbarriere „Sicherheitsbehälter“ und die Vermeidung von Kühlmiteleinträgen in den Ringraum nicht optimiert war. Insofern regen wir an, dass zukünftig bei Freischaltplanungen die genannten Aspekte im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung (gemäß IHO Abschnitt 6.3.4) explizit mit behandelt werden.

Weiterhin sollte u.E. geprüft werden, ob das BHB von KKP 2 um Regelungen zur kurzfristigen Wiederherstellbarkeit des Sicherheitseinschlusses durch den Reaktorsicherheitsbehälter für Betriebsphasen, für die bislang keine Regelungen bestehen, ergänzt werden sollte.

- 1-3 In der Freischaltliste zur Systemfreischaltung JNA40/FAK40 /5/ war für eine Reihe von Armaturen eine bestimmte Freischaltstellung vorgegeben. Gleichzeitig war in der Freischaltliste vermerkt, dass diese Armaturen mit weißen Hinweiszetteln vor Ort zu kennzeichnen sind. Gemäß /11/ besteht in der Anlage KKP das Verständnis, dass bei Armaturen, für die in der Freischaltliste Stellungen definiert und die gleichzeitig mit weißen Hinweiszetteln gekennzeichnet werden, die in der Freischaltliste definierten Stellungen während der Dauer der Freischaltung verändert werden dürfen. In der Freischaltliste /5/ war für diverse Armaturen eine definierte Stellung und gleichzeitig eine Kennzeichnung mit weißen Hinweiszetteln vorgegeben. Gemäß Rahmenplan /3/ waren u.a. Arbeiten an den Stellantrieben dieser Armaturen vorgesehen, woraus sich Änderungen der in der Freischaltliste definierten Armaturstellungen ergeben konnten.

⁹ Öffnungen an Systemteilen im Ringraum: demontiertes Sicherheitsventil JNA40 AA902, Armaturen JNA40 AA413, JNA40 AA400 und JNA40 AA404; Verbindung zum Sicherheitsbehälter über Armatur JNA40 AA003 in Zwischenstellung.

Öffnungen an Systemteilen im Sicherheitsbehälter: Armatureninspektionen (zumindest z.T. mit Systemöffnungen) an JNP50 AA900, FAK40 AA900, FAK40 AA004, JNA42 AA900, JNA42 AA003, JND40 AA004.

¹⁰ Beim BE- Handhabungsstörfall ist ein Lüftungsabschluss des Sicherheitsbehälters herbeizuführen. Gemäß /19/ ist in den radiologischen Störfallberechnungsgrundlagen ein Freisetzungspfad über den Ringraum nicht im Betrachtungsumfang enthalten.

Die betriebliche Praxis von KKP, wonach bei Kennzeichnung von Armaturen mit weißen Hinweiszetteln eine Veränderung der Armaturenstellungen zulässig ist, obwohl gleichzeitig in den Freischalt- und Normalisierungslisten eine definierte Freischaltstellung ausgewiesen wird, führt u.E. zu widersprüchlichen Darstellungen in operativ verwendeten Freischaltunterlagen. Der tatsächliche Freischaltzustand ist unter diesen Randbedingungen für das Schichtpersonal nur eingeschränkt nachvollziehbar. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn in den Freischaltlisten angegebene Stellungen für bestimmte Zeiträume der Freischaltung erforderlich sind (z.B. zur Systementleerung), im weiteren Verlauf aber aufgehoben werden können. U.E. sollte anhand der Freischaltunterlagen für jede Phase einer Freischaltung klar erkennbar sein, ob Armaturenstellungen einzuhalten sind (und dann entsprechend definiert werden) oder ob die Stellung der Armaturen für die Freischaltung unerheblich ist und daher verändert werden darf (was bedeutet, dass in den Freischalt- und Normalisierungslisten keine definierten Stellungen vorgegeben werden sollten).

- 1-4 Der Arbeitsschein /8/ zum Ausbau der Dichtstopfen enthält die Vorgabe, diese gemäß der BAW S 123, Abschnitt 4.15 „Abdichtung der Einspeise- und Absaugleitungen am BE- Lagerbecken“ /9/ zu demontieren. Nach Vorgabe der BAW soll die Entspannung der Dichtstopfen erst nach Befüllung und Entlüftung der in das BE- Lagerbecken einbindenden Rohrleitung erfolgen. Eine derartige systemseitige Füllung der Rohrleitungen war in der Freischaltplanung jedoch nicht vorgesehen. Sie beinhaltete stattdessen, dass mit der Druckentlastung der Dichtstopfen die Füllung der Leitungen bis zu den FAK Absperrarmaturen aus dem Lagerbecken heraus erfolgen sollte. Die Planung stand damit im Widerspruch zu den Vorgaben der Betriebsanweisung und war damit in sich inkonsistent.

Nach Darstellung von KKP in /11/ wurden in der jüngeren Vergangenheit die in das BE- Lagerbecken einbinden Rohrleitungen immer über eine Druckentlastung der Dichtstopfen gefüllt. In /11/ wird andererseits jedoch auch ausgeführt, dass die Stopfen nicht dafür ausgelegt sind, dass die dahinter liegende, entleerte Rohrleitung aus dem BE- Lagerbecken über den Stopfen gefüllt wird, d.h. der Stopfen darf demnach erst gelöst werden, wenn die dahinterliegende Rohrleitung gefüllt ist. Somit wurden die Dichtstopfen in KKP wiederholt außerhalb der Auslegung dieser Komponente und entgegen der Betriebsanweisung gehandhabt.

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 2 (Zeitraum ab Durchführung der Freischaltungen bis zum Ereigniseintritt)

- 2-1 Gemäß Freischaltplanung /5/ sollten vor dem Ziehen der Dichtstopfen die Normalisierung von FAK40 und die Systemtrennung JNA40/FAK40 durchgeführt werden.¹¹ Bei vollständiger und korrekter Durchführung der vorgeplanten Maßnahmen wäre mit der Druckentlastung der Dichtstopfen das Kühlmittel aus dem Lagerbecken bis zu den Armaturen JNA42 AA006 und FAK40 AA001 sowie den weiteren FAK Absperrarmaturen in die Rohrleitungen eingeströmt (unabhängig davon, dass eine derartige Vorgehensweise den Vorgaben in der BAW S 123 widersprach, siehe Bewertungsergebnis 1-4). Es hätte kein Kühlmittel in das zum damaligen Zeitpunkt noch freigeschaltete Teilsystem JNA40 und von dort aus in den Ringraum und den Sicherheitsbehälter ausfließen können (siehe Abbildung 4).

Auf Basis der vorliegenden Unterlagen ist festzustellen, dass bei der Durchführung der Arbeiten folgende Abweichung von der Planung auftrat:

- Die Armatur JNA42 AA006 war gemäß Planung zu schließen und in dieser Stellung elektrisch unscharf zu machen. Die Armatur befand sich jedoch gemäß /2/ in geöffneter Stellung.

¹¹ Die Systemtrennung hätte gewährleistet, dass das Schließen von Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen sowie der Abschluss der Arbeiten an den Armaturen des Teilsystems JNA40 keine notwendigen Voraussetzungen für das Ziehen der Dichtstopfen darstellten.

Im Zuge der Durchführung der Normalisierung FAK40 und der Systemtrennung JNA40/FAK40 waren darüber hinaus die FAK Absperrarmaturen (FAK40 AA002/003/005/006) zu schließen und in dieser Stellung elektrisch unscharf zu machen. Anhand der uns vorliegenden Unterlagen (Freischaltliste /5/, Stör-/Schaltprotokoll /10/) können wir keine Aussage darüber machen, ob diese Armaturen ihre gemäß Planung vorgesehene Stellung aufwiesen.¹²

Der Ereignisablauf nach Druckentlastung der Dichtstopfen zeigt somit auf, dass die Normalisierung von FAK40 und die Systemtrennung JNA40/FAK40 nicht in der gemäß Freischaltplanung vorgesehenen Form durchgeführt wurden.

2-2 Nach Darstellung von KKP in /2/ gab der Revisionsmeister dem Maschinisten und dem Elektriker die Unterlagen zum Normalisierungsschritt 2 (Normalisierung FAK40) und die Freischaltliste zu dem anschließend durchzuführenden, aber noch nicht freigegebenen Freischaltsschritt 3 (Systemtrennung JNA40/FAK40) mit in die Anlage. Hintergrund war gemäß /2/ die Annahme des Revisionsmeisters, dass jedenfalls hinsichtlich der Armatur JNA42 AA006 die Vorgehensweise des sog. „Zetteltauschs“ angewandt werden konnte. Hierzu ist aus unserer Sicht festzustellen:

- Die Normalisierungsliste zum Normalisierungsschritt 2, mit dem vier Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen geschlossen sowie sechs Armaturen schaltbereit gemacht und in die für die Systemtrennung JNA40/FAK40 erforderliche Stellung gebracht werden sollten, gibt in tabellarischer Form die Armaturenstellung aus der vorausgehenden Freischaltung¹³ und die herbeizuführende Stellung nach der Normalisierung an. Anhand der Darstellung ist u. E. unmittelbar erkennbar, dass ein Zetteltausch für keine der in der Liste aufgeführten Armaturen anwendbar war (siehe diesbezüglich Anhang 1). Somit ist hier bei mehreren Beteiligten eine mangelnde Sorgfalt bei der Abarbeitung von Vorgaben der Freischaltplanung zu konstatieren.
- KKP führt in /2/ aus, dass der Normalisierungsschritt 2 und der Freischaltsschritt 3 über die Ablaufsteuerung des Betriebsführungssystems (BFS) miteinander „verriegelt“ waren. Gemäß /2/ erfolgt innerhalb des BFS eine Konfliktprüfung, sofern ein Normalisierungs- und Freischaltsschritt miteinander „verriegelt“ sind. Ohne eine „begründete Berechtigung“ sei es dann nicht möglich, die neue Freischaltliste vor Abschluss des vorausgehenden Schritts freizugeben. Diese zur Fehlervermeidung im BFS vorgesehene „Verriegelung“ wurde umgangen, da die im Freischaltsschritt 3 vorgesehenen Arbeiten zumindest zum Teil bereits vor dessen Freigabe durchgeführt wurden.
- Gemäß den Vorgaben in Abschnitt 6.5.1 der IHO /17/ gehört die Freigabe einer Freischaltung zum Aufgabenbereich des Schichtleiters. Die Bestätigung durch den Schichtleiter setzt u.a. voraus, dass vom Betriebsbüro bzw. von ihm selbst getroffene Festlegungen zur Anlagensicherheit erfüllt sind und die getroffenen Festlegungen im Hinblick auf die aktuellen Randbedingungen vollständig und richtig sind, die Freischaltmaßnahmen nach den Betriebsvorschriften beim momentanen Anlagenzustand zulässig sind sowie keine Konflikte mit anderen bereits durchgeführten Freischaltungen bestehen.

Nach Maßgabe der IHO war die Freigabe und Durchführung des Freischaltsschritts 3 vor Abschluss des vorausgehenden Normalisierungsschritts 2 unzulässig, da ein Konflikt mit vorher durchgeführten und zum damaligen Zeitpunkt noch nicht normali-

¹² KKP führt dazu in /28/ aus, dass die Armatur FAK40 AA005 nicht auf dem Prozessrechner aufgelegt ist. Hinsichtlich der Armaturen FAK40 AA002/003/006 wird in /28/ festgestellt, dass diese bereits in den Tagen vor der Normalisierung im Rahmen der Revisionsarbeiten elektrisch eingestellt oder zur Wirkleistungsmessung verfahren worden waren, so dass die Stör-/Schaltprotokolle für den Normalisierungszeitraum keine Aufzeichnungen enthalten. Angaben, zu welchem Zeitpunkt die Armaturen im Zuge von Revisionstätigkeiten in ihre gemäß Normalisierungsliste geforderten Stellungen gebracht wurden, sind in /28/ nicht aufgeführt.

¹³ Zusätzlich ist angegeben, ob eine Kennzeichnung mit weißen Hinweiszetteln erfolgte. In diesen Fällen kann die Armaturenstellung, wie bereits dargestellt, anders sein, als im vorausgehenden Freischaltsschritt vorgegeben wurde.

sierten Freischaltungen bestand. Hintergrund war, dass im Rahmen der Normalisierung Armaturen in definierte Stellungen zu bringen waren, die von den Stellungsvorgaben aus der vorausgehenden Freischaltung abwichen. Hierfür waren die Antriebe scharf zu machen und die Armaturen ggf. zu verfahren. Im daran anschließenden Freischaltsschritt 3 waren die Antriebe unter Beibehaltung der Stellung wieder unscharf zu machen.¹⁴

Die Freigabe des Freischaltsschritts 3 erfolgte gemäß /5/ im Nachhinein, unmittelbar nachdem dieser bereits (weitgehend) durchgeführt war.

Somit wurden IHO Vorgaben zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Freischaltverfahrens nicht eingehalten.

Bewertungsergebnisse betreffend Phase 3 (Ereigniszeitraum und nachfolgende Aktivitäten)

3-1 Der Arbeitsschein zum Ausbau der Dichtstopfen /8/ enthielt die Vorgabe diese gemäß BAW S 123, Abschnitt 4.15 /9/ auszubauen. Neben der Planung (siehe Bewertungsergebnis 1-4) erfolgte auch der Ausbau nicht gemäß diesen Vorgaben, wobei zu diesem Zeitpunkt eine gemäß /9/ korrekte Arbeitsdurchführung aufgrund der vorgeplanten und entsprechend realisierten Systemkonfiguration nicht möglich war.

3-2 Gemäß IHO Abschnitt 5. /17/ 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. Gemäß KKP Schreiben vom 10. Juli 2012 /14/ wurde keine Störmeldung zu dem Ereignis erstellt.

Dies entspricht nicht unserem Verständnis der IHO. U.E. hätte aufgrund des Umfangs der festgestellten Fehlhandlungen eine Störmeldung gemäß IHO im BFS eröffnet werden müssen.

2.3 Zusammenfassende Bewertung

Auf Basis der in Abschnitt 2.2 aufgeführten Bewertungsergebnisse kommen wir hinsichtlich der unmittelbaren Ursachen für den Ereignisablauf zu folgender zusammenfassender Bewertung:

1. Ursache für den Kühlmittelverlust aus dem BE- Lagerbecken war, dass die Vorgaben der Freischaltplanung hinsichtlich der Trennung der Teilsysteme FAK40 und JNA40 nicht in der gemäß Freischaltplanung vorgesehenen Form durchgeführt wurden. Dies betrifft die Armatur JNA42 AA006, die abzusperrern war. Infolgedessen war die Stellung dieser Armatur fehlerhaft (siehe Bewertungsergebnis 2-1).

Im Hinblick auf beitragende Ursachen für das Ereignis kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

2. Eine zur Fehlervermeidung im BFS vorgesehene „Verriegelung“ von Normalisierungs- und Freischaltsschritten wurde umgangen (siehe Bewertungsergebnisse 2-2) sowie Vorgaben in der Betriebsanweisung BAW S 123 (siehe Bewertungsergebnisse 3-1) und in der Instandhaltungsordnung (siehe Bewertungsergebnisse 2-2) wurden nicht beachtet.

¹⁴ Die Aussage, dass die Normalisierungsstellung beibehalten werden sollte, gilt nicht für die Armatur FAK41 AA001. Diese war im Rahmen des FSS 3 in Richtung BE- Lagerbecken zu stellen, womit eine gegenüber dem vorausgehenden Freischaltsschritt abweichende Stellungsvorgabe verbunden war.

3. Die Abarbeitung von Vorgaben aus der Freisaltplanung erfolgte durch mehrere Beteiligte nicht mit der erforderlichen Sorgfalt (siehe Bewertungsergebnis 2-2).

Hinsichtlich der Freisaltplanung kommen wir zu folgender Bewertung:

4. Die Arbeitsablauf- und Freisaltplanung war u.E. im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Brennelementbeckenkühlung, die Sicherstellung der Aktivitätsbarriere „Sicherheitsbehälter“ und die Vermeidung von Kühlmittelninträgen in den Ringraum nicht optimiert. Insofern regen wir an, dass zukünftig bei Freisaltplanungen die genannten Aspekte im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung (gemäß IHO Abschnitt 6.3.4) explizit mit behandelt werden.

Weiterhin sollte u.E. geprüft werden, ob das BHB von KKP 2 um Regelungen zur kurzfristigen Wiederherstellbarkeit des Sicherheitseinschlusses durch den Reaktorsicherheitsbehälter für Betriebsphasen, für die bislang keine Regelungen bestehen, ergänzt werden sollte. (siehe Bewertungsergebnisse 1-1, 1-2).

5. Die betriebliche Praxis von KKP, wonach bei Kennzeichnung von Armaturen mit weißen Hinweiszetteln eine Veränderung der Armaturenstellungen zulässig ist, obwohl gleichzeitig in den Freisalt- und Normalisierungslisten eine definierte Freisaltstellung ausgewiesen wird, führt u.E. zu widersprüchlichen Darstellungen in operativ verwendeten Freisaltunterlagen. Der tatsächliche Freisaltzustand ist unter diesen Randbedingungen für das Schichtpersonal nur eingeschränkt nachvollziehbar. U.E. sollte anhand der Freisaltunterlagen für jede Phase einer Freisaltung klar erkennbar sein, ob Armaturenstellungen einzuhalten sind (und dann entsprechend definiert werden) oder ob die Stellung der Armaturen für die Freisaltung unerheblich ist und daher verändert werden darf (was bedeutet, dass keine definierte Stellung vorgegeben werden sollte) (siehe Bewertungsergebnis 1-3).
6. Die Planung stand im Widerspruch zu Vorgaben in der Betriebsanweisung BAW S 123 und war diesbezüglich zudem in sich inkonsistent. Weiterhin wurden die Dichtstopfen in KKP in den letzten Jahren wiederholt außerhalb der Auslegung dieser Komponente gehandhabt (siehe Bewertungsergebnis 1-4).

Hinsichtlich der Ereignisbehandlung ist festzustellen:

7. Nach dem Ereignis wurde keine Störmeldung erstellt. Dies entspricht nicht unserem Verständnis der entsprechenden Passagen der IHO (siehe Bewertungsergebnis 3-2).

Ein zusätzlicher Aspekt betrifft die Abstimmung von parallel stattfindenden Instandhaltungstätigkeiten. Solche Arbeiten sind so miteinander abzustimmen, dass die jeweils erforderliche Funktionsbereitschaft von Armaturen durchgehend gegeben ist und keine widersprüchlichen Anforderungen bestehen. Da wir diesem Aspekt keine direkte Bedeutung für die Randbedingungen und Ursachen des Ereignisses zuweisen, ist der Sachverhalt in Anhang 2 dargestellt.

3. Potentielle sicherheitstechnische Konsequenzen

Das Ereignis führte zu einem Kühlmittelverlust aus dem Brennelementlagerbecken. Die potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen des Ereignisablaufs sind u. E. im Hinblick auf den Erhalt der Wasserüberdeckung der Brennelemente im BE- Lagerbecken, die Aufrechterhaltung der Lagerbeckenkühlung sowie möglicher Überflutungseinwirkungen zu diskutieren.¹⁵ Die Kühlung der im RDB befindlichen Brennelemente war durch das Ereignis nicht tangiert und wird daher im Folgenden nicht diskutiert.

Die Bewertung der tatsächlichen und potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen der Anlagenzustände, wie sie sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt haben bzw. einstellen hätten können, wird dementsprechend anhand folgender Aspekte vorgenommen:

- Füllstandsabfall im BE- Lagerbecken,
- Auswirkungen auf die BE- Lagerbecken Kühlsysteme,
- Kühlmittelintrag in den Ringraum.

3.1 Bewertungen

Aspekt 1 Füllstandsabfall im Brennelement-Lagerbecken

Aus dem eingetretenen Füllstandsabfall von ca. 1,24 m (gemäß /4/ entspricht dieser Abfall einer verbleibenden Brennelement-Überdeckung von 7,31 m) ergaben sich hinsichtlich der Aufrechterhaltung einer ausreichenden Wasserüberdeckung zur Gewährleistung der radiologischen Abschirmwirkung keine sicherheitstechnisch relevanten Auswirkungen. Die Dosisleistungserhöhung am Brennelementlagerbecken auf Höhe des Beckenflurs war mit ca. 3-4 $\mu\text{Sv/h}$ gering.

Bei einem angenommenen nicht rechtzeitigem Schließen der Armatur JNA42 AA006 hätte der Füllstand bis zur Unterkante der Leitung FAK41 BR001 auf 11,85 m /4/ und damit um weitere 0,34 m abfallen können. Im diesem Fall hätte sich auf Basis der Angaben in /4/ eine Brennelement-Überdeckung von 6,98 m ergeben.

In Abhängigkeit von der Stellung der FAK Absperrarmaturen FAK40 AA002/0003/005/006 (siehe Abschnitt 2.2, Bewertungsergebnis 2-2) und dem Ausbauzustand von Armaturen, die zur Inspektion vorgesehen waren (insbesondere JND40 AA004), hätte, sofern der Dichtstopfen in der Rückspeiseleitung FAK40 BR003 zuerst gezogen worden wäre, ggf. ein maximaler Füllstandsabfall auf 11,25 m auftreten können. Im diesem Fall hätte sich auf Basis der Angaben in /4/ eine Brennelement-Überdeckung von 6,38 m ergeben.

Gemäß /24/ ist auch bei einer Wasserüberdeckung von 5,80 m (entsprechend einem Füllstand von 10,67 m, Unterkante Absaugkasten der Entnahmeleitung der Beckenkühlpumpe FAK20) eine ausreichende Strahlenabschirmung gewährleistet.

Insgesamt ist daher die tatsächliche und potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung des Ereignisablaufs im Hinblick auf diesen Aspekt u. E. als gering einzustufen.

Aspekt 2 Auswirkungen auf die Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme

Gemäß den Angaben in der Systembeschreibung für JN/FAK /6/ liegt der Auslegung der Beckenkühlstränge FAK10 und FAK40 eine Belegung des Lagerbeckens mit einer Kernvollaussladung und neun vorausgegangenen 1/3 Kernaussladungen zu Grunde. Im Falle einer solchen Belegung kann die Wassertemperatur bei Betrieb beider Beckenkühlstränge $\leq 45^\circ\text{C}$ gehalten werden, bei Betrieb

¹⁵ Potentielle Konsequenzen solcher Ereignisabläufe im Hinblick auf die Arbeitssicherheit werden hier nicht thematisiert.

nur eines Stranges $\leq 60^\circ\text{C}$. Der Beckenkühlstrang FAK20 ist gemäß /6/ so ausgelegt, dass bei un-
terstellter Belegung mit neun vorausgegangenen 1/3 Kernausladungen nach Kühlmittelverluststör-
fällen eine mittlere Beckenwassertemperatur $\leq 60^\circ\text{C}$ eingehalten werden kann. Der Strang FAK20
ist somit im Hinblick auf seine Wärmeabfuhrkapazität nicht gleichwertig mit den Strängen
FAK10/40.

Zu Ereignisbeginn waren die Beckenkühlstränge FAK10 und FAK20 in Betrieb, der Strang FAK40
war freigeschaltet. Diese Ausgangssituation entsprach den SSP Vorgaben für die Betriebsphase H
(BHB Teil 2, Kapitel 1.2, Abschnitt 10 /7/), wonach eine Fahrweise mit Betrieb von einem der bei-
den Stränge FAK10/40 in Kombination mit FAK20 zulässig ist.

Gemäß /25/ waren bis 30 Minuten vor Unterbrechung des Beladevorgangs zur Demontage der
Dichtstopfen 25 Brennelemente in den RDB eingeladen worden. Somit lagerte ein Großteil der
Brennelemente der Kernbeladung zum Ereigniszeitpunkt im BE- Lagerbecken.

Infolge des Füllstandsabfalls schaltete sich bei 13,05 m über eine notstandssichere Verriegelung /4/
auslegungsgemäß der dritte Beckenkühlstrang FAK20 ab. Der verbleibende Strang FAK10 war bis
zum Wiedereinschalten von FAK20 ausreichend für die Einhaltung des Temperaturgrenzwerts von
 60°C für das Beckenwasser, der gemäß KTA 3303 für den anomalen Betrieb gilt. Es kam innerhalb
von 12,5 Stunden bei gemäß /15/ auf ca. 12,37 m abgesenktem Füllstand im Lagerbecken nach
Darstellung in /2/ zu einer Temperaturerhöhung um ca. 3 K auf $36,7^\circ\text{C}$.¹⁶

Der Beckenkühlstrang FAK10 wies beim minimal erreichten Wasserstand von 12,18 m noch eine
Wasserüberdeckung von 3 cm über der Oberkante der Entnahmeleitung auf. Wäre der Wasser-
stand weiter gefallen, hätte mit einem Ausfall dieses Beckenkühlstranges infolge einer Ansaugung
von Luft gerechnet werden müssen. Ein Füllstandsabfall bis zur Oberkante der Entnahmeleitung
FAK41 BR001 wäre eingetreten, wenn sich die Absperrung der Leckstelle um wenige Minuten ver-
zögert hätte. Ein Ausfall des Beckenkühlstrangs FAK10 wäre in jedem Fall spätestens nach Errei-
chen der Unterkante der Entnahmeleitung und damit bei um ca. 10 bis 15 Minuten späterer Einlei-
tung der Leckabsperrung aufgetreten.

Günstig wirkte sich bezüglich des Erhalts der aktiven Lagerbeckenkühlung aus, dass der Füll-
standsabfall durch zwei Umstände verzögert wurde: Erstens war durch den in die Rohrleitung ein-
gezogenen Dichtstopfen dort der Strömungswiderstand erhöht, zweitens war entgegen der Revisi-
onsplanung das Beckenschütz zum Zeitpunkt des Ereignisses bereits gezogen, so dass ein größe-
res Kühlmittelvolumen als bei einem vom Reaktorraum getrennten BE- Lagerbecken zur Verfü-
gung stand. Dies bewirkte einen langsameren Füllstandsabfall. Der Zustand mit gezogenem
Schütz war hinsichtlich des maximal möglichen Kühlmittelaustrags nachteilig, hat in diesem Falle
jedoch verhindert, dass es zu einem Ausfall des Beckenkühlstranges FAK10 kam.

Wäre infolge fortgesetzter Füllstandsabsenkung bis zur Unterkante der Entnahmeleitung auch ein
Ausfall des Beckenkühlstranges FAK10 aufgetreten, hätte zur Kühlung des verbundenen Systems
„Lagerbecken – Reaktorraum – Reaktordruckbehälter“ zunächst nur der Nachkühlstrang JNA30
mit Ansaugung aus dem Reaktorkühlsystem zur Verfügung gestanden. Im weiteren Verlauf hätte
der dritte Beckenkühlstrang FAK20 nach Rücksetzen der notstandssicheren Verriegelung wieder in
Betrieb genommen werden müssen, um die aktive Wärmeabfuhr aus dem Lagerbecken wieder
aufzunehmen. Da sich die Unterkante des Absaugkastens von FAK20 ca. 60 cm unterhalb der
tiefsten Beckeneinbindungen der Stränge FAK10/40 befindet, wäre auch beim Nichtabsperrern der
Leckstelle eine aktive Beckenkühlung mittels FAK 20 möglich gewesen. Wie sich die Beckenwas-
sertemperatur in dem verbundenen System bei ausschließlichem Betrieb von JNA30 und FAK20
bei der vorliegenden Beckenbelegung längerfristig entwickelt hätte, lässt sich auf Basis der uns
vorliegenden Informationen nicht feststellen. Mittelfristig wäre ein Aufspeisen des BE- Lagerbe-

¹⁶ Der Füllstand im BE- Lagerbecken wurde ca. 2 Stunden nach Ereignisbeginn von seinem zwischenzeitlichen Mini-
malwert (12,18 m) auf ca. 12,37 m angehoben. Etwa 12 Stunden nach Ereignisbeginn erfolgte dann eine Füllstands-
anhebung auf 13,44 m.

ckens mit anschließender Wiederschaltung des Stranges FAK10 möglich gewesen (im konkreten Ereignisablauf erfolgte dies ca. 12 Stunden nach Ereigniseintritt).

Aus Basis dieser Überlegungen ist die tatsächliche und potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung des Ereignisses im Hinblick auf diesen Aspekt u.E. als gering einzustufen.

Es ist allerdings anzumerken, dass ein Szenario, bei dem

- ein Strang der Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme infolge Instandhaltungstätigkeiten nicht zur Verfügung steht und auch nicht innerhalb mehrerer Stunden in Betrieb genommen werden kann,
- infolge eines Füllstandsabfalls der weitere Strang ausfällt und nicht kurzfristig wieder in Betrieb genommen werden kann sowie der dritte Strang infolge des Erreichens eines sicherheitsrelevanten Grenzwerts automatisch abgeschaltet wird

also der Fall, der sich im vorliegenden Ereignisablauf bei einer Verzögerung der Absperrung der Leckstelle um wenige Minuten eingestellt hätte, im Rahmen der Staffelung der zu unterstellenden Ereignisszenarien in der KTA 3303 /16/ selbst als „seltenes Ereignis“ nicht enthalten ist.

Die Systemkonfiguration, die durch die Freischartplanung herbeigeführt wurde, lag über einen Zeitraum von etwa 7 Tagen vor (hier der Zeitraum mit gesetzten Dichtstopfen und offenen nicht kurzfristig absperrbaren Systembereichen). Bei einer Zeitdauer in dieser Größenordnung sollte u. E. auch die Möglichkeit des Eintretens einer als selten eingestuften Einwirkung von außen (EVA) (hier die Einwirkungen Bemessungserdbeben, Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle) mit in Betracht gezogen werden. Sofern in solchen Zeiträumen Einrichtungen zum Einsatz kommen, deren Wirksamkeit unter den Bedingungen solcher EVA nicht nachgewiesen ist (hier ggf. Dichtstopfen), sollten die potenziellen Auswirkungen des EVA bedingten Versagens solcher Einrichtungen im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung thematisiert werden.¹⁷

Aspekt 3 Kühlmittleintrag in den Ringraum

Das Ereignis führte neben dem Kühlmittleintrag in den Sumpf des Sicherheitsbehälters über den freigeschalteten, entleerten und punktuell offenen Bereich des Nachkühlstranges JNA40 zu einer Freisetzung von Kühlmittel in den Reaktorgebäuderingraum. Den dazu von KKP in /2/ angegebenen Wert von ca. 7 m³ können wir auf Basis einer eigenen Abschätzung anhand der dem Stör-/Schaltprotokoll /10/ entnommenen Schaltzeiten der Gebäudeentwässerungspumpe KTG24 AP001 bestätigen. Diese Freisetzungsmenge führt zu keiner Gefährdung von sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen im Ringraum.

Maximal könnten ausgehend von einem Füllstand im BE- Lagerbecken von 13,60 m bei Abfließen des Kühlmittels über eine der Rückspeiseleitungen FAK10/40 BR001 und unterstellten entsprechenden Freisetzungspfaden folgende Kühlmittelmengen in den Ringraum gelangen: 231 m³ bei gesetztem Beckenschütz, 493 m³ bei gezogenem Schütz. Wird als Grenzbetrachtung unterstellt, dass das Lagerbecken bis auf Höhe des Beckenflurs (14,05 m) gefüllt ist, erhöhen sich diese Werte auf 276 m³ bzw. 588 m³. Diese Freisetzungsmengen liegen unterhalb der Werte, bei denen gemäß /26/ im Ringraum die Gefahr einer Überflutung sicherheitsrelevanter Komponenten besteht (ca. 750 m³ für die in dieser Betriebsphase nicht erforderlichen Pumpen des Sicherheitseinspeisesystems JND, 840 m³ für Messumformer des Reaktorschutzsystems).

Aus Basis dieser seitens der Anlagenauslegung gesetzten Randbedingungen ist die sicherheitstechnische Bedeutung des Ereignisses im Hinblick auf diesen Aspekt u.E. als gering einzustufen.

¹⁷ Infolge der nicht durchgängigen EVA Auslegung des Beckenkühlstranges FAK20 könnte bei einem Versagen der Dichtstopfen ein Ausfall der gesamten Lagerbeckenkühlung die Folge sein.

3.2 Zusammenfassende Bewertung

Die Bewertung der tatsächlichen und potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen der Anlagenzustände, wie sie sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt haben bzw. einstellen hätten können, haben wir bezüglich folgender Aspekte vorgenommen:

- Füllstandsabfall im BE- Lagerbecken,
- Auswirkungen auf die BE- Lagerbecken Kühlsysteme,
- Kühlmiteleintrag in den Ringraum.

Wir bewerten bei allen diesen Aspekten die sicherheitstechnischen Konsequenzen als gering.

Im Hinblick auf den Prüfaspekt „Auswirkungen auf die Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme“ ist allerdings anzumerken, dass ein Szenario, bei dem

- ein Strang der Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme infolge Instandhaltungstätigkeiten nicht zur Verfügung steht und auch nicht innerhalb mehrerer Stunden in Betrieb genommen werden kann,
- infolge eines Füllstandsabfalls der weitere Strang ausfällt und nicht kurzfristig wieder in Betrieb genommen werden kann sowie der dritte Strang infolge des Erreichens eines sicherheitsrelevanten Grenzwerts automatisch abgeschaltet wird

also der Fall, der sich im vorliegenden Ereignisablauf bei einer Verzögerung der Absperrung der Leckstelle um wenige Minuten eingestellt hätte, im Rahmen der Staffelung der zu unterstellenden Ereignisszenarien in der KTA 3303 /16/ selbst als „seltenes Ereignis“ nicht enthalten ist.

Die Systemkonfiguration mit gesetzten Dichtstopfen und offenen nicht kurzfristig absperrbaren Systembereichen lag über einen Zeitraum von etwa 7 Tagen vor. Bei einer Zeitdauer in dieser Größenordnung sollte u. E. auch die Möglichkeit des Eintretens einer als selten eingestuftten Einwirkung von außen (EVA) (hier die Einwirkungen Bemessungserdbeben, Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle) mit in Betracht gezogen werden. Sofern in solchen Zeiträumen Einrichtungen zum Einsatz kommen, deren Wirksamkeit unter den Bedingungen solcher EVA nicht nachgewiesen ist, sollten die potenziellen Auswirkungen des EVA bedingten Versagens solcher Einrichtungen im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung thematisiert werden.

4. Zusammenfassung

Auf Basis der in Abschnitt 2.2 aufgeführten Bewertungsergebnisse kommen wir hinsichtlich der unmittelbaren Ursachen für den Ereignisablauf zu folgender zusammenfassender Bewertung:

1. Ursache für den Kühlmittelverlust aus dem BE- Lagerbecken war, dass die Vorgaben der Freischaltplanung hinsichtlich der Trennung der Teilsysteme FAK40 und JNA40 nicht in der gemäß Freischaltplanung vorgesehenen Form durchgeführt wurden. Dies betrifft die Armatur JNA42 AA006, die abzusperrten war. Infolgedessen war die Stellung dieser Armatur fehlerhaft (siehe Bewertungsergebnis 2-1).

Im Hinblick auf beitragende Ursachen für das Ereignis kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

2. Eine zur Fehlervermeidung im BFS vorgesehene „Verriegelung“ von Normalisierungs- und Freischaltschritten wurde umgangen (siehe Bewertungsergebnisse 2-2) sowie Vorgaben in der Betriebsanweisung BAW S 123 (siehe Bewertungsergebnisse 3-1) und in der Instandhaltungsordnung (siehe Bewertungsergebnisse 2-2) wurden nicht beachtet.
3. Die Abarbeitung von Vorgaben aus der Freischaltplanung erfolgte durch mehrere Beteiligte nicht mit der erforderlichen Sorgfalt (siehe Bewertungsergebnis 2-2).

Hinsichtlich der Freischaltplanung kommen wir zu folgender Bewertung:

4. Die Arbeitsablauf- und Freischaltplanung war u.E. im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Brennelementbeckenkühlung, die Sicherstellung der Aktivitätsbarriere „Sicherheitsbehälter“ und die Vermeidung von Kühlmiteleinträgen in den Ringraum nicht optimiert. Insofern regen wir an, dass zukünftig bei Freischaltplanungen die genannten Aspekte im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung (gemäß IHO Abschnitt 6.3.4) explizit mit behandelt werden.

Weiterhin sollte u.E. geprüft werden, ob das BHB von KKP 2 um Regelungen zur kurzfristigen Wiederherstellbarkeit des Sicherheitseinschlusses durch den Reaktorsicherheitsbehälter für Betriebsphasen, für die bislang keine Regelungen bestehen, ergänzt werden sollte. (siehe Bewertungsergebnisse 1-1, 1-2).

5. Die betriebliche Praxis von KKP, wonach bei Kennzeichnung von Armaturen mit weißen Hinweiszetteln eine Veränderung der Armaturenstellungen zulässig ist, obwohl gleichzeitig in den Freischalt- und Normalisierungslisten eine definierte Freischaltstellung ausgewiesen wird, führt u.E. zu widersprüchlichen Darstellungen in operativ verwendeten Freischaltunterlagen. Der tatsächliche Freischaltzustand ist unter diesen Randbedingungen für das Schichtpersonal nur eingeschränkt nachvollziehbar. U.E. sollte anhand der Freischaltunterlagen für jede Phase einer Freischaltung klar erkennbar sein, ob Armaturenstellungen einzuhalten sind (und dann entsprechend definiert werden) oder ob die Stellung der Armaturen für die Freischaltung unerheblich ist und daher verändert werden darf (was bedeutet, dass keine definierte Stellung vorgegeben werden sollte) (siehe Bewertungsergebnis 1-3).
6. Die Planung stand im Widerspruch zu Vorgaben in der Betriebsanweisung BAW S 123 und war diesbezüglich zudem in sich inkonsistent. Weiterhin wurden die Dichtstopfen in KKP in den letzten Jahren wiederholt außerhalb der Auslegung dieser Komponente gehandhabt (siehe Bewertungsergebnis 1-4).

Hinsichtlich der Ereignisbehandlung ist festzustellen:

7. Nach dem Ereignis wurde keine Störmeldung erstellt. Dies entspricht nicht unserem Verständnis der entsprechenden Passagen der IHO (siehe Bewertungsergebnis 3-2).

Die Bewertung der tatsächlichen und potentiellen sicherheitstechnischen Konsequenzen der Anlagenzustände, wie sie sich im Verlauf des Ereignisses eingestellt haben bzw. einstellen hätten können, haben wir bezüglich folgender Aspekte vorgenommen:

- Füllstandsabfall im BE- Lagerbecken,
- Auswirkungen auf die BE- Lagerbecken Kühlsysteme,
- Kühlmittleintrag in den Ringraum.

Wir bewerten bei allen diesen Aspekten die sicherheitstechnischen Konsequenzen als gering.

Im Hinblick auf den Prüfungsaspekt „Auswirkungen auf die Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme“ ist allerdings anzumerken, dass ein Szenario, bei dem

- ein Strang der Brennelement-Lagerbecken Kühlsysteme infolge Instandhaltungstätigkeiten nicht zur Verfügung steht und auch nicht innerhalb mehrerer Stunden in Betrieb genommen werden kann,
- infolge eines Füllstandsabfalls der weitere Strang ausfällt und nicht kurzfristig wieder in Betrieb genommen werden kann sowie der dritte Strang infolge des Erreichens eines sicherheitsrelevanten Grenzwerts automatisch abgeschaltet wird

also der Fall, der sich im vorliegenden Ereignisablauf bei einer Verzögerung der Absperrung der Leckstelle um wenige Minuten eingestellt hätte, im Rahmen der Staffelung der zu unterstellenden Ereignisszenarien in der KTA 3303 /16/ selbst als „seltenes Ereignis“ nicht enthalten ist.

Die Systemkonfiguration mit gesetzten Dichtstopfen und offenen nicht kurzfristig absperrbaren Systembereichen lag über einen Zeitraum von etwa 7 Tagen vor. Bei einer Zeitdauer in dieser Größenordnung sollte u. E. auch die Möglichkeit des Eintretens einer als selten eingestuften Einwirkung von außen (EVA) (hier die Einwirkungen Bemessungserdbeben, Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle) mit in Betracht gezogen werden. Sofern in solchen Zeiträumen Einrichtungen zum Einsatz kommen, deren Wirksamkeit unter den Bedingungen solcher EVA nicht nachgewiesen ist, sollten die potenziellen Auswirkungen des EVA bedingten Versagens solcher Einrichtungen im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung thematisiert werden.

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 „Wasserverlust aus dem Brennelementlagerbecken (FAK)“, Zusammenfassende Sachverhaltsdarstellung, Bewertung und Verbesserungsmaßnahmen, Berichts-Nr. 167 / 04 / 12, 2. April 2012
- /3/ Rahmenplan RP09-000167, Freischaltung Scheibe 40 Revision KKP2 2010
- /4/ EnBW Kernkraftwerk Philippsburg, FAL Becken; Unterlage „1.32.2_FAL_Becken Model Notstandsichere.pdf“ gemäß KKP Schreiben vom 10. Juli 2012
- /5/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg 2, Freischaltliste FSL10-000794 „JNA40“
- /6/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg Block 2, Systembeschreibung: JN – Nukleares Nachwärmeabfuhrsystem / FAK – BE-Beckenkühlsystem, 21.4.2010
- /7/ Kernkraftwerk Philippsburg 2, Betriebshandbuch Teil 2, Kapitel 1.2, Auflagen und Bedingungen zum Nichtleistungsbetrieb der Anlage
- /8/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg 2, Arbeitsauftrag AA10-002538, AA-Kurzbeschreibung: Abdichtvorrichtung in FAK 40 BR 001, FAK 41 BR 003 ein- und ausbauen
- /9/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg Block 2, Betriebsanweisung: BAW S 123, Handhabungsbeschreibung für Komponenten der Beckenauskleidung FAB/E/F, 01.01.2010
- /10/ Kernkraftwerk KKP 2, Vergangenheitsmeldungsprotokoll für die Zeiträume 17.6.2010, 10 bis 12 Uhr, sowie 17.6.2010, 14 Uhr, bis 18.6.2010, 4 Uhr, Unterlage „1.24_Stör_Schaltmeldungen komplett.pdf“ gemäß KKP Schreiben vom 10.07.2012 und Unterlage „A2_13_Meldungsprot_BLB2010#2 1000_1400.pdf“ gemäß KKP Schreiben vom 28.08.2012
- /11/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, Zusendung der angeforderten Unterlagen gemäß Unterlagenanfrage Nr. 2 (FAK), Schreiben vom 28. August 2012
- /12/ KWU, KKP 2, Notstandssichere Verriegelung: 3. Beckenkühlstrang, Arbeitsbericht R141/402/81 „b“, 26.03.1981
- /13/ KKP 2, Ereignis-Durchsprache und Entscheidungsfindung, Ereignis/Anlass: Füllstandsabfall BE-Becken/Grube, 17.06.2010, 16 Uhr
- /14/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, Zusendung der angeforderten Unterlagen gemäß Unterlagenanfrage Nr. 1 (FAK), Schreiben vom 10. Juli 2012
- /15/ KKP 2, Rechnerausdruck zum Füllstandverlauf des BE- Lagerbeckens für den Zeitraum 17.06.2010, 14 Uhr, bis 18.06.2010, 3.30 Uhr, Unterlage „1.23_Füllstandsverlauf BLB.pdf“ gemäß KKP Schreiben vom 10.07.2012
- /16/ Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3303, Wärmeabfuhrsysteme für Brennelementlagerbecken von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, Fassung Juni 1990
- /17/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Betriebshandbuch Ordnungen Instandhaltungsordnung, Fassung 19.12.2007
- /18/ EnBW Kraftwerke AG Kernkraftwerk Philippsburg, Nukleares Nachwärmeabfuhrsystem JN, System-schaltplan Zeichnung Nr. 2/A/JN/060955/M-VS, 15.07.2009
- /19/ Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß §28 Abs, 3 StrlSchV und Neufassung der „Berechnung der Strahlenexposition“, 29. Juni 1994 (Reaktorsicherheits-Handbuch Nr. 3.33)
- /20/ EnBW Kernkraftwerk GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg 2, Arbeitsschein AS10-001670-03, AS-Kurzbeschreibung: 380-V-Notstromverteilung BND Abzweige(Fktr. Stichprobe), Sammelschiene
- /21/ Kernkraftwerk Philippsburg 2, Betriebshandbuch, Teil 5, Kapitel 4.1, KMA/RMA-Störungsmeldungen FA
- /22/ EnBW, Wasserverlust aus dem Brennelementlagerbecken, Entwurf, Folienpräsentation, 18.6.2010
- /23/ EnBW, Füllstandsabsenkung im Brennelementbecken am 17.06.2010, PA | Willing | Aufsichtsgespräch | FAK, Folienpräsentation, 3.5.2011
- /24/ Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, 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

- /25/ KKP 2, Kopien Schichtbuch für den Zeitraum 15.06.2010 bis 19.06.2010, Unterlage „1.35_Kopien SB 15.-19.06.10.pdf“ gemäß KKP Schreiben vom 10.07.2012
- /26/ AREVA; Philippsburg 2, Überflutungsanalyse für den Reaktorgebäude-Innenraum und den Reaktor-gebäude-Ringraum, Arbeitsbericht NEPS-G/2008/de/0075, Rev. A
- /27/ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Referat 34; E-Mail vom 19.11.2012, Betreff: FAK41AA001
- /28/ EnBW Kraftwerke GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg, FAK-/KKP-Stellungnahme zum Entwurf der Sicherheitstechnischen Bewertung des Ereignisses „Wasserverlust aus dem Brennelementlagerbecken (Ereignisdatum: 17.06.2010)“ des PhB vom 23.10.2012 /*1/, Schreiben an das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 30. November 2012

6. Anhänge

Anhang 1: Bewertung von KKP Angaben zu den beitragenden Faktoren für die fehlerhafte Stellung der Armatur JNA42 AA006

Nach Darstellung von KKP gab der Revisionsmeister dem Maschinisten und Elektriker die Unterlagen zum Normalisierungsschritt 2 und die nicht freigegebene Freischaltliste zum Freischaltsschritt 3 mit in die Anlage, da er davon ausging, dass die Vorgehensweise des sog. „Zetteltauschs“ angewandt werden konnte. Nach Darstellung von KKP in /14/ wird das Verfahren des Zetteltauschs

„dann verwendet, wenn eine freigeschaltete Komponente im Rahmen einer anderen (weiteren bzw. neuen) Freischaltung mit exakt denselben Freischaltvorgaben (z. B. Auf und Unscharf) verbleiben soll. Dazu wird die Komponente nicht erst gemäß Normalisierungsliste in die Betriebsstellung gebracht, scharf geschaltet und sofort wieder „Auf“ und „Unscharf“ geschaltet. Vielmehr belässt man sie in der Position der aktuellen Freischaltung, entfernt den bestehenden Freischaltzettel (Auf, Unscharf) und befestigt den neuen Freischaltstellung (Auf, Unscharf).“

Hierzu ist aus unserer Sicht festzustellen:

- a) KKP gibt in /2/ an, dass der Normalisierungsschritt 2 und der Freischaltsschritt 3 über die Ablaufsteuerung im BFS gegeneinander „verriegelt“ waren. Gemäß /2/ erfolgt innerhalb des BFS eine Konfliktprüfung, sofern ein Normalisierungs- und Freischaltsschritt miteinander „verriegelt“ sind. Ohne eine „begründete Berechtigung“ sei es dann nicht möglich, die neue Freischaltliste vor Abschluss des vorausgehenden Schritts freizugeben. Gemäß /14/ ist eine Voraussetzung für die Anwendung des Zetteltauschs, dass „dies bei der Freischaltplanung so vorgesehen wird und somit der Normalisierungsschritt des ersten Vorgangs nicht mit dem Freischaltsschritt des zweiten Vorgangs im Sinne einer Reihenfolge elektronisch verriegelt ist“. Die gegenseitige Verriegelung eines Normalisierungs- und Freischaltsschritts ist somit ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Vorgehensweise des Zetteltauschs nicht anwendbar ist.
Dieser Hinweis auf die Unzulässigkeit der Vorgehensweise eines Zetteltauschs ist somit im vorliegenden Fall nicht beachtet worden.
- b) Der an der Komponente anzubringende M-Zettel enthält eine Angabe zur Freischaltstellung /11/. Im vorliegenden Fall wurde an der Komponente JNA42 AA006 ein Zettel mit der Stellungsangabe „AUF“ gegen einen Zettel mit Stellungsangabe „ZU“ getauscht. Ausweislich der Zettel war ein Zetteltausch somit unzulässig, da in einem solchen Fall übereinstimmende Freischaltstellungen angegeben sein müssten.
Dieser Hinweis auf die Unzulässigkeit der Vorgehensweise eines Zetteltauschs ist somit nicht beachtet worden.
- c) Die Normalisierungsliste zum Normalisierungsschritt 2, mit dem sechs Armaturen schaltbereit gemacht und in die für die Systemtrennung JNA40/FAK40 erforderliche Stellung gebracht werden sollten, gibt in tabellarischer Form die Armaturenstellung aus der vorausgehenden Freischaltung und die Stellung nach der Normalisierung an. Anhand der Darstellung ist u.E. unmittelbar erkennbar, dass für keine dieser Armaturen die Stellung aus der vorausgehenden Freischaltung der Normalisierungsstellung entsprach.¹⁸ Da im Rahmen des auf den Normalisierungsschritt 2 fol-

¹⁸ Für alle sechs Armaturen (fünf FAK Absperrarmaturen und die Armatur JNA42 AA006) war in der Liste zur vorausgehenden Freischaltung eine andere Stellung definiert als die Stellung nach der Normalisierung. Da die fünf FAK Absperrarmaturen mit weißen Hinweiszetteln für Arbeiten an den Stellantrieben gekennzeichnet waren, konnten deren Stellungen nach der Freischaltung verändert worden sein. Sie waren somit vor Durchführung der Normalisierung faktisch undefiniert. An der Armatur JNA42 AA006 war kein weißer Hinweiszettel anzubringen, deren Stellung vor der Normalisierung hätte somit der Stellung aus der vorausgehenden Freischaltung entsprechen müssen.

genden Freischaltschritts 3 keine erneute Stellungsänderung der betroffenen sechs Armaturen vorgesehen war, war anhand der beiden Listen u.E. unmittelbar erkennbar, dass die Armaturenstellungen aus der vorausgehenden und der nachfolgenden Freischaltung nicht identisch waren. Somit war ein Zetteltausch für keine der in den zugehörigen Listen aufgeführten Armaturen anwendbar.

Dieser Hinweis auf die Unzulässigkeit der Vorgehensweise eines Zetteltauschs ist somit nicht beachtet worden.

An der Abarbeitung des Normalisierungs- und darauffolgenden Freischaltschritts waren nach Darstellung von KKP in /2/ ein Revisionsmeister, ein Maschinist und ein Elektriker beteiligt. Von keiner der handelnden Personen wurde erkannt, dass die Vorgehensweise des Zetteltauschs ausweislich der o.g. Unterlagen nicht zulässig war.

- d) Nicht nachvollziehbar an der Darstellung von KKP in /2/ ist aus unserer Sicht, warum die Annahme „Zetteltausch ist anwendbar“ nur bezüglich der Armatur JNA42 AA006 bestanden haben soll. Diese Armatur unterschied sich hinsichtlich der (fehlenden) Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Vorgehensweise des Zetteltauschs nicht von den anderen im Rahmen des Normalisierungsschritts 2 und des Freischaltschritts 3 abzuarbeitenden Armaturen.

Nach unserer Auffassung ergibt sich aus den Punkten a) bis d), dass für die handelnden Personen erkennbar war, dass die Voraussetzungen für das Verfahren des Zetteltauschs – neue Freischaltung mit exakt denselben Freischaltvorgaben wie die vorausgehende Freischaltung – nicht vorlagen.

KKP stellt in /2/ weiterhin fest, dass der Revisionsmeister angenommen habe, dass sich die Armatur JNA42 AA006 bereits in ZU-Stellung befunden habe. Aus den oben dargestellten Gründen kann sich diese Annahme u.E. nicht aus den Normalisierungs- und Freischaltlisten ergeben haben.

KKP gibt in /2/ als menschlich beitragenden Faktor an, dass der Revisionsmeister in einer Arbeitsvorbereitung deutlicher hätte erklären müssen, wie der Elektriker in Zusammenarbeit mit dem Reaktorfahrer die Position der Armatur JNA42 AA006 von AUF in ZU umzustellen gehabt hätte. Diese Aussage ist insofern nicht nachvollziehbar als KKP in /2/ gleichzeitig ausführt, dass der Revisionsmeister der Ansicht gewesen sei, dass die Vorgehensweise des Zetteltauschs anwendbar war. Diese Annahme ist gleichbedeutend damit, dass eine Stellungsänderung der Armatur nicht erforderlich gewesen wäre und somit auch kein Erläuterungsbedarf hinsichtlich der Umstellung der Armatur bestanden hätte.

Seitens KKP 2 wird in /2/ dargestellt, dass die Verzögerungen beim Ziehen der Dichtstopfen (ursprünglicher Termin sei der 15. Juni 2010 gewesen) zusammen mit der Entscheidung, dies am 17. Juni 2010 im Rahmen einer Unterbrechung des Beladevorgangs durchzuführen, zu einer Situation führten, die vom Revisionsmeister als Stresssituation mit hohem Zeitdruck empfunden wurde.

Gemäß /2/ sollte der Zeitraum mit gesetztem Stopfen möglichst kurz gehalten werden. Zur Begründung wird in /14/ angegeben, dass ein vorheriges Ziehen der Dichtstopfen Voraussetzung für eine Normalisierung des Teilsystems JNA40 war, wobei Freischaltungen an Sicherheitssystemen grundsätzlich so kurz wie möglich gehalten werden sollen.

Diesbezüglich ist festzustellen, dass eine Normalisierung des Teilsystems JNA40 unmittelbar nach dem Ziehen der Dichtstopfen am 17. Juni 2012 nicht möglich gewesen wäre, da zum Ereigniszeitpunkt erst sechs der insgesamt 17 Arbeitsaufträge, die vor der Systemnormalisierung JNA40 abgeschlossen sein mussten, als zur Normalisierung bereit gemeldet waren. Die letzte Meldung erfolgte zwei Tage später, am 19. Juni um 13:09 Uhr, die Systemnormalisierung JNA40 wurde dann kurze Zeit später freigegeben.

Anhang 2: Abstimmung von Tätigkeiten im Hinblick auf die Gewährleistung der erforderlichen Funktionsbereitschaft

Nach Darstellung von KKP in /14/ konnte die Armatur JNA42 AA006 im Ereignisablauf nicht über den zugehörigen Stellantrieb elektrisch verfahren werden, da am zugehörigen Schaltanlageneinschub das Bi-Metall nicht quitiert war. Somit musste die Armatur von Hand geschlossen werden, was einen erhöhten Zeitaufwand bis zur Beendigung des Kühlmittelverlusts aus dem Lagerbecken bedeutete. Der Einschub sei vor dem Ereignis gewartet und dabei transportiert worden. Es ist gemäß /14/ bekannt, dass bei Transporten das Bi-Metall durch Erschütterungen ausgelöst werden kann. Dieses werde üblicherweise im Rahmen der Wiederinbetriebnahme, spätestens bei der Funktionskontrolle vor Erklärung der Betriebsbereitschaft korrigiert. Zum Ereigniszeitpunkt war der Einschub gemäß /28/ im Schaltanlagenraum zur Wiederbestückung bereitgelegt.

Da nach Darstellung von KKP der Einschub vor dem Ereignis überholt worden war, war gemäß den Vorgaben in Abschnitt 6.3.10 der IHO eine Funktionsprüfung durchzuführen. Zu welchem Zeitpunkt diese vorgesehen war, konnte dem diesbezüglich von KKP vorgelegten Arbeitsschein /20/ sowie den Ausführungen von KKP in /28/ nicht entnommen werden. Während der Freischaltung der Armatur wäre ein Verfahren aufgrund der Stellungsvorgabe nicht zulässig gewesen. Im Rahmen des Normalisierungsschrittes 2 hätte prinzipiell eine Funktionsprüfung mit Verfahren der Armatur stattfinden können. Ob dies so vorgesehen war, geht aus den uns vorliegenden Unterlagen nicht hervor.

Die Arbeitsscheine, in deren Rahmen die Wartung des Schaltanlageneinschubs stattfand, waren gemäß /28/ in den Rahmenplan RP-000062 eingebunden. Es handelt sich hierbei um einen anderen Rahmenplan als den für die Freischaltung der Scheibe 4 /3/ mit den darin enthaltenen Arbeiten an Armaturen der Redundanten JN40/FAK40. Inwieweit die Planungen hinsichtlich der Funktionsbereitschaft von Armaturen, die im Zuge von Normalisierungen und/oder Freischaltungen während der Tätigkeiten an der Redundanten JN40/FAK40 verfahren werden mussten, ausreichend aufeinander abgestimmt waren, lässt sich auf Basis der uns vorliegenden Unterlagen nicht beurteilen. Festzustellen ist allerdings, dass eine Funktionsbereitschaft der Armatur JNA42 AA006 zu dem Zeitpunkt, an dem sie im Rahmen des Normalisierungsschrittes 2 normalisiert werden sollte, nicht gegeben war. Somit waren die verschiedenen Rahmenplänen zugeordneten Tätigkeiten offenbar nicht in vollem Umfang aufeinander abgestimmt.

Anhang 3: Liste der verwendeten Abkürzungen

AA	Arbeitsauftrag
AVO	Aufsichtsführender vor Ort
BAW	Betriebsanweisung
BE	Brennelement
BFS	Betriebsführungssystem
BHB	Betriebshandbuch
DWR	Druckwasserreaktor
EVA	Einwirkung von außen
FAK	BE- Beckenkühlsystem
FAL	BE- Beckenreinigungssystem
FSL	Freischaltliste
FSS	Freischaltschritt
IHO	Instandhaltungsordnung
JN	Nukleares Nachwärmeabfuhrsystem
JNA	Nachkühlsystem, Teilsystem von JN
JND	Sicherheitseinspeisesystem, Teilsystem von JN
JNG	Druckspeichereinspeisung, Teilsystem von JN
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KPF/KPK	Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
NLS	Normalisierungsschritt
RDB	Reaktordruckbehälter
RSK	Reaktorsicherheitskommission
SSP	Sicherheitsspezifikation
u.E.	unseres Erachtens
UJA	Kurzbezeichnung für den Reaktorgebäudeinnenraum
UJB	Kurzbezeichnung für den Reaktorgebäuderingraum
UKA	Kurzbezeichnung für Reaktorhilfsanlagegebäude
UM	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
UVM	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg

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