



Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires
Divisione principale della Sicurezza degli Impianti Nucleari
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

HSK 14/816

KKW Beznau I: Sicherheitstechnische Stellungnahme der HSK zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung

Würenlingen, November 2004

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1-1
1.1	Veranlassung.....	1-1
1.2	Vorgehensweise und Abgrenzung	1-1
1.3	Beurteilungsgrundlagen	1-2
1.4	Eingereichte Dokumente.....	1-3
2	Erfüllung von Auflagen der Verfügung des Bundesrates vom 12. Dezember 1994	2-1
3	Übersicht über die Anlage.....	3-1
3.1	Standort.....	3-1
3.2	Übergeordnete Auslegungsmerkmale und Sicherheitskonzept.....	3-1
3.3	Wichtige technische Anlageänderungen.....	3-5
3.4	Strahlenschutzaspekte.....	3-14
3.5	Betriebsführung	3-15
4	Organisation und Personal	4-1
4.1	Beurteilungsgrundlagen	4-1
4.2	HSK-Beurteilung	4-1
5	Auswertung der Betriebserfahrung.....	5-1
5.1	Betrieb	5-1
5.1.1	Vorkommnisse.....	5-1
5.1.2	Betriebserfahrung	5-2
5.2	Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung und Alterungsüberwachung	5-6
5.2.1	Maschinenteknik.....	5-6
5.2.1.1	Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung	5-6
5.2.1.2	Konzept und Ergebnisse der Alterungsüberwachung	5-7
5.2.2	Elektro- und Leittechnik	5-8
5.2.3	Bautechnik	5-9
5.3	Radioaktive Emissionen und Umgebungsüberwachung	5-10
5.3.1	Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt.....	5-10
5.3.2	Umgebungsüberwachung.....	5-10
6	Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten.....	6-1
6.1	Bautechnik.....	6-1
6.1.1	Klassierung der Gebäude	6-1
6.1.2	Normen und Lastfälle.....	6-3
6.1.3	Beurteilung der Sicherheit der Bauwerke	6-3
6.1.4	Brand- und Blitzschutz.....	6-6
6.2	Reaktorkern und Brennelemente	6-6

6.3	Nukleares Dampferzeugungssystem	6-7
6.4	Containment und zugehörige Systeme	6-12
6.5	Sicherheitssysteme	6-15
6.6	Leitstellen und Mensch-Maschine-Schnittstellen	6-21
6.7	Versorgungs- und Hilfssysteme	6-22
6.8	Technische Massnahmen gegen auslegungsüberschreitenden Störfälle	6-25
6.9	Wasserchemie und Systeme zur Behandlung von Wasser und Abgasen	6-25
6.9.1	Wasserchemie und Radiochemielabor	6-25
6.9.2	Systeme zur Behandlung von Wasser	6-25
6.9.3	Systeme zur Behandlung von Abgas	6-26
6.10	Strahlenmesstechnik	6-26
6.11	Flucht- und Interventionswege	6-27
6.11.1	Fluchtwege	6-27
6.11.2	Interventionswege	6-28
7	Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen	7-1
7.1	Auslegungsstörfälle	7-1
7.2	Radiologische Auswirkungen von Auslegungsstörfällen	7-2
7.2.1	Zweck und Umfang der Analysen	7-2
7.2.2	Aktivitätsinventar und Transport radioaktiver Stoffe in der Anlage	7-3
7.2.3	Atmosphärische Ausbreitung und Dosisberechnung	7-3
7.2.4	Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen	7-4
7.2.5	Zusammenfassende Beurteilung	7-5
8	Auslegungsüberschreitende Störfälle	8-1
9	Gesamtbewertung	9-1
9.1	Gesamtbewertung des Gesuchstellers	9-1
9.1.1	Erfüllung der Schutzziele nach der Richtlinie HSK-R-48	9-1
9.1.2	Bewertung der Sicherheitskultur durch den Gesuchsteller	9-3
9.1.3	Nachrüstungen, Verbesserungen und Erneuerungen	9-4
9.1.4	Ausblick auf die Betriebsperiode bis zur nächsten Periodischen Sicherheitsüberprüfung 2012	9-5
9.2	Beurteilung der HSK	9-5
9.2.1	Sicherheitskultur und Sicherheitsmanagement	9-5
9.2.2	Betriebserfahrung der Gesamtanlage	9-6
9.2.3	Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten	9-7
9.2.4	Alterung	9-7
9.2.5	Auslegungsüberschreitende Störfälle	9-9
9.2.6	Schlussfolgerung	9-9
9.3	Auflagen und Pendenzen	9-10
9.3.1	Auflagen	9-10
9.3.2	PSÜ-Pendenzen	9-11
9.3.2.1	PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Organisation und Personal	9-11
9.3.2.2	PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Betriebserfahrung der Gesamtanlage	9-12

PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich sicherheitstechnisch wichtiger Gebäude, Systeme und Komponenten	9-13
9.3.2.3 PSÜ-Pendenzen zum Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen	9-16
9.3.2.4 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Auslegungsüberschreitende Störfälle.....	9-17
9.3.2.5 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Notfallschutz	9-20
9.3.3 PSÜ-Pendenzen für KKB 1	9-21
Anhang A: Vorkommnisse im KKB.....	A-1
Anhang B: Abkürzungen	B-1
Anhang C: Richtlinien.....	C-1
Referenzen	R-1

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 3-1	Gebäudeanordnung des Gesamtanlage KKB	3-2
Abb. 3-2	Wasserdampfkreislauf und Sicherheitssysteme KKB 2	3-4

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle	2-1:	Realisierung und Erfüllung der Auflagen für KKB 1 und KKB 2	2-1
Tabelle	2-2:	Realisierung und Erfüllung der Pendenzen für KKB 1 und KKB 2	2-2
Tabelle	3-1:	wichtige Technische Anlageänderungen im KKB 1 im Vergleich zum KKB 2 vom 1. Januar 1992 bis 31. Dezember 2001	3-6
Tabelle	3-2:	wichtige Technische Anlageänderungen im KKB 1 im Vergleich zum KKB 2 seit dem 01. Januar 2001	3-13
Tabelle	5.1.2:	Ungeplante automatische Reaktorschnellabschaltungen	5-3
Tabelle	6.1.1-1:	Klassierung der Gebäude im KKB 1	6-2
Tabelle	7.9.5-1:	Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen	7-6

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Im November 2001 wurde die Richtlinie HSK-R-48 "Periodische Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken" in Kraft gesetzt. Diese Richtlinie bildet die Grundlage zur Erstellung der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) für das KKB 1 durch den Betreiber. In der Richtlinie sind die Grundsätze und Inhalte der Periodischen Sicherheitsüberprüfung sowie die Termine zur Durchführung für die Schweizer Kernkraftwerke festgelegt.

Ziel der PSÜ ist die ganzheitliche sicherheitstechnische Beurteilung des Kernkraftwerks. Hierbei ist einerseits die kraftwerksspezifische Betriebserfahrung der letzten 10 Jahre auszuwerten und mit relevanten Betriebserfahrungen anderer Kernkraftwerke zu vergleichen. Andererseits ist der aktuelle Zustand des Kernkraftwerks dem Stand von Wissenschaft und Technik gegenüber zu stellen. Anhand dieser Vergleiche ist die Notwendigkeit von Nachrüstmassnahmen zu überprüfen.

In Absprache mit der HSK wurde der Umfang der Periodischen Sicherheitsüberprüfung im Mai 2001 festgelegt, wobei wesentliche Dokumente die Beurteilungen der Gesamtanlage (beide Blöcke) enthalten. Die von der NOK einzureichenden Unterlagen wurden wie folgt festgelegt:

- die aktualisierten Sicherheitsberichte (je Block)
- die Sicherheitsstatusanalyse (Gesamtanlage)
- die aktualisierte Probabilistische Sicherheitsanalyse KKB 2
- der Betriebsführungs- und Erfahrungsbericht (Gesamtanlage)
- der Sicherungsstatusbericht (liegt nur dem BFE vor).

Mit der Sicherheitsstatusanalyse, dem Betriebsführungs- und Erfahrungsberichts und den Ende 2002 noch ausstehenden Unterlagen zur aktualisierten Probabilistische Sicherheitsanalyse legte KKB am 19. Dezember 2002 der HSK alle Unterlagen für die PSÜ fristgerecht vor.

Zwei Jahre nach Vorlage der PSÜ hat die Aufsichtsbehörde gemäss der Richtlinie HSK-R-48 eine Prüfung durchzuführen und die Ergebnisse in einem öffentlich zugänglichen Bericht zusammenzufassen.

1.2 Vorgehensweise und Abgrenzung

Für das KKB 2 ist die PSÜ als Auflage 3.10 ein Bestandteil der Verfügung¹ zur Betriebsbewilligung vom 12. Dezember 1994 des schweizerischen Bundesrat. Die Ende 2002 eingereichte PSÜ diente als technische Grundlage für das HSK-Gutachten² „KKW Beznau II: Gutachten zum Gesuch der NOK um Aufhebung der Befristung der Betriebsbewilligung“ vom März 2004. In Abstimmung mit der HSK wurde die PSÜ vom Betreiber für beide Blöcke gemeinsam durchgeführt, wobei für die zu erstellenden Dokumente der Berichtszeitraum wie folgt festgelegt wurde:

- Die einzureichenden Dokumente beschreiben den Zustand der Anlage am Stichtag 31. Dezember 2001. Sie enthalten eine Beurteilung des Sicherheitsstatus der Anlage und eine Prognose, inwieweit ein sicherer Betrieb der Anlage bis zur nächsten PSÜ (d.h. bis 2012) gewährleistet ist.

- Die Auslegung von Systemen und Komponenten wird bewertet, wenn an diesen Systemen innerhalb des 10-jährigen Bewertungszeitraums, das heisst ab dem 01. Januar 1992 bis zum 31. Dezember 2001, Änderungen durchgeführt wurden oder wenn sich die Beurteilungsgrundlagen in diesem Zeitraum geändert haben.
- Die Betriebsführung und das Betriebsverhalten werden schwerpunktmässig im festgelegten Bewertungszeitraum dargestellt und bewertet. Für die Bewertung der Ergebnisse der Alterungsüberwachung gilt die gesamte Betriebsdauer der Anlage.
- Auf wesentliche Änderungen an Sicherheitseinrichtungen, die in naher Zukunft geplant sind, wird hingewiesen.

Die Bewertung der PSÜ durch die HSK wurde für das KKB 2 mit dem HSK-Gutachten² von März 2004 abgeschlossen.

Die Bewertung der PSÜ für KKB 1 ist in der vorliegenden sicherheitstechnischen Stellungnahme dokumentiert und geht in einzelnen Abschnitten über den von KKB behandelten Berichtszeitraum hinaus und berücksichtigt auch aktuelle Entwicklungen. Da es sich bei den Blöcken des Kernkraftwerks Beznau um nahezu baugleiche Einheiten handelt, beschränkt sich die Stellungnahme auf die Beurteilung der Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 sowohl in Bezug auf die Erkenntnisse aus dem Betrieb als auch auf die Auslegung. Die Beurteilungen im Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 haben somit auch für das KKB 1 Gültigkeit, sofern in der vorliegenden sicherheitstechnischen Stellungnahme keine anderweitigen Aussagen getroffen werden.

Die letzte Überprüfung der Auslegung des KKB durch die HSK wurde mit dem Gutachten³ (HSK 15/130) vom April 1994 für KKB 2 abgeschlossen. Eine separate Begutachtung für das KKB 1 erfolgte nicht. Die Forderungen aus dem Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 wurden vollständig im KKB 1 umgesetzt (siehe Kap. 2).

1.3 Beurteilungsgrundlagen

Die Grundlagen zur Beurteilung der PSÜ bilden die von den Räten, vom Bundesrat bzw. von den Departementen verabschiedeten Gesetze und Verordnungen. Als Beurteilungsgrundlagen gelten behördliche Richtlinien, Normen und technische Vorschriften, die vor dem Stichtag 31.12.2001 in Kraft gesetzt wurden. Ebenfalls sind Anforderungen aus internationalen Regelwerken und Veröffentlichungen heranzuziehen, insofern diese nicht durch schweizerische Richtlinien, Normen und Vorschriften abgedeckt sind.

Eine wichtige Beurteilungsgrundlage ist auch der Stand von Wissenschaft und Technik (StSG Art. 9). Dem ist der aktuelle Zustand des Kernkraftwerks gegenüberzustellen.

Unter dem Stand der Technik wird Folgendes verstanden:

1. Richtlinien der HSK und Festlegungen des Schweizerischen Vereins für Technische Inspektionen (SVTI)
2. Allgemein gültige nationale Normen und Vorschriften (z.B. für Brandschutz, Blitzschutz)
3. Kerntechnisches Regelwerk oder Praxis des Lieferlandes des Kernkraftwerkes
4. Veröffentlichungen (Fundamentals, Standards, Guides) der International Atomic Energy Agency (IAEA), der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) sowie Empfehlungen der Eidgenössischen Kommissionen (insbesondere der KSA)

5. Realisierter Stand der Technik in anderen Kernkraftwerken oder in relevanten Anlagen anderer Industriebereiche

Unter dem Stand der Wissenschaft werden Erkenntnisse aus der Forschung verstanden, die allgemein anerkannt sind oder unabhängig überprüft wurden.

Im Anhang C der vorliegenden Sicherheitstechnischen Stellungnahmen werden alle Richtlinien der HSK mit dem gültigen Revisionsstand aufgeführt. Auf der Homepage der HSK (www.hsk.ch) sind die jeweils aktuellen Richtlinien der HSK veröffentlicht.

1.4 Eingereichte Dokumente

Die NOK reichte der HSK bis Ende 2002 die folgenden Unterlagen zur Beurteilung ein:

- Als Beschreibung des anlagenspezifischen Sicherheitskonzeptes legte das KKB den aktualisierten Sicherheitsbericht⁴ 1999 Block 1 Rev.1 vor. Weitere Unterlagen, wie die Technischen Spezifikationen, das Kraftwerks- und Notfallreglement, die Störfall- und Notfallvorschriften sowie Zusatzberichte zum anlageninternen Notfallschutz, zum Brand- und Blitzschutz, zum Instandhaltungskonzept, zu den Flucht- und Interventionswegen wurden von der HSK zur sicherheitstechnischen Beurteilung herangezogen.
- Die Betriebsführung und das Betriebsverhalten der Anlage beschrieb und bewertete KKB im Betriebsführungs- und Betriebserfahrungsbericht (BEB) für beide Blöcke gemeinsam. Als ein zentrales Dokument der PSÜ wurden im BEB die Sicherheitssysteme mit ihren Anlageänderungen vom KKB bewertet. Aus dem Bereich Organisation und Personal, Sicherheitskultur, Qualitätsmanagement wurden von der HSK zusätzlich die administrativen Weisungen des KKB berücksichtigt.
- In der deterministischen Sicherheitsstatusanalyse beurteilte das KKB die Beherrschung eines Spektrums von Auslegungstörfällen durch die Sicherheitseinrichtungen für beide Blöcke. Mit dem Statussicherheitsbericht (SSB) und zusätzlichen detaillierten Berichten zeigte KKB, dass die für die Vorkommnisse der Ereigniskategorien Betriebsstörung, Zwischenfall und Unfall geforderten Dosisgrenzwerte eingehalten sind.
- Zur Beurteilung des Sicherheitsniveaus und der Ausgewogenheit des Sicherheitskonzepts wurden von KKB drei probabilistische Studien für das KKB 2 bei der HSK eingereicht. Zwei Studien, Beznau Probabilistic Risk Assessment (BERA) Stufe-1-PSA und Stufe-2-PSA für Vollast, stellen eine Aktualisierung bereits bestehender Studien dar. Die dritte Studie, Beznau Probabilistic Shutdown Risk Assessment (BESRA) der Stufe 1 für Schwachlast und Stillstand, wurde neu erstellt. Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der PSA-Studien sind in einem Hauptbericht⁵ zusammenfassend dargestellt.

Zu Themenbereichen, die auf Anfrage der HSK zusätzliche Abklärungen erforderten, hat KKB in separaten Dokumenten Stellung genommen.

Darüber hinaus hat KKB den aktualisierten Sicherheitsbericht⁶ 2003 Block 1 Rev. 2 im Dezember 2003 der HSK zugestellt, den die HSK in ihrer Stellungnahme berücksichtigt hat.

2 Erfüllung von Auflagen der Verfügung des Bundesrates vom 12. Dezember 1994

Für das KKB 1 besteht eine zeitlich nicht befristete Betriebsbewilligung. Diese wurde der NOK durch das eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement EVED am 30. Oktober 1970 erteilt.

Für das KKB 2 erteilte der schweizerische Bundesrat der NOK mit Verfügung vom 12. Dezember 1994 die Bewilligung für den weiteren Betrieb bis zum 31. Dezember 2004. Diese Bewilligung war an verschiedene Auflagen hinsichtlich der nuklearen Sicherheit und den Strahlenschutz verknüpft. Zusätzlich wurden von der HSK Massnahmen zur weiteren Erhöhung der Sicherheit verlangt, die vom Betreiber akzeptiert und als Pendenzen weiter verfolgt wurden. Die Umsetzung dieser Auflagen und Pendenzen durch die NOK erfolgte nicht nur im KKB 2, für die sie verfügt wurden, sondern auch im KKB 1.

Im HSK-Gutachten³ von 1994 wurden insgesamt 53 Pendenzen definiert. Die Erfüllung dieser Pendenzen wurde im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 (HSK 14/730) erläutert. Der weitaus grösste Teil der von KKB zu erfüllenden Auflagen und Pendenzen betrafen Studien oder Nachweise, die für beide Blöcke Gültigkeit haben. Daneben wurden aber auch Nachrüstungen verlangt, welche in beiden Blöcken zu unterschiedlichen Terminen abgeschlossen wurden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Realisierungstermine in den beiden Blöcken. Für das KKB 2 ist zusätzlich noch die Erfüllung der Auflage bzw. Pendezen angegeben sofern die Auflage bzw. Pendezen mit der Vorlage eines Konzeptes geschlossen werden konnte. Details sind dem Kapitel 2 des HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zu entnehmen.

In den nachfolgenden Tabellen 2-1 und 2-2 werden alle Auflagen und Pendenzen sowie die Termine der Umsetzung aufgelistet. Die dauernd oder periodisch zu erledigenden bzw. einzuhaltenden Auflagen wurden bis zum heutigen Zeitpunkt ebenfalls bei beiden Blöcken erfüllt.

Bis zum Ende der Berichtsperiode wurden alle Auflagen und Pendenzen sowohl für KKB 2 wie auch für KKB 1 erfüllt.

Tabelle 2-1: Realisierung und Erfüllung der Auflagen für KKB 1 und KKB 2

Auflage	Thema der Auflage	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
A1	Begrenzung der maximal zulässigen thermischen Reaktorleistung		periodisch
A2	Einhaltung der Jahres- und Kurzzeitabgabegabeln für radioaktive Stoffe		periodisch
A3	Erweiterung des Wiederholungsprüfumsfanges am Reaktorkühl-		1996

Auflage	Thema der Auflage	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
	system		
A4	Erweiterung des Prüfkonzepts für das Safeguard-System ^a	1995	1995
A5	Verbesserung der Zuverlässigkeit und Kapazität des Hilfsspeisewassersystems ^b	2000	1999/ 1997
A6	Verbesserungen der Eigenbedarfs- und Notstromversorgung ^c	1996	1996/ 1997
A7	Verbesserte Garderoben für die kontrollierten Zonen	1997	
A8	Ausarbeitung und Befolgung eines Alterungsüberwachungsprogramm - AÜP	1998	
A9	Aktualisierung BERA-Studie	periodisch	
A10	Periodische Sicherheitsüberprüfung - PSÜ	periodisch	
A11	Überprüfung und Aktualisierung Sicherheitsbericht	periodisch	
A12	Bewertung der Sicherheitskultur	1997	
A13	Radiologische Verhältnisse bei Störfällen	1997	

Tabelle 2-2: Realisierung und Erfüllung der Pendenzen für KKB 1 und KKB 2

Pendenz	Thema der Pendenz	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
P1a	1 E-Komponentenliste ergänzen und nachführen	periodisch	
P1b	1 E-Komponenten-Requalifikation im Containment ^d	1999	1998/1999
P2a	Stromversorgung Zutrittskontrollsystem	1994	
P2b	Verbesserung der Flucht- und Interventionswege	1999	
P2c	Fluchtweg- und Interventionskonzept	2000	
P3	Erdbebensicherheit Ostseite Maschinenhaus ^e	2001	2001/1997
P4	Materialeigenschaften von Krümmern der RKM-Leitung	1998	

^a Ersatz des Reaktorschutzsystems und den primären Regelsystemen mit den zugehörigen Stromversorgungen.(KKB 1, 2000; KKB 2, 2001)

^b Inbetriebsetzung des neuen Notspeisewassersystems.

^c Ersatz des elektrischen Block- und Eigenbedarfsschutzes, der Synchronisier- und Schnellumschalt-einrichtungen.

^d Ersatz von Motorstellantrieben für sicherheitstechnisch wichtige Ventile sowie Ersatz von Kabeln und Gebäudedurchdringungsmodulen. Ersatz der Quell- und Zwischenbereichsmessung im Jahre 1998 (Block 2) resp. 1999 (Block1) durch ein qualifiziertes Messsystem.

^e Verstärkung der Mauerwerkswand mittels Glasfaser-Gewebe.

Pendenz	Thema der Pendenz	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
P5	Plattierungsrisse in der DE-Wasserkammer ^f	1993	1999
P6	Ermüdungsanalyse an FD- und SpW-Leitungen	1997	
P7a	Mechanische Folgen von Rohrleitungsbrüchen im Containment	1998	
P7b	Isolation der Neben- und Zwischenkühlwassersysteme	1999	
P8	Schutz des Containments vor Versagen infolge Überdruck im Ringraum	2000	
P9	Absperrung der Druckluft für Schleusendichtungen ^g	1994	1995
P10	Stellungsanzeige der Trip-Bypassschalter des Reaktorschutzsystems	1995	1995/1996
P11	Änderung des Einstellwertes Containment-Druck "hoch" ^h	1995	1995
P12	Verbesserung Loop-Niveaumessung ⁱ	1996	1996/1996
P13	Heisseinspeisung	1996	
P14	Umstellung der Kernkühlung auf die interne Rezirkulation	1997	
P15	Isolationsversagen der Absperrarmaturen in den Testleitungen des Notstandsystems ^j	1995	1995
P16	Isolationsarmaturen der primären Kühlwassersysteme	1999	
P17	Einzelfehlersicherheit des Ringraum-Spülluftsystems ^k	1995	1995
P18	Integrität der Containmentdurchdringungen des RR-Rückpumpsystems	1995	
P19	Nebenkühlwasser, Nachwärmeabfuhr mit Notstandssystemen	1996	
P20	Sanierung Schaltanlagenraum 2E 515 ^l	1996	1995/1999
P21	Primärcontainment-Isolation der Entwässerungsleitungen	1997	
P22	Messsystem für Leckagen aus dem Reaktorkühlsystem	1998	
P23	Verbesserungen der seismischen Auslegung der Dampferzeugerleckageüberwachung: die Pendenz wurde bereits vor der Fertigstellung des HSK-Gutachtens ³ von 1994 geschlossen	1994	

^f Austausch der Dampferzeuger.

^g Einbau eines zusätzlichen Handventils in die Steuerluftanspeiseleitung.

^h Ersatz der Druckschalter. Änderung des Auslösungseinstellwertes der Notkühlung resp. Reaktorschnellabschaltung.

ⁱ Einbau einer Ultraschall-Niveaumessung im Primärkühlkreislauf.

^j Einbau einer zweiten Isolationsarmatur in die Testleitungen des SE-Systems im Notstandsgebäude.

^k Änderung der Stromversorgung der Isolationsarmaturen.

^l Realisierung einer Umschliessung für die Hilfsspeisewasserpumpen und für die der Anzapfung A4.

Pendenz	Thema der Pendenz	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
P24	Klassierung der Fortluftanlage für den Relaisraum E 408	1995	
P25	Isolation von Steuerluftleitungen ins Containment	1999	
P26	Gesicherte Kommunikationsmittel in den Leitstellen ^m	1998	
P27	Kühlung des Brennelement-Lagerbeckens ⁿ	1998	1998/1997
P28	Stromversorgung für die Störungsanzeigen der Komponenten im HKR ^o	1995	1995
P29a	Anlage-Informationssystem ANIS: Validierung des Gesamtsystems ^p	2001	2001
P29b	Anlage-Informationssystem ANIS: Vollständigkeit der Darstellung der Sicherheitsparameter	1999	
P30 a)	Störfallinstrumentierung im HKR & NLS (RDB Niveauanzeige)	2003	
P30 b)	Messung und Aufschaltung von Ringraumparametern ^q	1996	1996
P31	Brandschutz im Containment	2002	2003
P32	Blitzschutz	1999	
P33	Repräsentativitätsnachweis von Proben	1996	
P34	Systemdekontamination ^r	1993	1998
P35	Eliminieren von Gasabgaben über das Maschinenhausdach	1997	
P36	Messung Luftaktivität im Containment	1995	
P37	Schaffung eines Messplatzes mit geringem Strahlenuntergrund (s. Auflage A7 im Gutachten ³ 1994)	1997	
P38	Quick-Counter Installation(s. Auflage A7 im Gutachten ³ 1994)	1997	
P39	Untersuchungen über Ablagerungen und Transport von Kobalt-60	1998	
P40	Zulässige Reaktorkühlmittel-Aktivitätskonzentration	1994	
P41 a	Radiologische Auswirkungen bei Auslegungsstörfällen (Hochabbrand)	1997	
P41b+c	Radiologische Auswirkungen bei Auslegungsstörfällen	1997	
P42	Überprüfung der Massnahmen zur Auslösung der Notborierung bei ATWS: diese Pendenz wurde mit dem Gutachten ³ von 1994 geschlossen	1994	

^m Nachrüstung einer schnurlosen Telefonanlage.

ⁿ Realisierung der alternativen Brennelementlagerbecken-Kühlung.

^o Einbau eines redundanten selbstüberwachenden Stromversorgungssystems.

^p Erteilung der Benutzungsfreigabe ANIS/COMPRO.

^q Ergänzung der Störfallinstrumentierung durch eine zusätzlich qualifizierte Ringraumdruckmessung.

^r Austausch der Dampferzeuger.

Pendenz	Thema der Pendenz	Realisierung KKB 1	Realisierung/Erfüllung KKB 2
P43	Hilfsspeisewasser-Leitungsbruch (s. Auflage A13)	1997	
P44	Verbesserung zur Beherrschung des "DE-Heizrohrbruchs" ^s	2000	1999/ 1997
P45	Automatische Unterbrechung der Bor-Verdünnung des RKS beim Stillstand beider RHP ^t	1995	1995
P46	Überdruck im Primären Zwischenkühlwassersystem ^u	1995	1995/ 1995
P47	Ergänzung der BERA-Studie	2000	
P48	Massnahmen zur Verhinderung des Containmentversagens durch H ₂ -Verbrennung ^v	2004	2003/1995
P49	Wechselstromanspeisung für Motorventile in der Notkaltfahrleitung: diese Pendenz wurde bereits vor der Fertigstellung des HSK-Gutachtens ³ von 1994 geschlossen ^w	1994	
P50	Post-LOCA-Studie	1999	
P51	Emissionsmessstellen beim Einsatz des SIDRENT	1998	
P52	Ertüchtigung "PASS" ^x	2003	2003/1995
P53	Konditionierung der Kugelharze	1995	

^s Nachrüstung der Frischdampfleitungen mit N16-Monitoren (Dampferzeuger-Leckageüberwachung).

^t Einbindung zusätzlicher Kriterien in die Steuerkreise des KCH-Systems beider Blöcke.

^u Einbau zweier neuer Rückschlagventile und einer selbsttätig schliessenden Spezialarmatur (Durchflussbegrenzer). In je einem Durchfluss-Messkanal pro Reaktorhauptpumpe beider Blöcke wurde eine zusätzliche Grenzwertalarmierung eingebaut.

^v Einbau von passiven autokatalytischen Wasserstoff-Rekombinatoren.

^w Mobile Anspeisung zur Stromversorgung für die Armaturen der Not-Kaltfahrleitung.

^x Ertüchtigung der Probenahme aus der Atmosphäre des Containments.

3 Übersicht über die Anlage

3.1 Standort

Das Kernkraftwerk Beznau liegt mit seinen Blöcken 1 und 2 auf der Insel Beznau im unteren Aaretal. Der Standort gehört zur politischen Gemeinde Döttingen und grenzt im Westen an die Gemeinde Böttstein. Beide Gemeinden gehören zum Bezirk Zurzach im Kanton Aargau.

Das Aaretal verläuft in der Umgebung des KKB ziemlich genau in Süd-Nord-Richtung. Richtung Osten steigt die Talflanke relativ flach an, während sich im Westen eine hügelige Landschaftsstruktur anschliesst. Grosse Teile der näheren Kraftwerks Umgebung sind bewaldet. Flussaufwärts befindet sich in einer Entfernung von ca. 6 km der Zusammenfluss von Reuss, Limmat und Aare. Etwa 3 km nordöstlich des Kernkraftwerkstandortes fliesst die Aare in den Klingnauer Stausee, dessen Stau-mauer sich weitere 2 km nördlich davon befindet. In einer Entfernung von 6 km vom KKB schliesslich mündet die Aare in den Rhein.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser befinden sich auf dem Gemeindegebiet von Böttstein ca. 400 m westlich des Kernkraftwerkstandortes. Die Entfernung zu den Zentren der nächstgelegenen grösseren Städte beträgt 8 km bis Brugg/Windisch resp. Waldshut, 10 km bis Baden/Wettingen, 21 km bis Aarau und 30 km bis Zürich.

Weitere aktuelle Ausführungen zum Standort des KKB sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zusammengestellt. Da sich beide Blöcke am gleichen Standort befinden, sind die Ausführungen und Beurteilung der HSK aus dem oben genannten HSK-Gutachten² auch für KKB 1 vollumfänglich gültig.

3.2 Übergeordnete Auslegungsmerkmale und Sicherheitskonzept

Die beiden Blöcke des KKW Beznau bilden einen kompakten Gebäudekomplex, in dessen Zentrum die beiden Sicherheitsgebäude angeordnet sind. Die beiden Blöcke sind weitgehend identisch aufgebaut.

Auslegungsmerkmale

Die Blöcke verfügen über je einen Westinghouse-Druckwasserreaktor. Der Reaktor und das Reaktor-kühlsystem befinden sich in einem Primärcontainment aus Stahl und einem Sekundärcontainment aus Stahlbeton mit innen liegender Stahlauskleidung.

Die thermische Leistung beträgt je Block 1130 MW. Die im Reaktorkern entstehende Wärmeleistung wird an das Kühlmittel übergeben, das mittels der Reaktorhauptpumpen durch den Kreislauf gefördert wird und die Wärme an die Sekundärseite der Dampferzeuger abgibt.

Der im Dampferzeuger auf der Sekundärseite entstehende Dampf treibt die Turbinengeneratoren-gruppen an. Jedem der beiden Dampferzeuger eines Blocks sind eine Turbinengeneratoren-gruppe und ein Speisewasserbehälter zugeordnet.

Die thermische Energie des Dampfes, erzeugt in den Dampferzeugern bei etwa 55 bar, wird in den beiden Dampfturbinen in mechanische Energie umgewandelt, welche die beiden Generatoren an-treibt. Die Generatoren erzeugen eine Nennleistung von je 190 MWe.

Der aus den Turbinen austretende Abdampf wird in den Kondensatoren mit Hilfe des Hauptkühlwassers kondensiert. Das Hauptkühlwasser strömt passiv aus dem Oberwasserkanal in die Kondensatoren der beiden Blöcke und wird mit dem Unterwasserkanal wieder an die Aare abgegeben. Das Kondensat des Kondensators wird vom Speisewassersystem vorgewärmt in die Dampferzeuger zurückgespeist.

Gebäude- und Systemanordnung: (vgl. Abb. 3-1, Abb 3-2)

In der Abbildung 3-1 ist die Gebäudeanordnung des Kernkraftwerks Beznau dargestellt. Die Gebäude der beiden Blöcke sind symmetrisch aufgebaut und in der Regel jeweils einem Block zugeordnet. Ausnahme bildet das BOTA-Gebäude, das die beiden Borwasser-Vorratstanks von KKB 1 und KKB 2 aufnimmt. Das Gebäude des Maschinenhauses ist jeweils zur Hälfte einem Block zugeordnet. Die Gebäude des Zwischenlagers Beznau (ZWIBEZ) sowie für die Gebäude für die Infrastruktur wie das Bürogebäude werden für beide Blöcke gemeinsam genutzt. Weitere Angaben zu den Gebäuden und ihrer Funktion sind dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zu entnehmen.

Abb. 3-1 Gebäudeanordnung der Gesamtanlage KKB



- 1 Reaktorgebäude KKB 1 (Sicherheitsgebäude)
- 2 Reaktorgebäude KKB 2 (Sicherheitsgebäude)
- 3 Maschinenhaus (KKB 1 & KKB 2)
- 4 Fortluftkamin
- 5 Werkhalle heiss
- 6 Notstandgebäude
- 7 SIDRENT-Gebäude
- 8 Nebengebäude A
- 9 Nebengebäude E
- 10 Nebengebäude C
- 11 BE-Lagergebäude (Nebengebäude C)
- 12 BOTA-Gebäude
- 13 Bürogebäude
- 14 Kühlwassereinlauf
- 15 ZWIBEZ schwachaktiver Teil
- 16 ZWIBEZ hochaktiver Teil
- 17 Primärgarderobe
- 18 Mehrzweckgebäude
- 19 Wehr

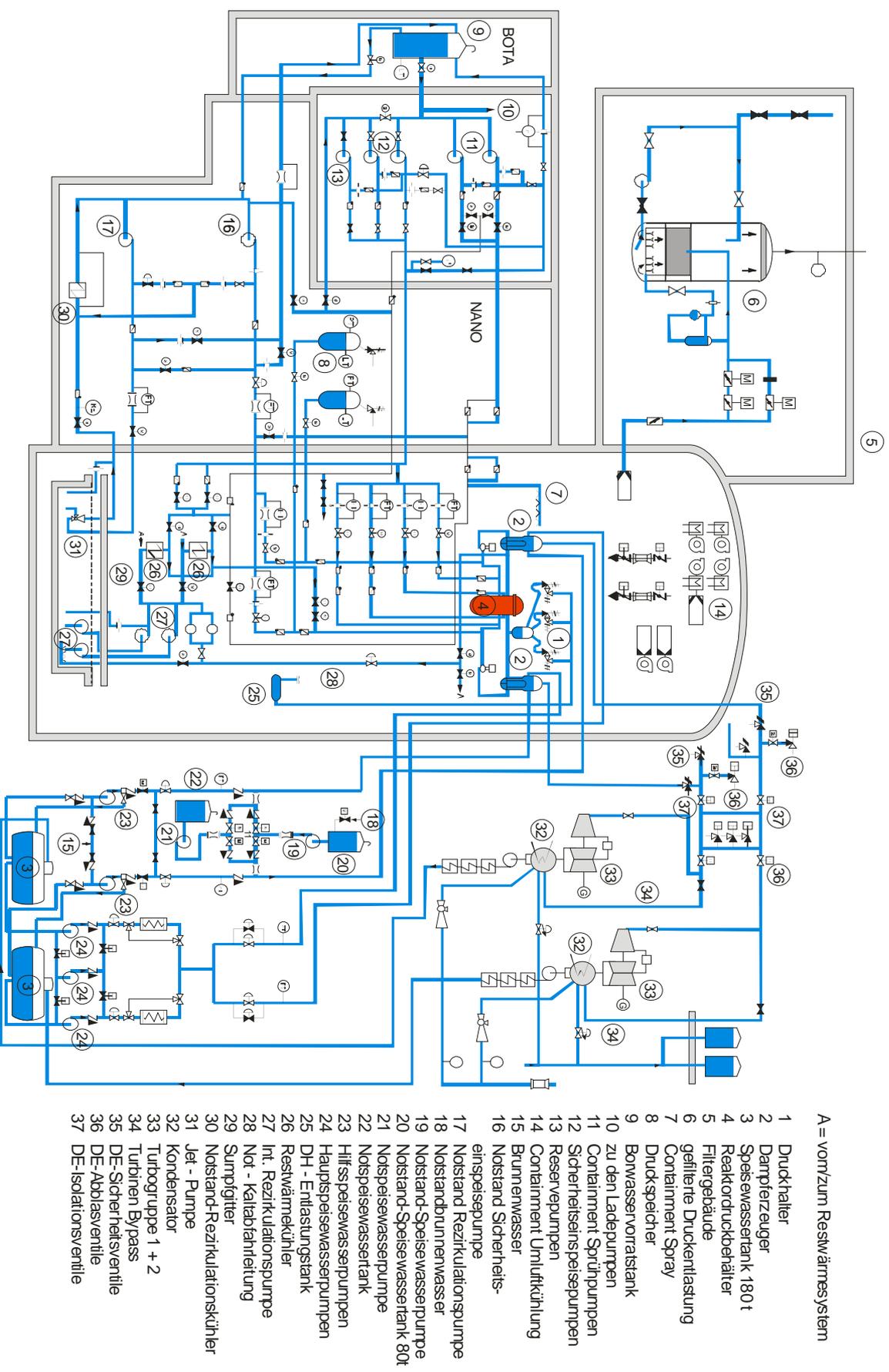
Die blockspezifischen Gebäude des KKB 1 sind gelb, diejenigen des KKB 2 blau dargestellt.

Sicherheitsmerkmale und System zur Störfallbeherrschung

Die Sicherheitsmerkmale und Angaben zu den Systemen der Störfallbeherrschung sind im Kapitel 3.2 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 enthalten. Die Angaben haben auch für KKB 1 Gültigkeit. Ausnahme bilden die Bezeichnungen für die Flutdiesel (KKB 1, 13X), und dem Notstromdiesel (KKB 1, 19X). Die Notstromversorgung von KKB 1, versorgt über das Hydrowerk, erfolgt mit Vorrang über die Stromschiene AN 10 (6x2500kVA), die Notstromversorgung von KKB 2 über die Stromschiene AN 20 (5x2500kVA).

Die Systeme zur Störfallbeherrschung sind in beiden Blöcke prinzipiell gleich aufgebaut. Die Unterschiede zwischen den beiden Blöcken in einzelnen Systemen sind in Kapitel. 6.5, Sicherheitssysteme, behandelt. Abb. 3-2 zeigt den Wasserdampfkreislauf und die Sicherheitssysteme des KKB 1.

Abb. 3-2 Wasserdampfkreislauf und Sicherheitssysteme KKB 1



3.3 Wichtige technische Anlageänderungen

Die im KKB 2 seit dem 01.01.1992 durchgeführten technischen Anlageänderungen sind zum einen Teil Massnahmen zur Erfüllung der Auflagen und Pendenzen aus dem HSK-Gutachten³ von 1994, zum andern Teil Verbesserungen aufgrund von Erkenntnissen aus Vorkommnissen und der Betriebserfahrung, sowie Ersatz von Systemen und Komponenten aufgrund deren Alterung und zur Anpassung an den Stand der Technik. Alle diese Änderungen wurden auch im KKB 1 durchgeführt.

In den Sicherheitsberichten von KKB 1 und KKB 2 sind die wesentlichen Anlageänderungen aufgeführt, die aus heutiger Sicht noch Gültigkeit haben und die auch vor dem Berichtszeitraum jeweils in beiden Blöcken realisiert wurden.

Neben zahlreichen Änderungen an einzelnen Systemen wurden umfangreiche systemübergreifende Änderungen und Erneuerungen durchgeführt, zu denen jeweils auch bauliche Massnahmen gehörten. U. a. waren dies die Sanierung des Hydrokraftwerkes, die Umgestaltung des Kommandoraumes, die Erneuerung und Erweiterung der elektrischen Eigenbedarfsanlagen (Projekt ESTER), der Einbau des Notspeisewassersystems (Projekt ERGES), der Ersatz des Reaktorschutz- und Regelsystems (Projekt PRESSURE) sowie die Erneuerung der gesicherten Stromversorgung (Projekt VITAL). Bedeutende Aktionen waren ausserdem der Austausch der Dampferzeuger, der Austausch der Hochdruckturbinen und die Neuberohrung des Kondensators.

Die Nachrüstung der Notstandssysteme (Projekt NANO) war für KKB 1 1993 (für KKB 2 1992) abgeschlossen. Im Notstandgebäude und auf dessen Dach wurden zudem das Primärcontainment-Entlastungssystem SIDRENT eingebaut. Die seismische Requalifikation (Projekt REQUA) war 1992 für beide Blöcke weitgehend abgeschlossen; im Berichtszeitraum wurden dazu noch Restarbeiten durchgeführt.

In der folgenden Tabelle 3.3-1 werden wichtige sicherheitsrelevante Änderungen aus dem Berichtszeitraum aufgelistet, welche im Betriebserfahrungsbericht des KKB aufgeführt sind. Diese Änderungen wurden von wenigen Ausnahmen abgesehen jeweils in beiden Blöcken durchgeführt. Im KKB 1 erfolgte dies meist zeitlich verschoben, jeweils ein Jahr früher oder später. Diese Änderungen unterlagen jeweils einem für beide Blöcke separaten Freigabeverfahren der HSK. Im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 wurden sie in den angegebenen Kapiteln hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung und, wo zutreffend, hinsichtlich der Erfüllung der Auflagen und Pendenzen im HSK-Gutachten³ von 1994 bewertet. In der Tabelle 3.3-1 ist auch die zeitliche Verschiebung der Realisierung beim KKB 1 gegenüber dem KKB 2 ersichtlich.

Im KKB 1 sind gegenüber dem KKB 2 folgende Unterschiede bezüglich der Änderungen zu verzeichnen:

- Für die Sicherheitsgebäude-Absperrung wurden beim KKB 2 2001 vier Armaturen, die als gefährdet für „Pressure Locking“ eingestuft wurden, mit je einer Gehäusebruchsicherung nachgerüstet. Im KKB 1 erfolgte dies nicht, da ein anderer Armaturentyp eingesetzt wird, bei dem dieses Phänomen nicht auftritt.
- 2001 wurde im KKB 1 eine Rückschlagklappe im Steuerluftsystem so versetzt, dass die Druckluftversorgung von zwei Abluftklappen bei Ausfällen im Steuerluftsystem mittels eines Vorratsbehälters gewährleistet ist. Im KKB 2 war dies nicht notwendig, weil dort die Notversorgung aus einem Vorratsbehälter bereits gewährleistet ist.

Tabelle 3-1: wichtige Technische Anlageänderungen im KKB 1 im Vergleich zum KKB 2 vom 1. Januar 1992 bis 31. Dezember 2001

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
		Gebäude (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2)
1991-1997	1991-1997	Zwischenlagergebäude ZWIBEZ, Neubau der Lagerhallen SAA und HAA (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.7)
1992	1992	Nebengebäude, Einbau von zusätzlichen Stahlbetonwänden (zweifeldrige Schubwand) zur Verbesserung der Erdbebensicherheit (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.4)
1992	1992	Versorgungskanäle UV150: Einbau von Schottwänden zur Verbesserung des Überflutungsschutzes (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.6)
1993-1995	1993-1995	Hydraulisches Kraftwerk Beznau: Teilsanierung gemäss Konzept 93 (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.8)
1996	1996	Maschinenhaus: Einbau einer Stahlkonstruktion als Raumabschottung bei der 6kV-Eigenbedarfsanlage HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.5)
1996	1997	Ersatz des Portalkrans und Sanierung der Portalkranbahn auf dem Nebengebäude C (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.4)
1997-1999	1997-1999	Neubau Notspeisewassergebäude (HSK-Gutachten KKB 2, Kap. 6.2.3.3)
1993	1999	Sicherheitsgebäude; Dampferzeuger-Austausch: Bauliche Anpassung am Beton-Housing (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.1)
1999-2001	1999-2001	Hydraulisches Kraftwerk Beznau: Erweiterung des Stauwehrs mit Wehrkraftwerk (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.8)
2000	2001	Maschinenhaus, Ostteil; Seismische Verstärkung der Mauerwerkswand (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.2.3.5)
		Kernüberwachung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.3)
1992	1992	Installation des "Advanced Flux Mapping System" zur Incore-Neutronenflussmessung
1998-1999	1998-1999	Installation eines digitalen Reaktimeters zur Ermittlung der Reaktivität des Reaktors im Rahmen der Anfahrmessungen
		Primärkreislauf und Druckhaltesystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5)
1993	1992	Einbau einer Temperaturmessstelle im "Cold Leg" des Reaktorkühlkreislaufes A (NANO-Projekt) (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.3)
1993	1992	Einbau von Hubbegrenzern bei den Reaktorhauptpumpen (Projekt REQUA) (HSK-Gutachten KKB 2, Kap. 6.5.3)

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
1993	1993	Einbau neuer Temperaturmessstellen im "Hot Leg" der beiden Reaktorkühlkreisläufe (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.3)
1994	1994	Ladeleitung: Primärkreis isolation (HSK-Gutachten ² vom März 2004, Kap. 6.5.1)
1994	1994	Erstellen einer Loop-Niveaumessung (Reaktorkühlkreislauf-Niveau Engbereich) (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.1)
1995	1995	Austausch der Bolzen und Muttern für hydraulisches Vorspannen am Druckhaltermannloch (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.4)
1996	1996	Druckhalter Heizung; neue Steuerung, Regelung und Schränke (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.4)
1996	1996	Heizrohrleckageüberwachung bei den Dampferzeugern mittels N ₁₆ -Monitor (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.5)
1993	1999	Dampferzeugeraustausch inkl. neuer Dampferzeuger-Isolation (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.5)
2002	2001	Ersatz der Sprühventil-Station inkl. der Ventilsteuerung (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.4)
2000	2001	Reaktordeckelaufbauten: Sicherung gegen Erdbeben (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.2)
		Containment-Sprühsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.3)
1992	1992	Feuerlöschwassersystem zur Einspeisung in den Primärkreislauf oder in die Containment-Sprühleitung
1995	1995	Modifikation Rückschlagklappe
1999	2000	Einbau einer Mehrstufenblende in der Testleitung
		Sicherheitsgebäude-Absperrung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 Kap. 6.6.4)
----	2001	Nachrüstung von zwei Armaturen des Sicherheitseinspeisesystems und zwei Armaturen des Restwärmesystems (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.3), die als gefährdet für "Pressure Locking" eingestuft wurden, mit je einer Gehäusebruchsicherung
		Ringraum-Unterdruckhaltung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.5)
1996	1996	Entfernung der Ringraumlüftung (Ringraum-Umluftventilatoren 1 bis 7)
1996	1996	Zusätzliche Druckmessung für Ringraumdruck
		Sicherheitsrelevante Leittechnik (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.2)
1992	1993	Ersatz der ursprünglichen Kontrollstabantriebs-Steuerung und der Kontrollstab-Po-

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
		sitionsanzeige durch ein speicherprogrammiertes System
1994	1994	Überdrucktransienten-Schutzsystem: Änderung der Grenzwertkurve zum Öffnen der Druckhalter-Sicherheits- und Isolierventile
1995-2000	1995-1999	Notstandschutzsystem: Verschiedene Änderungen zur Verbesserung von Anzeigen, Fehlererkennungen und Regelverhalten sowie Auskopplung von Signalen für das neue Notspeisewassersystem
1999	1998	Ersatz des Quell- und Zwischenbereichs der Nuklearinstrumentierung durch ein rechnerbasiertes System, das so genannte Weitbereichsmesssystem
1999	1999	Modifikation im Stabpositionsanzeige-System zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Anzeige "Stab am Boden"
1996	1996	Nachrüstung der Stellungsanzeige der Bypass-Tripschalter des Reaktorschnellabschaltsystems
2000	2001	Ersatz des ursprünglichen Reaktorabschaltsystems, des Safeguardsystems und der Regelungen durch das neue rechnerbasierte Reaktorschutz- und Regelsystem (Projekt PRESSURE)
2000	2001	Ersatz von ursprünglichen Druckschaltern durch Drucktransmitter für das neue Reaktorschutzsystem (Projekt PRESSURE)
		Restwärmesystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.3)
1992	1992	Versetzung der temporären Temperaturmessstellen am Austritt der Restwärmekühler
1993	1992	Sanierung von Rohrleitungen und Halterungen und der Unterstützungen der Restwärmekühlern (Projekt REQUA)
1987	1993	Ersatz einer Pumpe durch eine Spaltröhrepumpe
1996	1995	Ersatz der Antriebe der 1E-klassierten Motorventile
1999	1999	Direktansteuerung der zur Regelung der Abkühlgeschwindigkeit im Restwärmebetrieb bestimmten Armaturen ab dem Schaltanlagen-Schrank
		Notspeisewassersystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.4.2 und 6.7.2.4)
1999	2000	Realisierung des Notspeisewassersystems einschliesslich einer rechnerbasierten Leittechnik (Projekt ERGES)
		Hilfsspeisewassersystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.4.1)
1994	1994	DE-Notbespeisung: Löschwassereinspeisung in das Hilfsspeisewassersystem
1995	1995	Umschliessung der Hilfsspeisewasserpumpen mit druckfesten Gehäusen (Projekt RASA)
2001	2002	Pumpensignalisierung "Ein"-Speicher

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
		Frischdampfsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 , Kap. 6.7.4.4)
1994	1995	Magnetventile der Frischdampf-Schnellschlussarmaturen, Umbau der Vorsteuerung
1997	1997	Verbesserung der Frischdampf-Druckregelung im Notstandschutzsystem
1999	1999	Ertüchtigung der Isolierschieber zu den Frischdampf-Abblasearmaturen, sodass diese nach einer allfälligen Isolation der Dampferzeuger auch bei Nenndruck wieder geöffnet werden können
		Sicherheitseinspeisung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.5)
1993	1992	Wegen Inbetriebnahme der NS-Sicherheitseinspeisepumpe wird eine der drei Sicherheitseinspeisepumpen, die als Reserve erhalten bleibt, ausser Betrieb genommen
1993	1992	Einbau der Druckspeicher in die NS-Gebäude als "Niederdruck-Sicherheitseinspeisung". (Vorher wurde diese Funktion durch die Containmentsprühumpen wahrgenommen)
1993	1992	Ausbau der Rezirkulationssumpfniveaumessung zu einer Weit- und Engbereichsmessung
1992	1992	Trennung der Borwassertank-Entleerung mittels je einen Blindflansch vom Sicherheitseinspeisesystem und vom Rückstandsaufbereitungssystem
1993	1992	Inbetriebnahme der Notstand-Sicherheitseinspeisung
1994	1994	Einbau eines Harzfängers
1995	1996	Ersatz der SE-Pumpen-Testleitung und Einbau einer Mehrstufenblende
1995	1996	Einbau je einer zweiten Isolationsarmatur in die Notstand-Testleitungen
1997	1998	Sanierung des Rezirkulationssumpfes (Eliminierung korrodierter Teile)
2000	2000	Einbau einer Druckanzeige an der NS-Rezirkulationsleitung zur Kontrolle der Wasserfüllung bei Test
2001	2001	Rückmeldung der Schalterstellungen sicherheitsrelevanter MOVs
		Chemie- und Volumen-Regelsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.6)
1992	1992	Einbau von Entlüftungsventilen auf den Resonatoren bei den Ladepumpen
1995	1995	Einbau einer automatisch gesteuerten Armatur zur einzelfehlersicheren Absperrung der RHP-Sperrwasserrücklaufleitung zur Verbesserung der Containment-Isolation
1995	1995	Realisierung einer automatischen Unterbrechung des Verdünnungsvorgangs beim Stillstand beider RHP

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
1997	1997	Verbesserung der Abführung der Reibungswärme aus den Packungsräumen der Ladepumpen
		Brennelement-Lagerkühlung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.7)
1999	1999	Einbau der alternativen BE-Lager-Kühlung
		Leitstellen (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 , Kap. 6.8)
1993-1994	1992-1993	Umgestaltung des Kommandoraums
1993-1994	1992-1994	Implementierung des Anlageinformationssystems ANIS
1994-2001	1994-2001	Implementierung und Validierung der computergestützten Notfallvorschriften (COMPRO) und des Alarmsystems AWARE
1995	1995	Erneuerung und Verbesserung des Nebengebäude-Leitstandes in der kontrollierten Zone
1995-2000	1995-2001	Erweiterungen und Ergänzungen im Anlageinformationssystem ANIS
		Primäres Zwischenkühlsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.1.1)
1994	1993	Redundante elektrische Anspeisung der beiden Absperrarmaturen im Rücklauf der Restwärmekühler
1995	1995	Sanierung der Kühlwasserversorgung der thermischen Barriere der Reaktorhauptpumpen
1995	1995	Erhöhung des Ansprechdruckes des Sicherheitsventils des Ausgleichstanks
1999	1999	Einbau zusätzlicher Entlüftungen und Entleerungen
2000	1999	Motorisierung der Umschaltarmaturen der Zwischenkühler
		Primäres Nebenkühlwassersystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.1.2)
1993	1993	Ersatz der Armaturen im Vor- und Rücklauf der Containment-Umluftkühler
1996	1996	Rückbau der Ringraumlüftung und der Druckerhöhungspumpen
1999	1999	Einbau zusätzlicher Entlüftungen und Entleerungen
2000	1999	Motorisierung der Armaturen am Austritt des primären Nebenkühlwassers aus den Zwischenkühlern
2000	1999	Ersatz der Armaturen im Bereich der Zwischenkühler

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
		Sekundäres Zwischenkühlsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.1.3)
1997	1997	Ertüchtigung und Umklassierung der Zwischenkühlsystem-Pumpen
1997	1998	Installation einer Einrichtung zur Prüfung des Schwimmerschalters am Volumenausgleichstank
2002	2003	Verbesserung der Temperaturregelung
		Brunnenwassersysteme HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.2)
1995	1995	Einbau einer Mindestmengenleitung im Brunnenwassersystem
1996	1996	Verlegung der Schieber am Austritt der Pumpe im Notstand-Brunnenwassersystem
1996	1996	Prüfanschlüsse für Kalibrierung im Notstand-Brunnenwassersystem
		Eigenbedarfsanlage und Notstromversorgung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.3)
1992	1992	Einbau des Generatorschalters
1992/ 1993	1992/ 1993	Verbesserung der Zuteilung (Entlastung der existierenden 0,4-kV-Schienen) durch Umlegung von Komponenten auf eine neue 0,4-kV-Eigenbedarfsschiene
1996	1995	Ersatz des Eigenbedarfs- und des Block-Schutzes, der Erregung und der Erregertrafos und Installation der automatischen Kupplung für die Generatorschalter (Projekt ESTER)
1995	1995	Hydrokraftwerk Beznau, Sanierungsprojekt 1993: Neuaufteilung der 8kV Sammelschiene in zwei Notstromschienen, Eigene Einspeisung für Strang 4 des KKB für jeden Block
2000	1999	Ersatz der Schutz- und Steuerungseinrichtungen der Flutdiesel
2000	1999, 2001	Neue unterbrechungslose Versorgung mit Gleichstrom und gesichertem Wechselstrom (Projekt VITAL)
		Notstandgebäude-Lüftung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.4.3)
1994	1994	Garantiarbeiten an den Kälteanlagen zur Behebung von Unzulänglichkeiten
1998	1998	Verbesserungen an den Kälteanlagen
1998	1998	Leittechnikkorrektur an der Zu- und der Umluftanlage
2002	2002	Ertüchtigung der NS-Kälteanlagen
		Lüftung der nichtkontrollierten Zone (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.4.2)
1994- 1997	1994- 1996	Verbesserung der Wärmeabfuhr aus den Relais- und Apparateräumen der Halonzonen 1 bis 5 (erster Teil des Projektes WARA)

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
1999-2001	1999-2001	Sanierung resp. Neuerstellung der Lüftung für die neuen und umgestalteten Räume der gesicherten Stromversorgung (Projekt VITAL) und des Reaktorschutz- und Regelsystems (Projekt PRESSURE)
2001	2001	Einbau von Brandschutzklappen in die Lüftungsöffnungen und -kanäle der Halon-zonen (Projekt SABRA)
		Lüftungsanlage Hauptkommandoraum (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.8 und 6.9.4.4)
1994	1993	Grundlegende Erneuerung der Lüftung/Klimatisierung im Hauptkommandoraum mit teilweise redundantem Aufbau und der Möglichkeit des isolierten Gasfilterbetriebs
		Steuerluftsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.5)
vor 1992	1993	Ventil zur Trennung des Steuerluftsystems vom Notstand-Steuerluftsystem
1993	1993	Einbindung des Notstand-Steuerluftsystems in die bestehende Anlage
1997	1998	Pfadschaltung der Steuerluftversorgung mit den Kompressoren der Steuerluft
2001	2001	Einbau von Pressluftflaschen an den Vorratsbehältern zur verbesserten Druckluftversorgung der Ringraumabluftklappen
2001	----	Versetzen einer Rückschlagklappe im Steuerluftsystem
		Hebezeuge (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.9.7)
2000	1999	Erdbebensanierung der Rundlaufkran-Katze
		Speisewasser- und Frischdampfsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.10.3 und 6.10.4)
1993	1992	Ersatz der Rückschlagklappen in der Speisewasserleitung durch gedämpfte Rückschlagventile
1992	1992	Seismische Ertüchtigung von Halterungen und Abstützungen der Speisewasserleitungen (Projekt REQUA)
1993	1999	Einbau von neuen Rohrbögen beim Frischdampfsystem im Rahmen des Austausches der Dampferzeuger
1996	1996	Ersatz von Magnetventilen der Speisewasser-Regelventile
		Schutz des Containments (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.12 und 6.8.4)
1993	1992	Installation von drei neuen H ₂ -Messfühlern im Containment
2001	2001	Ersatz des Alkalisierungsmittels Natriumkarbonat durch Natronlauge beim SIDRENT-System
		Strahlenschutzmesstechnik (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2,

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
		Kap. 6.15)
1992	1992	Installation der Aktivitätsüberwachungsmonitore im Notstandgebäude
1992	1992	Ertüchtigung der RABE-Monitore
1992	1992	Installation der Aktivitätsmessung an der Reingasleitung des Containment-Druckentlastungssystems SIDRENT
1996	1996	Ersatz des Thoraxmessgeräts zur Inkorporationsüberwachung durch einen modernen Quickcounter (gemeinsam für KKB 1 und KKB 2)
1997	1997	Ersatz der Vor- und Endmonitore für die Personenkontaminationskontrolle in der Primärgarderobe (gemeinsam für KKB 1 und KKB 2)
1997 *		Ersatz der Vor- und Endmonitore für die Personenkontaminationskontrolle in der Damen- und Laborantengarderobe
2000	1999	Ersatz der Aktivitätsüberwachung des Frischdampfes durch ein neues N ₁₆ -Messsystem
1999 *		Inbetriebnahme eines Low-Level-Messplatz (Chemielabor)

* Diese Einrichtungen sind nur einmal vorhanden und werden für beide Blöcke gemeinsam benutzt

Grössere Änderungsvorhaben, die nach dem 31.12.2001 in beiden Blöcken gleichermassen in Arbeit sind oder bereits abgeschlossen wurden, werden in der Tabelle 3-2 aufgelistet.

Tabelle 3-2: wichtige Technische Anlageänderungen im KKB 1 im Vergleich zum KKB 2 seit dem 01. Januar 2001

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
2002	2003	Reaktordeckel: Ersatz der Conoseal-Dichtungen (HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.2)
2002	2002	Filtergehäuse für die Ringraumkompressoren ersetzt
2002	2002	Seismische Ertüchtigung der Rohrhalterungen des Sicherheitseinspeise- und des Containment-Sprüh-Systems im Nebengebäude
Bis 2003	Bis 2003	Verbesserung der Brandschutzmassnahmen: Erstellen von Ölauffangeinrichtungen an den Motoren der Reaktorhauptpumpen (Projekt BRAVER, siehe auch HSK-Gutachten ² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.3), Verbesserungen des Brandschutzes im Containment (Projekt BRANCO). Erneuerung von Teilen der Brandmeldeanlage und des Brandleitsystems in der Sekundäranlage (Projekt SABRA). Realisierung eines gemeinsamen Auffangbeckens für das Öl der Blocktransformatoren
2004	2003	Einbau der passiven autokatalytischen Rekombinatoren (Projekt PAR),

KKB 1	KKB 2	Anlageänderungen
	2003	Ersatz der Erdbebeninstrumentierung (Projekt ERDSTURM)
2004	voraus- sichtlich 2005	Blitzschutzmassnahmen für die Leittechnikverbindungen zwischen dem Not- standgebäude und leittechnischen Einrichtungen anderer Gebäude (Projekt ZEUS)
2004	2005	Modernisierung und der Ersatz der Leittechnik der Turbinen (Projekt MERKUR)
		Abschlussarbeiten zur Verbesserung der Wärmeabfuhr in den Halonzonen (Projekt WARA)

3.4 Strahlenschutzaspekte

Der Strahlenschutz bezweckt den Schutz sowohl des Anlagepersonals wie auch der Bevölkerung in der Umgebung einer Anlage vor schädlichen Auswirkungen der ionisierenden Strahlung. Dieses Ziel wird durch die konsequente Umsetzung nationaler Regelwerke erreicht, die sich auf internationale Empfehlungen stützen. Dabei sind der Stand von Wissenschaft und Technik wie auch ökonomische Aspekte berücksichtigt.

In der Schweiz werden die Tätigkeiten im Bereich Strahlenschutz durch das Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie⁷, das Strahlenschutzgesetz⁸ und die Strahlenschutzverordnung⁹ geregelt. Im Jahr 1994 wurde die Strahlenschutzverordnung vollständig revidiert und zusammen mit dem Strahlenschutzgesetz in Kraft gesetzt. Weiter wird in der Richtlinie HSK-R-11 spezifisch auf die in der Schweiz geltenden Regeln für die Limitierung der Strahlenexposition eingegangen. Die schweizerischen Regelungen stützen sich auf die jeweils aktuellen ICRP-Publikationen und die Basic Safety Standards der IAEA.

Die wichtigsten Grundsätze des Strahlenschutzes sind die Rechtfertigung von Tätigkeiten (der Nutzen einer Tätigkeit muss grösser sein als die damit verbundenen Nachteile), die Limitierung der Dosen für strahlenexponierte Personen und die Optimierung von gerechtfertigten Tätigkeiten. Bei der Optimierung wird unter Berücksichtigung diverser Einflussfaktoren eine Reduktion der Dosis auf Werte angestrebt (ALARA), welche mit vernünftigem Aufwand erreichbar sind. Dabei kann nach Artikel 6 der StSV das Prinzip der Optimierung als erfüllt gelten, wenn die Dosis aus einer Tätigkeit für das Betriebspersonal unterhalb 100 μSv , für die Umgebungsbevölkerung unter 10 μSv bleibt. Um die Ziele des Strahlenschutzes erreichen zu können, werden administrative und technische Massnahmen ergriffen, die die Anlage auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik halten.

Auf die Umsetzung der Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung und der internationalen Grundsätze des Strahlenschutzes im KKB wird ausführlich im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 (Kap. 3.4, Kap. 5.6, Kap. 5.7, Kap. 6.15, Kap. 9) eingegangen.

3.5 Betriebsführung

Der technische Rahmen für die Betriebsführung ist für beide Blöcke in den Technischen Spezifikationen vorgegeben. Die organisatorische Umsetzung der in den Technischen Spezifikationen enthaltenen Anforderungen mittels Betriebsvorschriften und Routinevorschriften erfolgt im KKB 1 und KKB 2 in gleicher Weise. Ebenso ist die Behandlung von Störungen und Störfällen mittels Störfallvorschriften, Notfallvorschriften, Accident Management-Vorschriften und Unfallbegrenzungs-Richtlinien für beide Blöcke gleich geregelt. Der Betriebsverlauf wird im KKB 1 analog dokumentiert wie im KKB 2. Die Abteilung Betrieb besorgt die operative Betriebsführung beider Blöcke nach denselben Grundsätzen. Die Unterstützung der Abteilung Betrieb durch die Fachabteilungen betrifft das ganze Kraftwerk. Dies gilt auch für die Anwendung der Betriebsführungs-Software SAP zur Organisation der Instandhaltung und der Ausbildung des Betriebspersonals. Deshalb sind alle im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zur Betriebsführung des KKB 2 gemachten Aussagen uneingeschränkt auch für das KKB 1 gültig.

4 Organisation und Personal

4.1 Beurteilungsgrundlagen

Die Bereiche Personal und Organisation wurden vom KKB im Bericht „Betriebsführung und Betriebserfahrung“, im Sicherheitsstatus-Bericht und im Sicherheitsbericht beschrieben. Zusätzliche Information beschaffte sich die HSK aus den meldepflichtigen Dokumenten des KKB (Kraftwerksreglement, Qualitätshandbuch), aus regelmässigen Fachgesprächen sowie aus spezifischen Gesprächen zu den Themen mit dem Werk.

Die Beurteilung der Organisation des KKB bezieht sich auf den Stand vom 31. Dezember 2001. Organisationen sind einer ständigen Entwicklung unterworfen. So hat das KKB im April 2003 das Qualitätsmanagement-System gemäss ISO-9001:2000 zertifiziert und mit der Erstellung eines integrierten Management Systems (IMS) begonnen. Diese neuen Entwicklungen sind in der vorliegenden Stellungnahme nicht berücksichtigt. Im Juni 2002 ist die Richtlinie HSK-R-17 „Organisation von Kernkraftwerken“ in Kraft gesetzt worden. Zum Zeitpunkt der Festlegung der Beurteilungsgrundlagen war noch die Vorgängerversion der HSK-R-17 „Personal und Organisation von Kernkraftwerken“ (1986) in Kraft, welche ursprünglich auch als Beurteilungsgrundlage vorgesehen war. Bei der Bearbeitung der PSÜ konnte jedoch festgestellt werden, dass die Organisation des KKB bereits durchwegs die Anforderungen der neuen Version (2002) der HSK-R-17 erfüllt, weshalb der Beurteilung diese Version der Richtlinie zugrunde gelegt wurde. Darüber hinaus basiert die Beurteilung der HSK auf der Richtlinie HSK-R-27 „Auswahl, Ausbildung und Prüfung des lizenzpflichtigen Betriebspersonals von Kernkraftwerken“.

4.2 HSK-Beurteilung

Da die Organisation des KKB auf beide Blöcke ausgerichtet und das Personal für beide Blöcke tätig ist, die Vorschriften und die Management-Systeme für beide Blöcke gelten, die Betriebsdokumentation für beide Blöcke in analoger Weise geführt wird und die Sicherheitskultur in beiden Blöcken von derselben Organisation und demselben Personal abhängt, sind die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemachten Aussagen uneingeschränkt auch für das KKB 1 gültig.

Die Verantwortung für den sicheren Betrieb des KKB ist klar geregelt. Die Aufbauorganisation des KKB ist übersichtlich gestaltet, mit klar festgelegten Verbindungsstellen und Verantwortlichkeiten. Mit seinen Personenführungsgrundsätzen schafft das KKB die Voraussetzungen, um über kompetentes und motiviertes Personal zu verfügen. Die Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen des KKB bilden ein umfassendes System zur Sicherstellung von qualifiziertem Personal, dessen Kompetenz mit den sich verändernden Anforderungen Schritt hält. Das KKB verfügt über ein Vorschriftensystem, welches den sicheren Betrieb der Kernanlage wirksam unterstützt. Das Qualitätsmanagement-System trägt der sicherheitstechnischen Bedeutung des Kernkraftwerksbetriebs ausreichend Rechnung und entspricht den Erwartungen der HSK. Die zur Etablierung einer geeigneten Sicherheitskultur erforderlichen Sicherheits-Management-Elemente sind vorhanden.

Insgesamt erfüllt das KKB in den Bereichen Organisation und Personal die Anforderungen gemäss HSK-R-17 und HSK-R-27. Auch nach dem Ende der Beurteilungsperiode wurden bis heute keine Beobachtungen gemacht, welche diese Einschätzung in Frage stellen.

Im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 wurden in den Bereichen Organisation und Personal die Auflage PSÜ-A 4/4.2.5-1 (Full-Scope-Replica-Simulator) und die Pendenzen PSÜ-P 1/4.3-1 (Überprüfung des Validierungsbedarfs bei Vorschriftenänderungen), PSÜ-P 2/4.3-2 (Verbesserung der Benutzungsfreundlichkeit der Technischen Spezifikationen) und PSÜ-P 3/4.5-1 (QM-Vergleich mit IAEA-Anforderungen) gefordert. Da wie oben bereits erwähnt, die Organisation des KKB ist auf die Gesamtanlage ausgerichtet ist und das Personal in beiden Blöcken eingesetzt wird betreffen die Auflagen und Pendenzen aus dem HSK- Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 auch das KKB 1. Die Liste der PSÜ-Pendenzen für das KKB 1 einschliesslich der gültigen Termine ist im Kapitel 9 aufgeführt.

5 Auswertung der Betriebserfahrung

5.1 Betrieb

Die Abteilung Betrieb des KKB ist für den Betrieb beider Blöcke sowie für die Ausbildung des Schichtpersonals und der Pikettingenieure zuständig. Jeder Schichtmitarbeitende ist einer bestimmten Schichtgruppe fest zugeordnet, wobei jede Schichtgruppe einem Kraftwerksblock zugeordnet ist. Der Austausch von Personal zwischen Schichtgruppen aus verschiedenen Blöcken ist ohne besondere Schulung möglich, weil beide Blöcke nahezu gleich aufgebaut sind und sich die Betriebsvorschriften weitgehend entsprechen.

Die Erfahrungen aus dem Betrieb der Anlage und deren Beurteilungen durch die HSK in ihrem Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 sind deshalb im vollem Umfang für KKB1 gültig.

5.1.1 Vorkommnisse

Sachverhalt

Meldepflichtige Vorkommnisse werden gemäss der Richtlinie HSK-R-15 vom Kraftwerk gemeldet und durch die HSK in die Kategorien S, A oder B (nach abnehmender Sicherheitsrelevanz) klassiert. Vorkommnisse von sicherheitstechnischem Interesse sind unklassiert (U), unterliegen aber der Meldepflicht. Zusätzlich werden die Vorkommnisse entsprechend der international verwendeten Bewertungsskala der IAEA (INES) eingestuft.

Das KKB meldete im Berichtszeitraum 25 klassierte Vorkommnisse für KKB 1 und 29 für KKB 2. Es handelte sich dabei ausschliesslich um Vorkommnisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung (B klassiert), wobei zwei Vorkommnisse beide Blöcke betrafen. Die genannten Vorkommnisse wurden bis auf 2 Ausnahmen (INES 1) der INES-Stufe 0 zugeordnet.

Die Mehrzahl der Vorkommnisse hat primär eine technische Ursache. Dahinter verbirgt sich oft aber auch ein menschlicher Einfluss. Dieser wurde in den letzten Jahren vertieft analysiert und es wurden sinnvolle Massnahmen daraus abgeleitet und umgesetzt. In einem Fall wurden im KKB 1 die Anforderungen der Technischen Spezifikationen nicht eingehalten.

Im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 wurde aus den oben genannten Gründen die Vorkommnisse beider Blöcke gemeinsam bewertet, wobei vertieft die beiden INES 1 klassierten Vorkommnisse des KKB 1 beurteilt wurden.

Vom 01. Januar 2002 bis Mitte 2004 wurden für KKB 1 drei und für KKB 2 vier Vorkommnisse gemeldet, die alle als Vorkommnisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung (B klassiert) eingestuft wurden. Bei einem Vorkommnis wurde nach einer Funktionsprüfung eine Handabsperrrarmatur für die Treibwasserschleifen der Notstandrezirkulation fehlerhaft in geschlossenem Zustand belassen. KKB hat daraufhin eine zusätzliche Schlusskontrolle nach Funktionsprüfungen von sicherheitsrelevanten Systemen durch eine unabhängige Person eingeführt, damit die Betriebsbereitschaft gewährleistet ist.

Im Anhang A dieser Stellungnahme werden alle klassierten Vorkommnisse beider Blöcke bis in das Jahr 2004 aufgelistet.

HSK-Beurteilung

Bei der Beurteilung der Vorkommnisse im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 wurden alle Vorkommnisse des KKB aus dem Berichtszeitraum beurteilt, unabhängig vom betroffenen Block. Die beiden Blöcke sind nahezu baugleich und werden durch eine gemeinsame Organisationseinheit betrieben. Bei der gemeinsamen Auswertung und Beurteilung der Vorkommnisse des KKB 1 und KKB 2 wurde auf die Betriebserfahrung beider Blöcke zurückgegriffen. Die Beurteilung der Vorkommnisse im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 hat somit auch für KKB 1 die volle Gültigkeit.

Die Anforderungen der Technischen Spezifikationen wurden im Berichtszeitraum für KKB 1 bis auf eine Ausnahme immer erfüllt.

Insgesamt bescheinigt die HSK dem KKB für alle Vorkommnisse eine sorgfältige Berichterstattung und Auswertung. Bei jedem Vorkommnis werden zudem geeignete Massnahmen gegen eine Wiederholung vorgeschlagen und umgesetzt. Die Anzahl der meldepflichtigen Vorkommnisse der Klasse B entspricht mit 2-3 pro Jahr und Block dem schweizerischen Durchschnitt.

5.1.2 Betriebserfahrung

Sachverhalt

Leistungsfahrweise

Im Berichtszeitraum konnte KKB 1 fast durchgehend mit Volllast betrieben werden. Dies äussert sich in einer Arbeitsausnutzung von 87.2 % bei einer Zeitverfügbarkeit von 88.0 % (Mittelwerte der gesamten 10-Jahres-Periode). Der Hauptanteil der Nichtverfügbarkeit entfiel auf die geplanten Brennelementwechsel- und Revisionsabstellungen. Im Rahmen der Betriebsoptimierung wurde ab 1993 vom ursprünglichen 1-Jahreszyklus für BE-Wechsel/Revisionsabstellung über den 18-Monate-Zyklus zum 12-Monate-Hybridzyklus ab 1999 gewechselt. Der Hybridzyklus ermöglicht eine Optimierung der Instandhaltungskosten durch einen 2-jährlichen Revisionszyklus und eine Reduzierung der spezifischen Brennstoffkosten durch eine jährliche Anpassung der Kernbeladung unter gleichzeitiger Einhaltung der Betriebsvorgaben und des hohen Sicherheitsstandes.

Ab 1995 wurden die Kernbeladungen derart ausgelegt, dass am Ende des Betriebszyklus ein kurzer Streckbetrieb der Anlage gefahren wurde. Diese Betriebsart erlaubt eine optimale Ausnutzung des Brennstoffs in Bezug auf Stromproduktion und anfallende Brennstoffkosten bezüglich Beschaffung und Entsorgung.

Erhöhte geplante Arbeitsnichtverfügbarkeiten ergaben sich in den Jahren 1993 (Inbetriebnahme des Notstandsystems und Austausch der Dampferzeuger) und 2000 (Ersatz von Reaktorschutz und Regelungen).

Ein Teillastbetrieb auf Anweisung der Netzleitstelle bzw. des Lastverteilers bei Stromüberangebot musste innerhalb der Beurteilungsperiode nur dreimal kurzzeitig gefahren werden. Eine geringfügige Leistungsreduktion war zudem an einzelnen Hochsommertagen notwendig, als die nach Betriebsbewilligung maximal erlaubte Kühlwasseraustrittstemperatur von 32 °C erreicht wurde.

Erhöhte Werte der ungeplanten Arbeitsnichtverfügbarkeit resultierten einzig im Jahre 1999 aus einer Verstopfung der Hauptkühlwasser-Zuleitung, die zu einer Turbinenabschaltung und später zu einer Reaktorabschaltung führte. Insgesamt war aber der störungsbedingte Produktionsausfall mit einem Anteil von 0.4 % im zehnjährigen Mittel sehr gering. KKB führt die geringe Anzahl der störungsbedingten Laständerungen auf die in den letzten zehn Jahren durchgeführten umfangreichen Erneue-

rungen in der Anlage zurück. Der Ersatz der Dampferzeuger, von Reaktorschutz und Regelung, Stabsteuerung, Eigenbedarf und Generatorschalter, Kondensatorberohrung und Hochdruckvorwärmer sowie der Austausch der Druckhalter-Sprühventile führte zu einer Erhöhung von Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit, was sich sowohl in einer geringeren Anzahl von Transienten als auch in einer höheren Arbeitsausnutzung äusserte. Zudem werden die Erfahrungen aus dem Betriebsverhalten der Anlage dauernd genutzt, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit weiter zu verbessern.

Zusammenfassend stellt KKB fest, dass die Anzahl und Dauer der störungsbedingten Lasttransienten und -reduktionen in den letzten Jahren eine sinkende Tendenz aufweisen. Die vorhandenen Regelsysteme und Begrenzungseinrichtungen hielten die Prozesswerte praktisch immer innerhalb enger Grenzen im zulässigen Betriebsbereich. Ausser der Reaktorschnellabschaltung wurden keine Sicherheitssysteme während des Berichtszeitraums angefordert. Weder durch die praktizierte Lastfahrweise noch durch die geplanten und ungeplanten Laständerungen wurden die gemäss Technischen Spezifikationen geltenden Betriebslimiten verletzt.

Schnellabschaltungen

In der Beurteilungsperiode traten im KKB 1 insgesamt 13 Reaktorschnellabschaltungen auf. Neun Schnellabschaltungen erfolgten ungeplant durch automatische Auslösung aus dem Vollast- oder Teillastbetrieb. Eine ungeplante Schnellabschaltung wurde 1994 nach einer Störung von Hand eingeleitet, während drei Schnellabschaltungen geplant im Rahmen von Versuchsprogrammen durchgeführt wurden.

Die in den Jahren 1992 bis 2001 aufgetretenen ungeplanten, automatisch ausgelösten Reaktorschnellabschaltungen sind nachfolgend nach Datum, Ereignisbericht und Ursache geordnet aufgelistet.

Tabelle 5.1.2: Ungeplante automatische Reaktorschnellabschaltungen

Datum	Ereignisbericht Nr.	Ursache
24.10.1992	92-1007	Reaktortrip beim Durchführen der RV B-202
13.07.1993	93-1005	Reaktortrip aus Teillast nach Kontrollstabfall
13.06.1994	94-1005	Reaktortrip durch DE-A Niveau tief
27.04.1995	95-1004	Reaktortrip durch DE-B Niveau tief
22.03.1996	96-1003	Reaktortrip beim monatlichen Funktionstest der Tripschalter
07.08.1996	96-1008	Reaktortrip durch DE-A Niveau tief
14.08.1996	96-1010	Reaktortrip durch Fehlauflösung des Tripschalters
03.12.1997	97-1008	Reaktortrip nach Fehlauflösung Speisewasserpumpen-Schutz
06.07.1999	99-1016	Reaktortrip nach Eingriff in die Speisewasserregelung

Am 07.08.1994 traten nach einem Turbinenrückschub, der durch fehlerhafte Stabfallsignale ausgelöst wurde, Störungen in der Speisewasserversorgung der Dampferzeuger auf. In der Folge wurde eine Reaktorschnellabschaltung aus niedriger Leistung (< 5% Leistung) von Hand ausgelöst.

Geplante Reaktorschnellabschaltungen erfolgten im Rahmen von Versuchsprogrammen nach grösseren Anlageänderungen. 1993 wurde bei der Inbetriebsetzung des NANO-Systems die Schnellab-

schaltung des Reaktors vom Notstandleitstand (NLS) aus bei einer Leistung von 30 % erfolgreich nachgewiesen. Im selben Jahr wurde zur Überprüfung des Anlageverhaltens mit den neuen Dampf-erzeugern eine geplante Vollastabschaltung durchgeführt. Schliesslich wurde im Rahmen der Inbetriebsetzungsversuche nach dem Ersatz der Leittechnik für das Reaktorschutz- und Regelsystem im Jahre 2000 als Abschlusstest eine Reaktorschnellabschaltung bei einer Reaktorleistung von 75 % durchgeführt.

Transienten, Transiententests und Versuche

Sachverhalt

Im Berichtszeitraum sind folgende, gemäss HSK-R-100 der Ereigniskategorie 1 zugehörige Störfälle aufgetreten:

- Reaktorschnellabschaltung
- Lastabwurf, Turbinenschnellschluss
- Fehlfahren von Kontrollstäben

Es handelte es sich bei den aufgetretenen Störfällen (Transienten und Betriebsstörungen) ausschliesslich um Auslegungstörfälle mit geringer sicherheitstechnischer Bedeutung. Am häufigsten trat dabei die Transiente „Lastabwurf 10 - 90 % P_N “ mit einer Häufigkeit von 1.7/Jahr auf, wobei der ungeplante, störungsbedingte Anteil 1.4/Jahr betrug. Reaktorschnellabschaltungen im Leistungsbereich $>90\% P_N$ traten mit einer Häufigkeit von 0.5/Jahr auf, im Teillastbereich 10 - 90% P_N waren im Mittelwert der 10-Jahres-Periode 0.8 Schnellabschaltungen pro Jahr zu verzeichnen. Das Verhalten der Anlage war in allen Fällen auslegungsgemäss und führte zu keinen zusätzlichen Komplikationen. KKB kommt zur Schlussfolgerung, dass durch umsichtige und vorausschauende Arbeitsweise in allen Bereichen des Kraftwerksbetriebs die Anzahl und Dauer der störungsbedingten Lasttransienten und -reduktionen in den letzten Jahren gesenkt werden konnte.

Neben den vorher erwähnten Störfällen, die als Folge von Störungen auftraten, wurden in KKB 1 auch Versuche durchgeführt. Versuche, die nicht Gegenstand einer periodischen Prüfung sind, werden gemäss der administrativen Weisung AW-K-05 „Abwicklung von bewilligungspflichtigen Versuchen“ durchgeführt. Dabei werden die Versuche abhängig von der Sicherheitsrelevanz in vier Kategorien eingeteilt. Versuche der Kategorie 1 sind HSK-freigabepflichtig, solche der Kategorie 2 HSK-meldepflichtig. Versuche der Kategorien 3 und 4 unterliegen der Freigabe durch die Kraftwerksleitung bzw. durch die Betriebsleitung. Von 1992 bis 2001 wurden im KKB 1 zwei nach HSK-R-15 freigabepflichtige Versuche und 17 HSK-meldepflichtige Versuche durchgeführt. Diese Versuche dienen dem Nachweis der sicherheitstechnischen Auslegung oder dem Funktionsnachweis nach Änderungen oder Erneuerungen. Die Ergebnisse der wichtigsten Versuche sind nachfolgend zusammengefasst:

- Während des Beladens sowie beim Anfahren der Anlage nach dem BE-Wechsel 1999 wurde eine Funktionsprüfung der neuen Kerninstrumentierung (NIS) für den Quell- und Zwischenbereich durchgeführt. Zweck dieser Versuche der Kategorie 1 war der Nachweis der korrekten Funktion des NIS beim Beladen des Kerns, bei der Nulllastmessung und während der Leistungsaufnahme. Das neue NIS für den Quell- und Zwischenbereich hat bei den erwähnten Betriebszuständen alle Anforderungen erfüllt.
- Als Abschluss der Inbetriebsetzung des neuen Reaktorschutz- und Regelsystems musste zur Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das System ein umfassender, integrierender Test

durchgeführt werden. Der Versuch der Kategorie 1, bei dem eine Reaktorschnellabschaltung durch Überspeisung der Dampferzeuger herbeigeführt wurde, erfolgte nach dem Anfahren der Anlage am 22.09.2000 und wurde erfolgreich durchgeführt.

- Die Versuche zur Erbringung des Nachweises, dass eine Einspeisung in das Reaktorkühlsystem mittels einer Serienschaltung von SE-Rezirkulationspumpen mit einer HD-Einspeisepumpe - die so genannte HD-Rezirkulation - grundsätzlich machbar ist, wurden am 19.06.1993 auch im KKB 1 durchgeführt. Dabei wurden die Versuchserfahrungen aus dem KKB 2 von 1992 genutzt und eine optimierte Messeinrichtung eingesetzt. Die Versuche der Kategorie 2 bestätigten, dass diese als Notfallmassnahme vorgesehene Pumpenschaltung zur Kernnotkühlung verwendet werden kann, wenn die auslegungsgemäss dafür vorgesehene NANO-Funktion nicht verfügbar ist.
- Nachdem bei Ereignissen mit automatischen Turbinen-Leistungsrückschüben festgestellt wurde, dass die Leistungsreduktionen wesentlich grösser als vorgesehen waren, wurden 1995 im KKB 2 mehrere Versuche zur Ursachenermittlung und -eliminierung durchgeführt. Diese führten zu einer neuen Festlegung der Rückschubkonstanten für die Turbogeneratoren beider Blöcke. Zur Verifizierung der neuen Werte wurde am 10.08.1995 im KKB 1 Turbinenrückschubversuche durchgeführt. Die Versuche sowie im späteren Anlagenbetrieb aufgetretene Rückschubauslösungen zeigten, dass die Rückschubbeträge durchwegs innerhalb der Anforderungen lagen.

Performance und Sicherheitsindikatoren

Das Kapitel der Performance und Sicherheitsindikatoren ist im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gesamthaft für die Anlage behandelt worden und ist damit auch für KKB 1 gültig.

HSK-Beurteilung

Im Berichtszeitraum wurde das KKB 1 sicher und weitgehend störungsfrei betrieben. Die guten Betriebserfahrungen werden durch die Arbeitsausnutzung von 87.2 %, die Zeitverfügbarkeit von 88.0 % und den geringen störungsbedingten Produktionsausfall von 0.4 % im zehnjährigen Mittel bestätigt. Umfangreiche Erneuerungen, beispielsweise der Austausch der Dampferzeuger und des Reaktorschutzsystems, aber auch Verbesserungen wie der Ersatz der Kondensatorberohrung und der Hochdruckvorwärmer sowie weitere Massnahmen, die aus der Auswertung der Betriebserfahrung resultieren, haben sich positiv auf die Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlage ausgewirkt. Die Anzahl störungsbedingter automatischer Reaktorschnellabschaltungen konnte im Berichtszeitraum auf 0.5/Jahr (Leistungsbereich $>90\% P_n$) bzw. 0.8/Jahr (Leistungsbereich 10 - 90 % P_n) gesenkt werden. Die im KKB 1 aufgetretenen Transienten konnten alle der Ereigniskategorie 1 nach HSK-R-100 zugeordnet werden. Mit dem Auftreten solcher Störfälle der Eintrittshäufigkeit $>10^{-2}$ /Jahr muss ein oder mehrere Male während der Lebensdauer der Anlage gerechnet werden. Diese Transienten mit geringer sicherheitstechnischer Relevanz verliefen auslegungsgemäss, und das Verhalten der Anlage entsprach den Transientenanalysen. Mit den durchgeführten Versuchen konnte KKB die sicherheitstechnische Auslegung der Anlage entsprechend den Spezifikationen nachweisen.

Aus sicherheitstechnischer Sicht bewertet die HSK die Erfahrungen aus dem Betrieb des KKB 1 als gut. Im Zeitraum von 2002 bis 2004, der über die Berichtsperiode hinaus geht, sind der HSK keine Tatsachen bekannt geworden, die eine andere Beurteilung der Betriebserfahrung erfordern.

5.2 Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung und Alterungsüberwachung

Das Konzept der Instandhaltung und Alterungsüberwachung ist für beide Blöcke des KKW Beznau gültig und ausführlich im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben. Schlussfolgerungen und Pendenzen aus diesem Gutachten, welche sich auf das Konzept und dessen Umsetzung beziehen, sind daher auch für KKB 1 gültig. Auch die Ergebnisse aus der Instandhaltung und Alterungsüberwachung sind für beide Kraftwerksblöcke weitgehend gleich zu bewerten. Auf Unterschiede wird im Folgenden und im Kapitel 6 hingewiesen.

Der Betreiber verfolgt systematisch ein Alterungsüberwachungsprogramm (AÜP) in den Fachgebieten Maschinentechnik, Elektrotechnik und Bautechnik und beurteilt die Entwicklung des Alterungsüberwachungsprogramms als wesentlichen Fortschritt zu Weiterentwicklung des Instandhaltungskonzepts. Es bildet einen Beitrag zum Erhalt des einwandfreien Zustandes und zur Gewährleistung der Funktionsbereitschaft der Ausrüstungen. Die Ergebnisse des AÜP werden in so genannten Steckbriefen niedergelegt, in welchen Komponenten, Komponentengruppen, Systeme resp. Bauwerke und Gebäude behandelt werden.

5.2.1 Maschinentechnik

5.2.1.1 Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung

Sachverhalt

Für die Instandhaltung im Bereich Maschinentechnik gelten die gleichen Ausführungen wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2.

KKB kommt zu dem Schluss, dass die Richtigkeit des angewendeten Vorgehens bei der Instandhaltung durch die ausgezeichnete Verfügbarkeit beider Kraftwerksblöcke und die Vermeidung schwerwiegender sicherheitstechnisch relevanter Vorkommnisse im vorliegenden Betrachtungszeitraum bestätigt wird.

Die Wiederholungsprüfprogramme für die sicherheitsklassierten mechanischen Komponenten sind Teil des Instandhaltungskonzepts. Sie dienen der Sicherung der Integrität und der Zustandsbeurteilung der druckführenden Komponenten.

Die Wiederholungsprüfungen an Komponenten mit nuklearer Abnahmepflicht wurden gemäss der Festlegung NE-14 durchgeführt. Lücken, die noch in vorausgegangenen Prüfintervalen bestanden hatten, wurden in den laufenden Prüfintervalen praktisch eliminiert. Wo keine wesentlichen Prüfbefunde zu verzeichnen waren, wurden die bestehenden Prüfumfänge und Prüfintervalle von KKB als angemessen betrachtet. Wo angezeigt, werden die Prüfumfänge, Prüfintervalle und die Prüfverfahren aktualisiert. Grundlage dafür ist die Erfahrung in der eigenen Anlage und in anderen Anlagen sowie Erkenntnisse aus internationalen Workshops und Fachgremien. Beispiele aus dem Bewertungszeitraum sind die Prüfungen der Deckel- und Bodendurchführungen des Reaktordruckbehälters.

HSK-Beurteilung

Das von KKB praktizierte Konzept der Instandhaltung ist im QM-System verankert und wird von der HSK, abgestützt auf die Berichterstattung des Betreibers und basierend auf Inspektionen der HSK, positiv beurteilt. Die Instandhaltungsmassnahmen waren zweckmässig und entsprechen dem Stand

der Technik. Vorkommnisse, die sich aus der Instandhaltung ergaben, wurden von KKB gemäss den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-15 gemeldet.

Änderungen und Reparaturen an sicherheitsklassierten Komponenten wurden gemäss der Richtlinie HSK-R-18 gemeldet bzw. von der HSK freigegeben. Bei nuklear abnahmepflichtigen Komponenten wurden diese Arbeiten nach vorgeprüften technischen Unterlagen ausgeführt und durch den SVTI-N im Auftrag der HSK überwacht.

Die HSK hat das von KKB dargestellte Konzept und Ergebnis der Wiederholungsprüfungen geprüft. Sie stimmt der Darstellung und der darin enthaltene Selbstbewertung zu: Die HSK bewertet die festgelegten Prüfumfänge und Prüfintervalle als konform mit dem Regelwerk.

Die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 formulierten Pendenzen für die Wiederholungsprüfungen haben auch für KKB 1 Gültigkeit.

5.2.1.2 Konzept und Ergebnisse der Alterungsüberwachung

Sachverhalt

Die Angaben zum Konzept der Alterungsüberwachung der mechanischen Komponenten gelten für beide Blöcke des Kernkraftwerks Beznau und sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 ausführlich erläutert.

Die Ergebnisse des Alterungsüberwachungsprogramms werden vom KKB in Form von Basisberichten und Steckbriefen dargelegt. Dabei erwies sich aus Sicht des Betreibers die Zusammenarbeit mit dem Anlagenhersteller Westinghouse sowie die Mitgliedschaft in verschiedenen Arbeitsgruppen der Westinghouse Owners Group (WOG) als wertvoll. Die Komponenten der Sicherheitsklasse 1 sowie ein grosser Teil der Systeme der Sicherheitsklassen 2 und 3 sind für beide Blöcke des KKB in 39 Steckbriefen erfasst worden, 24 weitere Steckbriefe sind in Arbeit.

Die Erkenntnisse aus dem AÜP führten zu einem vertieften Verständnis über den Zustand der sicherheitsrelevanten mechanischen Komponenten und Systeme sowie der potentiell relevanten Alterungsmechanismen. Sie wurden und werden bei der Festlegung von Prüfzyklen und Prüfumfängen zu berücksichtigen sein und dienen als Ausgangsbasis bei der Qualifizierung von Prüfsystemen für wiederkehrende Prüfungen.

HSK-Beurteilung

Die Umsetzung des AÜP für die mechanischen Anlageteile ist im KKB 1 gleich weit fortgeschritten wie im KKB 2. Die Ergebnisse sind positiv zu werten. KKB wird die noch ausstehenden Steckbriefe der Systeme der Sicherheitsklassen 2 und 3 weiter ausarbeiten. Dabei werden neben den klassierten Systembereichen auch unklassierte Bereiche behandelt, wenn sie eine erhöhte sicherheitstechnische Bedeutung oder Risikorelevanz aufweisen. Bei den mechanischen Komponenten der Sicherheitsklasse 2 ist darauf zu achten, dass alle Systemteile einbezogen werden, die nach NE-14, Rev. 5, in die Kategorien 2.1 oder 2.2 einzuteilen sind (siehe Gutachten² zum KKB 2, PSÜ-P 5/5.5.1-2).

Die Ergebnisse des AÜP im Einzelnen werden in den Kapiteln der jeweiligen Anlageteile behandelt. Die Alterungsüberwachung ist in sinnvoller Weise in die Instandhaltung integriert und spielt eine wichtige Rolle zum Wissenserhalt. Folgende Besonderheiten sind zu erwähnen:

- Die alten Dampferzeuger, die im KKB 1 bereits 1993 ersetzt wurden, wiesen eine fortschreitende alterungsbedingte Schädigung durch Spannungsrisskorrosion an den aus Inconel 600 gefertigten

Heizrohren und weitere Schäden durch Alterungsmechanismen auf. Die neuen Dampferzeuger mit verbesserten Materialeigenschaften haben sich seitdem bewährt.

- Prüfungen im KKB 1 ergaben in den Jahren 1992 und 1993 zunächst den Verdacht auf zwei Risse geringer Tiefe in den Deckeldurchführungsrohren des Reaktordruckbehälters, welche der Spannungsrisskorrosion an Nickelbasis-Legierungen zugeordnet wurden. Eine genauere Untersuchung 1997 bestätigte den Rissverdacht jedoch nicht. Die HSK kann sich der Einschätzung des Betreibers anschliessen, dass die Anfälligkeit der KKB-Komponenten für diesen Alterungsmechanismus geringer ist als im Falle ausländischer DWR-Anlagen, jedoch sind die Grundlagen für diese Einschätzung zu verifizieren. Auch hierzu gelten die Ausführungen des HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, insbesondere Pendenz PSÜ-P 12/6.5.2-2.

KKB 1 wurde 1969 in Betrieb gesetzt, KKB 2 1971. KKB 1 weist damit die längste Betriebszeit aller schweizerischen KKW auf und gehört auch international zu den KKW mit der höchsten akkumulierten Anzahl von Betriebsstunden. Die Alterung von Komponenten muss daher mit besonderer Sorgfalt untersucht werden. Die nicht ersetzbaren grossen mechanischen Komponenten des KKB 1 weisen im Vergleich zu KKB 2 zum Teil stärkere Alterungseffekte auf, als dies der Altersunterschied von 2 Jahren erwarten liesse. Die Ergebnisse der Alterungsüberwachung zeigen jedoch, dass die Werkstoffeigenschaften auch nach den langen Betriebszeiten des KKB 1 noch den Anforderungen entsprechen. Bezüglich Materialermüdung und thermischer Versprödung gelten die gleichen Aussagen wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2.

Unterschiede zu KKB 2 ergeben sich sowohl für kontinuierlich ablaufende Alterungsmechanismen wie die Neutronenversprödung als auch für ereignisbedingte Alterungsschäden wie Korrosionsangriffe auf ferritische Bauteile. Keiner dieser Alterungsvorgänge führte jedoch bisher im KKB 1 zu einer Einschränkung für den sicheren Betrieb, da die entsprechenden Alterungsmechanismen rechtzeitig erkannt, kontrolliert, gemildert oder behoben werden konnten. Im Hinblick auf eine langfristige Sicherheitsvorsorge sind jedoch in Zukunft noch weitere Abklärungen und Massnahmen geboten, welche in den kommenden Betriebsjahren eingeleitet werden müssen. Diese sind in Kapitel 6.3 und 6.4 erläutert.

5.2.2 Elektro- und Leittechnik

Sachverhalt

Auf Basis der von KKB für den Block 2 eingereichten PSÜ-Dokumente sieht das Konzept der Instandhaltung mit dem Organisationsreglement und den verschiedenen Einzelabschnitten für KKB 1 identisch aus. Diese hierarchisch aufgebauten Abschnitte beinhalten das Instandhaltungskonzept, die Instandhaltungsordnung, die Wiederholungsprüfprogramme, notwendige Instandhaltungs-, Prüf- und Arbeitsvorschriften und die Instandhaltungsaufträge. Die Instandhaltung (präventiv und zustandsorientiert) wird nach derselben Art d.h. mittels Prüf-, Wartungs- und Revisionsprogrammen in beiden Blöcken gleich durchgeführt und ist im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben und positiv beurteilt worden.

Die Erfassung von Störungen erfolgt mittels denselben EDV-gestützten Hilfsmittel wie im KKB 2. Die Komponentengeschichte und die entsprechenden Vorschriften und Weisungen können direkt vom Computer abgerufen werden.

Die Aus- und Weiterbildung des Instandhaltungspersonals wird blockunabhängig durch entsprechende Kurse gezielt gefördert.

HSK-Beurteilung

Die schweizerischen Kernkraftwerksbetreiber (GSKL) haben im Rahmen des AÜP-Programms trotz der unterschiedlichen Reaktortypen und -leistungen sowie Alter der Werke beschlossen, eine Arbeitsgruppe Alterungsüberwachung mit einem Fachteam Elektrotechnik ins Leben zu rufen. Dies begünstigt den Wissens- und Erfahrungsaustausch und spart durch die gemeinsame Erstellung der Steckbriefe Ressourcen. Des Weiteren wird dadurch eine ausgewogene Beurteilung der Gebiete Komponenteninformation, Alterungsmechanismen und Diagnosemethoden für alle schweizerischen Kernkraftwerke ermöglicht. Die effektive Situationsanalyse beinhaltet das Feststellen bzw. Beheben der Lücken, werksspezifische Prüfung und Nutzungszeit inklusive Störfallfestigkeitsnachweis. Diese wird von jedem Kernkraftwerk separat erbracht. Zur Koordination der Bereiche Bau, Elektrotechnik und Maschinenbau wurde ein Schnittstellendokument erstellt. Der Stand der gemeinsamen Steckbriefe für die Elektro- und Leittechnik hat heute insgesamt 31 Steckbriefe erreicht. Nur ein Steckbrief ist noch ausstehend.

KKB hat bei der werkspezifischen Erstellung grosse Fortschritte erzielt (Stand Oktober 2004: 88 von 95 vorgesehenen Steckbriefen sind fertig gestellt). Diese Anzahl der zu erstellenden Steckbriefe kann sich auf Grund von Neufabrikaten noch ändern.

Zusammenfassend stellt die HSK fest, dass die Ergebnisse der Instandhaltung ausgewertet werden und in Massnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes der elektrischen Komponenten und Ausrüstungen einfließen (blockunabhängig). Aufgrund der Betriebsergebnisse und der Feststellungen bei Inspektionen, sowie der Teilnahme an Komponentenprüfungen hat sich die HSK vergewissert, dass die Instandhaltungsmassnahmen und das AÜP im KKB wirksam sind, um die elektrischen Komponenten in einem guten Zustand zu erhalten.

5.2.3 Bautechnik

Für die Alterungsüberwachung der Gebäude und Bauwerke ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den beiden Kraftwerksblöcken. Somit gelten alle Aussagen des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 auch für KKB 1. Die Baustrukturen und vor allem der häufigste Baustoff Stahlbeton sind durchwegs in einem guten bis sehr guten Zustand. Die Funktionsgrenze wurde bisher bei keinem tragenden Bauteil auch nur annähernd erreicht.

5.3 Radioaktive Emissionen und Umgebungsüberwachung

5.3.1 Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt

Sachverhalt

Die heute gültigen, maximal zulässigen Abgaben radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre und an die Aare sind in der Auflage 3.2 der Betriebsbewilligung für das gesamte KKB, d.h. für KKB 1 und KKB 2, festgelegt. Darin ist die Neufassung der Strahlenschutzverordnung (StSV) von 1994 berücksichtigt. Im Januar 1996 setzte die HSK das aktuell gültige Abgabe- und Umgebungsüberwachungsreglement gestützt auf Auflage 3.2 der Betriebsbewilligung in Kraft.

HSK-Beurteilung

Die Abgaben über die Abluft erfolgen für die beiden Blöcke des KKB über zwei identisch ausgeführte und instrumentierte Abgabeschächte. Die Bilanzierung für diese Abgabestellen erfolgt separat. Für den Vergleich mit den in der Betriebsbewilligung festgelegten Abgabegrenzwerten wird die Summe der beiden Abgabestellen herangezogen.

Die Abwässer beider Blöcke werden wenn nötig gemeinsam im Abwasserbehandlungssystem AURA des KKB 2 behandelt. Die Bilanzierung erfolgt in diesem Fall für beide Blöcke gemeinsam.

Somit gilt die im Rahmen des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 erfolgte Beurteilung inkl. der daraus folgenden Pendezenz PSÜ-P 9/5.7.1-1 und Auflage PSÜ-A 5/5.7.1-1 uneingeschränkt auch für KKB 1.

5.3.2 Umgebungsüberwachung

Sachverhalt

Die Überwachung der Direktstrahlung und der Radioaktivität in der Umgebung ist, neben dem Vergleich der Abgaben mit den Abgabelimiten und den aus den Abgaben rechnerisch ermittelten Dosiswerten in der Umgebung, die dritte wichtige Kontrollmassnahme zum Schutz der Bevölkerung in der Umgebung einer Kernanlage. Dabei wird überprüft, ob einerseits der quellenbezogene Dosisrichtwert gemäss Art. 7 der StSV und der Dosisrichtwert von 0,1 mSv pro Jahr bezüglich Direktstrahlung gemäss Richtlinie HSK-R-11 eingehalten werden und ob andererseits die Bedingungen bezüglich der in StSV Art. 102 vorgegebenen Immissionsgrenzwerte erfüllt sind.

Aufgrund der engen Nachbarschaft der Standorte des Kernkraftwerks Beznau, des Zentralen Zwischenlagers Würenlingen (ZZL) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) wird der grösste Teil der vom Betreiber zu erhebenden Messdaten für diese Anlagen gemeinsam vom PSI ermittelt. Im Rahmen des Umgebungsüberwachungsreglements führen auch die Sektion zur Überwachung der Radioaktivität (SUEr) des Bundesamtes für Gesundheit (BAG), die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), das Institut universitaire de radiophysique appliquée (IRA), die Universität Bern sowie das Kantonale Labor des Kantons Aargau und die HSK Messungen der Radioaktivität und der Direktstrahlung in der Umgebung des KKB durch.

HSK-Beurteilung

Da die Umgebungsüberwachung wegen der engen Nachbarschaft der Standorte KKB, ZZL und PSI gemeinsam geregelt ist, sind die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemachten Aussagen vollumfänglich auch für KKB 1 gültig.

6 Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten

Entsprechend ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz wurden Gebäude, Systeme und Ausrüstungen eines Kernkraftwerkes ausgelegt und werden überwacht. Die Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz spiegelt sich in der Klassierung der Gebäude und Ausrüstungen (Komponenten) wieder. Die Systeme und Ausrüstungen werden gemäss der Richtlinie HSK-R-30 in Sicherheitssysteme, sicherheitsbezogene und nicht sicherheitsrelevante Systeme eingeteilt. Die Richtlinie HSK-R-06 legt die Zuordnung der mechanischen Ausrüstungen in vier Sicherheitsklassen SK 1 bis SK 4 und zwei Erdbebenklassen (EK I und EK II) fest. Die elektrischen Ausrüstungen sind gemäss der Richtlinie in zwei Kategorien eingeteilt, klassiert (1E) oder nicht klassiert (0E).

Im Folgenden werden die wesentlichen sicherheitstechnisch relevanten Unterschiede der Gebäude, Systeme und Komponenten hinsichtlich des Aufbaus und der Betriebserfahrung zwischen KKB 1 und KKB 2 behandelt. Anlageänderungen, Wiederholungsprüfungen, Funktionsprüfungen, Instandhaltung und Nachweise werden aufgeführt und bewertet, wenn Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 vorhanden sind. Die Beurteilungen der HSK zu den Gebäuden, Systemen und Komponenten aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gelten uneingeschränkt auch für KKB 1, sofern nicht in diesem Kapitel eine abweichende Beurteilung der HSK vorgenommen wurde.

Im KKB wurden in der Vergangenheit Massnahmen, die aufgrund von Befunden ergriffen wurden und die einen generellen Charakter hatten, grundsätzlich in beiden Blöcken realisiert. Diese Befunde sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben und bewertet und gelten somit für beide Blöcke.

Die Auflagen und Pendenzen sowie die Begründungen aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum Kapitel 6 für KKB 2 sind ebenfalls für KKB 1 gültig, wobei die Termine für KKB 1 je nach Thema gesondert festgelegt wurden. Eine Auflistung aller Pendenzen für KKB 1 ist in Kapitel 9 dieser Stellungnahme enthalten.

6.1 Bautechnik

6.1.1 Klassierung der Gebäude

Sachverhalt

Durch die Klassierung werden die Gebäude entsprechend ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit eingestuft. Die für die bauliche Auslegung massgebende Einwirkung ist das Erdbeben. Die Gebäude werden gemäss der Richtlinie HSK-R-04 den Bauwerksklassen BK1 bzw. BK2 zugeordnet.

Der BK1 werden alle Gebäude zugeordnet, welche auf die Einwirkungen eines Sicherheitserdbebens SSE und eines Betriebserdbebens OBE ausgelegt werden müssen. Dies sind hauptsächlich die Gebäude, in welchen Systeme angeordnet sind, die für ein sicheres Abschalten und für die Abfuhr der Nachwärme erforderlich sind, oder deren Ausfall die Freisetzung einer bedeutenden Menge von Radioaktivität verursachen kann. Der BK2 werden alle Gebäude zugeordnet, welche auf die Einwirkungen eines Betriebserdbebens ausgelegt werden müssen.

Die Klassierung der Gebäude ist im Sicherheitsbericht zusammengestellt (vgl. nachfolgende Tabelle 6.2.1-1).

Die gemeinsam zu KKB 1 und KKB 2 gehörenden Gebäude sowie die Beurteilung zu deren Klassierung sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 dargestellt.

Tabelle 6.1.1-1: Klassierung der Gebäude im KKB 1

Gebäude	Bauwerks- klasse
Sicherheitsgebäude	BK1
Nebengebäude A	BK1
Nebengebäude B	BK1
Nebengebäude C	BK2
Nebengebäude D	BK1
Nebengebäude E	BK1
Notstandsgebäude, inkl. SIDRENT-Aufbauten	BK1
Notspeisewassergebäude*	BK1
Notstandbrunnen UX*	BK1
BOTA-Gebäude*	BK1
Notbrunnen UV*	BK2
Werkhalle UC*	BK2
Primärgarderobe*	BK2
Maschinenhaus - Westteil, grosse Halle - Ostteil	BK2 BK1
Kühlwasserreinigungsgebäude Kühlwasserkanal	nicht klassiert
Versorgungskanal UV150	BK1
Versorgungskanal OUV*	BK2
Rückstandslagergebäude R*	BK2
* Gebäude gehört zu KKB 1 und KKB 2	

HSK-Beurteilung

Die HSK hat die Klassierung in ihrem Gutachten³ von 1994 zu KKB 2 ausführlich beurteilt. KKB hat die dort festgehaltenen Forderungen der HSK weitgehend berücksichtigt: Das Nebengebäude B mit dem Brennelementlagerbecken und der Ostteil des Maschinenhauses werden nun von KKB gemäss Tabelle 6.1.1-1 übereinstimmend mit der von der HSK vorgenommenen Einstufung als BK1 Gebäude klassiert. In Abweichung zur Einstufung der HSK wird der Versorgungskanal 0UV von KKB weiterhin tiefer klassiert. Die HSK hat diesen aufgrund der darin installierten sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in die BK1 eingestuft. KKB hat die Klassierung des Versorgungskanals 0UV mit der nächsten Revision des Sicherheitsberichts zu überprüfen und anzupassen (*PSÜ-Pendenz PSÜ-P 32/7.10-1*).

6.1.2 Normen und Lastfälle

Sachverhalt

Zum Kapitel 6.2.2 „Normen und Lastfälle“ des HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 ist anzumerken, dass ein Wechsel der Baunormen ab dem Jahre 2003 vollzogen wurde. Die in Anlehnung an die Eurocodes erarbeiteten „Swisscodes“ wurden vom SIA eingeführt und sind seit dieser Zeit gültig. Für zukünftige Umbauten, Erweiterungsbauten oder Nachrüstungen werden sie als Stand der Technik zu berücksichtigen sein.

HSK-Beurteilung

Die Aussagen und Beurteilungen zum Kapitel 6.2.2 „Normen und Lastfälle“ des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 haben ebenfalls für KKB 1 Gültigkeit.

Die HSK hat den von KKB verwendeten Normen und Lastfällen mit ihrem Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 zugestimmt. An dieser Beurteilung hat sich auch für KKB 1 bis heute nichts geändert.

6.1.3 Beurteilung der Sicherheit der Bauwerke

Im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 wurden einzelne Gebäude beurteilt. Die entsprechenden Aussagen sind auch für die Gebäude des KKB 1 ohne Einschränkung gültig. Zu den Kapiteln des Notspeisewassergebäudes, der Versorgungskanäle, des Notbrunnens, des Kühlwasserkanals mit Ein- und Auslauf, des Rückstandslagergebäudes R, des Hydraulisches Kraftwerk mit Oberwasserkanal und zu Verankerungen wird deshalb auf das HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 verwiesen.

Sicherheitsgebäude

Sachverhalt

Die Dampferzeuger im KKB 1 wurden bereits im Jahr 1993 (KKB 2 im Jahre 1999) ausgetauscht und die entsprechenden Arbeiten im Sicherheitsgebäude durchgeführt.

Im Rahmen der Erdbeben-Requalifikation hat KKB eine detaillierte seismische Berechnung des Sicherheitsgebäudes durchgeführt. KKB kommt in der Analyse zu dem Schluss, dass die Integrität und Stabilität des Sicherheitsgebäudes bei einem Sicherheitserdbeben SSE gewährleistet ist.

HSK-Beurteilung

Die HSK hat insbesondere die grossen Eingriffe in die Baustrukturen für den Austausch der Dampferzeuger geprüft, freigegeben und die Bauausführung überwacht. KKB hat der HSK die neue Erdbebenberechnung für das Sicherheitsgebäude im August 2003 zur Prüfung vorgelegt. Die HSK kommt in ihrer abschliessenden Beurteilung zu dem Ergebnis, dass damit der Nachweis der Tragsicherheit für die heute gültige Einwirkung eines Sicherheitserdbeben SSE auf die Sicherheitsgebäude beider Blöcke erbracht ist.

Notstandsgebäude

Sachverhalt

Der Abschluss der Bauarbeiten und die Inbetriebnahme der Notstandsgebäude und der darin installierten Notstandssysteme erfolgte im KKB 1 im Jahre 1993.

Zu den Notstandseinrichtungen zählen auch der Notstandsbrunnen, welcher in einem eigenen Gebäude steht und Grundwasser in die Notstandssysteme speisen kann, sowie das BOTA-Gebäude mit den Borwasservorrattanks. Diese beiden Bauwerke gehören zu beiden Blöcken. Die Auslegung und Überwachung der Notstandgebäude sowie die baulichen Änderungen für das Anlageninformationssystem ANIS wurden für beide Blöcke durchgeführt.

HSK-Beurteilung

Die HSK hat die Planung und den Bau des Notstandsgebäudes geprüft und jeweils etappenweise genehmigt. In den Bewertungszeitraum fallen die Abschlussarbeiten für das Notstandsgebäude. In ihrem Gutachten³ von 1994 hat die HSK das Notstandsgebäude des KKB 2 ausführlich und vorbehaltlos dargestellt. Auslegung und Konstruktion der Notstandsgebäude sind in KKB 1 und KKB 2 gleich.

Die seither vorgenommenen baulichen Eingriffe hat die HSK ebenfalls geprüft und freigegeben. Planung und Ausführung erfüllen die Qualitätsanforderungen.

Die Gebäude erfüllen die Auslegungsanforderungen und sind in einem guten Zustand. Die nächste Beurteilung des baulichen Gesamtzustands wird aufgrund der im Jahr 2004 vorgesehenen Basisinspektionen erfolgen.

Nebengebäude

Sachverhalt

Nebengebäude A, B und C

Im Erdgeschoss des Nebengebäudes A ist im Jahre 1992 wie im KKB 2 auch im KKB 1 eine zweifeldrige zusätzliche Schubwand aus Stahlbeton als bauliche Ertüchtigungsmassnahme im Rahmen der seismischen Requalifikation eingebaut worden.

In den Jahren 1992/1993 ist der Portalkran, welcher die Brennelementtransportbehälter über das Nebengebäude C in das Nebengebäude B führt, ersetzt worden. Er wurde auf das Sicherheitserdbeben SSE ausgelegt. Die Schienen und Gebäudestrukturen sind für die Aufnahme der Erdbebenlasten requalifiziert worden.

Eine umfassende seismische Requalifikation der Nebengebäude B und C wurde im Jahre 2003 mit dem Einreichen des Berechnungsberichts an die HSK abgeschlossen.

Nebengebäude D und E

Die Nebengebäude D und E sind in KKB 1 und KKB 2 baulich nicht identisch ausgebildet. Die Gebäude sind bezüglich der vertikalen Mittelebene der Gesamtanlage (zwischen den beiden Kommandoräumen) spiegelsymmetrisch angeordnet. Daraus ergaben sich für die Tragwerke der Gebäude teilweise unterschiedliche Deckenstärken, Spannweiten und Wandgeometrien. Diese Unterschiede wurden sowohl bei der ursprünglichen Bemessung als auch bei den Berechnungen zur seismischen Requalifikation berücksichtigt.

Im Jahre 1992 sind als bauliche Ertüchtigungsmassnahme im Rahmen der seismischen Requalifikation im Nebengebäude D von KKB 1 zwei zusätzliche Schubwände aus Stahlbeton im Erdgeschoss und eine im Obergeschoss eingebaut worden. Die neuen Wände sind zwischen 3.10 m und 5.80 m lang, 0.30 m bis 0.70 m dick und laufen über die ganze Raumhöhe.

Nach Abschluss des Umbaus der gesicherten Stromversorgung (Projekt VITAL) wurde erkannt, dass die nichttragenden Mauerwerkswände in bestimmten Bereichen der Halonzonen, im 1. Obergeschoss der Nebengebäude D und E, ertüchtigt werden müssen. Damit soll ausgeschlossen werden, dass bei Erdbebeneinwirkungen sicherheitsrelevante elektrische Komponenten gefährdet werden. KKB hat im Juni 2004 hierfür ein bauliches Konzept mit verankerten Drahtseilnetzen vorgelegt. Die Ausführung wird nach Räumen etappiert im Jahre 2005 erfolgen.

Gesamthaft kommt KKB zu dem Schluss, dass die Bausubstanz der Nebengebäude die Voraussetzungen für einen zuverlässigen Weiterbetrieb der Anlage erfüllt. Die erforderlichen Massnahmen der seismischen Requalifikation der Nebengebäude sind durchgeführt worden.

HSK-Beurteilung

Die HSK hat die Nachweise für die genehmigungspflichtigen Ertüchtigungen geprüft und freigegeben.

Den Einbau der Schubwände in den Nebengebäuden A und D, sowie den Ersatz des Portalkrans hat die HSK von der Planung bis zur Ausführung überwacht und etappenweise freigegeben. Die Nebengebäude A und D, der Portalkran und seine direkt darunter liegenden Tragwerke sind nun für das Sicherheitserdbeben SSE qualifiziert.

KKB hat der HSK die neue Erdbebenberechnung für das Nebengebäude B und C vorgelegt. Die Prüfung und Beurteilung für das Nebengebäude C konnte durch die HSK abgeschlossen werden. Für die Erdbebenberechnung des Nebengebäudes B wurde eine Aktualisierung der Berechnungen bis Ende 2004 verlangt.

Die HSK beurteilt den baulichen Zustand der Nebengebäude gesamthaft als gut. Sie hat die Zustandsuntersuchungen inspiziert, welche dokumentieren, dass die im Alterungsüberwachungsprogramm spezifizierten Anforderungen erfüllt sind (siehe dazu Kap. 5.2.3).

Maschinenhaus

Für das Maschinenhaus des KKB 1 wurden alle Massnahmen hinsichtlich Raumabschottung (Projekt RASA) und seismischer Requalifikation (P3, siehe Tabelle 2-1) wie im KKB 2 umgesetzt. Die Aussagen aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 sind vollumfänglich auch für KKB 1 gültig. Abweichend zum KKB 2 ist die Basisinspektion zur Beurteilung des baulichen Gesamtzustands des Maschinenhauses KKB 1 im Jahr 2004 durchgeführt worden.

6.1.4 Brand- und Blitzschutz

Die HSK hat die Aspekte des Brand- und Blitzschutzes für die Anlage KKB im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 dargelegt und beurteilt. Für KKB 1 gelten die gleichen Unterlagen wie für KKB 2. Den nicht ganz identischen Brandabschnitten, vor allem im Bereich der Halonzonen, wird durch angepasste Brandschutzmassnahmen Rechnung getragen. Damit der gleiche sicherheitstechnische Stand wie beim KKB 2 erreicht wird, sind die Pendenzen PSÜ-P 21/6.11-1 und PSÜ-P 22/6.11-2 aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 auch für KKB 1 umzusetzen.

Zum Schutz der Leittechnik gegen Blitzschlag werden im KKB 1 in der Revision 2004 in den leittechnischen Verbindungen zwischen Notstandgebäude und den Nebengebäuden UN(D) und UN(E) Überspannungsableiter eingebaut. Unter Einbezug dieser Verbesserung betrachtet die HSK die Sicherheit des KKB bei einer Blitzeinwirkung als gegeben.

6.2 Reaktorkern und Brennelemente

Brennelemente (BE) sowie Steuerstäbe (SS) müssen unter den Bedingungen des Normalbetriebs zuverlässig funktionieren und auch bei postulierten Auslegungsstörfällen einen weitgehenden Einschluss der Radioaktivität sowie die Abschaltbarkeit des Reaktors gewährleisten.

Mit der Auslegung einer neuen Kernbeladung wird nachgewiesen, dass die festgelegten Sicherheitsanforderungen während des nächsten Betriebszyklus erfüllt sind.

Mit der Kernüberwachung wird sichergestellt, dass die thermischen Betriebsgrenzwerte (Heisskanalfaktoren) des Reaktorkerns eingehalten werden. Ausserdem wird überprüft, ob das vorausberechnete Verhalten des Reaktorkerns mit dem tatsächlichen Betriebsverhalten gut übereinstimmt.

Sachverhalt und HSK-Beurteilung

Bei der periodischen Sicherheitsüberprüfung für KKB 2 wurde das Verhalten der Brennelemente und Steuerstäbe sowie die Lagerung und Handhabung der Brennelemente von der HSK beurteilt und im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 dokumentiert. Die Resultate der Überprüfung gelten uneingeschränkt auch für KKB 1.

Unterschiede zwischen beiden Blöcken gibt es bei der Herkunft der eingesetzten Brennelemente und der Anzahl der BE-Defekte, die im Bewertungszeitraum auftraten. Bis und mit Zyklus 26 (1996/1997) wurden im KKB 1 ausschliesslich Brennelemente der Firma Westinghouse eingesetzt. Ab Zyklus 27 (1997/1998) werden nur noch Brennelemente der Firma Siemens (jetzt FRAMATOME-ANP) nachgeladen. Im Zyklus 33 (2004/2005) des KKB 1 befinden sich nur noch neun Westinghouse-BE im Kern. Im Bewertungszeitraum traten sieben BE-Defekte bei KKB 1 auf. Diese betrafen eine einzige Lieferung von 12 MOX-BE, die nach Westinghouse-Auslegung von der britischen Firma BNFL gefertigt wurden. Die Untersuchungen zur Schadensursache weisen auf Mängel bei der Fabrikation dieser Brennelemente hin.

Der von der HSK freigegebene mittlere BE-Abbrand ist derzeit auf 50 MWd/kgSM begrenzt. Seit dem Jahr 2000 läuft im KKB 1 ein Hochabbrandprogramm, in dessen Rahmen alle zwei Jahre ausgewählte Brennelemente, so genannte Vorläufer-Brennelemente, regelmässig inspiziert werden. Die gegenwärtig vorliegenden Inspektionsergebnisse bestätigen das auslegungsgemässe Verhalten bis zu einem BE-Abbrand von ca. 56 MWd/kgSM. Die HSK verfolgt die Bestrebungen des Betreibers zur Abbranderhöhung eingehend.

In den Jahren 1988 bis 1992 erfolgte schrittweise ein Ersatz aller 25 Steuerstäbe durch solche mit erhöhter Lebensdauer. Die Erwartungen hinsichtlich Defektfreiheit nach langer Einsatzdauer wurden erfüllt, wie dies die positiven Ergebnisse der in den Jahren 1991, 1993, 1999 und 2004 durchgeführten Inspektionen mit der Wirbelstrom-Messmethode zeigen. Durch ein Inspektionsintervall von nicht mehr als sechs Jahren ist die Überwachung des Zustands der Steuerstäbe über alle Einsatzzyklen gewährleistet.

Die Kernausslegung von KKB 1 erfolgte bis Zyklus 26 (1996/1997) durch die Firma Westinghouse. Die 1991 erstellten LOCA-Analysen dieser Firma ergaben für die Westinghouse-BE von KKB 1 einen Grenzwert von 2,32 für den Heisskanalfaktor F_q der Wärmestromdichte. Dies ist wesentlich dadurch bedingt, dass die LOCA-Analysen von Westinghouse eine – im KKB nie realisierte – Leistungserhöhung auf 115 % berücksichtigten. Als die Firma Siemens im Jahr 1997 auch BE-Lieferant für KKB 1 wurde und die Kernausslegung übernahm, wurde der F_q -Grenzwert von 2,32 für Westinghouse-BE beibehalten. Für die Siemens-BE gilt aufgrund der 1997 neu erstellten LOCA-Analysen von Siemens ein F_q -Grenzwert von 2,93, der bei der Kernausslegung eine grössere Flexibilität erlaubt.

Mit der Auslegung hat KKB alle von der HSK festgelegten Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Im Bewertungszeitraum wurde das für die Kernüberwachung eingesetzte Programm INCORE durch das modernere, dreidimensionale Kernüberwachungsprogramm GARDEL abgelöst. GARDEL wurde im Jahre 2003 von der HSK freigegeben und kam zuerst im Zyklus 32 (2003/2004) von KKB 1 zur Anwendung. Durch Vergleich der GARDEL-Rechenergebnisse mit den Ergebnissen der bei Zyklusbeginn (Nulllast) durchgeführten reaktorphysikalischen Messungen wird GARDEL für die „on-line“-Kernüberwachung des jeweiligen Zyklus qualifiziert. GARDEL gilt als qualifiziert, wenn die ANSI/ANS-Kriterien¹⁰ erfüllt sind. Steht GARDEL nicht zur Verfügung, so kann auch weiterhin das Programm INCORE für die Kernüberwachung verwendet werden. Neben der „on-line“-Kernüberwachung wird GARDEL auch für betriebsunterstützende Aufgaben eingesetzt, z.B. für die direkte Überwachung der Pellet-Hüllrohr Wechselwirkung und für Berechnungen der Abschaltreaktivität, der Borkonzentration oder der Steuerstabstellungen. Die bisherigen Erfahrungen mit dem Einsatz von GARDEL beurteilt die HSK als sehr gut.

6.3 Nukleares Dampferzeugungssystem

In diesem Kapitel werden die Komponenten des Primärsystems summarisch behandelt.

Die Beurteilung des nuklearen Dampferzeugungssystems und dessen Betriebserfahrung durch das KKB sowie der HSK erfolgt auf der gleichen Grundlage, wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 angegeben.

Der Vergleich der nuklearen Dampferzeugersysteme von KKB 1 und KKB 2 zeigt, dass gemäss den Angaben in den jeweiligen Sicherheitsberichten keine wesentlichen Unterschiede bestehen. Diese Aussage wird auch durch den Betriebserfahrungsbericht bestätigt. Alle HSK-Beurteilungen zu den von KKB gelieferten Nachweisen für die entsprechenden Teile des nuklearen Dampferzeugungssystems gelten für beide Blöcke, sofern sie nicht im Folgenden für KKB 1 spezifisch dargelegt werden.

In der folgenden Auflistung werden die einzelnen Komponenten und Teilsysteme aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 genannt, deren Beurteilungen auch für KKB 1 Gültigkeit haben:

- Den Reaktordruckbehälter und die Kerneinbauten (HSK-Gutachten² vom März 2004, Kap. 6.5.2)

- Die Hauptkühlmittelleitungen und Reaktorhauptpumpen (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.3)
- Das Druckhaltesystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.4)
- Die Dampferzeuger (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.5.5)
- Die Armaturen der Primärkreisolation (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap.6.5.6)

Im Folgenden wird spezifisch auf die Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 der verschiedenen Bestandteile des nuklearen Dampferzeugungssystems eingegangen.

Primärkreislauf

Sachverhalt

Der Primärkreislauf ist im KKB 1 im Wesentlichen gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden im KKB 1 an den Primärkreis Komponenten auch die gleichen Änderungen wie im KKB 2 realisiert.

Im Jahre 1993 wurde anlässlich des Dampferzeugeraustauschs im KKB 1 die erste Druckprüfung des Primärkreises seit Inbetriebnahme erfolgreich durchgeführt. Der Primärkreis wurde dabei bis zur ersten Absperrarmatur mit dem 1,25-fachen des Auslegungsdrucks beaufschlagt. Die Druckprüfung wurde 2004 erfolgreich wiederholt.

Nach jedem Brennelementwechsel und anlässlich von Revisionsabstellungen finden bei Druck und Temperatur, die dem Normalbetrieb entsprechen, System-Begehungen statt, bei denen die Dichtheit des Primärkreises verifiziert wird.

Die durchgeführten Nachweise bezüglich der Ermüdungsausnutzung an Behältern, Stützen und Rohrleitungen zeigen ähnliche Ergebnisse wie im KKB 2.

HSK-Beurteilung

Die Systembegehungen und die Druckprüfung des Primärkreises wurden spezifikationsgemäss durchgeführt und zeigten keine meldepflichtigen Befunde.

Die HSK bzw. der SVTI-N haben die eingereichten Nachweise zu Transienten- und Ermüdungsanalysen geprüft und beurteilt, und können sich der Schlussfolgerung von KKB anschliessen, dass die Ermüdungsausnutzung im zulässigen Bereich liegt und somit die Komponenten den gestellten Anforderungen entsprechen.

Reaktordruckbehälter und Kerneinbauten

Sachverhalt

Der Reaktordruckbehälter und die Kerneinbauten sind im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Im Gegensatz zum KKB 2 weist der RDB-Boden drei statt zwei Rundnähte auf, der Deckel Meridionalnähte, und die Sicherheitseinspeisestützen sind nicht aus dem Werkstoff Inconel 600 sondern aus rostfreiem Stahl gefertigt. Am Reaktordruckbehälterdeckel wurden im KKB 1 die gleichen Änderungen wie im KKB 2 realisiert.

Bei den Prüfungen der Schweissnähte des RDB gemäss der Festlegung NE-14 waren auf Grund der Prüfergebnisse keine besonderen Massnahmen erforderlich. Nachprüfungen früher festgestellter Ultraschallanzeigen zeigten keine Veränderungen gegenüber den früheren Prüfungen.

Die zwei unteren Rundnähte des Bodens sowie die obere Rundnaht und die Meridionalnähte des Deckels, die früher wegen erschwerter Zugänglichkeit nicht geprüft worden waren, wurden im Berichtszeitraum in das Wiederholungsprüfprogramm aufgenommen und mit Ultraschall automatisiert geprüft. KKB betrachtet nun die Anforderungen der Festlegung NE-14 an die Prüfpflicht als erfüllt.

Veranlasst durch Rissbefunde an RDB-Deckeldurchführungen aus dem Werkstoff Inconel 600 in französischen Anlagen, wurden die Deckeldurchführungsrohre im KKB 1 im Bereich ihrer Einschweisnaht nach einer ersten Prüfung 1992 in den Jahren 1993 und 1997 vollständig mit einem Wirbelstromverfahren geprüft. Bei der ersten Prüfung wurden in zwei der insgesamt 36 Durchführungen lineare axial verlaufende Anzeigen an der inneren Oberfläche festgestellt. Bei den folgenden Prüfungen zeigten sie keine Veränderung, und eine Ultraschallanalyse im Jahr 1997 ergab keine messbare Tiefenausdehnung (< 1 mm). Diese Anzeigen erwiesen sich damit als unbedeutend. Sie werden aber durch wiederkehrende Prüfungen weiter kontrolliert werden. Die Bodendurchführungen, die ebenfalls aus dem Werkstoff Inconel 600 gefertigt sind, wurden mit einem kombinierten Wirbelstrom- und Ultraschallverfahren im Jahre 1997 einmalig geprüft. Dabei ergaben sich keine nennenswerten Befunde.

Die Wirbelstromprüfung der Sondenführungsrohre der Kerninstrumentierung wurde 1992 auf Grund von Schäden in einer ausländischen Anlage in das Wiederholungsprüfprogramm aufgenommen. Bei der Prüfung 2002 wiesen vier der dreissig Sondenführungsrohre messbaren Reibverschleiss auf, wobei keine Veränderungen gegenüber der Prüfung aus dem Jahr 1992 festgestellt wurden. Das Reparaturkriterium wurde in keinem Fall erreicht.

Im Jahre 1970 war im KKB 1 an einer Dichtnaht eines Steuerstabsantriebsgehäuses eine Leckage aufgetreten, die eine Korrosionsmulde auf dem RDB-Deckel zur Folge hatte. Die Leckage wurde durch Ablagerungen von kristallisierter Borsäure entdeckt. Der Betreiber hat die Korrosionsmulde im Rahmen des Projektes ALMA rechnerisch neu bewertet und gezeigt, dass die entstandene Korrosionsmulde die Integrität des RDB-Deckels nicht in Frage stellt.

Der Reaktordruckbehälter ist im Bereich des Flansches mit zwei silberbeschichteten Dichtungsringen versehen. Der Raum zwischen den beiden Dichtungsringen sowie der Zustand des äusseren Dichtungsringes wurden ursprünglich permanent auf Leckagen überwacht. 1981 kam es im KKB 1 anlässlich einer Leckage des inneren Dichtungsringes zu einem Bruch der Leckageerkennungseitung für den Zwischenraum zwischen den beiden Ringen. Die Ursache des Bruchs dieser Leckageerkennungseitung ist bis heute nicht geklärt. Da eine Reparatur der Leitung mit den damaligen technischen Mitteln nicht mit Strahlenschutzabwägungen vereinbar war, wurde die Leckageerkennungseitung auf der RDB-Dichtfläche verschlossen und nicht wieder instand gesetzt. Somit ist seitdem die Dichtheit der inneren Deckelflanschdichtung des RDB während des Betriebes nicht mehr prüfbar. Die Dichtheit der inneren Dichtung ist von geringer sicherheitstechnischer Relevanz, daher konnte die HSK 1981 dem Betrieb ohne innere Leckageerkennungseitung zustimmen. Bei einer Leckage der äusseren Dichtung muss die Anlage jedoch umgehend abgestellt werden. Im Rahmen der Alterungsüberwachung wird in der Instandhaltungs-Lebensgeschichte wiederholt von porösen Stellen im Bereich des inneren Dichtungsringes berichtet.

Beim Bruch der Leckageerkennungseitung trat Primärkühlmittel in den Spalt zwischen Betonstruktur der radialen Abschirmung und der zylindrischen Aussenwand des RDB aus, in dem sich auch die mit Glaswolle gefüllte Isolationsverschalung des RDB befindet. Ob dabei borsäurehaltiges Leckagewasser unter die Isolationsverschalung gelangte, ist nicht bekannt.

Wegen der im Jahre 1999 im KKB 2 an Abschlusskappen von zwei Deckel-Reservedurchführungen festgestellten Risse als Folge einer Sensibilisierung des Werkstoffes wurden in den Folgejahren an verschiedenen austenitischen Teilen der RDB-Deckeldurchführungen des KKB 1 metallografische Untersuchungen durchgeführt, um eine mögliche Sensibilisierung des Grundwerkstoffes festzustellen. Abgesehen von Flanschadaptern liegen alle untersuchten Grundwerkstoffe in einem lösungsgeglühten Zustand vor. An fünf Flanschadaptern wurde ein nicht vollständig lösungsgeglühter Gefügestand festgestellt. Die Flanschadapter sind im Wiederholungsprüfprogramm enthalten.

Die Untersuchungsergebnisse des Bestrahlungsprobensatzes P des KKB 1 aus dem Jahre 1999 zeigten, dass der Schuss C (Schmiedering auf Kernhöhe) in Bezug auf Neutronenversprödung führend ist. Die an diesem Werkstoff nach der Bestrahlung mit einer Fluenz von $5.08 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ gemäss NRC Regulatory Guide 1.99 (Rev. 2) ermittelte justierte Sprödbruch-Referenz-Temperatur (ART) beträgt 89°C und liegt unter dem Auslegungsrichtwert von 93°C für Neuanlagen. Die gemessene Hochlagenenergie liegt deutlich über dem geforderten Minimalwert. An der am höchsten belasteten Stelle der Reaktordruckbehälter-Innenwand wird die erwähnte Fluenz erst nach rund 42 Volllastjahren (ca. 46 Betriebsjahre) erreicht werden. Die vorliegenden Ergebnisse lassen keine Einschränkungen für einen sicheren Weiterbetrieb erkennen.

Nach 40 Betriebsjahren (36 Volllastjahren) wird an der maximal belasteten Stelle der RDB-Innenwandoberfläche eine Fluenz von $4.6 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ erwartet. Dies ergibt eine justierte Sprödbruch-Referenz-Temperatur (ART) von 87°C . Diese Referenztemperatur liegt um 8°C höher als der im Sicherheitsbericht angegebene Wert. Der Einfluss dieser erhöhten Referenztemperatur auf die An- und Abfahrkurven sowie die Temperatur bei Druckprüfungen ist gering.

HSK-Beurteilung

Die wiederkehrenden Prüfungen an Schweissnähten des RDB nach der Festlegung NE-14 haben im Berichtszeitraum keine sicherheitstechnisch bedeutsamen Anzeigen ergeben.

Die Deckel- und Bodendurchführungsrohre sind aus dem Werkstoff Inconel 600 und damit empfindlich auf Spannungsrisskorrosion. Alle diese Teile wurden im Berichtszeitraum geprüft. Die Prüfungen ergaben keinen Hinweis auf Spannungsrisskorrosion.

Die neue rechnerische Beurteilung der Korrosionsmulde im RDB-Deckel wurde von der HSK akzeptiert. Das Ergebnis der Berechnung wurde durch eine unabhängige Finite-Element Berechnung des SVTI-N bestätigt.

Die Erfahrung zeigt, dass am inneren Dichtungsring der Deckelflanschdichtung des RDB Leckagen auftreten können. Daher ist es ein wichtiges Element der Sicherheitsvorsorge, den Zustand und die Dichtheit der inneren Dichtung zu kennen und zu kontrollieren.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 45/6.3-1: KKB hat zu prüfen, ob die Leckageerkennungseitung der inneren Deckeldichtung des Reaktordruckbehälters mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln repariert oder erneuert werden kann, oder ob die Dichtheit des inneren Dichttringes auf andere Weise kontrolliert und sichergestellt werden kann. Das Ergebnis dieser Abklärung ist bis Ende 2005 vorzulegen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 46/6.3-2: Die Folgen des Bruchs der Leckageerkennungseitung für den Korrosionszustand der ferritischen Aussenseite des zylindrischen Teils des RDB sowie die Folgen anderer möglicher Borsäureeinwirkungen in diesem Bereich sind mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln zu untersuchen. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung ist bis Ende 2006 vorzulegen.

Die HSK bzw. der SVTI-N hat die eingereichten Nachweise zu dem Bestrahlungsprobenprogramm und den Werkstoffuntersuchungen an den RDB-Deckeldurchführungen geprüft. In Ihrer Beurteilung schliesst sich die HSK der Bewertung von KKB an. Das Bestrahlungsprobenprogramm für die Versprödung des RDB-Stahls wird im KKB 1 weiter fortgeführt und entspricht dem Stand der Technik.

Hauptkühlmittelleitungen und Reaktorhauptpumpen

Sachverhalt

Die Hauptkühlmittelleitungen und die Reaktorhauptpumpen sind im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden an diesen Komponenten auch für beide Blöcke die gleichen Änderungen realisiert.

Im Wiederholungsprüfintervall (10 Jahre), das im Jahre 1996 endete, konnten die Prüfanforderungen der Festlegung NE-14 wegen werkstoffbedingter Einschränkungen der Prüfbarkeit nicht vollständig erfüllt werden. Durch den Ersatz eines Teiles der Hauptkühlmittelleitungen im Zusammenhang mit dem Dampferzeugeraustausch im Jahre 1993 wurde die Prüfbarkeit verbessert. Im laufenden Prüfintervall kann die Festlegung NE-14 erfüllt werden. Im Jahre 1997 wurden der Heissstrang und das Leitungstück des Kaltstrangs zwischen dem Reaktordruckbehälter und der Reaktorhauptpumpe der Hauptkühlmittelleitungen sowie die Reaktorhauptpumpegehäuse mit einer ferngesteuerten Unterwasserkamera visuell von innen auf ihren Allgemeinzustand hin untersucht. Es wurden keine Schäden festgestellt. Die Prüfung soll mittelfristig als "reguläre Prüfung" eingeführt werden. In den geprüften Bereichen gibt es keine wesentlichen Anzeigen.

Die Reaktorhauptpumpen werden gemäss der im KKB praktizierten vorbeugenden Instandhaltungsstrategie regelmässig inspiziert. Ausser dem planmässigen Austausch von Komponententeilen mussten in den Jahren 1994, 1996 und 1997 Dichtungen der Reaktorhauptpumpe A wegen Leckagen ersetzt werden. Wegen eines Erdschlusses in der Statorwicklung des Motors der Reaktorhauptpumpe B in KKB 2 wurden anschliessend auch in KKB 1 im 1-Jahres-Turnus bei allen Motoren die Statoren ersetzt und umfangreiche Instandhaltungsmassnahmen durchgeführt.

HSK-Beurteilung

Die durchgeführten Änderungen führten zu denselben Verbesserungen wie im KKB 2. Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen zeigen nur marginale Differenzen, so dass die Aussagen, die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemacht wurden, auch für KKB 1 gültig sind.

Druckhaltesystem

Sachverhalt

Das Druckhaltesystem ist im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden im KKB 1 an diesen Komponenten auch die gleichen Änderungen wie im KKB 2 realisiert. Zusätzlich wurden im KKB 1 insgesamt 12 Heizstäbe im Druckhalter ausgewechselt.

KKB betrachtet die Wiederholungsprüfanforderungen der Festlegung NE-14 über die letzten zehn Jahre als erfüllt. Die Mischnaht am Stutzen des Druckhalters zur Druckausgleichsleitung wurde allerdings nur mit einem Oberflächenrissverfahren geprüft. Ihre erste volumetrische Prüfung (Ultraschall) fand im KKB 1 während der Revision 2002 statt.

Für das Druckhaltesystem liegen keine wesentlichen Befunde aus Wiederholungsprüfungen vor.

Die Instandhaltung des Druckhaltesystems ist abgesehen von den Heizstäben des Druckhalters unproblematisch.

HSK-Beurteilung

Die Bewertung des Druckhaltesystems im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 trifft ohne Einschränkungen auch für KKB 1 zu.

Dampferzeuger

Sachverhalt

Die Dampferzeuger sind im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden im KKB 1 an diesen Komponenten auch die gleichen Änderungen im Jahr 1993 wie im KKB 2 realisiert.

Die 1993 eingebauten Dampferzeuger wurden gemäss dem Stand der Technik hergestellt. Für die Berohrung wurde das Material Inconel 690 TT eingesetzt und damit eine hohe Korrosionsbeständigkeit erreicht. Die neuen Dampferzeuger sind besser prüfbar und befundfrei. Ihre Instandhaltung erfolgt gemäss den Empfehlungen des Herstellers und zeigte im Berichtszeitraum keine Probleme.

HSK-Beurteilung

Aufgrund des identischen Aufbaus der Dampferzeuger und der längeren aber gleichen Betriebserfahrung wie im KKB 2 treffen die HSK-Beurteilungen im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 auch für KKB 1 zu.

Armaturen der Primärkreis isolation

Sachverhalt

Die Armaturen und zugehörigen Rohrleitungsabschnitte werden in den entsprechenden Systemen behandelt. Die Instandhaltung der Armaturen ist in die KKB-Instandhaltungsprogramme eingebunden und bereitet keine Probleme.

HSK-Beurteilung

Die Bewertung der Armaturen des Primärkreissystems im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 trifft ohne Einschränkungen auch für KKB 1 zu.

6.4 Containment und zugehörige Systeme

In diesem Kapitel werden die nachfolgend aufgeführten Bestandteile des Containments mit den zugehörigen Systemen summarisch behandelt.

Die Beurteilung des Containments mit den zugehörigen Systemen und deren Betriebserfahrung durch das KKB sowie der HSK erfolgt auf der gleichen Grundlage, wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 angegeben.

Der Vergleich der Sicherheitsberichte sowie die Angaben im Betriebserfahrungsbericht zeigen keine wesentlichen Unterschiede für das Containment und den zugehörigen Systemen zwischen KKB 1 und KKB 2.

Alle durchgeführten Nachweise für die Bestandteile des Containments und den zugehörigen Systemen haben für beide Blöcke Gültigkeit, sofern sie nicht im Folgenden für KKB 1 spezifisch dargelegt werden.

In der nachfolgenden Auflistung werden die Referenzkapitel aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 für die einzelnen Teile genannt, deren Beurteilungen auch für KKB 1 Gültigkeit haben. Es handelt sich um folgende Teile des Containments mit zugehörigen Systemen:

- Das Containment (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.1)
- Die Containment-Umluftkühlung HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.2)
- Das Containment-Sprühsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.3)
- Die Containment-Isolation (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.4)
- Die Ringraum-Unterdruckhaltung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.5)

Im Folgenden wird spezifisch auf die Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 der verschiedenen Teile des Containments und den zugehörigen Systemen eingegangen.

Containment

Sachverhalt

Das Containment ist im KKB 1 im Wesentlichen gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden im KKB 1 an diesen Komponenten auch die gleichen Änderungen wie im KKB 2 realisiert.

Der integrale Leckratentest (ILRT) des Containments (Prüfungstyp A) wird im KKB in beiden Blöcken in Zehnjahresintervallen durchgeführt. Dies bildet gegenüber dem in anderen Anlagen vorgeschriebenen Intervall von vier Jahren eine Ausnahme, die durch die Leckageüberwachung des Ringraums gerechtfertigt ist. Der letzte ILRT fand im Jahre 2004 statt. Die gemessene Leckrate betrug etwa ein Viertel der zulässigen. Die lokalen Dichtheitsprüfungen an Durchführungen einschliesslich Schleusen, Transportöffnungen und Kompensatoren (Prüfungstyp B) wurden gemäss den Technischen Spezifikationen periodisch durchgeführt und ergaben zusammen mit den Dichtheitsprüfungen an Isolationsarmaturen (Prüfungstyp C) jeweils einen zulässigen Summenwert der lokalen Leckraten.

Infolge der Heraufsetzung des Prüfüberdrucks von 2,62 auf 3,1 bar wurden bei der lokalen Dichtheitsprüfung von Rohrdurchführungen vom Containment in den Ringraum in KKB 2 drei Prozessrohre verbogen und ihre Kompensatoren lateral ausgelenkt (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.6.1. Die Dichtheit blieb jedoch erhalten. Als Folge dieses Vorkommnisses wurden in KKB 1 an allen gefährdeten Prozessleitungen wie im KKB 2 Stützsterne zur Verringerung der Knicklänge angebracht.

Die Stahldruckschalen beider Blöcke wurden in den letzten Jahren einer Reihe von Sonderuntersuchungen unterzogen, die auch die sonst unzugänglichen, mit Beton überdeckten Teile erfassten. Dazu wurde eine Reihe von Sondierungsbohrungen angelegt. Im Einspannbereich des Containments KKB 1 wurden Korrosionsangriffe an der Innenseite und an der Aussenseite gefunden, während sich KKB 2 in einwandfreiem Zustand präsentierte. Die HSK hat verlangt, dass die Strukturintegrität der Stahldruckschale in diesem Bereich überprüft wird.

HSK-Beurteilung

Die wiederkehrenden Dichtheitsprüfungen Typ A, B und C wurden gemäss den Technischen Spezifikationen durchgeführt und ergaben zulässige Leckraten.

Die Massnahmen zur Behebung der Schwachstellen im Bereich der Containmentdurchführungen von Prozessleitungen mit kleinem Durchmesser wurden von der HSK akzeptiert. Die entsprechenden Nachweise wurden geprüft.

Die durchgeführten Änderungen führten zu denselben Verbesserungen wie im KKB 2. Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen zeigen nur marginale Differenzen, so dass die übrigen Aussagen, die für KKB 2 gemacht wurden, auch für KKB 1 gültig sind.

Die Korrosionsangriffe an der Stahldruckschale im KKB 1 konzentrieren sich in einem Band im verstärkten Bereich der Einspannzone auf der Innen- und Aussenseite, das durch die Berührungsfläche einer in den Spalt zwischen Beton und Stahl eingelegten Mineralwolle-Schicht gebildet wird. Diese Mineralwolle war und ist teilweise heute noch mit borsäurehaltigem Leckagewasser durchtränkt, wodurch Bedingungen für Mulden- und Flächenkorrosion geschaffen wurden. Die Tiefe des Korrosionsangriffs von einigen Millimetern stellt keine unmittelbare Beeinträchtigung der Containment-Dichtheit dar, jedoch muss der Zustand beobachtet und bewertet werden. Für den Feuchtigkeitseintrag, der die Korrosion ausgelöst hat, kommen Leckagen aus der Betriebsgeschichte der Anlage als Ursache in Frage. Im Ringraum, der die Aussenseite des Containments umschliesst, wird ein einmaliges Vorkommnis aus dem Jahr 1971 für den Feuchtigkeitseintrag verantwortlich gemacht. Heute ist ausser Luftfeuchtigkeit keine Nässe mehr im Spaltbereich feststellbar, so dass kein nennenswerter weiterer Korrosionsfortschritt auf der Aussenseite erwartet werden muss, solange keine neuen Leckagen auftreten.

Auf der Innenseite des Containments ist im betonüberdeckten Bereich und im Mineralwolle-Band immer noch Leckagewasser vorhanden. Als Ursachen kommen diversen Leckagen, z. B. Beckenleckagen, Primärkühlmittelleckagen und Fehlsprühungen des Containmentsprühsystems in Frage, die den Innenraum des Containments mit borsäurehaltigem Wasser beaufschlagt hatten. Im untersten Teil des Containments ist das Leckagewasser durch den direkten Kontakt mit dem Beton stark alkaliisiert, so dass die Korrosion unterdrückt wird. Im Bereich des durchtränkten Mineralwolle-Bandes muss aber mit weiterem Korrosionsfortschritt gerechnet werden. Die Wandstärkeschwächung hat lokal einen Betrag von mehr als 10 % der Nennwanddicke überschritten. Während die Dichtheit auch bei weiterem Korrosionsfortschritt noch über längere Zeit gewährleistet ist, kann ein bandförmiger Korrosionsfortschritt über den gesamten Umfang im Laufe der Zeit zu einer unzulässigen Minderung der Druckfestigkeit des Containments führen. Anders als bei kleinen Druckbehältern wird das Containment nie als Ganzes einer Druckprobe oberhalb des Auslegungsdruckes unterzogen, sondern lediglich einem integralen Leckratentest (ILRT), der die geforderte Dichtheit des Containments bestätigt.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 47/6.4-1: KKB hat den Zustand des Containments zu bewerten und geeignete Massnahmen zur messtechnischen Erfassung und zur Verhinderung des weiteren Korrosionsfortschritts zu ergreifen. Massnahmenvorschläge sind bis Ende 2005 vorzulegen.

Die durchgeführten Änderungen führten zu denselben Verbesserungen wie im KKB 2. Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen zeigen nur marginale Differenzen, so dass die übrigen Aussagen, die für KKB 2 gemacht wurden, auch für KKB 1 gültig sind.

Containment-Umluftkühlung, Containment-Sprühsystem, Ringraum-Unterdruckhaltung

Die Containment-Umluftkühlung, die Ringraum-Unterdruckhaltung und das Containment-Sprühsystem sind im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. An den Komponenten dieser Systeme des KKB 1 wurden die gleichen Anlageänderungen realisiert wie im KKB 2

Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen von KKB 1 und KKB 2 zeigen nur marginale Differenzen.

HSK-Beurteilung

Die durchgeführten Änderungen führten zu denselben Verbesserungen wie im KKB 2. Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen zeigen nur marginale Differenzen, so dass die Aussagen, die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemacht wurden, auch für KKB 1 gültig sind.

Containmentisolation

Sachverhalt

Die Containmentisolation ist im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Es wurden im KKB 1 an diesen Komponenten auch die gleichen Änderungen wie im KKB 2 realisiert.

Zu den Wiederholungsprüfungen der Isolationsarmaturen legt KKB dar, dass die Anforderungen des Wiederholungsprüfprogramms (WP-M-033 für KKB 1) für Typ-C-Tests (Dichtheitstests) bei Prozessleitungen, welche offen in das Primärcontainment oder in den Dampfbereich des Reaktorkühlsystems münden, erfüllt wurden. Zur Beurteilung der Testergebnisse zieht KKB die Gesamtheit der Typ-B- und -C-Tests heran und kommt zu dem Ergebnis, dass die gemessenen Leckagen 30-50% geringer waren als die gemäss Technischen Spezifikationen zulässigen. Es sind auch keine Anzeichen für einen Trend in Richtung ungünstiger Befunde erkennbar. KKB betrachtet den Prüfzyklus und Prüfumfang als angemessen.

In Bezug auf Instandhaltung erwähnt KKB den Austausch der beiden Rückschlagarmaturen 10/20JSI 1025 und 1026, die während des Brennelementwechsels 1997 erfolgte. Mit der anschliessenden routinemässigen Dichtheitsprüfung wurde die Dichtheit der Armaturen bestätigt und die entsprechende HSK-Pendenz erfüllt.

HSK-Beurteilung

Die durchgeführten Änderungen führten zu denselben Verbesserungen wie im KKB 2. Die Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen zeigen nur marginale Differenzen, so dass die Aussagen, die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemacht wurden, auch für KKB 1 gültig sind.

6.5 Sicherheitssysteme

Die nachfolgend aufgeführten Sicherheitssysteme werden in diesem Kapitel summarisch behandelt. Befunde oder Besonderheiten der einzelnen Sicherheitssysteme des KKB 1 werden im Vergleich zum KKB 2 systemspezifisch aufgeführt und bewertet.

Die Beurteilung der Sicherheitssysteme und deren Betriebserfahrung durch das KKB sowie der HSK erfolgt auf der gleichen Grundlage wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 angegeben.

Die für KKB 1 relevanten HSK-Beurteilungen aus dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beinhalten die folgenden Sicherheitssysteme:

- Systeme zur Reaktorabschaltung und Hilfseinrichtungen der Steuerelemente (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.1)
- Sicherheitsleittechnik (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.2)
- Systeme der Primärseitige Nachwärmeabfuhr mit dem Restwärmesystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.3)
- Systeme der Sekundärseitige Nachwärmeabfuhr (HSK-Gutachten² vom März 2004, Kap. 6.7.4)

- Systeme der Kernnotkühlung (HSK-Gutachten von 2004, Kap. 6.7.5)
- Chemie- und Volumenregelsystem (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.6)
- Systeme zur Brennelementlagerkühlung und Brennelementlagerreinigung (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.7)

Systeme zur Reaktorabschaltung und Hilfseinrichtungen der Steuerelemente

Sachverhalt

Die Systeme zur Reaktorabschaltung und die Hilfseinrichtungen der Steuerelemente sind im KKB 1 gleich aufgebaut wie im KKB 2. Sämtliche Änderungen an diesen Systemen und Einrichtungen wurden bisher bei beiden Blöcken gleich ausgeführt. Insbesondere wurden die Nachrüstungen im Reaktorabschaltsystem, die aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 resultierten, auch im KKB 1 durchgeführt (Kap. 2, P10)

Im KKB 1 kam es 1996 zweimal zu Fehlauslösungen eines Reaktortrip-Schalters, die jedoch sicherheitsgerichtet waren. Nach Abklärung der Ursache wurden als Massnahme verbesserte und erweiterte Kontrollen alle Tripschalter eingeführt, die in beiden Blöcken durchgeführt werden.

HSK-Beurteilung

Die HSK hat die Nachrüstungen am Reaktorabschaltsystem und an den Hilfseinrichtungen der Steuerelemente umfassend beaufsichtigt. Auch hatte sie 1996 die Ursachenabklärung bei der Fehlauslösung des Reaktortripschalters im KKB 1 mitverfolgt. Die Erkenntnisse und Verbesserungsmassnahmen galten für beide Blöcke.

Die Bewertung für die Systeme zur Reaktorabschaltung und für die Hilfseinrichtungen der Steuerelemente, wie sie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemacht wurden, sind auch für KKB 1 gültig.

Sicherheitsleittechnik

Sachverhalt

Die Sicherheitsleittechnik besteht aus dem Reaktorschutz- und Regelsystem (RSS), den Komponentensteuerungen, dem Notstandschutzsystem, dem Überdrucktransienten-Schutzsystem, der Leittechnik des Notspeisewassersystems, der Instrumentierung zur Messung von Prozesswerten (Druck, Füllstand, Durchfluss, Temperatur), der Nuklearinstrumentierung sowie den zugehörigen Überwachungseinrichtungen. Sie ist im KKB 1 grundsätzlich gleich aufgebaut wie im KKB 2. Die ursprünglichen Systeme und Ausrüstungen der Sicherheitsleittechnik wurden v. a. durch die Nachrüstungen - mit Ausnahme des Neutronenflussmesssystems im Leistungsbereich - in den letzten 10 Jahren fast vollständig erneuert. Dadurch wurden auch ursprüngliche Unterschiede im Aufbau und Ausführung der Leittechnik zwischen den beiden Blöcken beseitigt.

Mit den neuen Reaktorschutzsystemen wurde in beiden Blöcken der Redundanzgrad erhöht und die räumliche Trennung stark verbessert, indem durch Schaffung neuer Brandabschnitte alle vier Redundanzen in brandtechnisch getrennten Räumen untergebracht sind. Bei der zugehörigen elektrischen Anspeisung war wegen der gegebenen Platzverhältnisse und dem vorhandenen Aufbau der gesicherten Stromversorgung eine systematische räumliche Trennung nicht möglich, sodass im KKB 1 drei der vier, im KKB 2 zwei der vier statischen Umformer im gleichen Brandabschnitt untergebracht sind.

Die Massnahmen bezüglich der Sicherheitsleittechnik, die aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 resultierten (Kap. 2, A4, P11), wurden 1995 auch im KKB 1 durchgeführt.

Konzept und Auslegung des Reaktorschutz- und Regelsystems sind für beide Blöcke gleich. Die Prüfungen im Prüffeld und die Inbetriebsetzungsprüfungen wurden trotzdem für jeden Block separat nach demselben Prüfprogramm vollständig durchgeführt.

HSK-Beurteilung

Die Separation und die Redundanzentrennung des Reaktorschutzsystems und dessen elektrische Stromversorgung wurden in beiden Blöcken gegenüber der ursprünglichen Ausführung stark verbessert. Bei einem Teil der Stromversorgung im KKB 1 sind drei Redundanzen im gleichen Brandabschnitt untergebracht. Im Unterschied dazu sind im KKB 2 maximal zwei im gleichen Brandabschnitt installiert. Dieser Unterschied ist jedoch von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung, weil bei einem lokalen Brand durch die vorhandene Gaslöschanlage, welche in beiden Blöcken auf die lokalen Verhältnisse abgestimmt ist, ein Übergriff auf die anderen Redundanzen weitgehend vermieden werden kann. Sollten trotzdem mehrere Redundanzen versagen, würde die Anlage durch das Notstandssystem des entsprechenden Blockes in einen sicheren Zustand gebracht werden.

Die Nachweise der generischen Typprüfungen und die Auslegungsdokumente wurden vom Experten der HSK im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit und Eignung für das RSS überprüft und als geeignet betrachtet. Dies gilt wegen der identischen Auslegung für beide Blöcke. Die HSK und ihr Experte inspizierten die für beide Blöcke separat durchgeführten Prüfungen im Prüffeld und die Inbetriebsetzungsprüfungen und überzeugten sich von der Vollständigkeit und Korrektheit der Prüfdokumentation. Insgesamt kann festgestellt werden, dass der Nachweis für die Zuverlässigkeit des RSS für beide Blöcke erbracht wurde.

Die HSK kommt zu dem Schluss, dass sich die Sicherheitsleittechnik in beiden Blöcken in einem weitgehend identischen, dem Stand der Technik entsprechenden, neuwertigen Zustand befindet und ihre Aufgaben zuverlässig erfüllt. Auch das Neutronenflussmesssystem im Leistungsbereich, das nicht erneuert wurde, erfüllt seine Aufgabe in beiden Blöcken immer noch zuverlässig.

Systeme der Primärseitigen Nachwärmeabfuhr mit dem Restwärmesystem

Sachverhalt

Die Primärseitige Nachwärmeabfuhr dient der Abfuhr der Nachzerfallsleistung und der Abkühlung des Primärkreislaufs des heiss-abgestellten Reaktors ab einer Kühlmitteltemperatur von 120-140 °C sowie dem Notkaltfahren und der primärseitigen „Feed and Bleed“ Fahrweise.

Die Pendeuz P12 aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Loop-Niveaumessung wurde 1996 durch den Einsatz von Ultraschallmessköpfe ebenfalls im KKB 1 umgesetzt (vgl. HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 6.7.3).

Im Jahre 2000 mussten durch den Ausfall der Restwärmepumpe im KKB 1 während des Stillstandes entsprechend den Technischen Spezifikationen zum LCO 39.8.2 der RDB-Füllstand wieder angehoben werden und die Kühlung mit einer Pumpe fortgesetzt werden. Der Austausch durch ein Reserveaggregat war nach einem Tag abgeschlossen.

Abweichend von KKB 2 konnte beim Restwärmesystem im KKB 1 auf die Nachrüstung einer Gehäusebruchsicherung an der Armatur 10 JAC 0828-A verzichtet werden, da im KKB 1 ein anderes Schieberfabrikat zum Einsatz kommt.

Im Restwärmesystem wurde eine Leckage an der Rückschlagklappe 10JAC 0818 festgestellt, die während der Revisionsabstellung im Jahr 2000 durch eine Reservearmatur ersetzt wurde.

HSK-Beurteilung

Beim Ausfall der Restwärmepumpe im KKB 1 während des Stillstandes im Jahre 2000 wurden die Bedingungen der Technischen Spezifikationen von KKB eingehalten.

Die Zuverlässigkeit der Armatur 10 JAC 0828-A des Restwärmesystems war im KKB 1 im Gegensatz zu KKB 2 durch "Pressure Locking" (verursacht durch Druckaufbau in der im Gehäuse eingeschlossenen Flüssigkeit) nicht beeinträchtigt. Im KKB 1 wird ein anderer Armaturentyp eingesetzt, bei dem dieses Phänomen nicht auftritt. Damit war eine Nachrüstung wie im KKB 2 nicht erforderlich.

Im Restwärmesystem war die Dichtheit der Rückschlagklappe 10JAC 0818 nach dem Ersatz durch eine Reservearmatur wieder hergestellt.

Systeme der Sekundärseitigen Nachwärmeabfuhr

Sachverhalt

Die Sekundärseitige Nachwärmeabfuhr besteht aus dem Hilfsspeisewassersystem LSN, dem Notspeisewassersystem LSE, Notstand-Speisewassersystem LNA sowie der Frischdampf-Isolation, der Frischdampf-Druckentlastung und den Frischdampf-Sicherheitsventilen.

Im Jahre 2000 wurde im KKB1 das Notspeisewassersystem neu in Betrieb genommen.

Im Berichtszeitraum trat im November 2000 ein Befund am Notspeisewassersystem auf. Wegen Schwergängigkeit musste im KKB 1 der Pumpenläufer der Notspeisewasserpumpe ausgetauscht werden. Dabei wurden die Vorgaben der Technischen Spezifikationen zu den begrenzenden Betriebsbedingungen (LCO) eingehalten.

Im Gegensatz zum KKB 2, bei dem die zwei FD-Leitungen innerhalb des Sicherheitsgebäudes aus St 45.8 gefertigt sind, bestehen im KKB 1 die zwei FD-Leitungen durchgehend aus 13CrMo44.

Im Oktober 1992 wurde bei einer Prüfung der FD-Isolationsventile festgestellt, dass die Armatur B auf die manuelle Auslösung des Teilhubes nicht reagierte. Nachdem die gleiche Störung ein zweites Mal auftrat, wurden die Vorsteuerventile umgebaut.

HSK-Beurteilung

Mit der Inbetriebnahme des Notspeisewassersystems wurde auch für KKB 1 die Auflage A5 (Kap. 2) aus der Betriebsbewilligung¹ von 1994 für das KKB 2 erfüllt. Mit der Erfüllung der Auflage ist gewährleistet, dass beide Blöcke über die gleichen Sicherheitssysteme und über das gleiche hohe Sicherheitsniveau verfügen. Die durchgeführten Funktionsprüfungen ergaben im KKB 1 einen Befund, der gemäss Richtlinie HSK-R-15 als meldepflichtiges Vorkommnis einzustufen war. Mit dem Austausch des Pumpenläufers (Pumpeninnenteil) der Notspeisewasserpumpe wurde der auslegungsgemässe Zustand des Systems wieder hergestellt.

Die Funktion der FD-Isolationsventile wurde nach der Störung 1992 durch den Umbau der Vorsteuerventile verbessert. Dadurch wurde auch die Zuverlässigkeit der Armatur erhöht.

Systeme der Kernnotkühlung

Sachverhalt

Zu den Systemen der Kernnotkühlung gehören die Hochdruckeinspeisung, die Druckspeicher, der Borwasser-Vorratstank sowie die Sumpfwasserrezirkulation.

Bei fünf im Berichtszeitraum aufgetretenen Vorkommnissen im KKB 1, bei denen die Kernnotkühlung betroffen war, wurden die begrenzenden Betriebsbedingungen erreicht und entsprechende Massnahmen gemäss den Technischen Spezifikationen ergriffen. Es betraf die folgenden Vorkommnisse:

- Im November 1997 war anlässlich einer monatlichen Funktionsprüfung ein Handschieber im Einspeisestrang der NS-SE-Pumpe JSI 001-D geschlossen.
- Im Dezember 1997 misslang der Start der Rezirkulationspumpen JSI 0002-B und JSI 0002-D beim monatlichen Probelauf aufgrund eines Drahtbruches.
- Im Mai 1999 konnte die Armatur MOV 0884-B bei einem monatlichen Funktionstest in Folge eines losen Drahtes in einer Klemmverbindung des Steuerkreises nicht geöffnet werden.
- Im April 2000 wurde bei den Vorarbeiten zu einer Prüfung des Rezirkulationsstranges JSI 002-B/D ein Stromkabel beschädigt.
- Im Juli 2001 konnte Pumpe 10JSI 0001-C bei einem Probelauf der Sicherheitseinspeisepumpen wegen eines verschmutzten Kontakts in einem Steuerkreis nicht gestartet werden.

Zur Behebung der Probleme bei den elektrischen Klemmenverbindungen hat KKB eine Arbeitsanweisung erstellt, zusätzliche Mitarbeiterschulungen eingeführt und die Zugänglichkeit verbessert.

KKB kommt zu dem Schluss, dass die Sicherheits-Einspeisesysteme, unter Berücksichtigung der im Bewertungszeitraum durchgeführten Nachrüstungen und der ordentlichen Instandhaltung, alle sicherheitsrelevanten Funktionen zuverlässig erfüllen. Die Systeme wurden noch nie angefordert. Die periodischen Prüfungen haben einige Fehler aufgezeigt, die alle behoben wurden.

HSK-Beurteilung

Die durchgeführten Funktionsprüfungen ergaben mehrere Befunde, die aufgrund der Sicherheitsrelevanz der Systeme gemäss Richtlinie HSK-R-15 zu meldepflichtigen Vorkommnissen führten. Diese Vorkommnisse wurden von der HSK bereits im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 mit berücksichtigt und als Befunde von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung eingestuft.

Chemie- und Volumenregelsystem

Sachverhalt

Die sicherheitstechnischen Aufgaben des Chemie- und Volumenregelsystems sind die Borierung bzw. Notborierung des Reaktorkühlmittels und die Abdichtung der Reaktorhauptpumpen mittels Sperrwasser.

Im Berichtszeitraum wurden alle Anlageänderungen am Chemie- und Volumenregelsystems, die im KKB 2 durchgeführt wurden, auch im KKB 1 realisiert. Sie sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben.

Klassierte Vorkommnisse traten in der Berichtsperiode am System nicht auf. Ein Befund von sicherheitstechnischem Interesse betraf Risse an fehlerhaft ausgeführten Schweissnähten von Entlüftungsarmaturen.

HSK-Beurteilung

Bis auf geringe Unterschiede entsprechen sich die Chemie- und Volumenregelsysteme beider Blöcke. Die Pendeuz P45 aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2, die eine automatische Unterbrechung des Borverdünnungsvorgangs bei abgeschalteten Reaktorhauptpumpen einleitet, wurde auch im KKB 1 umgesetzt. Die detaillierte Beurteilung zum Chemie- und Volumenregelsystem im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 ist deshalb ebenfalls für KKB 1 vollumfänglich gültig. Das Chemie- und Volumenregelsystem hat alle Anforderungen für einen sicheren Betrieb erfüllt.

Systeme zur Brennelementlagerkühlung und Brennelementlagerreinigung

Sachverhalt

Das Brennelementlagerkühl- und -reinigungssystem (FAC) und das alternative Brennelementlagerkühlsystem (FEC) dienen der Reinigung und der Wärmeabfuhr aus den Brennelementlagerbecken. Die Systeme sind in beiden Blöcken gleich aufgebaut. Im Jahre 1996 wurden im KKB 1 Messungen zur Wärmeabfuhr des FAC durchgeführt, um die Kapazität des Systems nachzuweisen. Einige Messungen wurden im KKB 2 wiederholt oder unter geänderten Randbedingungen durchgeführt. Dabei wurde kein unterschiedliches Verhalten zwischen den Blöcken ausgewiesen.

HSK-Beurteilung

Das 1999 eingebaute FEC wurde im Rahmen der Pendeuz P27 aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 auch im KKB 1 realisiert. Die Systeme (FAC und FEC) sind in beiden Blöcken gleich aufgebaut. Die Messungen zur Kapazität der Wärmeabfuhr des FAC 1996 zeigten keine Hinweise auf Unterschiede. Die Beurteilung der Systeme im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zur Kühlung der Brennelementlager gelten somit ohne Einschränkung auch für KKB 1.

Zusammenfassende Beurteilung der Sicherheitssysteme

Die HSK-Beurteilung der Sicherheitssysteme erfolgte anhand der systemspezifischen Betriebserfahrung, den Technischen Spezifikationen des KKB sowie der Richtlinien HSK-R-06, HSK-R-15, HSK-R-101 und der Festlegung NE-14. Da die Anlage vor Inkrafttreten der Richtlinie HSK-R-101 gebaut wurde, wurde diese Richtlinie unter Berücksichtigung der entsprechenden Ausführungen aus dem HSK-Gutachten³ von 1994, Kap. 5.2.3.2 für die Beurteilung herangezogen.

Die Änderungen der Technischen Spezifikationen für die Sicherheitssysteme wurden in gleicher Weise für beide Blöcke durchgeführt, so dass sich die Technischen Spezifikationen weitgehend entsprechen.

In der Berichtsperiode wurden das Notspeisewassersystem (Auflage A4^y) sowie das alternative Brennelementlagerkühlsystem (Pendeuz P27^y) neu in Betrieb genommen. Zusätzlich wurden bei den Sicherheitssystemen die Auflage A5 und die Pendenzen P10, P11, P12, P14 sowie P15^y umgesetzt, wodurch das Sicherheitsniveau von KKB 1 in gleicher Weise wie für KKB 2 erhöht wurde. Andere Anlageänderungen wurden in der Regel in beiden Blöcken in gleicher Weise realisiert, so dass sich die Anlagen weitgehend entsprechen.

^y Auflagen und Pendenzen aus dem HSK-Gutachten von 1994 zum KKB 2, siehe auch Kap. 2, Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2

Die an den Sicherheitssystemen aufgetretenen Befunde hatten keine besondere Häufung oder Schwachstellen der Systeme oder deren Instandhaltung aufgezeigt.

Im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 werden keine Massnahmen für die Sicherheitssysteme in der Form von Auflagen oder Pendenzen gefordert. Aus der HSK-Beurteilung der Sicherheitssysteme zum KKB 1 ergeben sich ebenfalls keine Massnahmen. Die HSK bestätigt damit die Zuverlässigkeit der Funktion der Sicherheitssysteme.

6.6 Leitstellen und Mensch-Maschine-Schnittstellen

Sachverhalt

Zu den Leitstellen gehören der Kommandoraum, der Notstandleitstand und die verschiedenen Nebenleitstellen. Alle diese Leitstellen sind für beide Blöcke separat vorhanden. Die Mensch-Maschine-Schnittstellen bestehen aus den Bedien- und Überwachungseinrichtungen einschliesslich der Störfallinstrumentierung, sowie aus rechnerbasierten Unterstützungssystemen.

Alle Leitstellen sind in den beiden Blöcken grundsätzlich gleich aufgebaut und angeordnet. Im Hauptkommandoraum sind die Arbeitsplätze, die Bedienpulte und die zur Anlagenüberwachung wichtigsten Anzeigetafeln, welche das Schichtpersonal von seinen Arbeitsplätzen aus direkt beobachten kann. Dies gilt auch für die Bedien- und Überwachungseinrichtungen, der Störfallinstrumentierung und die Bildschirme der rechnerbasierten Unterstützungssysteme. Die Gesamtanordnung dieses Teils des Kommandoraums ist jedoch im KKB 2 gegenüber der Anordnung im KKB 1 von oben gesehen um 90° nach links gedreht. Die übrigen Anzeige- und Bedientafeln sind ebenfalls in beiden Blöcken gleich aufgebaut, aber im KKB 1 gegenüber KKB 2 unterschiedlich angeordnet.

Die Hauptkommandoräume wurden nach den gleichen Vorgaben in beiden Blöcken neu gestaltet. Die Notstandleitstände wurden mit der Realisierung des Notstandsystems beide gleich ausgelegt und erstellt. Alle Erneuerungen in den Nebenleitständen wurden jeweils in beiden Blöcken durchgeführt.

HSK-Beurteilung

Die Beurteilung der HSK zu den Leitstellen im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 ist für den Block 1 ebenfalls gültig, da die Leitstellen beinahe gleich aufgebaut sind. Die unterschiedliche Anordnung eines Teils der Anzeige- und Steuertafeln im Block 1 gegenüber Block 2 bereitet in der Praxis für das Bedienpersonal keine Probleme. Die Betriebsunterstützungssysteme wurden für beide Blöcke gemeinsam ausgelegt, verifiziert und validiert. Das dazugehörige Änderungsverfahren stellt sicher, dass alle Modifikationen für beide Blöcke identisch nachgeführt werden. Auch die Störfallinstrumentierung ist für beide Blöcke gleich ausgelegt. Alle Massnahmen, die aufgrund von Forderungen aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 durchgeführt wurden, wurden auch im KKB 1 realisiert.

Die HSK kommt zu dem Schluss, dass die Leitstellen und die Mensch-Maschine-Schnittstellen in beiden Blöcken gleichwertig sind. Die einschlägigen HSK-Richtlinien und -Empfehlungen und die anzuwendenden Normen und Richtlinien sind auch im Block 1 weitgehend erfüllt. Die Abweichungen zu den entsprechenden Normen bei der Störfallinstrumentierung sind im HSK HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 aufgeführt und als akzeptabel beurteilt worden.

6.7 Versorgungs- und Hilfssysteme

Nukleare Kühlwassersysteme

Den nuklearen Kühlwassersystemen von KKB 1 sind das Primäre Zwischenkühlwassersystem (KAC), das Primäre Nebenkühlwassersystem (PRW), das Sekundäre Zwischenkühlwassersystem (PKZ) sowie das Sekundäre Nebenkühlwassersystem (PRN) zugeordnet.

Sachverhalt

Das Primäre Zwischenkühlwassersystem (KAC) von KKB 1 ist identisch aufgebaut wie dasjenige von KKB 2. Sämtliche im KKB 2 durchgeführte Änderungen wurden auch im KKB 1 realisiert. Ein Vorkommnis im KKB 1, bei dem während der Revisionsabstellung 1999 aufgrund von Fehlmanipulationen inaktives, aber chromathaltiges KAC-Wasser auslief, hatte weder Auswirkungen auf die Anlage noch auf Personen. Die von KKB im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschriebenen gute Betriebserfahrungen mit dem Primären Zwischenkühlwassersystem sind auch für KKB 1 gültig.

Bezüglich des in beiden Blöcken identisch aufgebauten Primären Nebenkühlwassersystems (PRW) liegen im KKB 1 nur unwesentlich unterschiedliche Betriebserfahrungen im Bewertungszeitraum vor. Die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 erwähnten Anlageänderungen des PRW-Systems wurden in beiden Blöcken durchgeführt. Abweichend von der Betriebserfahrung im KKB 2 wurde 1999 eine Nichtverfügbarkeit der Primären Nebenkühlwasserpumpe 10PRW 0001-C von ca. 38 Stunden Dauer festgestellt, die im Wesentlichen durch Instandsetzungsarbeiten am zugeordneten Saugschieber verursacht wurde. Dieses Ereignis, bei dem die Anforderungen der Technischen Spezifikationen eingehalten wurden, wurde als Vorkommnis U eingestuft. Zudem mussten im KKB 1 im Jahre 2000 die Messblenden im Rücklauf der Containment-Umluftventilatoren aufgrund von Korrosionsschäden ersetzt werden. KKB bewertet das Betriebsverhalten des Primären Nebenkühlwassersystems als unproblematisch und zuverlässig. Dazu beigetragen haben auch systemtechnische und administrative Optimierungen (Betriebsvorschriften), die während des Bewertungszeitraums durchgeführt wurden.

Das Sekundäre Zwischenkühlwassersystem (PKZ) von KKB 1 weist im Vergleich zum KKB 2 weder Unterschiede hinsichtlich Systemaufbau, Änderungen, Vorkommnisse oder Betriebserfahrung auf.

Das Sekundäre Nebenkühlwassersystem (PRN) vom KKB 1 unterscheidet sich im Systemaufbau nur insofern vom KKB 2, als die bei KKB 2 vorhandene so genannte PRW-Notkühlwasserleitung fehlt, die eine Versorgung des Kühlwasserkollektors in Notfällen mit Kühlwasser aus KKB 1 ermöglicht. KKB bewertet die Betriebserfahrung mit diesem sicherheitstechnisch nicht klassierten System als gut, wobei der zuverlässige und problemlose Betrieb durch die hohe Verfügbarkeit bestätigt wird.

HSK-Beurteilung

Aufgrund des praktisch identischen Aufbaus der nuklearen Kühlwassersysteme und der gleichen Betriebserfahrung mit diesen Systemen im KKB 1 und KKB 2 treffen die HSK-Beurteilungen im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 auch für KKB 1 zu.

Die im KKB 1 fehlende PRW-Notkühlwasserleitung führte in der PSA zu einer Erhöhung der Kernschadenshäufigkeit von 2%, die von der HSK als gering bewertet wurde (vgl. Kap. 8). Die HSK stellt fest, dass diese Systeme ihre Sicherheitsfunktionen zuverlässig erfüllen.

Brunnenwassersysteme

Die Brunnenwassersysteme haben die Aufgabe, die Kühl- und Speisewasserversorgung sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten auch bei Einwirkungen von aussen sicherzustellen. Zu diesen Einrichtungen gehören das Brunnenwasser- (LBW) und das Notstand-Brunnenwassersystem (LNB).

Sachverhalt

Das Brunnenwassersystem (LBW) dient beiden Kraftwerksblöcken gemeinsam und besteht im Wesentlichen aus zwei parallel geschalteten Brunnenpumpen sowie den erforderlichen Verteilnetzen. Das System wurde deshalb bereits im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 eingehend behandelt.

Das Notstand-Brunnenwassersystem (LNB) von KKB 1 weist gegenüber KKB 2 keine wesentlichen Unterschiede im Systemaufbau auf. Im Gegensatz zum KKB 2, wo während der Beurteilungsperiode ein Ausfall der Notstand-Brunnenwasserpumpe bei einem Funktionstest verzeichnet werden musste, verliefen die Tests des LNB-Systems im KKB 1 immer störungsfrei. KKB bewertet das Betriebsverhalten der Notstand-Brunnenwassersysteme beider Blöcke als sehr gut, da bei mehreren hundert erfolgreichen Systemanläufen bei Funktionsprüfungen nur eine einzige Störung auftrat.

HSK-Beurteilung

Die Sicherheitsfunktion des Brunnenwassersystems, das von beiden Blöcken gemeinsam genutzt wird, wurde bereits im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 als zufriedenstellend beurteilt.

Aufgrund der marginalen Unterschiede bezüglich Systemkonfiguration und Betriebserfahrung mit dem Notstand-Brunnenwassersystem LNB trifft die HSK-Beurteilung im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 auch auf KKB 1 zu. Die HSK kommt dabei zu dem Schluss, dass das System ihre Sicherheitsfunktionen zuverlässig erfüllt.

Stromversorgung

Sachverhalt

Die elektrische Eigenbedarfs- und Notstromversorgung ist im KKB 1 grundsätzlich gleich aufgebaut wie im KKB 2 und wird durch interne und externe Stromquellen sichergestellt. Die ursprünglichen elektrischen Anlagen wurden durch gezielte Nachrüstungen in den letzten 10 Jahren modernisiert und erweitert mit dem Ziel die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Stromversorgung zu verbessern. Die wesentlichen Verbesserungen sind der Einbau der Generatorschalter, die Trennung der elektrischen und hydraulischen Systeme im Eigenbedarfs-Schaltanlagenraum, die neue, viersträngig aufgebaute Gleichstrom- und Wechselstromversorgung für das Reaktorschutzsystem und für die Neutronenflussmessung, die Neuaufteilung der 8-kV-Sammelschiene in zwei örtlich getrennte 8-kV-Sammelschienen mit fester Zuordnung von 6 bzw. 5 Generatoren im Wasserkraftwerk Beznau, das automatische Abschalten der Hauptspeisewasserpumpe vom Strang 4 im Notstromfall, dem Einbau einer zusätzlichen, geschützten Notstromversorgung im Rahmen der Nachrüstungen des Notstandsystems, der Ersatz von Schutz, Trafos und Erregung der Eigenbedarfsanlage. Alle diese Nachrüstungen sind detailliert im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben.

HSK-Beurteilung

Trotz einiger räumlicher Unterschiede in der Anordnung der einzelnen Redundanzen in der Eigenbedarfs- und Notstromversorgung betrachtet die HSK deren Separation und Redundanztrennung bei

beiden Blöcken als gleichwertig. Die geforderten Massnahmen, die aus den HSK-Gutachten³ von 1994 zum KKB 2 resultierten, wurden auch im KKB 1 durchgeführt.

Die HSK kommt zu dem Schluss, dass die elektrische Eigenbedarfs- und Notstromversorgung im KKB 1 weitgehend mit derjenigen in KKB 2 identisch aufgebaut ist, dem Stand der Technik entspricht und die Aufgaben aus heutiger Sicht aufgrund der Betriebsergebnisse zuverlässig erfüllt. In vielen Bereichen wurde die elektrische Ausrüstung ausgetauscht bzw. erweitert. Durch eine angemessene Instandhaltung wird dafür gesorgt, dass die Stromversorgung und deren Ausrüstungen ihre Aufgaben in beiden Blöcken zuverlässig erfüllen.

Lüftungsanlagen

Die in diesem Abschnitt behandelten Lüftungssysteme umfassen die Lüftung der nicht kontrollierten Zone, die Lüftung des Notstandgebäudes sowie die Lüftung des Hauptkommandoraumes und seiner Nebenräume.

Sachverhalt

Bezüglich der Lüftungsanlagen des Notstandgebäudes und der Lüftung des Hauptkommandoraumes und seiner Nebenräume kann festgestellt werden, dass keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich Systemaufbau, Anlageänderungen, Vorkommnissen und Betriebserfahrung zwischen KKB 1 und KKB 2 vorliegen.

Die Lüftungsanlagen der nicht kontrollierten Zone führen unter anderem auch die Wärme aus den Halonzonen mittels Umluftkühlern ab. Dabei sind die Halonzonen 1 und 2 dem KKB 1 zugeordnet, die Halonzonen 3 bis 5 dem KKB 2. Zur Verbesserung der Wärmeabfuhr aus diesen Zonen bei steigenden Flusswassertemperaturen im Sommer wurde die Möglichkeit geschaffen, die Umluftkühler mit Wasser aus der Trinkwasserversorgung zu kühlen. Neue, leistungsfähigere Umluftkühler wurden nur in der Halonzone 3 des KKB 2 installiert. Weitere relevante Unterschiede der Lüftungen der nicht kontrollierten Zonen beider Blöcke bestehen nicht, und auch die Betriebserfahrung ist im KKB 1 und KKB 2 identisch. Die KKB beurteilt die sicherheitsrelevante Funktion der Lüftungsanlagen der nicht kontrollierten Zone als verlässlich.

HSK-Beurteilung

Die Beurteilung der Lüftungstechnischen Anlagen der nicht kontrollierten Zone, des Notstandgebäudes sowie des Hauptkommandoraumes und seiner Nebenräume im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 trifft ohne Einschränkungen auch auf KKB 1 zu.

Steuerluftsystem, Notstand-Steuerluftsystem und Notstand-Sperrwassersystem

Das Steuerluftsystem (QIA), das Notstand-Steuerluftsystem (QNA) und Notstand-Sperrwassersystem (JNA) wurde unter Berücksichtigung der blockspezifischen Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 umfassend im Kapitel 6.9.5 und 6.9.6 des HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben und bewertet. Die dortigen Aussagen und Beurteilungen schliessen auch die Systeme des KKB 1 ein. So wurde eine Rückschlagklappe in einer Versorgungsleitung umgesetzt, damit die Steuerluftversorgung der zwei Ringraumabluftklappen bei Ausfall des Systems über Druckluftspeicher notversorgt ist. Im KKB 2 bestand diese Schaltung bereits. Für die Unterdruckhaltung im Ringraum ist die Versorgung der Ringraumabluftklappen von Bedeutung, weil sich diese bei Ausfall der Druckluft öffnen (fail open).

Hebezeuge

Die Hebezeuge mit sicherheitstechnischer Bedeutung des KKB 1 sind umfassend im Kapitel 6.9.7 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben und bewertet. Die dortigen Aussagen und Beurteilungen schliessen auch die entsprechenden Systeme des KKB 1 ein..

6.8 Technische Massnahmen gegen auslegungsüberschreitenden Störfälle

Die H₂-Abbausysteme, die gefilterte Druckentlastung und der Schutz des Betriebspersonals sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 in den Kapiteln 6.13.1, 6.13.2 und 6.13.3 für beide Blöcke behandelt. Die Beurteilung zum Schutz des Betriebspersonals basiert auf der Post-LOCA-Studie, die für die Gesamtanlage (beide Blöcke) erstellt wurde. Mit dem Einreichen der Post-LOCA-Studie wurde die Pendeuz P50 aus dem HSK-Gutachten³ von 1994 geschlossen.

Die Beurteilungen zum Kapitel „Technische Massnahmen gegen auslegungsüberschreitenden Störfälle“ (Kap. 6.13) des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 sind damit auch für KKB 1 ohne Einschränkung gültig.

6.9 Wasserchemie und Systeme zur Behandlung von Wasser und Abgasen

6.9.1 Wasserchemie und Radiochemielabor

Sachverhalt

Vom Radiochemielabor werden im KKB arbeitstäglich Wasserproben entnommen, die Inhaltsstoffe analysiert und registriert. Die Überwachung wird für KKB 1 und KKB 2 identisch durchgeführt. Die Vorgaben der technischen Spezifikationen für die Wasserqualität sind für beide Blöcke gleich. Änderungen der Vorgaben, z.B. für den pH_T-Wert, der Austausch der Dampferzeuger und die Titanberohrung der Kondensatoren wurden immer für beide Blöcke durchgeführt und sind im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben.

Im Gegensatz zum KKB 2 gab es im KKB 1 erhöhte Konzentrationswerte für Spaltprodukte im Primärwasser in den Jahren 1997 und 2000. Ursache dafür waren Brennelementschäden. Durch Sipping der Brennelemente konnten im Jahr 1997 drei und im Jahr 2000 vier Defekte Brennstäbe festgestellt werden. Ausserdem sind die Aktivitätskonzentrationen der Spaltprodukte im KKB 1 wegen der Brennstabschäden im ersten Betriebszyklus grundsätzlich höher als im KKB 2.

HSK-Beurteilung

Die Wasserqualität des Primär- und des Sekundärkreislaufes von KKB 1 wurde, wie bei KKB 2, im Laufe des Bewertungszeitraumes bezüglich der chemischen Inhaltsstoffe weiter optimiert. Es gelten daher die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gemachten Beurteilungen auch für KKB 1. Die Ausstattung der Chemielaboratorien und das Überwachungsprogramm des KKB sind zweckmässig und entsprechen dem aktuellen Stand der Technik.

6.9.2 Systeme zur Behandlung von Wasser

Zu den in beiden Blöcken identischen Systemen der Wasserbehandlung gehören die Systeme der Rohwasseraufbereitung und die Systeme der Reinigung der Wasserdampfkreisläufe. Die Systeme

der Abwasseraufbereitung (AURA) sind nur im KKB 1 vorhanden und werden für die Aufbereitung von Abwässern aus beiden Blöcken verwendet. Die Wasserbehandlung erfolgte ohne grössere Probleme und ist ausführlich im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 beschrieben und bewertet. Die Reinigungsanlage erfüllen die an sie gestellten Anforderungen.

6.9.3 Systeme zur Behandlung von Abgas

Sachverhalt

Zum Abgassystem gehören alle Einrichtungen, die Abgase aus den versorgten Komponenten sammeln und via zwei Gaskompressoren und Sammeltanks wieder in den Kreislauf zurückführen oder mit der Fortluft an die Umgebung abgeben. Die Systeme sind in beiden Blöcken identisch.

Das aus dem Rückstandsgassystem abgegebene Gasvolumen war in beiden Blöcken praktisch gleich gross. Auffallend ist der steigende Trend des Abgasvolumens von rund 4'000 m³ auf knapp 8'000 m³ pro Jahr. Es gibt bisher keine plausiblen Erklärungen für diese stetige Zunahme. Sowohl im Betriebsverhalten als auch in den Abfahrprozeduren der beiden Blöcke waren in den letzten Jahren keine signifikanten Änderungen zu verzeichnen, welche einen erhöhten Gasverbrauch (Stickstoff/Wasserstoff) zur Folge hatten. Obwohl weder Abgabelimiten noch sicherheitsrelevante Aspekte davon betroffen sind, wird vom KKB nach den Ursachen für diese Entwicklung gesucht.

Die mit dem Abgas abgegebene Aktivität weist im Gegensatz zum Volumen keinen steigenden Trend auf. Die Aktivitätsabgabe aus KKB 1 war im Mittel der zehn Jahre 25mal höher als aus KKB 2. Zurückzuführen ist dieser Unterschied auf die höhere Gasaktivität im Primärkühlmittel vom KKB 1. Auch die undichten Brennelemente während der Betriebszyklen 1996/1997 und 1999/2000 verursachten in diesen Jahren eine etwas höhere Aktivitätsabgabe.

HSK-Beurteilung

Das Abgassystem in seiner heutigen Form ist seit Ende 1990 in Betrieb. Die Erfahrung ist im Allgemeinen gut. Die höhere Gasaktivität des KKB 1 wird auch immer noch durch die massiven Brennelementschäden während des allerersten Zyklus verursacht.

Für den steigenden Trend des Abgasvolumens von rund 4'000 m³ auf knapp 8'000 m³ pro Jahr hat das KKB keine bisher plausible Erklärung. Die Ursache dafür wird gesucht. Da das grössere Abgasvolumen mit der Verkürzung der Lagerzeit in den Gasabklingtanks verbunden ist und damit mit einer höheren Emission radioaktiver Edelgase, legt die HSK Wert auf eine rasche Ursachenforschung.

Somit gilt die im Rahmen des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2 erfolgte Beurteilung inkl. der daraus folgenden PSÜ-Pendenz P 23/6.14-1 uneingeschränkt auch für KKB 1.

6.10 Strahlenmesstechnik

Sachverhalt

Die Strahlenmesstechnik besteht aus dem Aktivitätsüberwachungssystem DRMS (Digital Radiation Monitoring System), das die Ortsdosisleistungen innerhalb der Anlage und die Radioaktivität in der Raumluft, in der Zuluft von Räumen, in der Kaminfortluft, im Abwasser und in Kreisläufen überwacht. Neben dem DRMS kommen weitere Strahlenmesssysteme zum Einsatz, wie die Überwachung der Frischdampfleitung, die Emissionsüberwachung bei einer Containmentdruckentlastung, die Kontaminationsüberwachung von Personen und Materialien sowie die Personendosimetrie und Inkorporati-

onskontrolle. Die Strahlenmesstechnik ist im Block 1 grundsätzlich gleich aufgebaut wie im Block 2. Dies gilt auch für die Messsysteme, die der Störfallinstrumentierung zugeordnet sind. Ganz wenige Abweichungen hinsichtlich der Aufstellungsorte sind durch die unterschiedliche Nutzung von Räumen im KKB 1 und KKB 2 bedingt. Auch werden einige Messsysteme wie z. B. die Personenkontaminationskontrolle oder die Überwachung der radioaktiven Abwässer vom KKB 1 und KKB 2 gemeinsam benützt.

HSK-Beurteilung

Die Strahlenmesstechnik ist in beiden Blöcken gleich aufgebaut. Die Beurteilungen der einzelnen Messsysteme im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 gelten ohne Einschränkung auch für KKB 1. Die Strahlenmesstechnik im KKB 1 genügt bis auf die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 genannten Verbesserungsmassnahmen den Anforderungen der Strahlenschutzgesetzgebung. Die Liste der PSÜ-Pendenzen (PSÜ-P 24/6.15-1, PSÜ-P 25/6.15-2, PSÜ-P 26/6.15-3, PSÜ-P 27/6.15-4, PSÜ-P 28/6.15-5), welche dementsprechend auch für das KKB 1 einschliesslich der gültigen Termine gilt, ist im Kapitel 10 aufgeführt.

6.11 Flucht- und Interventionswege

6.11.1 Fluchtwege

Sachverhalt

Die Fluchtwege ermöglichen es, bei einer Gefährdung die Anlage schnellstmöglich und sicher zu verlassen. Dabei sollen die flüchtenden Personen keiner unzulässigen Gefährdung ausgesetzt werden und nach Möglichkeit auch keine radioaktiven Stoffe nach aussen verschleppen.

Das KKB hat ein Fluchtwegekonzept entwickelt, das im Berichtszeitraum überprüft und verbessert wurde.

HSK-Beurteilung

Das KKB überprüft seit 2001 das Fluchtwegekonzept und führt dabei technische und administrative Optimierungs- und Verbesserungsmassnahmen durch. Beispielsweise werden neu die Fluchtwege in den Plänen eingezeichnet und es soll für die Markierung aller Fluchtwege eine nachleuchtende Farbe angeschafft werden. Die HSK kommt zu dem Schluss, dass das Fluchtwegekonzept grundsätzlich durchdacht ist und die HSK Richtlinie R-07 entspricht. Sie sieht aber an einigen Stellen Optimierungsmöglichkeiten.

Die Fluchtrichtungen „erster und zweiter Wahl“ müssen in der Anlage deutlicher bezeichnet und auch dem Personal vermittelt werden. Ferner sollte bei den Notausgängen für das die kontrollierte Zone verlassende Personal Schuhüberzüge und Handschuhe bereitstehen.

Die Bedeutung der grünen Bodenmarkierungen (Orientierungshilfe oder Fluchtwegmarkierung?), die in gewissen Räumlichkeiten zu finden sind, muss klar definiert sein. Der heutige Zustand kann in Stresssituationen verwirrend wirken. Die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 formulierte Pendezenz PSÜ-P 29/6.16-1 gilt auch für KKB 1.

6.11.2 Interventionswege

Sachverhalt

Die Interventionswege stellen für die Wehrdienste, das Betriebspersonal (Schicht) und den Piketzingenieur ein schnelles Erreichen aller zur Personensicherung, Störungsbehebung und Störfallbeherrschung notwendigen Einsatzorte im Kernkraftwerk sicher.

Die Interventionswege werden von Feuerwehr und anderen Rettungskräften als vorbestimmte Wege für die Einsätze im betroffenen Gebäude benutzt. Die Wege sind grundsätzlich mit den Fluchtwegen identisch. Das KKB hat ein Interventionswegkonzept entwickelt, das im Berichtszeitraum überprüft und verbessert wurde. Das KKB kommt zum Schluss, dass das Interventionskonzept zum Ende der Berichtsperiode den dafür geltenden Anforderungen entspricht.

HSK-Beurteilung

KKB hat im betrachteten Zeitraum das Interventionskonzept für die Wehrdienste, das Betriebspersonal und den Piketzingenieur grundlegend neu erstellt. Das Interventionskonzept wurde von der HSK Ende 2000 überprüft, positiv beurteilt und freigegeben. Die Interventionsmöglichkeiten für Wehrdienste, Schichtgruppen und Piketzingenieure entsprechen heute den dafür geltenden Anforderungen.

7 Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen

Störfälle, die aufgrund der Erfahrung während der Lebensdauer eines Kernkraftwerks zu erwarten oder nach menschlichem Ermessen nicht auszuschliessen sind, werden unter dem Sammelbegriff Auslegungsstörfälle zusammengefasst. Für ein abdeckendes Spektrum von Auslegungsstörfällen ist nachzuweisen, dass die Anlage nach dem Eintreten des jeweils auslösenden Ereignisses möglichst automatisch in einen sicheren Zustand überführt wird und keine schwerwiegenden Auswirkungen in ihrer Umgebung auftreten. Dazu ist die Einhaltung der folgenden Schutzziele zu gewährleisten:

- Kontrolle der Reaktivität
- Kühlung der Brennelemente und Sicherstellung der langfristigen Nachwärmeabfuhr
- Einschluss der radioaktiven Stoffe
- Begrenzung der Strahlenexposition

7.1 Auslegungsstörfälle

Bei der Periodischen Sicherheitsüberprüfung für KKB 2 wurde das Anlageverhalten bei folgenden Gruppen von Auslegungsstörfällen von der HSK beurteilt und im HSK-Gutachten² vom März 2004 dokumentiert:

- Transienten
- Reaktivitätsstörfälle
- Kühlmittelverluststörfälle innerhalb des Containments
- Rohrbruch im Frischdampfsystem/Speisewassersystem
- Dampferzeuger-Heizrohrbruch
- Systemübergreifende interne Einwirkungen
- Externe Ereignisse

HSK-Beurteilung

KKB 1 und KKB 2 sind praktisch baugleiche Anlagen. Dies äussert sich auch darin, dass in den Sicherheitsberichten^{6,11} der beiden Blöcke das Anlagenverhalten bei Auslegungsstörfällen identisch behandelt wird. Dementsprechend bezieht sich das Kap. 7 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 für KKB 2 auf beide Blöcke. Die dort getroffenen Beurteilungen der HSK gelten somit uneingeschränkt auch für KKB 1. Massnahmen und Pendenzen, wie sie für KKB 2 abgeleitet wurden, gelten auch für KKB 1.

Unterschiede zwischen beiden Blöcken gibt es lediglich bei der Art und der Anzahl von Stöfallereignissen, die im Bewertungszeitraum auftraten. Es handelt sich dabei um Ereignisse, die in die Gruppe der Transienten und der Reaktivitätsstörfälle einzuordnen sind. Im Folgenden wird eine aktualisierte Zusammenstellung dieser Ereignisse vom 01.01.1992 bis 01.09.2004 gegeben:

- In beiden Blöcken kam es je einmal zu einer Transiente mit Reaktorschnellabschaltung durch hohen Füllstand in einem der beiden Dampferzeuger: 1999 im KKB 1 und 1994 im KKB 2.

- Mehrmals kam es zu Transienten mit Reaktorschnellabschaltung durch tiefen Füllstand in einem oder beiden Dampferzeugern: im KKB 1 fünfmal (1994, 1995, 1996, 1997, 2004) und im KKB 2 einmal (2001).
- Im KKB 2 kam es im Jahre 2003 zur Reaktorschnellabschaltung bei 12 % Reaktorleistung (Einturbinen-Betrieb). Wegen Ausfall der Speisewasserpumpe 1 und misslungener Umschaltung auf die Speisewasserpumpe 2 wurde die Turbine von Hand abgeschaltet. Durch zu tiefen Sicherheitsöldruck an beiden Turbinen bei Reaktorleistung > 10 % wurde die Reaktorschnellabschaltung ausgelöst.
- Zu einem fehlerhaften Öffnen der Frischdampf-Abblaseventile kam es im Jahre 2003 bei einem Test der Abblaseölpumpen im KKB 2. Durch zu hohen Frischdampf-Durchsatz und/oder zu tiefen Frischdampfdruck vor der Hauptabschliessung wurden auslegungsgemäss beide Turbogruppen abgeschaltet, was zur Reaktorschnellabschaltung und zur Frischdampfisolierung führte.
- Im KKB 2 kam es 1995 und 1997 zu einem Ausfall einer Hauptkühlmittelpumpe mit Reaktorschnellabschaltung durch tiefen Reaktorkühlmittel-Durchsatz.
- 1993 verursachte im KKB 2 ein Kurzschluss in der Steuerung der Steuerelementantriebe den Einfall der acht Steuerelemente der Regelbank A, was zunächst zu einer Reduktion der Reaktorleistung auf ca. 45 % der Nennleistung führte. Gemäss den Betriebsvorschriften wurde der Reaktor in der Folge von Hand abgeschaltet.
- 1993 führte im KKB 1 eine Fehlhandlung bei einer Prüfung der Steuerelement-Steuerung während des Leistungsbetriebs zum Stromunterbruch einer Steuerelement-Haltespule, was das Einfallen des entsprechenden Steuerelementes bewirkte. Dadurch löste das Reaktorschutz- und Regelsystem einen Turbinen-Lastrückschub aus.

Bei den vorstehend genannten Transienten- und Reaktivitätsstörungen war das Anlageverhalten auslegungsgemäss. Zur Vermeidung weiterer solcher Ereignisse wurden vom Betreiber geeignete Massnahmen ergriffen. Die obige Zusammenstellung der Störfallereignisse zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Blöcken hinsichtlich der Häufigkeit von Störfällen, die zu einer Reaktorschnellabschaltung führen.

7.2 Radiologische Auswirkungen von Auslegungsstörfällen

7.2.1 Zweck und Umfang der Analysen

Im Rahmen der Auslegung muss nachgewiesen werden, dass für alle während der Lebensdauer einer Anlage zu erwartenden und für alle nach menschlichem Ermessen nicht auszuschliessenden Ereignisse die Anlage so ausgelegt ist, dass dabei keine für die Bevölkerung der Umgebung unzulässigen Dosen auftreten. Für Einzelpersonen der Bevölkerung sind gemäss der im Berichtszeitraum gültigen Version der Richtlinie HSK-R-11 für Störfälle der Ereigniskategorie 1 maximal 0,2 mSv pro Jahr, für Störfälle der Ereigniskategorie 2 maximal 1 mSv und für Störfälle der Ereigniskategorie 3 maximal 100 mSv zulässig.

Da es sich bei KKB 1 und KKB 2 um baugleiche Anlagen handelt, sind die Nachweise, die im Rahmen des HSK-Gutachtens³ von 1994 zum Bewilligungsverfahren für KKB 2 durchgeführt worden waren, auch für KKB 1 gültig. Dies reflektiert sich auch in den Sicherheitsberichten der beiden

Blöcke, welche die radiologischen Auswirkungen von Auslegungsstörfällen identisch behandeln und die gleichen Folgedosen ausweisen.

Bei der periodischen Sicherheitsüberprüfung für KKB 2 wurden die radiologischen Auswirkungen der folgenden Auslegungsstörfälle vom Betreiber detailliert untersucht, von der HSK beurteilt und im HSK-Gutachten² vom März 2004 dokumentiert (siehe auch Tabelle 7.9.5-1).

Die Resultate der Überprüfung gelten uneingeschränkt auch für KKB 1. Von der bisherigen Praxis, die radiologischen Auswirkungen der Auslegungsstörfälle der beiden Blöcke zusammen zu betrachten, soll auch in Zukunft nicht abgewichen werden. Massnahmen und Pendenzen, wie sie für KKB 2 abgeleitet wurden und im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 festgehalten sind, gelten auch für KKB 1. Im Folgenden werden einige der wesentlichen Erkenntnisse aus den Beurteilungen zum KKB 2 zusammengefasst.

7.2.2 Aktivitätsinventar und Transport radioaktiver Stoffe in der Anlage

Details über das Aktivitätsinventar und den Transport radioaktiver Stoffe in der Anlage finden sich in Kapitel 7.9.1.1 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2.

HSK-Beurteilung

Der vom Betreiber für die radiologischen Störfallanalysen unterstellte Reaktorkern entspricht nicht dem Referenzkern des Sicherheitsberichtes⁶, er deckt aber radiologisch die aktuelle Betriebssituation im KKB 1 ausreichend konservativ ab. Damit hat der Betreiber die Pendezenz P41 des Gutachtens³ von 1994 erfüllt (vgl. Kapitel 2.1.2 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2).

Die eingesetzten Modelle zur Bestimmung der Konzentration der Radionuklide im Primär- und Sekundärkühlmittel entsprechen dem Stand der Technik, die eingesetzten Parameter sind ausreichend konservativ. Mit der Limitierung des Betriebes mit erhöhter Aktivitätskonzentration im Primärkühlmittel auf 7 Tage hat der Betreiber die Pendezenz P40 des Gutachtens³ von 1994 erfüllt (vgl. Kapitel 2.1.2 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2).

Im Vergleich zum NRC Regulatory Guide 1.183¹² wird der Anteil an organischen Ioden bei einigen Störfällen vom Betreiber zugunsten der elementaren Form unterschätzt. Da aber die organische Form für die Dosisberechnung in der Umgebung geringere Werte liefert, sind die Annahmen des Betreibers konservativ.

7.2.3 Atmosphärische Ausbreitung und Dosisberechnung

Details über die atmosphärische Ausbreitung und Dosisberechnung finden sich in Kapitel 7.9.1.2 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2.

HSK-Beurteilung

Die im Rahmen der radiologischen Störfallanalysen des Betreibers erforderlichen Ausbreitungs- und Dosisberechnungen wurden gemäss der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt. Die HSK hat die vom Betreiber unterbreiteten Störfallanalysen hinsichtlich Ausbreitungs- und Dosisberechnungen überprüft. Die HSK akzeptiert die verwendeten Rechenmethoden und erachtet die getroffenen Annahmen und Eingabeparameter insgesamt als konservativ.

Ausser beim Brennelement-Handhabungsstörfall wurden bei den Dosisberechnungen des Betreibers irrtümlicherweise die Inhalations-Dosisfaktoren für Arbeiter (ICRP-68¹³, StSV⁹ Anhang 3) statt für

Personen der Bevölkerung (ICRP-72¹⁴, StSV⁹ Anhang 4) verwendet. Abhängig vom betrachteten Störfall könnte daher die vom Betreiber berechnete Dosis durch Inhalation von Iod etwas unterschätzt werden. Da bei allen Störfällen jedoch die Ingestion von Iod wichtiger ist als die Inhalation von Iod, hat dies keinen nennenswerten Einfluss auf das Endergebnis.

7.2.4 Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen

Details zu den radiologischen Störfallanalysen der einzelnen Störfälle finden sich in Kapitel 7.9.2 des HSK-Gutachtens² vom März 2004 zum KKB 2.

HSK-Beurteilung

Bei den folgenden Störfällen ist die HSK mit der Modellierung des Störfalls und der Wahl der relevanten Parameter einverstanden:

- Dampferzeuger-Heizrohrbruch
- Frischdampfleitungsbruch
- Teilausfall der Eigenbedarfsversorgung
- Blockieren einer Hauptkühlmittelpumpe
- Fehlausfahren eines Kontrollstabes
- Bruch der Ablassleitung ausserhalb des Containments
- Versagen des Volumenausgleichtanks
- Störfall durch externe Ereignisse.

Die vom Betreiber und von der HSK ermittelten Folgedosen stimmen für diese Störfälle gut überein. Für den Störfall "Fehlöffnen eines Frischdampfventils" kam der Betreiber für das KKB 2 zu dem Schluss, dass der Betrieb bei einer erhöhten Primärkühlmittelkonzentration nur zulässig ist, wenn keine Dampferzeugerleckage über der Hälfte der gemäss Technischen Spezifikationen zulässigen Wertes vorliegt. Eine entsprechende Regelung wurde auch in die Technischen Spezifikationen¹⁵ von KKB 1 aufgenommen. Die HSK ist daher auch für diesen Störfall mit den Angaben des Betreibers einverstanden.

Beim Störfall "kleiner Kühlmittelverluststörfall" hat die HSK in ihren Analysen festgestellt, dass die Abscheidewirkung der Aerosolfilter für elementares Iod vom Betreiber zu hoch angesetzt worden ist. Sie hat den Wert korrigiert und erhält dadurch eine etwas mehr als doppelt so grosse Folgedosis wie der Betreiber. Die Dosislimite der HSK-Richtlinie R-11 wird aber eingehalten. Ansonsten ist die HSK mit der Störfallmodellierung einverstanden.

Die Störfälle "Stabauswurf" und "grosser Kühlmittelverluststörfall" wurden vom Betreiber gemeinsam analysiert, insbesondere wurden für beide Störfälle dieselben Schäden an den Brennstabhüllrohren unterstellt. Bei der Analyse dieser beiden Störfälle hat die HSK festgestellt, dass den Nebengebäude-Abluftfiltern eine zu grosse Iodrückhaltung unterstellt wurde. Bei Nachrechnungen der HSK mit den Modellen des Betreibers wurde die Filterwirkung angepasst und die Brennstoffschäden beim Stabauswurf auf den realistischeren Wert von 1 % korrigiert. Die Berechnungen zeigen, dass die Dosislimite der HSK-Richtlinie R-11 eingehalten werden. Ansonsten ist die HSK mit der Störfallmodellierung einverstanden.

Bei der Analyse des Störfalles "Brennelement-Handhabungsstörfall" kam der Betreiber zum Schluss, dass die Dosislimiten gemäss Richtlinie HSK-R-11 für diesen Störfall nur eingehalten werden können, wenn die Abluftanlagen des Brennelementlagers mit Aktivkohlefiltern nachgerüstet werden. Die HSK teilt diese Meinung und hat festgestellt, dass diese Aktivkohlefilter während den Brennelementhandhabungen in Betrieb sein müssen, damit die gewünschte Schutzwirkung erzielt wird (vgl. Kap. 9, *PSÜ-Pendenz PSÜ-P 31/7.9.2.6-1*).

Die HSK ist der Ansicht, dass die im Sicherheitsbericht dokumentierten Störfallanalysen auf der tatsächlichen Anlagenkonfiguration und der Langzeitstrategie für den Brennstoffeinsatz basieren müssen. Deshalb fordert die HSK, wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, die Erfüllung der *PSÜ-Pendenz PSÜ-P 32/7.10-1*, mit der eine Aktualisierung der Störfallanalysen des Sicherheitsberichts KKB 1 gefordert wird.

Als Beispiele von Störfällen mit radiologischen Auswirkungen in der Anlage hat der Betreiber die Störfälle "Brennelement-Handhabungsstörfall" und "Bruch der Ablassleitung ausserhalb der Containers" analysiert. Die HSK kommt bei beiden Störfallanalysen zum Schluss, dass der Schutz des Personals gewährleistet ist und dass die Dosislimiten gemäss StSV⁹ sicher eingehalten werden.

7.2.5 Zusammenfassende Beurteilung

Die Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen (siehe Tabelle 7.9.5-1) zeigen auf, dass die Auswirkungen in der Umgebung - unter Berücksichtigung der dargelegten Massnahmen und Änderungen - bei allen untersuchten Störfällen unterhalb den in der Richtlinie HSK-R-11 festgelegten Dosiswerten bleiben.

Die Ergebnisse der vom Betreiber und der HSK durchgeführten radiologischen Störfallanalysen stimmen gut überein. Die Unterschiede beim Stabauswurf, beim kleinen Kühlmittelverluststörfall und beim grossen Kühlmittelverluststörfall sind auf unterschiedliche Modellannahmen zurückzuführen. Die HSK plant, in nächster Zukunft die Anforderungen zur Berechnung von Quelltermen in einer neuen Richtlinie festzulegen.

Zusammenfassend stellt die HSK fest, dass das Sicherheitskonzept in Beznau zur Beherrschung der Auslegungsstörfälle geeignet ist. Damit ist auch gezeigt, dass die dazu benötigte Störfallinstrumentierung angemessen ist und dass die Grenzwerte für die Auslösung von Schutzfunktionen adäquat festgelegt sind.

Tabelle 7.9.5-1: Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen

Auslegungsstörfall	Maximale Dosis im ersten Jahr [mSv]		Belastungspfade und Nuklidgruppen*)	
	KKB-Analyse	HSK-Analyse	Wolkenphase	Bodenphase
Ereigniskategorie 1 (maximal 0,2 mSv zulässig)				
Teilausfall der Eigenbedarfsversorgung	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I , Ing/A
Dampferzeuger-Heizrohrbruch	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-2}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I , Ing/A
Fehlöffnen von Frischdampf-Abblaseventilen	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	Inh/I, Inh/A, Ext/E	Ing/I , Ing/A, Ext/A
Ereigniskategorie 2 (maximal 1 mSv zulässig)				
Blockieren einer Hauptkühlmittelpumpe	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I , Ing/A
Kleiner Kühlmittelverluststörfall	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I , Ing/A
Brennelement-Handhabungsstörfall	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-2}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I
Stabauswurf	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	Inh/I, Ext/E, Ext/A, Inh/A	Ing/I , Ing/A
Fehlausfahren eines Kontrollstabs	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	Ext/E , Ext/A, Inh/A	Ing/I, Ext/A, Ing/A
Dampferzeuger-Heizrohrbruch mit erhöhter Kühlmittelaktivität	$7,1 \cdot 10^{-1}$	$6,2 \cdot 10^{-1}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I , Ing/A
Fehlöffnen von Frischdampf-Abblaseventilen mit erhöhter Kühlmittelaktivität	$8,2 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$	Inh/I, Inh/A, Ext/E	Ing/I , Ing/A, Ext/A
Ereigniskategorie 3 (maximal 100 mSv zulässig)				
Versagen des Volumenausgleichstanks	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	Ext/E, Inh/I	Ing/I
Bruch der Ablassleitung ausserhalb Containment	$8,8 \cdot 10^{-2}$	$8,8 \cdot 10^{-2}$	Inh/I, Ext/E	Ing/I
Grosser Kühlmittelverluststörfall	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$9,3 \cdot 10^{-1}$	Inh/I, Ext/E, Ext/A, Inh/A	Ing/I , Ing/A
Frischdampfleitungsbruch	5,0	5,3	Inh/I, Inh/A	Ing/I , Ing/A, Ext/A
Störfälle durch externe Ereignisse	< 10,0	10,9	Ext/E, Inh/I, Inh/A	Ing/I , Ing/A, Ext/A

*) HSK-Analyse: Belastungspfade und Nuklidgruppen mit einem Beitrag zur Wolken- bzw. Bodendosis grösser ca. 1 % (wichtigster Pfad insgesamt **fett** hervorgehoben)

Ext = Externe Bestrahlung E = Edelgase
 Inh = Inhalation I = Jod
 Ing = Ingestion A = Aerosole (inklusive Edelgas-Töchter)

8 Auslegungsüberschreitende Störfälle

Über die Auslegungsstörfälle hinaus ist auch für auslegungsüberschreitende Störfälle Vorsorge zu treffen. Auslegungsüberschreitende Störfälle sind durch Mehrfachfehler in den zur Störfallbeherrschung vorgesehenen Sicherheitssystemen gekennzeichnet oder werden durch ein extrem seltenes Ereignis direkt ausgelöst. Als Folge kann es zu einer schweren Schädigung des Reaktorkerns, zu einem Versagen der bestehenden Rückhaltebarrieren und zu einer hohen Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung kommen. Über die auslegungsgemäss vorgesehenen Sicherheitssysteme hinaus existieren in den Schweizerischen Kernkraftwerken Richtlinien und Massnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen derartig schwerer Unfälle.

Mit der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) hat sich eine Analysemethodik etabliert, die eine umfassende quantitative Bewertung des Risikos schwerer Unfälle erlaubt. In der PSA werden die Auswirkungen eines breiten Spektrums von Ereignissen auf die Anlagensicherheit untersucht. Die hierbei unterstellten Ausfallannahmen von Sicherheitssystemen gehen weit über die den deterministischen Störfallanalysen zugrunde liegenden Ausfallannahmen hinaus. Anhand der Ergebnisse der PSA lässt sich sowohl das erreichte Sicherheitsniveau der Anlage als auch die Ausgewogenheit des anlagespezifischen Sicherheitskonzepts beurteilen. Terroranschläge oder Kriegshandlungen werden in der PSA üblicherweise nicht als Unfallursache analysiert. Gemäss Anforderung der Richtlinie HSK-R-48 ist von den Betreibern der Schweizerischen Kernkraftwerke im Rahmen der PSÜ eine mehrstufige PSA für unterschiedliche Anlagenzustände vorzulegen.

1) PSA der Stufe-1 für den Volllastbetrieb

In dieser Studie werden Unfallabläufe analysiert, die zu einer Beschädigung des Reaktorkerns führen. Als Ergebnis wird eine Kernschadenshäufigkeit pro Jahr ausgewiesen.

2) PSA der Stufe-2 für den Volllastbetrieb

Die PSA der Stufe-2 baut auf den Ergebnissen der PSA der Stufe-1 auf. In dieser Studie werden Unfallabläufe analysiert, die zu einem Versagen des Containments als letzte Rückhaltebarriere führen können. Als Ergebnis werden die Freisetzungshäufigkeit pro Jahr sowie Art und Umfang der freigesetzten radioaktiven Stoffe ausgewiesen.

3) PSA der Stufe-1 für Schwachlast und Stillstand

In dieser Studie werden Unfallabläufe analysiert, die zu einem Brennstoffschaden führen. Als Ergebnis wird eine Brennstoffschadenshäufigkeit pro Jahr ausgewiesen. Je nach Betriebszustand befindet sich der Reaktorkern noch im Reaktordruckbehälter oder ist in das Brennelementbecken ausgelagert.

Die von der NOK eingereichten PSA-Studien sind vornehmlich für das Bewilligungsverfahren des KKB 2 erstellt worden, dienen aber gleichzeitig als wichtige Dokumente für die Periodische Sicherheitsüberprüfung des KKB 1. Die eingereichten PSA-Studien sind von der HSK im Rahmen der Gutachterstellung zum Gesuch der NOK um Aufhebung der Befristung der Betriebsbewilligung¹⁶ des KKB 2 detailliert beurteilt worden. Da es sich bei den Blöcken des KKB um fast baugleiche Anlagen handelt, konzentriert sich die Beurteilung der HSK nachfolgend darauf, inwieweit die für KKB 2 erstellten PSA-Studien und die erzielten Ergebnisse auf KKB 1 übertragbar sind. Ausgehend von einer Kurzbeschreibung der eingereichten PSA-Studien werden die wesentlichen Auslegungsunterschiede beider Blöcke sowie deren Einfluss auf die Ergebnisse der PSA-Studien beurteilt. Eine detaillierte

Darstellung des Umfangs, der methodischen Vorgehensweise und der Ergebnisse der PSA-Studien ist dem HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 zu entnehmen

Eingereichte PSA-Studien

Im Frühjahr 2000 reichte die NOK eine aktualisierte PSA der Stufe-1 für den Volllastbetrieb (BERA-2000 Stufe-1) ein. Für einige spezielle Teilbereiche, wie die Datenerfassung, die Bewertung von Operateurhandlungen und die Brandanalyse wurden amerikanische Experten der Firma PLG/EQE im Unterauftrag hinzugezogen. Die BERA-2000 Stufe-1 umfasst die zwischen 1992 und 2000 in den beiden Blöcken des KKB durchgeführten Nachrüstungen. Dies betrifft insbesondere die Errichtung des Notstandsystems mit den Verbindungsmöglichkeiten zwischen dem KKB 1 und dem KKB 2, die Verbesserung der Notstromversorgung und die Errichtung eines Notspeisewassersystems. Die Auswertung der anlagenspezifischen Betriebserfahrungen reicht bis Ende 2001. Die Datenaktualisierung für die Jahre 1995 bis 2001 wurde der HSK im Dezember 2002 eingereicht und ist in den im PSA-Hauptbericht¹⁷ dargestellten Ergebnissen noch nicht berücksichtigt. Das aktualisierte PSA-Modell für den Volllastbetrieb umfasst die Betriebszustände zwischen 100% und 3% Leistung beim Abfahren der Anlage und zwischen 25% und 100% Leistung beim Anfahren der Anlage.

Ende 2002 reichte die NOK eine aktualisierte PSA der Stufe-2 für den Volllastbetrieb (BERA-2002 Stufe-2) ein, die in Kooperation mit der Firma Westinghouse erstellt wurde. Hierbei wurden neue Erkenntnisse über Phänomene bei schweren Unfällen, die von der Firma Westinghouse neu entwickelten und 2001 implementierten Richtlinien zur Begrenzung schwerer Unfälle sowie die im Jahr 2003 im KKB 2 installierten passiven, autokatalytischen Rekombinatoren berücksichtigt. Darüber hinaus wurden die PSA-Modelle der Stufe-1 und der Stufe-2 erstmals in einem Modell gekoppelt, um den gesamten Unfallablauf vom auslösenden Ereignis bis zur eventuellen Freisetzung radioaktiver Stoffe ganzheitlich abzubilden.

Im September 1998 reichte die NOK erstmalig eine PSA der Stufe-1 für Stillstand und Schwachlast ein (BESRA), die von der amerikanischen Firma PLG erstellt wurde. Die BESRA umfasst ein Schwachlast-Modell und ein Stillstand-Modell, die beide auf einem Anlagenmodell der Volllast-PSA der Stufe-1 aufbauen, das die Anlagenkonfiguration von 1996 reflektiert. Das Schwachlast-Modell umfasst die Betriebszustände von 3% Leistung beim Abfahren der Anlage bis zum Restwärmebetrieb und vom Restwärmebetrieb bis 25% Leistung beim Anfahren der Anlage. Das Stillstand-Modell bildet die Betriebszustände während des Restwärmebetriebs und des Brennelementwechsels ab. Die Auswertung der anlagenspezifischen Betriebserfahrungen reicht bis Ende 2001. Der Einfluss der Aktualisierung der Daten für die Jahre 1995 bis 2001 ist allerdings, wie bereits erwähnt, in den im PSA-Hauptbericht dargestellten Ergebnissen noch nicht berücksichtigt.

Angaben des Betreibers zur Übertragbarkeit der für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien auf KKB 1

Von der NOK sind die nachfolgend genannten anlagentechnischen Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 identifiziert worden:

- 1) Die Gleichstromschienen sind in den Räumen 1E402 und 2E405 der Nebengebäude des KKB 1 und des KKB 2 unterschiedlich angeordnet.
- 2) Im Gegensatz zu KKB 1 verfügt KKB 2 mit Zuschaltung der Notkühlleitung über einen zweiten Hauptkühlwassereinlauf.
- 3) Die Pumpe 7A des Chemie- und Volumenregelsystems von KKB 1 benötigt im Gegensatz zur entsprechenden Pumpe im KKB 2 keine Kühlung über das Primäre Nebenkühlwassersystem.
- 4) Der manuell zuschaltbare Kompressor QIA 3, der Verbraucher beider Blöcke mit Druckluft versorgen kann, ist im Maschinenhaus des KKB 1 untergebracht.

Nach Aussage der NOK sind mit Ausnahme zu dem unter 1) genanntem Unterschied keine weiteren Untersuchungen zu unterschiedlichen räumlichen Verteilungen elektrischer Ausrüstungen in den Nebengebäuden beider Blöcke durchgeführt worden. Die im Zusammenhang mit der Ertüchtigung der gesicherten Wechselstromversorgung (Projekt VITAL) durchgeführten Untersuchungen zum Brandrisiko in den Räumen 2E405 und 1E402 zeigen auf, dass das Brandrisiko ungeachtet der unterschiedlichen Anordnung der Gleichstromschienen in beiden Räumen als nahezu gleich zu bewerten ist. Aufgrund ähnlicher Grundsätze in der Auslegung der Nebengebäude wie auch bei der Kabelverlegung erwartet die NOK für KKB 1 deshalb ein vergleichbares Brandrisiko wie das für KKB 2 ausgewiesene.

Der unter 2) genannte anlagentechnische Unterschied ist von der NOK anhand des bestehenden PSA-Modells für KKB 2 untersucht worden. Die zur Zuschaltung des zweiten Hauptkühlwassereinlaufs erforderliche Operateurhandlung wurde als ausgefallen angesetzt, um somit die anlagentechnischen Verhältnisse im KKB 1 abzubilden. Hieraus ergibt sich eine 2%-ige Erhöhung der gesamten Kernschadenshäufigkeit.

Der Einfluss der übrigen anlagentechnischen Unterschiede auf die Kernschadenshäufigkeit ist nach Aussage der NOK vernachlässigbar, da die risikotechnische Bedeutung der jeweiligen Komponenten sehr gering ist.

HSK-Beurteilung

Die Schwerpunkte der Beurteilung liegen darin, ob die Darlegungen der NOK bezüglich der anlagentechnischen Unterschiede zwischen den Blöcken umfassend sind und ob die HSK der Abschätzung der Auswirkungen dieser Unterschiede auf die Kernschadenshäufigkeit folgen kann. Die HSK konzentriert sich bei der Beurteilung der Übertragbarkeit der PSA-Studien für das KKB 1 auf die einzelnen Analyseschritte der PSA-Studien, die im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum Gesuch der NOK um Aufhebung der Befristung der Betriebsbewilligung des KKB 2 im Detail bewertet worden sind. Da die Analyseschritte der PSA-Studien der Stufe-1 für den Vollastbetrieb und den Stillstand weitestgehend ähnlich sind, werden diese gemeinsam behandelt.

PSA-Studien der Stufe-1

Die Übertragbarkeit der im Rahmen der *Datenanalyse* ermittelten Zuverlässigkeitsdaten für das KKB 1 wird durch den von der NOK im Rahmen der PSÜ eingereichten Betriebserfahrungsbericht bestätigt. Der Bericht zeigt keine blockspezifischen Besonderheiten in Bezug auf die Anzahl von störfallauslösenden Ereignissen, von Befunden und Lastfällen wie auch in Bezug auf Arbeitsausnutzung und Zeitverfügbarkeit auf. Darüber hinaus sind die Instandhaltungs- und Revisionsstrategien in beiden Blöcken des KKB gleich.

Die *Analyse von Operateurhandlungen* ist ebenfalls auf KKB 1 übertragbar, da für beide Blöcke die gleichen Stör- und Notfallvorschriften verwendet werden und die Operateure beider Blöcke die gleichen Aus- und Weiterbildungsprogramme durchlaufen.

Die von der NOK aufgezeigten geringen anlagentechnischen Unterschiede zwischen den Chemie- und Volumenregelsystemen und den Steuerluftversorgungssystemen beider Blöcke erfordern keine Anpassung der im Rahmen der *Analyse interner Ereignisse* durchgeführten Systemanalyse. Die Ergebnisse des HSK-eigenen PSA-Modells bestätigen die Bewertung der NOK, dass die anlagentechnischen Unterschiede die ausgewiesene Kernschadenshäufigkeit nur unwesentlich beeinflussen. Da zudem die Systembetriebsweisen in beiden Blöcken gleich sind, ist die für KKB 2 durchgeführte Systemanalyse auf KKB 1 übertragbar. Gleiches gilt für die Ereignisablaufanalyse, da sich die Anlagenkonfigurationen während der Revisionen sowie die sicherheitstechnischen Auslegungskonzepte beider Blöcke nicht wesentlich unterscheiden. Mit dem Ersatz der Dampferzeuger im Jahr 1999 wurde KKB 2 des Weiteren so an KKB 1 angepasst, dass die thermohydraulischen Parameter beider Blöcke gleich sind. Damit sind die der Ereignisablaufanalyse zugrunde liegenden thermohydraulischen Analysen für beide Blöcke gültig.

Bei der *Analyse interner systemübergreifender Ereignisse* kommt der räumlichen Anordnung der sicherheitstechnisch relevanten Ausrüstungen eine besondere Bedeutung zu. Die beiden Blöcke des KKB weisen zwar keine grundsätzlichen Unterschiede in der Anordnung sicherheitstechnisch relevanter Räume auf, allerdings gibt es unterschiedliche Anordnungen sicherheitstechnisch relevanter Ausrüstungen innerhalb einzelner Bereiche der Maschinenhäuser und der Nebengebäude. Diese Unterschiede sind insbesondere bei der Bewertung der Übertragbarkeit der Ergebnisse der Analyse für interne Brände zu beachten, da die analysierten Raumbereiche nochmals in Raumabschnitte unterteilt worden sind, um die örtlichen Abhängigkeiten der Brandentstehung wie der Brandausbreitung abzubilden.

Bei den von der NOK explizit untersuchten Räume 2E405 und 1E402 handelt es sich gemäss den Ergebnissen der Brand-PSA um Räume, die lediglich einen geringen Beitrag zur Kernschadenshäufigkeit liefern. Unter Berücksichtigung der im Rahmen des Projektes VITAL durchgeführten verbesserten brandschutztechnischen Trennung der Gleichstromschienen in beiden Blöcken des KKB ist der Beitrag zur Kernschadenshäufigkeit beider Räume als äusserst gering einzuordnen, so dass die Unterschiede in der räumlichen Anordnung der elektrischen Ausrüstungen aus risikotechnischer Sicht unbedeutend sind. In diesem Punkt folgt die HSK der Bewertung der NOK. Allerdings kann aus Sicht der HSK aus dieser einen Untersuchung nicht geschlossen werden, dass die gewonnene Erkenntnis ohne weitere Analysen auf andere Räume übertragbar ist. Die HSK erachtet daher für die aus risikotechnischer Sicht wichtigen Räume im Maschinenhaus und Nebengebäude eine explizite Bewertung der Übertragbarkeit der Brandanalyse, wie sie für die Räume 2E405 und 1E402 durchgeführt worden ist, für erforderlich. Entsprechend den Ergebnissen der Brandanalyse handelt es sich im KKB 2 um die Räume 2E407, 2E408, 2E514 (vgl. Tabelle 8.1.6-2 im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2) und im KKB 1 um die Räume 1E407, 1E401, 1E514.

Für interne Überflutungen sind aus Sicht der HSK keine zusätzlichen Analysen erforderlich, da bei der Analyse interner Überflutungen alle sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen innerhalb der betroffenen Räume als ausgefallen beurteilt wurden, so dass deren raumspezifische Verteilung nicht von Bedeutung ist. Zudem ist insbesondere für den Volllastbetrieb die risikotechnische Bedeutung von internen Überflutungen deutlich geringer als die von internen Bränden (vgl. Tabelle 8.1.6-1 im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2).

Ähnlich wie für die internen systemübergreifenden Ereignisse bereits ausgeführt, sind räumliche Gesichtspunkte auch für die *Analyse externer Ereignisse*, und hier vor allem für die Erdbebenanalyse, bedeutend. Im Falle eines Erdbebens können unterschiedliche Raumaufteilungen und Ausrüstungsanordnungen dazu führen, dass entsprechende Komponenten beider Blöcke unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt sind. Zudem kann auch die seismische Tragfähigkeit dieser Komponenten, z.B. aufgrund unterschiedlicher Befestigungsvarianten, verschieden sein. Aus diesen genannten Gründen erachtet die HSK auch hier eine explizite Bewertung der Übertragbarkeit für erforderlich.

In Bezug auf die Analyse der Folgen eines unfallbedingten Flugzeugabsturzes können bauliche Unterschiede zwischen den beiden Blöcken die Trefferhäufigkeiten für sich entsprechende Gebäude beeinflussen. So sind im KKB 2 die Trefferhäufigkeiten für die Nebengebäude A und B im Vergleich zum KKB 1 etwas geringer einzuschätzen, da diese Gebäude durch das Borwasser-Vorratstank (BOTA)-Gebäude, das gegen die Einwirkungen von Flugzeugtrümmern ausgelegt ist, teilweise abgeschirmt sind. Andererseits ist im KKB 1 die Trefferhäufigkeit für das Maschinenhaus aufgrund seiner kleineren Abmessung geringer. Diese blockspezifischen Unterschiede heben sich zumindest teilweise auf und sind vor allem in Anbetracht des geringen Einflusses eines unfallbedingten Flugzeugabsturzes auf die Kernschadenshäufigkeit nicht wesentlich. Ferner beeinflusst die im KKB 1 fehlende Abschirmung des Nebengebäudes B (Brennelementlagergebäude) durch das BOTA-Gebäude aus Sicht der HSK die für den Volllastbetrieb ausgewiesene Brennstoffschadenshäufigkeit nur unwesentlich. Das BOTA-Gebäude schützt das Nebengebäude B des KKB 2 vor allem auf der Stirnseite gegen Flugzeugtrümmer. Aufgrund der Dicke der Brennelementlagerbeckenwände besteht in diesem Fall jedoch auch ohne zusätzliche Abschirmung durch das BOTA-Gebäude ein ausreichender Schutz der gelagerten Brennelemente. Zusätzliche Analysen zur Bewertung der Übertragbarkeit der Flugzeugabsturzanalyse sind somit nicht erforderlich.

Bei einer Verstopfung des Hauptkühlwassereinlaufs führt der von der NOK dargelegte anlagentechnische Unterschied bei der Ausführung der Hauptkühlwassereinläufe beider Blöcke zwar zu unterschiedlichen Risikobeiträgen, eigene Abschätzungen der HSK bestätigen jedoch, dass die von der NOK für KKB 1 im Vergleich zum KKB 2 ausgewiesene Erhöhung des Beitrags zur Kernschadenshäufigkeit als unwesentlich zu beurteilen ist.

Die Analysen zu den beiden weiteren für KKB 2 betrachteten externen Ereignissen (externe Überflutung und Wind) sind dadurch charakterisiert, dass als Folge des auslösenden Ereignisses der Verlust ganzer Anlagenbereiche unterstellt wird. Betroffen sind im Falle einer Überflutung des KKB-Areals vor allem die elektrischen Aussenanlagen und die Ausrüstungen im unteren Bereich des Maschinenhauses, im Falle von starken Sturmwinden und Tornados das gesamte Maschinenhaus mit sämtlichen darin untergebrachten Ausrüstungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der fast baugleichen Anordnung und Auslegung der Maschinenhäuser beider Blöcke sowie der darin nahezu identisch enthaltenen Ausrüstungen dieselben grossflächigen Ausfälle auch für KKB 1 zu unterstellen sind. Für KKB 1 sind somit annähernd die gleichen wie die für KKB 2 ausgewiesenen, geringen Beiträge zur Kernschadenshäufigkeit zu erwarten. Detaillierte Untersuchungen zur Bewertung

der Übertragbarkeit der Analysen für die Ereignisse externe Überflutung und Wind sind somit nicht erforderlich.

PSA-Studie der Stufe-2

Die konstruktive Ausführung, die Materialkennwerte sowie die der Auslegung zugrunde liegenden Lastfälle des Containments sind in beiden Blöcken gleich. Gleiches gilt auch für die Auslegung der mechanischen und elektrischen Durchführungen des Containments sowie für die Schleusen. Im Rahmen von Sonderprüfungen sind im Einspannbereich des Containments des KKB 1 Korrosionsangriffe festgestellt worden, die zu einer Schwächung der Wandstärke des Containments führten (vgl. Kapitel 6.4). Aus diesem Grund stellt die HSK die Übertragbarkeit der Ergebnisse der für KKB 2 durchgeführten *Analyse der Containmentkapazität* auf KKB 1 in Frage und erachtet eine spezifische Untersuchung zur Druckfestigkeit des Containments unter schweren Unfallbedingungen für erforderlich. Für die Durchführungen und Schleusen des Containments zeigen die Ergebnisse des Alterungsüberwachungsprogramms beider Blöcke keine Besonderheiten auf.

Die für KKB 2 durchgeführte *Analyse der Containmentbelastung* infolge der beim schweren Unfall auftretenden physikalischen und chemischen Phänomene ist zwar aufgrund gleicher thermohydraulischer Reaktorauslegung auf KKB 1 übertragbar, allerdings stellen die o.g. Erkenntnisse die Übertragbarkeit der ermittelten Containmentversagenswahrscheinlichkeiten in Frage.

Neben den Unfallphänomenen sind im Rahmen der *Containment-Ereignisablaufanalyse* für KKB 2 die Absperrungen der Durchführungen des Sicherheitsgebäudes, die Containment-Kühlsysteme sowie die dem Wasserstoffabbau dienenden passiven autokatalytischen Rekombinatoren berücksichtigt worden. Beide Blöcke des KKB verfügen über diese Ausrüstungen, die sich in der Auslegung nicht unterscheiden. Zudem werden für beide Blöcke die gleichen Unfallbegrenzungs-Richtlinien und Accident-Management Vorschriften zur Linderung schwerer Unfälle verwendet, so dass die Übertragbarkeit der Containment-Ereignisablaufanalyse gegeben ist.

Zur Bestimmung der den einzelnen Freisetzungskategorien zuzuordnenden radiologischen Quellterme wird in der *Quelltermanalyse* von einem für beide Blöcke des KKB abdeckenden Aktivitätsinventar im Kern ausgegangen. Die den Transportvorgang radioaktiver Stoffe wesentlich beeinflussenden Faktoren, wie Kernaufbau, Auslegungsparameter und Struktur des Reaktorkühlsystems und des Containments sind in beiden Blöcken praktisch identisch, so dass die Ergebnisse der Quelltermanalyse für KKB 2 auf KKB 1 übertragbar sind.

Zusammenfassende Beurteilung

Insgesamt gesehen kommt die HSK zu dem Ergebnis, dass die für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien der Stufe-1 und die erzielten Ergebnisse weitgehend auf KKB 1 übertragbar sind. Anhand der bestehenden PSA-Modelle konnte aufgezeigt werden, dass die von der NOK identifizierten anlagentechnischen Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 aus risikotechnischer Sicht unbedeutend sind. Allerdings ist die Übertragbarkeit der PSA-Studien der Stufe-1 für die Ereignisse Brand und Erdbeben noch durch ergänzende Analysen zu bestätigen. Für die Übertragbarkeit der PSA der Stufe-2 steht noch eine Bewertung der Druckfestigkeit des Containments des KKB 1 unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den Sonderprüfungen an. Da die Frage der Übertragbarkeit der PSA-Studien bisher nicht Gegenstand der PSA-Dokumentation ist, sind die diesbezüglich zusätzlich durchgeführten bzw. noch durchzuführenden Analysen dort aufzunehmen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 48/8-1: Übertragbarkeit der PSA-Studien auf KKB 1

Zur Bewertung der Übertragbarkeit der für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien auf KKB 1 ist im Detail zu untersuchen, welche Unterschiede zwischen den beiden Blöcken bestehen und abzuschätzen, welchen Einfluss diese auf die Kern- und Brennstoffschadenshäufigkeit sowie die Freisetzungshäufigkeit haben. Dabei sind insbesondere

- a) die Erkenntnisse aus Sonderprüfungen des Containments sowie
- b) die blockspezifischen Vorkehrungen gegen die Ereignisse interner Brand und Erdbeben

zu betrachten. Die Untersuchungsergebnisse sind in die Dokumentation der PSA-Studien aufzunehmen.

Der Teil a) der PSÜ-Massnahme ist von KKB bis Ende 2005 durchzuführen. Der Teil b) ist bis Ende 2007 durchzuführen.

Da die Übertragbarkeit der für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien auf KKB 1 weitgehend aufgezeigt ist, sind in dieser Stellungnahme bis auf die o.g. PSÜ-Massnahme keine weiteren eigenständigen PSÜ-Pendenzen für KKB 1 abgeleitet worden, welche die PSA-Studien betreffen.

9 Gesamtbewertung

Die Gesamtbeurteilung PSÜ KKB 1 entspricht in weiten Teilen der Gesamtbeurteilung aus den HSK-HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2. Dies ist durch die von der NOK für beide Blöcke gemeinsam erstellten PSÜ sowie durch den nahezu baugleichen Zustand der beiden Blöcke begründet. Zudem hat KKB eine für beide Blöcke gemeinsame Organisation der Arbeitsabläufe. Trotzdem wird nachfolgend eine vollständige Gesamtbeurteilung zur PSÜ KKB 1 gegeben, wobei auf die Besonderheiten von KKB 1 eingegangen wird. Nicht mehr beurteilt wird hingegen der Notfallschutz, da dieser für beide Blöcke identisch ist und die entsprechende Gesamtbeurteilung im HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2 somit auch für KKB 1 gültig ist.

9.1 Gesamtbewertung des Gesuchstellers

9.1.1 Erfüllung der Schutzziele nach der Richtlinie HSK-R-48

KKB hat die Gesamtbewertung des aktuellen Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau gemäss der Richtlinie HSK-R-48 im Wesentlichen schutzzielorientiert durchgeführt und aufgezeigt, dass die Schutzziele "Kontrolle der Reaktivität", "Kühlung der Brennelemente", "Einschluss der radioaktiven Stoffe" und "Begrenzung der Strahlenexposition" im Normalbetrieb und bei Auslegungsstörfällen eingehalten werden. Für die Darlegung der Einhaltung dieser Schutzziele macht KKB die nachfolgenden Feststellungen.

Schutzziel 1: Kontrolle der Reaktivität

Die Reaktorschnellabschaltung wird durch das Reaktorschutzsystem oder durch das diversitäre und unabhängige Notstandschutzsystem ausgelöst. Nach dem Einfallen der Steuerstäbe ist der Reaktor entsprechend den Vorgaben der Auslegung im heissen Zustand unterkritisch abgestellt, d.h. die zur Leistungserzeugung notwendige nukleare Kettenreaktion ist unterbrochen. Um die Anlage in den kalten, abgestellten Zustand überzuführen und um dem später einsetzenden Reaktivitätsanstieg aufgrund des Xenon-Zerfalls entgegen zu wirken, wird durch das Chemie- und Volumenregelsystem mittels Einspeisung von mit Bor angereichertem Kühlmittel zusätzlich Reaktivität abgebaut.

Im Störfall kann mit den Notborierpumpen und/oder einer Pumpe des Chemie- und Volumenregelsystems hochboriertes Kühlmittel aus den Borsäuretanks bzw. aus dem Borwasservorratsbehälter in den Primärkreislauf eingespeist werden, um die Unterkritikalität zu gewährleisten. Steht die Notborierung nicht zur Verfügung, kann mittels der Notstandsperrwasserpumpe hochboriertes Kühlmittel eingespeist werden. Zusätzlich können die Pumpen des dreifach redundanten Sicherheitseinspeisesystems nach Absenken des Reaktordrucks boriertes Kühlmittel aus dem Borwasservorratsbehälter in den Primärkreislauf fördern. Die Druckspeicher enthalten boriertes Kühlmittel, das im Falle eines Kühlmittelverluststörfalls beim Einspeisen auch die Unterkritikalität im Kern sicherstellt.

Die frischen und die abgebrannten Brennelemente werden im Trockenlager bzw. in den Brennelementlagerbecken mit nachgewiesener Unterkritikalität gelagert, d.h. hier kann eine nukleare Leistungserzeugung ausgeschlossen werden.

Schutzziel 2: Kühlung der Brennelemente

Die Kühlung der Brennelemente erfolgt im Normalbetrieb durch Zwangsumwälzung des Hauptkühlmittels, indem die von den Brennstäben erzeugte Wärme aufgenommen und in den Dampferzeugern

an die Sekundärseite zur Dampfproduktion abgegeben wird. Die Sekundärseite wird durch das Speisewassersystem versorgt. Beim abgestelltem Reaktor bzw. Ausfall der Speisewasserversorgung erfolgt die Bespeisung der Dampferzeuger durch das Hilfsspeisewassersystem, das Notstand-Speisewassersystem oder das nachgerüstete Notspeisewassersystem. Die Nachwärme wird in den Kondensatoren abgeführt. Bei Ausfall der Kondensatoren wird die in den Dampferzeugern anfallende Nachwärme über die Abblase- oder Sicherheitsventile der Dampferzeuger an die Umgebung abgegeben. Wenn infolge tiefer Reaktorkühlmittel-Temperatur (ca. 120–140 °C) der Wärmetransport über die Dampferzeuger nicht mehr signifikant ist, wird die Kühlung der Brennelemente primärseitig über das Restwärmesystem gewährleistet.

Steht die Sekundärseite zur Nachwärmeabfuhr nicht zur Verfügung, kann durch primärseitiges "Feed and Bleed", d.h. Druckentlastung über die Druckhalter-Sicherheits- und -Isolierventile und Bespeisen des Primärkreislaufs durch das Sicherheitseinspeisesystem, die Nachwärme direkt in das Containment abgegeben und abgeführt werden.

Im Falle eines Kühlmittelverluststörfalls wird die Kühlung der Brennelemente durch Einspeisung von Kühlmittel in den Primärkreislauf und durch Rezirkulation von Kühlmittel aus dem Containmentsumpf langfristig gewährleistet. Hierfür steht das Sicherheitseinspeisesystem mit Borwasservorratstank, dreifach redundanten Einspeisepumpen, zwei Druckspeicher sowie dreifach redundanten Rezirkulationspumpen zur Verfügung. Das vergrößerte Mehrfachgitter des Rezirkulationssumpfs wurde bereits vor dem Berichtszeitraum und vor dem Ereignis in Barsebäck im KKB installiert. Die im Nachgang zum Ereignis in Barsebäck durchgeführten Überprüfungen haben gezeigt, dass dank der vergrößerten Mehrfachgitter (gestufte Maschenweite) deren vollständige Verstopfung im Falle eines Kühlmittelverlusts ausgeschlossen werden kann und eine ausreichende Kernkühlung gewährleistet bleibt.

Für die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken steht das Brennelementlagerkühl- und Reinigungssystem zur Kühlung der gelagerten Brennelemente während des Leistungsbetriebes sowie während der Revisionsstillstände mit ausreichender Kapazität zur Verfügung. Mit der Nachrüstung des alternativen Brennelementlagerkühlsystems konnte die Kühlung der Lagerbecken hinsichtlich Verfügbarkeit verbessert werden.

Schutzziel 3: Einschluss radioaktiver Stoffe

Im Bewertungszeitraum traten sieben BE-Defekte bei KKB 1 auf, die eine einzige Lieferung von 12 MOX-BE betrafen. Als wahrscheinliche Ursache wurden Mängel bei der Fabrikation der Brennelemente durch die britische Firma BNFL ermittelt. Die Auslegung des KKW erlaubt einen Betrieb mit Brennstoffschäden, solange die Aktivität des Reaktorwassers unterhalb des entsprechenden Auslegungsgrenzwertes bleibt, der auch Bestandteil der Technischen Spezifikationen ist. Die Einhaltung dieses Grenzwertes war im Berichtszeitraum immer gegeben.

Die seismische Requalifikation und die Ertüchtigungen bezüglich der mechanischen Folgen bei Brüchen hochenergetischer Leitungen sowie der Leck-vor-Bruch-Nachweis für die Hauptkühlmittelleitungen und die Gehäuse der Reaktorhauptpumpen sind Massnahmen, um die Integrität der druckführenden Umschliessung zu gewährleisten. Im Beurteilungszeitraum sind an der druckführenden Umschliessung des Reaktorkühlkreislaufs keine unzulässigen Leckagen aufgetreten. Mit dem Austausch der Dampferzeuger 1993 wurde das Problem von Leckagen an den Dampferzeugerheizrohren bereits frühzeitig gelöst. Im Rahmen der Wiederholungsprüfprogramme werden am Reaktordruckbehälter, am Reaktordruckbehälterdeckel und an den Hauptkühlmittelleitungen zerstörungsfreie Wiederholungsprüfungen durchgeführt. Es sind keine unzulässigen Anzeichen beobachtet worden. Der

Nachweis der Integrität des Primärkreislaufs wurde 2004 durch eine Druckprobe erbracht. Dabei wurde der Primärkreis mit einem Druck beaufschlagt, der dem 1,25-fachen des Auslegungsdrucks entspricht.

Das Containment-Umluftkühlsystem, das Containmentsprühsystem und das H₂-Abbausystem dienen im KKB dem Schutz der Integrität des Containments bei Störfällen. Die Containmentisolation und die Ringraumunterdruckhaltung haben bei Störfällen die Aufgabe, den Austritt radioaktiver Stoffe an die Umgebung zu verhindern.

An den Dichtungen der Hauptschleusen traten im Beurteilungszeitraum mehrfach Leckagen auf, die durch Austausch der Dichtungen behoben werden konnten. Die Durchdringungen des Primärcontainments werden periodisch individuell auf Dichtheit geprüft. Die Summe der Leckraten lag unter dem zulässigen Wert.

Die Dichtheit des Containmentsystems wurde letztmals 2004 durch einen integralen Leckratentest nachgewiesen. Die gemessene Leckrate betrug etwa ein Viertel des zulässigen Wertes.

Schutzziel 4: Begrenzung der Strahlenexposition

KKB berichtete, dass der radiologische Zustand der Anlage generell sehr gut ist. Die Strahlenpegel sind in den oft begangenen Gebieten und den Anlageräumen seit 1992 auf einem nahezu unverändert niedrigen Niveau geblieben. Die kontrollierte Zone war immer in einem sauberen Zustand; auftretende Kontaminationen wurden klar gekennzeichnet und so rasch wie möglich beseitigt.

Die für die radiologische Überwachung der Anlage eingesetzten Messgeräte entsprechen dem Stand der Technik. Das Qualitätssicherungsprogramm für die eingesetzten Strahlenmessgeräte erfüllt die Anforderungen nach der Richtlinie HSK-R-47. Das Routineüberwachungsprogramm ist zweckmässig und hat sich nach den Erfahrungen der letzten zehn Jahre bewährt.

Auf Grund von wirkungsvollen ALARA-Massnahmen konnten die Kollektivdosen seit 1990 sowohl für die Stillstandsarbeiten als auch für den Betrieb deutlich gesenkt werden (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 5.6.3). Die durchschnittliche Individualdosis im Beurteilungszeitraum betrug ca. 1 mSv pro Jahr, die höchsten Individualdosen lagen seit 1994 nie über 15 mSv pro Jahr und somit unter dem Grenzwert für beruflich strahlenexponiertes Personal nach Strahlenschutzverordnung (StSV). Die Dosimetriestelle des KKB erfüllt die Anforderungen der StSV, der Dosimetrieverordnung und der einschlägigen HSK-Richtlinien.

Die mit der Abluft und dem Abwasser erfolgten Aktivitätsabgaben waren im Beurteilungszeitraum gering. Die im Abgabereglement und in der Betriebsbewilligung des KKB festgelegten Abgabegrenzwerte wurden nur zu einem kleinen Teil ausgeschöpft.

Das Messprogramm in der Umgebung des KKB erfüllt die Vorgaben des Abgabereglements. Durch den Betrieb des KKB traten keine Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten und keine signifikante Erhöhung der Dosen in der Umgebung auf.

Gemäss den Störfallanalysen werden die relevanten Dosisgrenzwerte für das Personal und die Bevölkerung in der Umgebung bei Auslegungsstörfällen eingehalten.

9.1.2 Bewertung der Sicherheitskultur durch den Gesuchsteller

Gemäss der Richtlinie HSK-R-48 hat der Gesuchsteller nebst der Erfüllung der Schutzziele mittels technischer und organisatorischer Einrichtungen auch aufzuzeigen, wie die Sicherheitskultur im Werk aufgebaut und gelebt wird. Spezifisch für Kernkraftwerke versteht man unter Sicherheitskultur die

Gesamtheit von Eigenschaften und Grundeinstellungen, die in einer Organisation und beim Einzelnen dazu führen, dass mit Priorität den Anliegen der nuklearen Sicherheit die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird (HSK-Gutachten² vom März 2004 zum KKB 2, Kap. 4.6).

Das KKB kommt zum Schluss, dass in den für die Sicherheitskultur besonders relevanten Bereichen Vorgaben vorhanden sind, welche die Anforderungen an Elemente eines Sicherheits-Management-Systems weitgehend erfüllen, obwohl kein explizites Sicherheits-Management-System formuliert ist. Dieses ist implizit im Qualitäts-Management-System und im Umwelt-Management-System enthalten. Mit der geplanten Verbindung von Qualitäts-Management-System, Umwelt-Management-System und Arbeitssicherheits-Management-System zu einem Integrierten Management-System wird nach Einschätzung des KKB belastbarer überprüfbar sein, dass das Management-System die Anforderungen an ein Sicherheits-Management-System erfüllt. Die Belegschaft des KKB befindet sich bezüglich einer sicherheitsbewussten und sicherheitsgerichteten Denk- und Handlungsweise auf dem richtigen Weg, wobei die Anstrengungen zur Förderung des Sicherheitsbewusstseins kontinuierlich weitergeführt werden.

9.1.3 Nachrüstungen, Verbesserungen und Erneuerungen

Die Modernisierungen der Anlage in der Vergangenheit dokumentieren, dass das KKB laufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst wurde. Der Sicherheitsstatus der Anlage hat sich damit seit der Inbetriebnahme deutlich verbessert. Für die letzten 10 Jahre sind die folgenden Nachrüstungen und Verbesserungen und Erneuerungen für KKB 1 zu nennen:

- Inbetriebnahme des Notstandsystems 1993 (NANO-Projekt),
- verschiedene seismische Verstärkungen an Bauwerken und Systemen,
- Austausch der Dampferzeuger im Jahre 1993 zusammen mit Teilen der Hauptkühlmittelleitungen,
- Ersatz der Hochdruckturbinen mit besserem Wirkungsgrad im Jahr 1995,
- räumliche Trennung der elektrischen von den wasserführenden Systemen im Bereich Schaltanlage,
- Neuausrüstung des Kommandoraums einschliesslich ANIS und COMPRO,
- Ersatz des Reaktorschutz- und des Safeguard-Systems, bei welchem die Prüfbarkeit der Sicherheitsleittechnik signifikant verbessert wurde (die Umsetzung entspricht der Auflage A4 der Betriebsbewilligung KKB 2 von 1994, vgl. Kap. 2),
- Bau des Notspeisewassersystems zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Bespeisung der Dampferzeuger in Stör- und Notfällen (die Umsetzung entspricht der Auflage A5 der Betriebsbewilligung KKB 2 von 1994, vgl. Kap. 2),
- Verbesserung der Notstromversorgung ab Hydrowerk (Kap. 2, die Umsetzung entspricht der Auflage A6 der Betriebsbewilligung KKB 2 von 1994, vgl. Kap. 2),
- Strangweise Zuordnung der elektrischen Verbraucher und Eliminierung von Querverbindungen und Verknüpfungen in der Eigenbedarfsanlage (die Umsetzung entspricht der Auflage A6 der Betriebsbewilligung von 1994, vgl. Kap. 2)

9.1.4 Ausblick auf die Betriebsperiode bis zur nächsten Periodischen Sicherheitsüberprüfung 2012

Zur vorausschauenden Bewertung des zukünftigen Sicherheitsstatus macht KKB die folgenden Aussagen:

- Die Anlage ist in einem einwandfreien Zustand. Die Systeme haben sich im Betrieb bewährt. Die Anlage ist während der Berichtsperiode in wichtigen Bereichen modernisiert worden. Das Alterungsüberwachungsprogramm, die Instandhaltung und die Wiederholungsprüfungen gewährleisten einen sicheren Betrieb der Anlage auch in der Zukunft.
- KKB verfolgt den Stand von Wissenschaft und Technik durch Auswertung der Fachliteratur, Teilnahme an Fachkonferenzen, Mitarbeit in nationalen und internationalen Organisationen, Erfahrungsaustausch mit anderen Betreibern und Vergleiche mit anderen Anlagen der gleichen oder ähnlichen Bauart. Das Nachrüsten und die Erneuerungen der Sicherheitssysteme und Ausrüstungen haben die Anlage weitgehend dem Stand der Technik angeglichen.
- In der Berichtsperiode wurden zahlreiche Funktions- und Know-how-Träger durch jüngere Kräfte ersetzt, die durch spezielle Ausbildungsprogramme auf ihre Tätigkeit vorbereitet wurden. Die personellen Voraussetzungen für einen sicheren Weiterbetrieb der Anlage sind damit gegeben.

9.2 Beurteilung der HSK

Der sichere und störungsarme Betrieb eines Kernkraftwerks ist ein wesentliches Element des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Beim gestaffelten Sicherheitskonzept wird versucht, ein Vorkommnis auf die jeweilige Sicherheitsebene Normalbetrieb, Betriebsstörung, Zwischenfall/Unfall zu begrenzen und zu beherrschen. Bei auslegungsüberschreitenden Störfällen sind die Auswirkungen zu begrenzen. Mit dem gestaffelten Sicherheitskonzept kann eine hohe Sicherheitsvorsorge erreicht werden, wenn nachweislich auf jeder Ebene die notwendigen Massnahmen ergriffen werden. In welcher Weise diese Massnahmen im KKB umgesetzt sind, wird in der nachfolgenden Gesamtbeurteilung der HSK dargestellt. Aus der Betriebserfahrung der Gesamtanlage und der einzelnen Systeme und Komponenten können wichtige Rückschlüsse auf die Erfüllung der beiden ersten Sicherheitsebenen, die Ebenen des Normalbetriebs und der Betriebsstörungen, gezogen werden. Zwischenfall/Unfall sowie auslegungsüberschreitende Störfälle sind Gegenstand von deterministischen bzw. probabilistischen Störfallanalysen.

Nicht nur technische und organisatorische Massnahmen auf allen Sicherheitsebenen sind für den sicheren Betrieb eine notwendige Voraussetzung, sondern auch eine gelebte Sicherheitskultur. Deshalb ist ein wirksames Sicherheits-Management – definiert als Gesamtheit aller organisatorischen Massnahmen zur Förderung einer starken Sicherheitskultur und Erreichung eines hohen Sicherheitsniveaus – eine zentrale Anforderung.

9.2.1 Sicherheitskultur und Sicherheitsmanagement

Die vom KKB verfolgte Strategie, Sicherheit im Rahmen eines Integrierten Management-Systems zu gewährleisten, entspricht dem Ansatz von INSAG-13, Sicherheit nicht von anderen Geschäftstätigkeiten getrennt zu behandeln. Sicherheit ist im Kraftwerksreglement des KKB als prioritäres Ziel verankert und hat insbesondere in der Ausbildung des Personals und in Weisungen und Vorschriften eine zentrale Bedeutung. Damit ist der in der Richtlinie HSK-R-48 unter Punkt 5.4 geforderte Nachweis erbracht, dass der Sicherheit Priorität unter allen betrieblichen Zielsetzungen eingeräumt wird.

Die zur Etablierung einer geeigneten Sicherheitskultur erforderlichen Sicherheits-Management-Elemente sind im KKB vorhanden. Durch das Qualitäts-Management-System, Umwelt-Management-System, Arbeitssicherheits-Management-System und das im Aufbau begriffene Integrierte Management-System wird die korrekte Umsetzung und ständige Verbesserung aller sicherheitsrelevanten Prozesse sichergestellt.

Die HSK beurteilt die im KKB eingesetzte Sicherheits-Management-Strategie als gut und den internationalen Empfehlungen entsprechend. Das im Aufbau begriffene Integrierte Management-System verspricht, dass auch in Zukunft die Sicherheit auf allen organisatorischen Ebenen die erforderliche Priorität hat.

Die in der Anlage gelebte Sicherheitskultur sowie das umgesetzte Sicherheitsmanagement spiegeln sich in einer guten Betriebserfahrung wieder, wie dieses im folgenden Kapitel weiter ausgeführt wird.

9.2.2 Betriebserfahrung der Gesamtanlage

Die Auswertung der Betriebserfahrung des KKB 1 zeigt im Berichtszeitraum, dass Zwischenfälle und Unfälle zuverlässig vermieden wurden. Im Berichtszeitraum ereigneten sich lediglich Vorkommnisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung oder von sicherheitstechnischem Interesse. Der sichere Betrieb der Anlage wird auch durch die geringe Anzahl an Reaktorschnellabschaltungen (im Mittel eine pro Jahr) bestätigt, wobei eine sinkende Tendenz feststellbar ist.

Die Anforderungen der Technischen Spezifikationen wurden im Berichtszeitraum für KKB 1 bis auf eine Ausnahme erfüllt. Die HSK bewertet die Vorkommnisauswertung durch KKB als weitgehend und umfassend. Die Anzahl der Vorkommnisse aufgrund menschlicher Fehlhandlungen beurteilt die HSK für den zehnjährigen Berichtszeitraum immer noch als gering. Aus sicherheitstechnischer Sicht kann die Betriebsführung von der HSK als gut beurteilt werden.

Die radiologische Situation in der Anlage hat sich im Bewertungszeitraum signifikant verbessert. Dank den Optimierungsmassnahmen des Strahlenschutzes und konsequenter Anwendung des ALARA-Prinzips, aber auch aufgrund verkürzter Revisionsdauern, konnten die Individual- und Kollektivdosen deutlich gesenkt werden. Die gesunkenen Werte belegen die wirkungsvolle Arbeit des KKB-Strahlenschutzes und die Erfüllung des entsprechenden Artikels in der StSV, der eine Optimierung des Strahlenschutzes verlangt. Dennoch ist durch die Anpassung an den aktuellen Stand der Technik eine weitere Optimierung des Strahlenschutzes in einzelnen Arbeitsgebieten möglich.

Bei der Bewertung der Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt muss zunächst festgehalten werden, dass sämtliche bewilligten Abgabelimiten in der Beurteilungsperiode eingehalten wurden. Ein Vergleich der Abwasserabgaben des KKB mit den Werten anderer europäischer DWR zeigt jedoch, dass die flüssigen Abgaben des KKB über dem Mittelwert der anderen Anlagen liegen. Hier sind noch Anstrengungen erforderlich, um die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser mindestens auf den eben genannten Mittelwert zu reduzieren.

Bei den Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Abluft kann festgehalten werden, dass die Aktivitätsabgaben auf tiefem Niveau lagen und dass die tatsächlichen Abgaben in der Regel unterhalb 1-2% der Jahresabgabelimiten liegen.

Bei der Bewertung der Betriebserfahrungen des KKB 1 während des Berichtszeitraums kommt die HSK zum Schluss, dass der sichere Anlagenbetrieb jederzeit gewährleistet war und der Sicherheit der Anlage immer Priorität eingeräumt wurde. Dem KKB kann eine umsichtige Betriebsführung be-

scheinigt werden, die zu einer sehr guten Verfügbarkeit der Anlage mit wenigen störungsbedingten Abschaltungen geführt hat.

9.2.3 Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten

Die sicherheitsrelevanten Gebäude, Systeme und Komponenten haben im Berichtszeitraum ihre Funktionen zuverlässig erfüllt und entsprechen den Anforderungen für den sicheren Betrieb der Anlage. In einzelnen Bereichen hat die HSK Handlungsbedarf erkannt und Verbesserungspotential identifiziert um sicherzustellen, dass dies auch für die nächste Beurteilungsperiode gewährleistet ist.

Die Sicherheitssysteme zeigten im Berichtszeitraum eine gute Verfügbarkeit. Die HSK bewertet das Funktions- und Wiederholungsprüfprogramm sowie die vorbeugenden und störungsbedingten Instandhaltungsmassnahmen im KKB als den Anforderungen entsprechend. Bei Prüfungen wurden wenige Befunde von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung festgestellt.

Die HSK stellt fest, dass die Konzepte zum Blitz- und Brandschutz sowie das Konzept der Interventions- und Fluchtwege die gültigen Anforderungen erfüllen.

Durch gezielte Anlageänderungen (s. Tabelle 3.3-1) konnte das Sicherheitsniveau des KKB 1 deutlich verbessert und in weiten Bereichen an den Stand der Technik angepasst werden. Die Anlageänderungen bestanden zum Teil im Ersatz bestehender Komponenten, in der seismischen Ertüchtigung von Gebäuden und Systemen sowie im Austausch und in der Nachrüstung ganzer Systeme.

Die Auflagen aus der Betriebsbewilligung für KKB 2 und die Pendenzen aus dem HSK-Gutachten von 1994 wurden im Berichtszeitraum auch für KKB 1 erfüllt (Kap. 2). Teilweise ist KKB über die Forderungen der HSK hinausgegangen und hat dabei Teile oder ganze Systeme modernisiert.

Die HSK-Stellungnahme zur PSÜ KKB 1 hat gezeigt, dass die beiden Blöcke des KKB hinsichtlich ihrer Gebäude, Systeme und Komponenten nur sehr geringe Unterschiede aufweisen, die auf die Sicherheit praktisch keinen Einfluss haben.

Mit der PSÜ-Pendenz PSÜ-P 47/6.4-1 zur Bewertung, Erfassung und Vermeidung eines weiteren Fortschritts der Korrosion am Containment von KKB 1 wird dem Zustand des Containments Rechnung getragen und gewährleistet, dass ausreichend Vorsorge für einen sicheren weiteren Betrieb getroffen ist. Mit den geforderten Massnahmen in den PSÜ-Pendenz PSÜ-P 45/6.3-1 und PSÜ-P 46/6.3-2 werden Abklärung mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln verlangt, um den sicheren Zustand des Reaktordruckbehälters weiterhin zu gewährleisten. Damit trägt die HSK dem Stand der Technik Rechnung.

9.2.4 Alterung

Die Alterungsüberwachung wird im KKB in ausreichendem Umfang durchgeführt. Die Gebäude, Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnischer Bedeutung befinden sich insgesamt in einem guten Zustand.

Mit dem eingeführten Alterungsüberwachungsprogramm wird sichergestellt, dass alle alterungsbedingten Degradationsmechanismen systematisch erfasst und überwacht werden, und dass gegebenenfalls gezielte Massnahmen ergriffen werden, damit die Sicherheit zu jeder Zeit gewährleistet ist. Im Rahmen der Instandhaltung und Alterungsüberwachung werden sicherheitstechnisch wichtige Komponenten systematisch gewartet, zerstörungsfrei geprüft und im Hinblick auf Alterungsprozesse bewertet, welche die Funktionsfähigkeit der Komponenten beeinträchtigen könnten. Daraus resultie-

rende Konsequenzen, beispielsweise auf Prüfumfang, sowie auf Prüf- und Instandhaltungsintervalle, werden von KKB gezogen und begründen auch das gute Betriebsergebnis, das sich in einer hohen Verfügbarkeit der Anlage ausdrückt.

KKB 1 erhielt im Mai 1969 die Bewilligung für den Probetrieb. Der kommerzielle Betrieb wurde im Dezember 1969 aufgenommen. Die Auslegung der Anlage wurde auf der Grundlage einer Betriebsdauer von vierzig Jahren durchgeführt; zum Nachweis der Einhaltung der Auslegungsgrenzen wird von KKB eine Buchhaltung geführt, die auch einen Vergleich der aufgetretenen Störfälle, Transienten (z.B. An- und Abfahren der Anlage) und Lastfälle zur Auslegungsbasis ermöglicht. Dieser Vergleich zeigt, dass die bisher effektiv aufgetretenen Belastungen deutlich geringer sind als die der Auslegung für einen 40-jährigen Betrieb zugrunde gelegten Annahmen. Für sicherheitstechnisch wichtige Ausrüstungen führten die bisher effektiv aufgetretenen Belastungen zu einer resultierenden Ermüdungsausnutzung von kleiner als 30%.

Ein weiterer Bestandteil der Alterungsüberwachung ist das Bestrahlungsprobenprogramm. Die Ergebnisse dieses Programms lassen bezüglich der Versprödung des Reaktordruckbehälters keine Einschränkungen für einen sicheren Weiterbetrieb erkennen.

Die HSK kommt in ihrer Beurteilung der Ergebnisse des Alterungsüberwachungsprogramms zu dem Schluss, dass der weitere sichere Betrieb der Anlage gewährleistet ist

Da das KKB 1 bis zur nächsten PSÜ die der Auslegung zugrunde liegende Betriebsdauer von 40 Jahren überschreitet, ist von KKB rechtzeitig der Nachweis zu führen, dass ein darüber hinausgehender Betrieb sicherheitstechnisch vertretbar ist.

Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen

Die Analysen zum Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen zeigen, dass die Einhaltung der Schutzziele Reaktorabschaltung, Kühlung der Brennelemente, Einschluss der radioaktiven Stoffe und Begrenzung der Strahlenexposition gewährleistet ist.

Die im Sicherheitsbericht von KKB 1 dokumentierten Störfallanalysen des Reaktorlieferanten basieren auf früheren Rechenmethoden, die sich als sehr konservativ erwiesen haben. Auch berücksichtigen diese Störfallanalysen in mehreren Fällen nicht mehr die tatsächliche Anlagenkonfiguration und die aktuelle Brennstoffeinsatzstrategie. Im Bewertungszeitraum wurden vom Brennelement-Lieferanten ergänzende Analysen durchgeführt, welche die vorstehend genannten Defizite weitgehend beheben.

Die Ergebnisse der radiologischen Störfallanalysen zeigen auf, dass die Auswirkungen in der Umgebung – unter Berücksichtigung der dargelegten Massnahmen und Änderungen – bei allen untersuchten Störfällen unterhalb den in der Richtlinie HSK-R-11 festgelegten Dosiswerten bleiben.

Zusammenfassend stellt die HSK fest, dass das Sicherheitskonzept in Beznau zur Beherrschung der Auslegungsstörfälle geeignet ist. Damit ist auch gezeigt, dass die dazu benötigte Störfallinstrumentierung angemessen ist und dass die Grenzwerte für die Auslösung von Schutzfunktionen adäquat festgelegt sind.

9.2.5 Auslegungsüberschreitende Störfälle

Mit der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) hat sich eine Analysemethodik etabliert, die eine umfassende quantitative Bewertung des Risikos schwerer Unfälle erlaubt. Die PSA stellt aus Sicht der HSK eine wertvolle Ergänzung zur deterministisch orientierten Bewertung des Sicherheitskonzepts einer kerntechnischen Anlage dar.

Die HSK kommt zu dem Ergebnis, dass die für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien der Stufe-1 und die erzielten Ergebnisse weitgehend auf KKB 1 übertragbar sind. Anhand der bestehenden PSA-Modelle konnte aufgezeigt werden, dass die von der NOK identifizierten anlagentechnischen Unterschiede zwischen KKB 1 und KKB 2 aus risikotechnischer Sicht unbedeutend sind. Die Übertragbarkeit der PSA-Studien der Stufe-1 für die Ereignisse Brand und Erdbeben ist noch durch ergänzende Analysen zu bestätigen. Für die Übertragbarkeit der PSA der Stufe-2 steht noch eine Bewertung der Druckfestigkeit des Containments des KKB 1 unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den Sonderprüfungen an (PSÜ-Pendenz PSÜ-P 47/8-1, Kapitel 9.3.3).

9.2.6 Schlussfolgerung

Die HSK hat in der vorliegenden Stellungnahme die Betriebsführung und die Sicherheit des KKB 1 auf der Grundlage der Ergebnisse der von KKB vorgelegten Periodischen Sicherheitsüberprüfung beurteilt. Sie hat dabei auch die Erkenntnisse aus ihrer Aufsichtstätigkeit mit berücksichtigt.

Zusammenfassend stellt die HSK fest, dass im KKB 1 ein hohes Mass an technischer und organisatorischer Sicherheitsvorsorge getroffen ist, dass die Anlage während der vergangenen 10 Jahre zuverlässig betrieben wurde, und dass die Anlage in dieser Zeit durch Nachrüstungen modernisiert und verbessert wurde. Mit dem eingeführten Alterungsüberwachungsprogramm wird sichergestellt, dass die alterungsbedingten Degradationsmechanismen systematisch erfasst und überwacht werden, und dass gegebenenfalls gezielt Massnahmen ergriffen werden, damit die Sicherheit des KKB 1 jederzeit gewährleistet ist. Durch das Qualitäts-Management-System, Umwelt-Management-System, Arbeitssicherheits-Management-System und das im Aufbau begriffene Integrierte Management-System wird die korrekte Umsetzung und ständige Verbesserung aller sicherheitsrelevanten Prozesse sichergestellt. KKB hat aufgezeigt, dass damit auch der Sicherheit Priorität unter allen betrieblichen Zielsetzungen eingeräumt wird.

Die Beurteilung der Periodischen Sicherheitsüberprüfung durch die HSK hat gezeigt, dass in der Vergangenheit von KKB alle Nachrüstmassnahmen unabhängig von der Genehmigungssituation der Blöcke 1 und 2 durchgeführt wurden. Diese Nachrüstungen tragen massgeblich dazu bei, dass die Überprüfung der HSK keine bedeutenden Sicherheitsdefizite aufzeigt. Die im HSK-Gutachten² vom März 2004 für KKB 2 geforderten Massnahmen gelten auch für den Block 1, zusätzlich zu den in der vorliegenden Stellungnahme erwähnten spezifischen Verbesserungen. Die Verbesserungsmassnahmen betreffen z. T. zusätzliche Prüfungen und ergänzende Nachweise. Andere Verbesserungsmassnahmen tragen entweder zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung bei oder dienen der Anpassung an die Erfahrung und den Stand der Technik. Die Gründe für die Massnahmen sind in der vorliegenden Stellungnahme und im HSK-Gutachten² vom März 2004 für KKB 2 ausführlich dargelegt. Der sichere Betrieb von KKB 1 ist trotz dieser Massnahmen nicht in Frage gestellt.

Aus Sicht der HSK erfüllt KKB 1 die Voraussetzungen für einen sicheren Weiterbetrieb.

Die HSK wird die in Kapitel 9.3 aufgeführten Verbesserungsmassnahmen im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit als PSÜ-Pendenzen verfolgen.

9.3 Auflagen und Pendenzen

Die Auflagen und Pendenzen zum KKB 2 gelten auch für KKB 1 und sind wie in der Vergangenheit für beide Blöcke in vollem Umfang umzusetzen. Sie haben in der nachfolgenden Auflistung die gleiche Kennzeichnung wie im HSK-Gutachten² vom März 2004 für KKB 2. Einzelne Auflagen und Pendenzen werden hinsichtlich ihrer Gültigkeit für KKB 1 kommentiert. Erfolgt die Umsetzung einzelnen Auflagen und Pendenzen zu anderen Terminen als für das KKB 2, wird dies im Folgenden angegeben.

9.3.1 Auflagen

Auflage PSÜ-A 1/10.3-1: Thermische Leistung des Reaktors

Bemerkung: Die Leistung des Reaktorblocks ist für KKB 1 Bestandteil der gültigen Betriebsbewilligung von 1970.

Auflage PSÜ-A 2/10.3-2: Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt

Bemerkung: Gilt für die Anlage und ist damit für beide Blöcke bindend. Die „Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt“ ist Inhalt der Betriebsbewilligung KKB 2.

Auflage PSÜ-A 3/10.3-3: Sicherheitsbericht

Der Sicherheitsbericht ist jährlich auf seine Richtigkeit zu überprüfen und in Zeitabständen von höchstens 4 Jahren zu revidieren. (Auflage 3.11 aus der Betriebsbewilligung von 1994)

Bemerkung: Gilt als Pendezen auch für KKB 1, im Wechsel von 2 Jahren werden wie in der Vergangenheit die Sicherheitsberichte von KKB 1 und KKB 2 revidiert.

Auflage PSÜ-A 4/4.2.5-1: Full-Scope-Replica-Simulator

Das KKB hat bis Ende 2007 für die Ausbildung des Betriebspersonals einen KKB-spezifischen Full-Scope-Replica-Simulator zur Verfügung zu stellen. Bei der Auslegung und Standortwahl ist zu berücksichtigen, dass dieser Simulator im Rahmen der Möglichkeiten des Softwaremodells auch für Notfallübungen und Lizenzprüfungen einsetzbar sein soll.

Bemerkung: Der Simulator wird für die Schulung der Schicht beider Blöcke genutzt. Die Auflage gilt als Pendezen uneingeschränkt auch für KKB 1.

Auflage PSÜ-A 5/5.7.1-1: Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

Das KKB muss seine Anstrengungen fortsetzen, um die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser deutlich zu reduzieren. Als Ziel ist eine Reduktion der flüssigen Abgaben bis zum Jahr 2007 auf mindestens den Medianwert der europäischen Druckwasserreaktoren anzustreben. Dazu ist der HSK ein jährlicher Fortschrittsbericht zu liefern.

Bemerkung: Die Auflage gilt für die Anlage und ist damit auch für KKB 1 bindend. Die Abgabe radioaktiver Stoffe wird für die Anlage und nicht für die einzelnen Blöcke bilanziert.

Auflage PSÜ-A 6/6.5.1-1: Leckageüberwachung des Primärkreises

KKB hat bis Ende 2004 den Nachweis zu erbringen, dass mit den bestehenden Mitteln Leckagen von Primärkühlmittel, insbesondere im Bereich der für Borsäurekorrosion empfindlichen Komponenten, auch wesentlich unterhalb der Limite der Technischen Spezifikationen rechtzeitig erkannt, lokalisiert und bewertet werden können. Sollte dieser Nachweis nicht

möglich sein, ist bis zum gleichen Zeitpunkt ein Konzept zur Ertüchtigung der Leckageüberwachung vorzulegen.

Bemerkung: Die Auflage gilt als Pendeuz auch für KKB 1. Nachweis und Konzept sind für beide Blöcke durchzuführen.

Auflage PSÜ-A 7/6.17-1: Verlängerte Betriebsdauer

KKB hat rechtzeitig vor Ablauf der 40-jährigen Betriebsdauer, d.h. bis Ende 2010, die Nachweise zu erbringen, dass die Auslegungsgrenzen der sicherheitstechnisch relevanten Anlageteile auch in einer verlängerten Betriebsdauer nicht erreicht werden. Andernfalls sind rechtzeitig Nachrüstmassnahmen durchzuführen.

Bemerkung: Die Auflage gilt als Pendeuz auch für KKB 1. Der Nachweis ist aber für KKB 1 bereits bis zum 30. Juni 2008 zu führen. KKB 1 hat im Mai 1969 die Betriebsbewilligung erhalten und wurde im Juni 1969 zum ersten Mal nuklear kritisch. Die Nachweise sind damit ein Jahr vor Ablauf der 40 jährigen Betriebsdauer bei der HSK einzureichen.

Termin KKB 1: 30. Juni 2008

Auflage PSÜ-A 8/8.1.5.2-1: Probabilistische Erdbebenanalyse

Die im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführte Erdbebenanalyse ist so zu überarbeiten und zu aktualisieren, dass sie dem Stand der Technik und der aktuellen Anlagekonfiguration entspricht. Insbesondere sind:

- a) die Entscheide zur Auswahl der Komponenten und Bauteile (Screening) anhand eines modernen, auf einer umfassenden Anlagenbegehung beruhenden Verfahrens zu treffen.
- b) die Fragilityanalysen mit einem modernen Verfahren insgesamt zu aktualisieren.

Diese Überarbeitung, bei der die von der HSK akzeptierten Ergebnisse der neuen Erdbebengefährdungsstudie (Projekt PEGASOS) zu berücksichtigen sind, ist spätestens bis Ende 2007 durchzuführen. Das Vorgehen ist mit der HSK abzustimmen.

Bemerkung: Die BERA hat für beide Blöcke Gültigkeit.

9.3.2 PSÜ-Pendenzen

9.3.2.1 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Organisation und Personal

PSÜ-Pendeuz PSÜ-P 1/4.3-1: Die HSK fordert, dass das KKB bei neuen oder geänderten Vorschriften prüft, ob eine systematische Validierung notwendig ist. Die diesbezügliche Entscheidung soll dokumentiert und bei negativem Entscheid (d. h. wenn keine Validierung für nötig befunden wird) begründet werden. Zudem soll diese Prüfung in den Änderungsprozess im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems bis Ende 2004 aufgenommen werden.

Bemerkung: Die Pendeuz hat für die Anlage Gültigkeit, keine speziellen Aktionen für KKB 1.

PSÜ-Pendeuz PSÜ-P 2/4.3-2: Die HSK fordert, dass das KKB bis Ende 2005 ein Konzept vorlegt, wie sich die Benutzungsfreundlichkeit der Technischen Spezifikationen so verbessern lässt, dass das Betriebspersonal diese schnell und zweifelsfrei interpretieren kann. Im Rahmen der Konzeptarbeit soll eine systematische Analyse des Ist-Zustandes vorgenommen werden, unter Berücksichtigung

von Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit. Aufgrund der Ergebnisse sind die Verbesserungsziele und das Vorgehen bei der Entwicklung, Verifikation und Validierung der neuen Technischen Spezifikationen festzulegen. Der Ist-Zustand und die geplanten Veränderungen sind hinsichtlich ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit zu bewerten. Nach Vorliegen dieses Konzepts wird die HSK Anforderungen an das weitere Vorgehen festlegen

Bemerkung: Die Pendezenz hat für die Anlage Gültigkeit, keine speziellen Aktionen für KKB 1.

PSÜ-Pendezenz PSÜ-P 3/4.5-1: Um nachzuweisen, dass das Qualitätsmanagement-System (QMS) des KKB den geltenden kernkraftwerksspezifischen QM-Vorgaben entspricht, hat das KKB bis Ende 2005 einen detaillierten Vergleich seines QMS mit den Anforderungen gemäss IAEA Nr.50-C/SG-Q durchzuführen. Das QMS ist mit jeder einzelnen Anforderung aus dem Code, dem Guide Q6 (Procurement) und dem Guide Q13 (Operation) der IAEA Safety Series Nr.50-C/SG-Q (Version 1996) detailliert zu vergleichen. Es sind jeweils die konkreten Arbeitsanweisungen anzugeben, mit denen eine Anforderung behandelt wird. Abweichungen sind zu begründen.

Bemerkung: Die Pendezenz hat für die Anlage Gültigkeit, keine speziellen Aktionen für KKB 1.

9.3.2.2 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Betriebserfahrung der Gesamtanlage

PSÜ-Pendezenz PSÜ-P 4/5.5.1-1: KKB hat bis Ende 2004 zu beurteilen, ob das gegenwärtige Wiederholungsprüfprogramm für alle Typen von Stossbremsen voll geeignet ist, die Funktion der Stossbremsen im Anforderungsfall zu gewährleisten und Blockierungen zu verhindern. Ansonsten sind geeignete Prüfungen in das Wiederholungsprüfprogramm aufzunehmen.

Bemerkung: Die Pendezenz hat für die Anlage Gültigkeit. Bei der Aufnahme von geeigneten Prüfungen in das Wiederholungsprüfprogramm ist KKB 1 zu berücksichtigen.

PSÜ-Pendezenz PSÜ-P 5/5.5.1-2: Die Einteilung der Komponenten der Sicherheitsklasse 2 in die Prüfkategorien 2.1 und 2.2 (gemäss NE-14, Rev. 5) ist bis spätestens Ende März 2006 für alle Wiederholungsprüfprogramme unter Verwendung der bis Ende 2005 vorliegenden Erkenntnisse aus den Alterungsüberwachungsprogrammen zu überprüfen und, wenn erforderlich, zu revidieren. Der HSK ist bis Mitte 2006 über die Ergebnisse der Überprüfung schriftlich zu berichten.

Bemerkung: Die Pendezenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit, die Termine gelten auch für KKB 1

PSÜ-Pendezenz PSÜ-P 6/5.5.1-3: Die Schweißnaht mit Backing-Ring im JSI-System ist in die Kategorie 2.2 einzustufen, wobei eine volumetrische Prüfung der Naht gefordert ist. Es ist zu überprüfen, ob die Rohrleitungsabschnitte des primären Nebenkühlwassersystems im Bereich der Containmentdurchführungen wegen Korrosion in Kategorie 2.2 einzustufen sind. Beide Aktionen sind bis Mitte 2004 zu erledigen.

Bemerkung: Die Pendezenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Die Pendezenz wurde von KKB erfüllt und wurde von der HSK in zwei Teilen im Mai und Juni 2004 geschlossen.

PSÜ-Pendezenz PSÜ-P 7/5.6.8-1: Das KKB muss der HSK bis Ende 2005 ein umfassendes Konzept zur Überwachung der radiologischen Situation in der kontrollierten Zone vorlegen. Ausgehend von den Anforderungen der HSK-Richtlinie R-07 bezüglich des operationellen Strahlenschutzes sind Schutzziele zu definieren, deren Einhaltung durch Messeinrichtungen zu überwachen ist. In angemessener Weise zu betrachten sind die Dosisleistung und Kontamination in Räumen sowie Edelgas-, Jod- und Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluft einschliesslich ihrer Anzeige, Registrierung und Alarmierung vor Ort und an einer ständig besetzten Stelle wie z.B. dem Kommandoraum. Ver-

besserungen sind zu identifizieren und deren Umsetzung nach der Freigabe des Konzepts durch die HSK in die Wege zu leiten.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Das Konzept berücksichtigt beide Blöcke.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 8/5.6.9-1: *Das KKB muss bis Mitte 2005 ein praktikables messtechnisches Konzept für eine kontinuierliche und registrierende Überwachung der Aktivitätskonzentration in der Atemluft während der Brennelementhandhabungen im Sicherheitsgebäude und im Lager für bestrahlte Brennelemente darlegen. Verbesserungen sind zu identifizieren und deren Umsetzung nach der Freigabe des Konzepts durch die HSK in die Wege zu leiten.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Das Konzept berücksichtigt beide Blöcke.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 9/5.7.1-1: *Die HSK verlangt, dass spätestens ab Anfang 2005 die Strontium-Messungen in der Abluft und die α -Messungen im Abwasser vom KKB gemäss dem Abgabereglement durchgeführt werden.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 10/5.8.2-1: *KKB muss das Rückstandslager bis Mitte 2005 für Erdbeben der Häufigkeit $1 \cdot 10^{-4}/a$ requalifizieren und im Rahmen dieser Requalifikation auch auf die radiologischen Folgen eines Erdbebens dieser Häufigkeit eingehen.*

Bemerkung: KKB besitzt ein Rückstandslager für beide Blöcke.

PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich sicherheitstechnisch wichtiger Gebäude, Systeme und Komponenten

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 11/6.5.2-1: *Schadensbefunde an RDB-Deckel- und Bodendurchführungen in ausländischen Anlagen in jüngster Zeit haben wichtige Erfahrungen vermittelt. Die Wiederholungsprüfprogramme für die RDB-Deckel- und Bodendurchführungen sind unter Berücksichtigung vorliegender weltweiter Erfahrungen dem Stand der Technik anzupassen. KKB wird aufgefordert, der HSK bis Ende 2004 einen Vorschlag zu unterbreiten.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Der Vorschlag zu den Wiederholungsprüfprogrammen für die RDB-Deckel- und Bodendurchführungen hat beide Blöcke zu berücksichtigen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 12/6.5.2-2: *KKB hat den Nachweis zu erbringen, dass die von Westinghouse berechnete Deckeltemperatur mit einem für diesen Zweck validierten Verfahren bestimmt wurde. Dabei ist die Validierung des Verfahrens der HSK bis Mitte 2004 darzulegen. Sollte dies nicht möglich sein, ist eine repräsentative Betriebstemperatur des RDB-Deckels mittels Temperaturmessungen an verschiedenen Orten des Deckels zu bestimmen, um die Angabe von 302°C zu verifizieren.*

Bemerkung: Der Nachweis wurde durch KKB erbracht. Die Pendenz wurde im Oktober 2004 von der HSK geschlossen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 13/6.5.3-1: *Im KKB liegen Prüfergebnisse von KKB 1 zu zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfungen an Teilen der Hauptkühlmittelleitung vor, die der HSK bis Mitte 2004 darzulegen sind (Übersicht der Messungen, Bewertung). Kann aufgrund der vorhandenen Prüfergebnisse kein ausreichender Nachweis erbracht werden, um den rissfreien Zustand der Schweißnähte in austenitischen Gussteilen der Hauptkühlmittelleitungen zu verifizieren, sind an Teilen, die beim*

Dampferzeugeraustausch herausgetrennt wurden und die für in der Leitung verbliebene Teile repräsentativ sind, zerstörungsfreie und zerstörende Prüfungen in Bezug auf Rissbildung durchzuführen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Die Pendenz wurde im Oktober 2004 von der HSK geschlossen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 14/6.5.3-2: *KKB hat bis Mitte 2004 darzulegen, inwieweit die Erkenntnisse der geführten LvB-Nachweise in eine Modifikation der Auslegungsbasis eingeflossen sind. Insbesondere sind dabei die Effekte von fluiddynamischen Lasten auf den Reaktorkern sowie die Standfestigkeit und Strukturintegrität der Komponenten des Primärkreislaufs anzusprechen.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. KKB hat die Darlegungen zur Pendenz fristgerecht bei der HSK eingereicht. Die HSK prüft zurzeit das eingereichte Dokument und wird bis Ende 2004 dazu Stellung nehmen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 15/6.6.4-1: *Der Prüfumfang der Typ-C-Tests ist auf alle Leitungen auszudehnen, die in das Reaktorkühlsystem münden, sowie die Leitungen des Druckhalter-Entlastungstanks und des Sicherheitsgebäude-Entwässerungstanks sind zu berücksichtigen. KKB reicht bis Ende 2004 ein Konzept bei der HSK ein.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage Gültigkeit. Das Konzept gilt auch für KKB 1

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 16/6.6.4-2: *In den Technischen Spezifikationen Beznau sind eindeutige und vollständige Angaben über den Prüfumfang, Prüffrequenz und Prüfdruck der Typ-C-Tests festzuschreiben. Sie sind diesbezüglich bis Ende 2004 zu überarbeiten.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage Gültigkeit. Der Termin gilt auch für die Technischen Spezifikationen von KKB 1.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 17/6.6.4-3: *Der Prüfdruck und die Prüffrequenz der Typ-B-Tests sind bis zum 30.06.2004 zu präzisieren und an 10 CFR 50 App. J anzupassen sowie in den Technischen Spezifikationen festzuhalten. Bei Abweichungen zum 10 CFR 50 App J sind diese im Detail zu begründen.*

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage Gültigkeit. KKB hat mit dem Brief vom Juni 2004 eine Änderung der Technischen Spezifikation beantragt, die im Rahmen eines Freigabeverfahrens von der HSK bewertet wird. Die HSK wird bis Ende 2004 zur beantragten Änderung der Technischen Spezifikationen Stellung nehmen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 18/6.6.4-4: *Die Primärcontainment-Durchdringungen der Probenahmeleitungen vom Druckhalter-Entlastungstank (A2) und vom Sicherheitsgebäude-Entwässerungstank (A3) zum Gasanalysator sind so auszuführen, dass das Einzelfehlerkriterium erfüllt wird. Die entsprechenden Arbeiten sind spätestens in der Revision 2005 durchzuführen.*

Bemerkung: Die Pendenz gilt auch für KKB 1. Die entsprechenden Arbeiten sind auch für KKB 1 spätestens in der Revision 2006 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 19/6.6.4-5: *Die Primärcontainment-Durchdringungen der Probenahmeleitungen (G2) zur radiologischen Überwachung der Primärcontainmentluft, welche auch zur Zeit zur Überwachung und Lokalisierung von Primärwasserleckagen eingesetzt werden, sind so auszuführen, dass sie das Einzelfehlerkriterium erfüllen und dem Stand der Technik entsprechen. Für den Fall, dass die genannten Leitungen für beide Zwecke nicht mehr genutzt werden, sind sie zurückzubauen. Die entsprechenden Arbeiten sind spätestens in der Revision 2006 durchzuführen.*

Bemerkung: Die Pendenz gilt auch für KKB 1. Die entsprechenden Arbeiten sind auch für KKB 1 spätestens in der Revision 2006 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 20/6.10.4-1: Bei der von KKB mittelfristig geplanten Qualifizierung der Ultraschallhandprüfung für ferritische Rohrleitungsschweissnähte sind Testkörper zu verwenden, mit denen die bekannten Prüferschwernisse, die an den Frischdampf- und Speisewasserleitungen des KKB bestehen, (z. B. Wurzeldurchhang, Kantenversatz, Counterbores) realistisch nachgebildet werden.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit und gilt somit auch für KKB 1.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 21/6.11-1: KKB hat die baulichen Brandschutzmassnahmen in der Primäranlage zu überprüfen und der HSK bis Ende 2005 ein Konzept über die erforderlichen Nachrüstmassnahmen vorzulegen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Das KKB 1 ist im Konzept enthalten.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 22/6.11-2: KKB hat die sieben Löschanlagen der Primäranlage in den Nebengebäuden einer Gesamtüberprüfung zu unterziehen und legt der HSK ein Konzept für eine Generalüberholung bis Ende 2005 vor.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Das KKB 1 ist im Konzept enthalten.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 23/6.14-1: KKB muss bis Ende 2004 der HSK einen Ergebnisbericht zur Ursachenforschung für die gestiegenen Abgasvolumina vorlegen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage Gültigkeit. Das KKB 1 ist bei der Ursachenforschung mit zu berücksichtigen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 24/6.15-1: Das Probenahme- und Messsystem zur Überwachung der Primärcontainmentluft ist bis Ende 2006 zu ertüchtigen. Bei der technischen Umsetzung sind auch das Einzelfehlerkriterium für die Primärcontainment-Isolation einzuhalten, Durchdringungen mit kleinem Durchmesser zu nutzen und die Anforderungen gemäss Richtlinie HSK-R-47 insbesondere hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit zu beachten.

Bemerkung: Die Pendenz gilt auch für KKB 1. Die entsprechenden Arbeiten sind für KKB 1 spätestens in der Revision 2006 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 25/6.15-2: Die hinsichtlich Medium und Umgebungsbedingungen bei Störfällen relevanten Auslegungsbedingungen des Monitors RM-92 sind bis Ende 2004 zu überprüfen. Gegebenenfalls ist der Monitor zu ertüchtigen.

Bemerkung: Die Pendenz gilt auch für KKB 1. Die Überprüfungen sind auch für KKB 1 bis Ende 2004 abzuschliessen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 26/6.15-3: Zur Strahlenmesstechnik ist die Dokumentation bis Ende 2005 zusammenfassend zu verbessern bzw. zu ergänzen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- a) technische Beschreibung, vollständige technische Daten sowie Einsatz- und Umgebungsbedingungen, Kalibrierzertifikate einschliesslich einer Darlegung der Rückverfolgbarkeit auf Referenznormale, Messbereiche und Nachweisgrenzen, Ableitung und Begründung der Grenzwerte und aktueller Standortplan.
- b) Methoden zur Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe einschliesslich der erreichten Nachweisgrenzen mit der Kaminfortluft und dem Abwasser.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 27/6.15-4: In den Technischen Spezifikationen sind bis Ende 2004 die Prüfintervalle der Strahlenmessgeräte gemäss Richtlinie HSK-R-47 anzupassen.

Bemerkung: Die Pendenz und der Termin gelten auch für die Technischen Spezifikationen KKB 1.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 28/6.15-5: Die Richtlinie HSK-R-47 ist bis Ende 2004 vollständig umzusetzen. Der experimentelle Nachweis, dass die Verluste für Aerosole und Partikel zwischen den Eintrittsöffnungen der Probenahmesonden und den Filtern der Messgeräte kleiner 50 % sind, ist für die Aerosolmesssysteme RE-96 und RE-98 im Notstandgebäude, die noch nicht geprüften mobilen Aerosolmonitore und für die Kaminfortluftüberwachung zu erbringen. Bei der Kaminüberwachung ist auch für Jod ein Nachweis zu liefern. Falls die geforderten Nachweise zu den Gesamtübertragungsraten nicht erbracht werden können, sind konstruktive Verbesserungen vorzunehmen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 29/6.16.1-1: Das KKB muss bis Ende 2004 den Status der grünen Bodenmarkierung als Orientierungshilfe geklärt und bereinigt haben. Das Ausgangskonzept muss auf das Fluchtwegekonzept widerspruchsfrei abgestimmt werden.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit.

9.3.2.3 PSÜ-Pendenzen zum Verhalten der Anlage bei Auslegungsfällen

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 30/7.4.1-1: Bis Ende 2004 sind die Störfallvorschriften für Kühlmittelverluststörfälle so zu überarbeiten, dass im Falle kleiner Lecks mit dem Abkühlen resp. Druckabsenken des Primärkreislaufs möglichst rasch begonnen und die maximal zulässige Abkühlrate angestrebt wird.

Bemerkung: Die Pendenz und der Termin gelten auch für die Störfallvorschriften von KKB 1.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 31/7.9.2.6-1: KKB hat die Abluftanlagen des Brennelementlagers mit Aktivkohlefiltern nachzurüsten. Das Konzept ist der HSK bis zum Oktober 2004 einzureichen. Diese Aktivkohlefilter sind während den Brennelement-Handhabungen in Betrieb zu halten.

Bemerkung: Die Pendenz hat für die Anlage KKB Gültigkeit. Das Konzept beinhaltet auch KKB 1. Aufgrund zusätzlichen Aufwandes bei der Projektierung hat die HSK einer Verlängerung des Termins auf Ende November 2004 zugestimmt.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 32/7.10-1: Die Störfallanalysen im Sicherheitsbericht von KKB 2 sind unter Berücksichtigung bereits vorliegender Analysen des Brennelement-Lieferanten bis Ende 2005 (nächste Revision des Sicherheitsberichts) zu aktualisieren. Mögliche Inkonsistenzen bei den Analysen in Bezug auf die aktuelle Anlagenkonfiguration (z.B. neue Dampferzeuger) sowie die Langzeitstrategie für den Brennstoffeinsatz sind im Sicherheitsbericht zu bereinigen. Bei neu durchzuführenden Analysen sind dem heutigen Stand entsprechende Rechenmethoden anzuwenden. Zusätzlich sind bei der Aktualisierung des Sicherheitsberichtes auch die in Kapitel 6 und Kapitel 7 genannten Punkte zu berücksichtigen. Das Vorgehen ist mit der HSK abzustimmen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für beide Blöcke Gültigkeit. Die Übertragbarkeit der Analysen auf das KKB 1 ist sicher zu stellen. Der Sicherheitsbericht von KKB 1 ist bis Ende 2007 (nächste Revision des Sicherheitsberichts) zu aktualisieren.

9.3.2.4 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Auslegungsüberschreitende Störfälle

Den von der NOK eingereichten PSA-Studien liegt das sicherheitstechnische Auslegungskonzept von KKB 2 zugrunde. Die HSK kommt in dieser Stellungnahme zur PSÜ KKB 1 zu dem Schluss, dass die Ergebnisse der PSA-Studien weitgehend auf KKB 1 übertragbar sind, da die Blöcke nahezu baugleich sind. Aus diesem Grund gelten die für KKB 2 abgeleiteten und nachfolgend nochmals aufgeführten PSÜ-Pendenzen auch für KKB 1. Für KKB 1 besteht eine zusätzliche PSÜ-Pendenz (Kapitel 9.3.3), um die Übertragbarkeit der Ergebnisse der PSA-Studien umfassend aufzuzeigen.

PSA der Stufe-1 für den Vollastbetrieb

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 33/ 8.1.1-1: Analyse der Komponenten-Zuverlässigkeit

Die im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführte Analyse der Komponenten-Zuverlässigkeit ist in folgenden Punkten zu vervollständigen:

- a) Die Bildung von Komponentenkollektiven, die Komponenten aus unterschiedlichen Systemen enthalten (Motorarmaturen, pneumatisch gesteuerte Ventile, Rückschlagklappen und Magnetventile), ist anhand der Darlegung der technischen Merkmale sowie der systemspezifischen Betriebsbedingungen und Prüfanforderungen zu begründen.
- b) Die für die Komponenten der (analogen) Messwerterfassung im KKB erfassten Ausfälle sind in die PSA-spezifische Datenauswertung einzubeziehen.
- c) Für die Komponententypen "Dampferzeuger-Sicherheitsventile", "Batterien und zugehörige Ladegeräte" sowie "Rückschlagventile" sind CCF-Zuverlässigkeitsdaten zu ermitteln und im PSA-Modell zu integrieren.
- d) Es ist aufzuzeigen, dass der verwendete generische Datensatz für die Ermittlung der Wahrscheinlichkeit von CCF die internationale Betriebserfahrung widerspiegelt. Andernfalls ist dieser zu aktualisieren.

Der Punkt a) der PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2004 durchzuführen. Die Punkte b) bis d) sind bis Ende 2007 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 34/8.1.2-1: Probabilistische Analyse von Operateurhandlungen

Aus der Überprüfung der im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführten Analyse von Operateurhandlungen ergeben sich folgende zu verbessernde Punkte:

- a) Es ist zu überprüfen, inwieweit die bestehenden Vorschriften aufgrund der von der HSK identifizierten Verbesserungsmöglichkeiten zu ändern und/oder zu ergänzen sind.
- b) Im Hinblick auf die Unterstützung des Betriebspersonals ist von KKB zu überprüfen, inwieweit die analysierten und bisher nicht schriftlich fixierten Operateurhandlungen in die Vorschriften aufzunehmen sind.
- c) Zur Kalibrierung des aus der qualitativen Bewertung der Operateurhandlungen abgeleiteten, handlungsspezifischen Versagenshäufigkeitsindex sind Fehlerwahrscheinlichkeiten zu verwenden, die mit einer anerkannten Methode ermittelt sind und die werkspezifische Aspekte berücksichtigen.
- d) Das für die Bewertung von Abhängigkeiten zwischen Operateurhandlungen verwendete Verfahren ist eindeutig zu beschreiben und systematisch anzuwenden.

Die Punkte a) und b) der PSÜ-Pendenz sind von KKB bis Mitte 2004 durchzuführen. Die Punkte c) und d) sind bis Ende 2006 durchzuführen, wobei das Vorgehen mit der HSK abzustimmen ist.

Bemerkung: Die Ergebnisse der Überprüfung der Operateurhandlungen, gefordert in den Abschnitten a) und b) der Pendenz, wurden von KKB mit Zustimmung der HSK Ende August 2004 eingereicht. Zu einigen Details der Darlegung und der Umsetzung der Erkenntnisse in den Betriebsvorschriften hat die HSK noch weitere Abklärung verlangt.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 35/8.1.3.1-1: Analyse auslösender interner Ereignisse

Die im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführte Analyse der auslösenden internen Ereignisse ist in folgendem Punkt zu ergänzen:

Von KKB ist die Leckage oder der Bruch der Ablass- und der Sperrwasserrücklaufleitung des Chemie- und Volumenregelsystems KCH ausserhalb des Containments als direktes auslösendes Ereignis unter Berücksichtigung der Erkennungs- und Abspermmöglichkeiten zu untersuchen und das damit verbundene Risiko auszuweisen.

Die PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2004 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 36/8.1.3.2-1: Probabilistische Ereignisablauf- und Systemanalyse

Die im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführte Ereignisablauf- und Systemanalyse ist in folgenden Punkten zu überarbeiten:

- a) Es ist der Nachweis für die Annahme zu erbringen, dass die Notspeisewasserpumpe LSE in Verbindung mit weiteren notwendigen Verbrauchern durch die beiden Flutdieselgeneratoren versorgt werden kann. Andernfalls sind entsprechende Modelländerungen vorzunehmen.
- b) Es ist zu überprüfen, inwieweit die Wahrscheinlichkeit für das Versagen des Reaktordruckbehälters infolge einer Unterkühlungstransiente auf Basis einer Wahrscheinlichkeits-Verteilung für Risse abgeschätzt werden kann, ohne die Detektionsmöglichkeit durch das im KKB verwendete Prüfverfahren zu kreditieren.

Der Punkt a) der PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2004 durchzuführen. Der Punkt b) ist bis Ende 2006 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 37/8.1.5.4-1: Probabilistische Analyse externer Überflutungen

Aus der Überprüfung der im Rahmen der BERA-2000 Stufe-1 durchgeführten Analyse externer Überflutungen ergeben sich folgende zu verbessernde Punkte:

- a) In einer Vorschrift ist eine regelmässige Überprüfung der Dächer der sicherheitsrelevanten Gebäude zur Verhinderung einer Verstopfung der Dachwasserabläufe festzulegen.
- b) Zusätzlich zu den bereits betrachteten Überflutungsszenarien sind die Folgen eines sequentiellen Versagens von hintereinander angeordneten Talsperren ("Domino-Effekt") und von extremem lokalem Niederschlag zu berücksichtigen.

Der Punkt a) der PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2004 durchzuführen. Der Punkt b) ist bis Ende 2005 durchzuführen.

PSA der Stufe-2 für den Vollastbetrieb

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 38/8.2.4-1: Containment-Ereignisablaufanalyse

Die im Rahmen der BERA-2002 Stufe-2 durchgeführte Containment-Ereignisablaufanalyse ist in folgendem Punkt zu ergänzen:

Es ist nachvollziehbar nachzuweisen, dass die für die Accident-Management-Massnahmen zur Verhinderung eines Kernschadens angesetzte Karenzzeit von zwei Stunden (Zeit zwischen Reaktorschnellabschaltung und Erreichen der Freilegung der aktiven Zone des Reaktorkerns) bei den ausgewählten Unfallsequenzen vorhanden ist.

Die PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2004 durchzuführen.

PSA der Stufe-1 für den Stillstand- und Schwachlastbetrieb

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 39/8.3.2.1-1: Probabilistische Analyse von Operateurhandlungen

Aus der Überprüfung der im Rahmen der BESRA durchgeführten Analyse von Operateurhandlungen ergeben sich folgende Massnahmen:

- a) Es ist zu überprüfen, inwieweit die bestehenden Vorschriften für den Stillstand aufgrund der von der HSK identifizierten Verbesserungsmöglichkeiten zu ändern und/oder zu ergänzen sind.
- b) Es ist eine systematische Analyse der Abhängigkeiten zwischen aufeinander folgenden Operateurhandlungen durchzuführen. Das dazu verwendete Verfahren soll konsistent sein mit dem Verfahren, welches bei der diesbezüglich ebenfalls zu revidierenden Vollast-PSA angewendet wird. Das PSA-Modell ist entsprechend anzupassen.
- c) Die Fehlerwahrscheinlichkeiten für die SLIM-Kalibrierung sind ausschliesslich mit einer anerkannten, auf werkspezifischen Analysen basierenden Methode zu quantifizieren.
- d) Es ist für die Sicherheitseinspeisesysteme, das Chemie- und Volumenregelsystem, das Steuerluftsystem und das sekundäre Nebenkühlwassersystem zu untersuchen, inwieweit Operateurhandlungen der Kategorie A zu einer Beeinträchtigung der Systemfunktion führen können. Sofern dies der Fall ist, sind diese Operateurhandlungen zu quantifizieren.
- e) Die Dokumentation der Analyse von Operateurhandlungen ist zu aktualisieren. Dabei sind insbesondere die zahlreichen Verweise auf die Vollast-PSA zu überarbeiten. Zudem sind die Fussell-Vesely und die Risk Achievement Worth Importanzkennliste für die Schwachlast-PSA zu dokumentieren, so dass die Bedeutung der Operateurhandlungen ersichtlich ist.

Der Punkt a) der PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Mitte 2004 durchzuführen. Die Punkte b) bis e) sind bis Ende 2007 durchzuführen.

Bemerkung: Die Ergebnisse der Überprüfung der Operateurhandlungen, gefordert im Abschnitt a) der Pendenz, wurden von KKB mit Zustimmung der HSK Ende August 2004 eingereicht. Zu einigen Details der Darlegung und der Umsetzung der Erkenntnisse in den Betriebsvorschriften hat die HSK noch weitere Abklärung verlangt.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 40/8.3.3.2-1: Probabilistische Ereignisablauf- und Systemanalyse

Die im Rahmen der BESRA durchgeführte Ereignisablauf- und Systemanalyse ist in folgenden Punkten zu überarbeiten:

- a) Das PSA-Modell ist an den neuen Revisionszyklus (Hybridzyklus) anzupassen.

- b) Die identifizierten konservativen Annahmen sind unter Berücksichtigung der diesbezüglichen HSK-Stellungnahme zu korrigieren.
- c) Die zwischenzeitlich durchgeführten Anlageänderungen und die bestehenden Accident-Management Massnahmen sind zu integrieren.

Die PSÜ-Pendenz ist von KKB bis Ende 2007 durchzuführen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 41/8.3.5-1: Probabilistische Erdbebenanalyse

Die im Rahmen der BESRA durchgeführte Erdbebenanalyse ist so zu überarbeiten und zu aktualisieren, dass sie dem Stand der Technik und der aktuellen Anlagekonfiguration entspricht. Insbesondere sind:

- a) die Entscheide zur Auswahl der Komponenten und Bauteile (Screening) anhand eines modernen, auf einer umfassenden Anlagenbegehung beruhenden Verfahrens zu treffen,
- b) die Fragilityanalysen mit einem modernen Verfahren insgesamt zu aktualisieren.

Die PSÜ-Pendenz ist von KKB nach Vorliegen des von der HSK akzeptierten Schlussberichtes zur neuen Erdbebengefährdungsstudie (Projekt PEGASO) innerhalb von zwei Jahren, spätestens jedoch bis Ende 2007 durchzuführen. Das Vorgehen ist mit der HSK abzustimmen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 42/8.4-1: Aktualisierung der Dokumentation der PSA-Studien

KKB hat bis Ende 2005 eine Liste vorzulegen, die festhält, welche der zusätzlich im Rahmen des Begutachtungsprozesses eingereichten Informationen und Analysen in die PSA-Studien integriert werden. Nach Abstimmung mit der HSK sind die Dokumentation der PSA-Studien sowie die PSA-Modelle bis Ende 2007 zu aktualisieren und zu ergänzen.

9.3.2.5 PSÜ-Pendenzen aus dem Bereich Notfallschutz

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 43/9.2-1: Die HSK verlangt bis Ende 2004 die Aufnahme einer Umrechnungsanleitung in die Notfalldokumentation, die eine Abschätzung der freigesetzten Aktivität im Primärcontainment aufgrund der Anzeigen der RABE-Monitore und des Monitors RE-46 für verschiedene Zeiten nach Kritikalitätsende für die Störfalltypen Auslegungs-LOCA und auslegungsüberschreitender Unfall mit Kernschmelzen erlaubt.

Bemerkung: Die Pendenz hat für beide Blöcke Gültigkeit.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 44/9.5-1:

- a) KKB hat die werkspezifischen SAMG bis Mitte 2005 auf den Stillstandbetrieb zu erweitern.
- b) Die Unfallbegrenzungsrichtlinie "UR-R-CA6" ("Einsatzgrenzen für Containment-Druckbegrenzungssysteme") ist unter Berücksichtigung der im Rahmen des PAR-Freigabeverfahrens eingereichten Unfallanalysen zu überarbeiten. Ferner ist von KKB darzulegen, welche Möglichkeiten zur direkten oder indirekten Bestimmung der Gaszusammensetzung im Containment unter Schwerunfallbedingungen existieren. Die Arbeiten sind bis Mitte 2004 durchzuführen.

Bemerkung: Die Pendenz hat für beide Blöcke Gültigkeit. Die Unfallbegrenzungsrichtlinie "UR-R-CA6" wurde bis Mitte Juli von KKB überarbeitet. Ferner legte KKB die Möglichkeiten zur direkten und indirekten Bestimmung der Gaszusammensetzung dar. In diesem Zusammenhang ergab sich eine sehr spezifische Fragestellung, die KKB bis Ende November 2004 beantwortet. Die Pendenz kann voraussichtlich Ende 2004 geschlossen werden.

9.3.3 PSÜ-Pendenzen für KKB 1

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 45/6.3-1: KKB hat zu prüfen, ob die Leckageerkennungsleitung der inneren Deckeldichtung des Reaktordruckbehälters mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln repariert oder erneuert werden kann, oder ob die Dichtheit des inneren Dichtringes auf andere Weise kontrolliert und sichergestellt werden kann. Das Ergebnis dieser Abklärung ist bis Ende 2005 vorzulegen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 46/6.3-2: Die Folgen des Bruchs der Leckageerkennungsleitung für den Korrosionszustand der ferritischen Aussenseite des zylindrischen Teils des RDB sowie die Folgen anderer möglicher Borsäureeinwirkungen in diesem Bereich sind mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln zu untersuchen. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung ist bis Ende 2006 vorzulegen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 47/6.4-1: KKB hat den Zustand des Containments zu bewerten und geeignete Massnahmen zur messtechnischen Erfassung und zur Verhinderung des weiteren Korrosionsfortschritts zu ergreifen. Massnahmenvorschläge sind bis Ende 2005 vorzulegen.

PSÜ-Pendenz PSÜ-P 48/8-1: Übertragbarkeit der PSA-Studien auf KKB 1

Zur Bewertung der Übertragbarkeit der für KKB 2 durchgeführten PSA-Studien auf KKB 1 ist im Detail zu untersuchen, welche Unterschiede zwischen den beiden Blöcken bestehen und abzuschätzen, welchen Einfluss diese auf die Kern- und Brennstoffschadenshäufigkeit sowie die Freisetzungshäufigkeit haben. Dabei sind insbesondere

c) die Erkenntnisse aus Sonderprüfungen des Containments sowie

d) die blockspezifischen Vorkehrungen gegen die Ereignisse interner Brand und Erdbeben

zu betrachten. Die Untersuchungsergebnisse sind in die Dokumentation der PSA-Studien aufzunehmen.

Der Teil a) der PSÜ-Massnahme ist von KKB bis Ende 2005 durchzuführen. Der Teil b) ist bis Ende 2007 durchzuführen.

Würenlingen, November 2004

HAUPTABTEILUNG FÜR DIE
SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

Ulrich Schmocker

Direktor

Anhang A: Vorkommnisse im KKB

Date	KKB		Kurzbeschreibung	HSK-Klass.	INES-Klass.
	1	2			
10.04.1992		x	Kurzzeitiger Ausfall der gesamten Wechselstromversorgung während Revision bei ausgeladenem Kern	B	0
24.06.1992		x	Ausfall der 50kV Fremdeinspeisung zu NANO und Ausfall einer NANO-Schiene	B	0
10.07.1992		x	Ausfall eines Stranges der gesicherten Wechselstromversorgung bei Test (Vital-Umformer)	B	0
17.07.1992	x		Schwerer Personenunfall im Sicherheitsgebäude KKB 1	B	0
21.07.1992		x	Rektorschnellabschaltung bei periodischer Prüfung der Abschaltlogik	B	0
20.08.1992	x		Störung Restwärmeabfuhr bei offenem Reaktordruckgefäß	B	0
12.10.1992	x		Abfahren der Anlage zur Reparatur einer Frischdampf Schnellschluss-Armatur	B	0
24.10.1992	x		Rektorschnellabschaltung, ausgelöst durch Fehlmessung einer Reaktorkühlmitteltemperatur während Test	B	0
08.01.1993	x		Lastrückschub infolge Stabfall	B	0
26.06.1993		x	Rektorschnellabschaltung, manuell ausgelöst nach Fehleinfall Regelstabbank A	B	0
12.08.1993		x	Erhöhte Dosisleistung über der Reaktorgrube bei Beginn BE-Wechsel	B	0
24.09.1993		x	Turbinenabschaltung mit gestörter betrieblicher Abblaserregelung	B	0
10.06.1994		x	Ausfall MOV 884A bei Test	B	0
13.06.1994	x		Scram, durch DE-Niveau tief wegen Schliessen Trimmventile nach Sicherheitsausfall	B	0
07.08.1994	x		Wegen falschem Stabfallsignal und folgendem Ausfall aller Speisepumpen bei geringer Leistung wurde Handscram ausgelöst	B	0
22.08.1994		x	Scram durch Störung in der Speisewasser-Regelung	B	0
12.10.1994		x	Defekt der Gleitringdichtung an Gebäudesprühpumpe bei Test	B	0
09.01.1995		x	Ausfall MOV 884A bei periodischen Funktionstest	B	0
27.04.1995	x		Reaktortrip wegen Ausfall der Reservespeisepumpe	B	0
28.12.1995		x	Scram über tiefen Primärdurchfluss wegen Eigenbedarfsstörung	B	0

Date	KKB		Kurzbeschreibung	HSK-Klass.	INES-Klass.
	1	2			
22.03.1996	x		Reaktortrip bei Test Tripschalter	B	0
10.04.1996		x	NS-Rezirkulationspumpe läuft bei Test nicht an	B	0
09.05.1996		x	Reaktortrip nach Ausfall 120 V Schiene	B	0
10.06.1996	x		Fehlerhafte Abschaltung Flutdiesel bei Test	B	0
25.06.1996		x	Reaktortrip wegen Fehlansprechen eines Tripkanals bei Test	B	0
07.08.1996	x		Reaktortrip durch DE-Niveau tief	B	1
14.08.1996	x		Reaktortrip wegen Fehlauflösung Tripschalter	B	0
04.09.1996		x	Ausfall NS Brunnenpumpe bei Test	B	0
20.09.1996		x	Reaktortrip wegen DE-Niveau Hoch	B	0
10.06.1997		x	Nichtverfügbarkeit des Notstand-Diesels 29XMA3000 während Behebung einer Ölleckage an der Wellenkupplung	B	0
16.09.1997		x	Ausfall Flutdiesel (Notstromdiesel) 2 durch Motorschaden während monatlichem Probelauf	B	0
23.09.1997		x	Reaktor-Trip nach Ausfall der 6 kV Gruppenschiene 22BG0000 durch eine Fehlauflösung des Eigenbedarfstrafo 22BGUM	B	0
12.11.1997	x		Nichtverfügbarkeit der Sicherheitseinspeisepumpe JSI-1D infolge geschlossenem Handschieber 10 JSI 0949 im Einspeisestrang	B	1
02.12.1997	x		Nichtverfügbarkeit der SE-Rezirkulationspumpen JSI 2B/D beim monatlichen Probelauf	B	0
03.12.1997	x		Reaktortrip: DE-Niveau tief nach Ausfall der Speisepumpen 3 und 2 infolge Fehlauflösung des Pumpenschutzes	B	0
13.05.1998		x	Unterschreitung des Grenzwertes für das Borwassertank-Niveau beim Anfahren der Anlage nach dem BE-Wechsel	B	0
04.11.1998	x		Von Tech.-Spez. Abweichende Einstellung der Frischdampfdruck-Manostaten DK 145 und 146	B	0
03.05.1999	x		Nichtverfügbarkeit des Motorventils 10JSIMOV0884-B im SE-Rezirkulationskreislauf	B	0
10.05.1999		x	NS-Diesel 29XMA 3000 läuft beim monatlichen Probelauf beim 1. Startbefehl nicht an	B	0
06.07.1999	x		Reaktorschnellabschaltung infolge von Kühlwasserproblemen am Einlaufrechen	B	0

Date	KKB		Kurzbeschreibung	HSK-Klass.	INES-Klass.
	1	2			
17.08.1999	x		Auslösung Erregerfeldschalter vom NS-Dieselmotorgenerator 19XG 3000 bei Schutzrelaisprüfung	B	0
10.11.1999		x	Startversagen Notstandeinspeisepumpe JSI-1D	B	0
10.11.1999		x	Notstand-Sicherheitseinspeisepumpe 20JSI 0001-D läuft beim monatlichen Probelauf beim ersten Startbefehl nicht an	B	0
14.07.2000	x	x	Überschreitung des Prüfindervalls für Messkanäle der Störfallinstrumentierung	B	0
24.07.2000	x	x	Ausfall Restwärmepumpe 10JAC 0005-B durch Blockierung während Restwärmebetrieb mit abgesenktem JRC-Füllstand während RA 00-1	B	0
11.10.2000		x	Nichtverfügbarkeit der Notspeisewasserpumpe 20LSE0001 durch Sicherungsausfall im Steuerkreis	B	0
02.11.2000	x		Nichtverfügbarkeit der Notspeisewasserpumpe 10LSE 0001 nach Befund über Schwergängigkeit	B	0
30.04.2001	x		Startversagen des Notstanddiesels 19XMA 3000 beim monatlichen Probelauf	B	0
25.07.2001	x		Nichtverfügbarkeit der Sicherheitseinspeisepumpe 10JSI 0001-C beim monatlichen Probelauf	B	0
27.08.2001		x	Befund über Halterungsprobleme an 3/4 Zoll Durchdringungen im Bereich des Ringraumes	B	0
18.10.2001		x	R-Trip durch DE-Niveau tief nach Fehlauflösung Speisewasserisolation durch Kurzschluss	B	0
18.10.2001		x	Trip Turbine TG22 durch Hochniveau im Vorwärmer 2 nach Störung am Niveauregler mit anschließender SCRAM nach Notborierung	B	0
Vorkommnisse nach dem 31. Dezember 2001 bis 01. Oktober 2004					
01.05.2002	x		Geschlossene Handarmatur 19JSI0953 in der Treibwasserleitung der Notstandsrezirkulation nach der Durchführung von periodischen Prüfungen	B	0
05.12.2002		x	Schalterfall 24BFL IS 0800 beim Handstart der Nebenkühlwasserpumpe 20PRW 0001-C beim monatlichen Probelauf	B	0
29.01.2003		x	Reaktortrip nach Fehlöffnung einzelner Frischdampf-Abblaseventile beim Start der Pumpen der Hydraulik-Ölversorgung 20LDA"	B	0

Date	KKB		Kurzbeschreibung	HSK-Klass.	INES-Klass.
	1	2			
19.03.2003		x	Reaktortrip durch unbeabsichtigte Auslösung des Tripschalters beim monatlichen Funktionstest der Reaktor-Tripschalter gemäss Routinevorschrift)	B	0
21.5.2003	x		Unbeabsichtigte Abgabe von Rückstandsgas (KWD) über die neue Verbindungsleitung zum Mischtank 10KWD 8157 bei der Inbetriebnahme der Harzabfüllstation	B	0
19.8.2003		x	Handauslösung Turbinenabschaltung TG-21 und R-Trip nach Ausfall der Speisewasserpumpe 21LSH 0001 beim Belasten der Anlage bei 12 % Nuklearleistung nach Revisionsabstellung RA 03-2	B	0
10.7.2004	x		Reaktortrip durch DE-Niveau tief nach Störung an Ventil 12LSH FCV 0498-A (Speisewasserhauptventil DE-B)	B	0

Anhang B: Abkürzungen

AFMS	Advanced Flux Mapping System
ALARA	As Low as Reasonably Achievable ("So niedrig wie vernünftigerweise erreichbar")
AM	Accident Management
ANIS	Anlage-Informationssystem
ANPA	Anlage-Parameter Periodische Übermittlung von Anlage-Parametern an MADUK
ANS	American Nuclear Society
ANSI	American Nuclear Standards Institute
ARBUR	Arbeitsplätze für das Ressort Radioaktive Rückstände KBU-R
ASSET	Assessment of Safety Significant Events Team(s) IAEA
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATWS	Anticipated Transient without Scram Transiente mit postuliertem Versagen der Reaktorschnellabschaltung
AURA	Aufbereitung radioaktiver Abwässer (im KKB)
AÜP	Alterungsüberwachungsprogramm
AVT	All Volatile Treatment (Konditionierung mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln)
AWARE	Alarmsystem mit Filterung und Priorisierung der Alarmmeldungen. "AWARE" ist keine Abkürzung (aware, engl. für aufmerksam, etwas gewahr werden).
AZ	Anlagenzustand gemäss Technischen Spezifikationen
BE	Brennelemente
BEB	Betriebserfahrungsbericht des KKB
BERA	Beznau Probabilistic Risk Assessment
BESRA	Beznau Probabilistic Shutdown Risk Assessment
BFE	Bundesamt für Energie BFE
BFL	Notstromschiene
BOTA	Borwasservorrattank
BRANCO	Projekt zur Durchführung von Massnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes im Containment
BRAVER	Projekt zum Verbessern der Brandschutzeinrichtungen an den Motoren der Reaktorhauptpumpen

BREWA	Projekt Alternative Brennstofflagerbecken-Kühlung
BW	Brennelementwechsel
CA	Siehe Definition Seite 5-39
CAOC	Constant Axial Offset Control
CCF	Common Cause Failure
CDF	Core Damage Frequency
CFR	Code of Federal Regulation
COMPRO	Computerized Procedures
DCH	Direct Containment Heating
DE	Dampferzeuger
DH	Druckhalter, Druckhaltung
DIS	Direct Ion Storage Dosimeter
DISI	Direktionssitzung
DNBR	Departure from Nucleate Boiling Ratio Verhältnis der kritischen zur lokalen Wärmestromdichte
DRMS	Digital Radiation Monitoring System
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf
EB	Eigenbedarf
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ELD	Elektronische Lagedarstellung
EK	Erdbebenklasse (nach Richtlinie HSK-R-06)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ENIQ	European Network for Inspection Qualification
EOP	Prozeduren zur Störfallbeherrschung
EOR	Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität
EPD	Elektronische Dosimeter
EPRI	Electric Power Research Institute (Palo Alto, CA., USA)
ERGES	Ertüchtigung der gesicherten Speisewasserversorgung. (Projekt und zugehöriges Freigabeverfahren, bei welchem das Not- speisewassersystem implementiert wurde.)
ESFAS	Engineered safety features actuation system
ESTER	Erneuerung Schutz, Trafos und Erregung (Projekt für den Ersatz des elektrischen Schutzes, der Eigenbedarfstransformatoren und der Erre-

	gereinrichtungen)
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EVA	Ereignisse von aussen
FD	Frischdampf
FDF	Fuel Damage Frequency
FLI	Failure Likelihood Index (Versagenshäufigkeitsindex)
Fq	Heisskanalfaktor
GARDEL	Siehe Seite S. 6-21
GB K	Geschäftsbereich "Kernenergie" der NOK
GMA	Gefahrenmeldeanlage
GSB	Gefährdungs-Statusbaum
GSKL	Gruppe der schweizerischen Kernkraftwerksleiter
1 gpm	1 US gallon per minute (= 3,785 Liter pro Minute)
HD	Hochdruck
HEP	Human Error Probability
HF	Human Factor (siehe Seite 2-10)
HKB	Hydraulisches Kraftwerk Beznau (Wasserkraftwerk)
HKL	Hauptkühlmittelleitung
HKR	Hauptkommandoraum
HPES	Human Performance Enhancement System
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
INA	Instrumentierungs-Nachrüstung (Projekt zur Nachrüstung der Drucktransmitter und Messleitungen)
INES	International Nuclear Event Scale
INPO	Institute of Nuclear Power Operators
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group (IAEA)
IOKO	s.S. 5-48
IRA	Institut Universitaire de Radiophysique Appliquée
IRS	Incident Reporting System (OECD-NEA, IAEA)
ISK	Interne Sicherheitskommission im KKB
ISO	International Organization for Standardization

ISRAM	Informationssystem für radioaktive Materialien
KB	Geschäftseinheit "Kernkraftwerk Beznau" des GB K
KBA	Abteilung Administration
KBB	Abteilung Betrieb
KBD	Abteilung Dienste
KBE	Abteilung Elektrotechnik
KBG	Abteilung Gebäudetechnik
KBM	Abteilung Maschinentechnik
KBN	Planungsabteilung NANO
KBR	Abteilung Reaktor und Sicherheit
KBU	Abteilung Überwachung
KIGA	Kantonales Amt für Industrie, Gewerbe und Arbeit
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKW	Kernkraftwerk
KIGA	Kantonales Amt für Industrie, Gewerbe und Arbeit
KN	Geschäftseinheit "Kernbrennstoffe" des GB K
KomABC	Eidg. Kommission für ABC-Schutz (Name ab 2002)
KOMAC	Eidg. Kommission für AC-Schutz (Name bis 2001)
KSA	Kommission für die Sicherheit der Kernanlagen
LCO	Begrenzende Betriebsbedingung (Limited Condition of Operation)
LERF	Die Kenngrösse LERF ergibt sich aus der Summe der Häufigkeiten der Freisetzungskategorien, deren Caesium-Freisetzung grösser als 1% (1.0E-02) des Kerninventars ist und bei denen eine Freisetzung innerhalb der ersten 10 Stunden nach Eintritt des Unfalls zu erwarten ist
LOCA	Kühlmittelverluststörfall (Loss of Coolant Accident)
LSE	Notspeisewassersystem
LvB	Leck-vor-Bruch
MADUK	Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung von Kernkraftwerken
MCC	Motor Control Center
MOV	Motorangetriebenes Ventil (motor operated valve)
MSK	Erdbebenskala von Medvedev, Sponheuer, Karnik
MWe	Megawatt elektrisch (Masseinheit für elektrische Leistung)
NANO	Nachrüstung Notstandsystem (inklusive Notstromversorgung).

	(Projekt und zugehöriges Bewilligungsverfahren, bei welchem das Notstandgebäude mit den entsprechenden Sicherheitsausrüstungen vor allem zum Schutz gegen Einwirkungen von Aussen nachgerüstet wurde.)
NAZ	Nationale Alarmzentrale
ND	Niederdruck
NEA	Nuclear Energy Agency
NIS	(1) Projekt zum Ersatz der Quell- und Zwischenbereichsmessung durch das Weitbereichsmesssystem, (2) Abkürzung für die Gesamtheit der Neutronenflussinstrumentierung ausserhalb des Reaktorkerns (Weitbereichsmessung und Leistungsmessung)
NLS	Notstandleitstand im Notstandgebäude
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke AG
NRC	United States Nuclear Regulatory Commission Nukleare Sicherheitsbehörde der USA
NS	Notstand
NSS	Notstandschutzsystem (Leittechnik im Notstandgebäude zur Ausführung von Sicherheitsfunktionen, insbesondere bei Einwirkungen von aussen.)
OBE	Betriebserdbeben (operating basis earthquake)
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OMS	Überdrucktransienten-Schutzsystem / Overpressure Mitigation System. (Leittechnik zur Ansteuerung der Druckentlastungsventile. Zusammen mit den Druckentlastungsventilen bildet das OMS das System zur Verhinderung eines unzulässigen Überdruckes im Reaktorkühlkreislauf.)
OSART	Operational Safety Assessment Review Team der IAEA
OSPAR	Oslo-Paris-Abkommen
PAR	Passiver autokatalytischer Rekombinator
P _N	Nennleistung
PORVs	Power Operated Relief Valves
PRIGA	Primärgarderobe
PEGASOS	Probabilistische Erdbeben-Gefährdungsanalyse der KKW Standorte der Schweiz
PRESSURE	Projekt Ersatz Reaktorschutz- und Regelsystem. (Projekt und zugehöriges Freigabeverfahren, bei welchem das neue Reaktorschutz- und Regelsystem implementiert wurde.)
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse

PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung
PTS	Pressurised Thermal Shock
QM	Qualitätsmanagement
QMB	Beauftragter für das Qualitätsmanagement
QMS	Qualitätsmanagement-System
QS	Qualitätssicherung
RABE	Rasches Alarmsystem für die Bevölkerung
RAOC	Relaxed Axial Offset Control
RASA	RASA Raumabschottungen in der Sekundäranlage (Projekt zur Durchführung der Schottungen zwischen Eigenbedarfs-Anlage und Hilfsspeisewasserpumpen)
RCS	Steuerelementantriebs-Steuerung
RDB	Reaktordruckbehälter
REFUNA	Regionales Fernwärmenetz unteres Aaretal
RELF	Cesium Release Frequency
REQUA	Seismisches Requalifizierungsprojekt
RESA	Reaktorschnellabschaltung
RHP	Reaktorhauptpumpe
RIA	Reactivity-Initiated Accident Reaktivitätsstörfall
RKS	Reaktorkühlsystem
RPI	Steuerelement-Positionsanzeigesystem
RR	Ringraum
RSS	Reaktorschutz- und Regelsystem
RW	Siehe Seite 5-40
SABRA	Projekt zur Verbesserung der Brandschutzmassnahmen in der Sekundäranlage
SAFE	Selbstkritisch denken und handeln, Aufgaben verstehen, Fehler erkennen und aus ihnen lernen und Erfahrungen kommunizieren und umsetzen
SAM	Severe Accident Management
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SE	Sicherheitseinspeisung
SF6	Schwefel-Hexa-Fluorid

SIDRENT	Sicherheitsgebäudes-Druckentlastung (Gefilterte Druckentlastung des Containments)
SK	Sicherheitsklasse (nach Richtlinie HSK-R-06)
SOL	Sicherheit durch Organisationales Lernen
SPDS	Safety Parameter Display System
SSB	Sicherheitsstatusbericht des KKB
SSE	Safe Shutdown Earthquake (Sicherheitserdbeben)
StSV	Strahlenschutzverordnung
SUeR	Sektion zur Überwachung der Radioaktivität (BAG)
Sv	Sievert (Masseinheit für Äquivalentdosis)
SVTI	Schweizerischer Verein für Technische Inspektionen
TLD	Thermolumineszenzdosimeter
SVTI	Schweizerischen Vereins für Technische Inspektionen
TRAWO	Projekt zur Erstellung der Erdgashochdruckleitung von Zuzgen AG nach Winterthur-Ohringen
UDP	Unfall-Diagnoseplan
UN	United Nations
UNSCEAR	UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
USNRC	U.S. Nuclear Regulatory Commission
USV	Unterbrochslose Stromversorgung
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VAT	Volumen-Ausgleichstank
VEOR	Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität
VITAL	Erneuerung der gesicherten Stromversorgung
WANO	World Association of Nuclear Operators
WARA	Projekt zur Verbesserung der Wärmeabfuhr aus den Relais- und Apparurräumen der Halonzone 1 bis 5
WOG	Westinghouse Owners Group
ZEUS	Blitzschutzmassnahmen für die Leittechnikverbindungen zwischen dem Notstandgebäude und leittechnischen Einrichtungen anderer Gebäude
ZWIBEZ	Zwischenlager für Radioaktive Abfälle in Beznau
ZZL	Zentrales Zwischenlager Würenlingen

Anhang C: Richtlinien

Richtlinie	Titel der Richtlinie	Datum der für das Gutachten berücksichtigten Ausgabe
HSK-R-04/d	Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, Projektierung von Bauwerken	Dezember 1990
HSK-R-05/d	Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, mechanische Ausrüstungen	Oktober 1990
HSK-R-06/d	Sicherheitstechnische Klassierung, Klassengrenzen und Bauvorschriften für Ausrüstungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren	Mai 1985
HSK-R-07/d	Richtlinien für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes	Juni 1995
HSK-R-08/d	Sicherheit der Bauwerke für Kernanlagen, Prüfverfahren des Bundes für die Bauausführung	Mai 1976
HSK-R-11/d	Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken	Mai 1980
HSK-R-12/d	Erfassung und Meldung der Dosen des strahlenexponierten Personals der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes	Oktober 1997
HSK-R-13/d	Inaktivfreigabe von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen (Freimessrichtlinie)	November 2001 Entwurf
HSK-R-14/d	Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle	Dezember 1988
HSK-R-15/d	Berichterstattung über den Betrieb von Kernkraftwerken	Dezember 1999
HSK-R-16/d	Seismische Anlageninstrumentierung	Februar 1980
HSK-R-17/d	Organisation und Personal von Kernkraftwerken	August 1986
HSK-R-18/d	Aufsichtsverfahren bei Reparaturen, Änderungen und Ersatz von mechanischen Ausrüstungen in Kernanlagen	Dezember 2000
HSK-R-21/d	Schutzziele für die Endlagerung radioaktiver Abfälle	November 1993
HSK-R-23/d	Revisionen, Prüfungen, Ersatz, Reparaturen und Änderungen an elektrischen Ausrüstungen in Kernanlagen	Dezember 1993
HSK-R-25/d	Berichterstattung des Paul Scherrer Institutes sowie der Kernanlagen des Bundes und der Kantone	Juni 1998
HSK-R-27/d	Auswahl, Ausbildung und Prüfung des lizenzpflichtigen Betriebspersonals von Kernkraftwerken	Mai 1992
HSK-R-30/d	Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen	Juli 1992
HSK-R-31/d	Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken,	Januar 1994

Richtlinie	Titel der Richtlinie	Datum der für das Gutachten berücksichtigten Ausgabe
	E1 klassierte elektrische Ausrüstungen	
HSK-R-32/d	Richtlinie für die meteorologischen Messungen an Standorten von Kernanlagen	September 1993
HSK-R-35/d	Aufsichtsverfahren bei Bau und Änderungen von Kernkraftwerken, Systemtechnik	Mai 1996
HSK-R-37/d	Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und – Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK	Juli 2001
HSK-R-39/d	Erfassung der Strahlenquellen und Werkstoffprüfer im Kernanlagenareal	Januar 1990
HSK-R-40/d	Gefilterte Druckentlastung für den Sicherheitsbehälter von Leichtwasserreaktoren, Anforderung für die Auslegung	März 1993
HSK-R-41/d	Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen	Juli 1997
HSK-R-42/d	Zuständigkeiten für die Entscheide über besondere Massnahmen bei einem schweren Unfall in einer Kernanlage	Februar 2000
HSK-R-45/d	Planung und Durchführung von Notfallübungen in den schweizerischen Kernkraftwerken	Juli 1997
HSK-R-47/d	Prüfungen von Strahlenmessgeräten	Oktober 1999
HSK-R-48/d	Periodische Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken	November 2001
HSK-R-49/d	Sicherheitstechnische Anforderungen an die Sicherung von Kernanlagen	März 2001
HSK-R-100/d	Anlagezustände eines Kernkraftwerks	Juni 1987
HSK-R-101/d	Auslegungskriterien für Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken mit Leichtwasser-Reaktoren	Mai 1987
HSK-R-102/d	Auslegungskriterien für den Schutz von sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz	Dezember 1986
HSK-R-103/d	Anlageinterne Massnahmen gegen die Folgen schwerer Unfälle	November 1989
NE-14	Festlegung NE-14, Wiederholungsprüfungen von nuklear abnahmepflichtigen mechanischen Komponenten	Revision der Kapitel. entsprechend dem Stichtag 31.12.2001

Referenzen

- ¹ Bewilligung des Schweizer Bundesrat zum Gesuch der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) vom 18. Dezember 1991 um Erteilung einer unbefristeten Betriebsbewilligung für das Kernkraftwerk Beznau II gemäss dem Antrag des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes (EVED) vom 01. Dezember 1994, 12. Dezember 1994
- ² HSK-Gutachten 14/730, KKW Beznau II: Gutachten zum Gesuch der NOK um Aufhebung der Befristung der Betriebsbewilligung, März 2004
- ³ HSK-Gutachten 15/130, Gutachten zum Gesuch um Erteilung der unbefristeten Betriebsbewilligung für das Kernkraftwerk Beznau II, April 1994
- ⁴ Sicherheitsbericht 1999 des KKB 1, Rev. 1, 10. April 1999
- ⁵ KKB 511D51, Beznau Probabilistische Sicherheitsanalyse, Hauptbericht, Januar 2002
- ⁶ Sicherheitsbericht 2003 des KKB 1, Rev. 2, 20. Juni 2003
- ⁷ SR 732.0, Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (Stand 26. November 2002)
- ⁸ SR 814.50, Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991
- ⁹ SR 814.501, Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV, Stand 28. Dezember 2001)
- ¹⁰ American National Standard 19.6.1-1997: Reload Startup Physics Tests for PWRs
- ¹¹ Sicherheitsbericht 2001 des KKB 2, Rev. 3, 30. September 2001
- ¹² NRC Regulatory Guide 1.183: Alternative Radiological Source Terms for Evaluating Design Basis Accidents at Nuclear Power Reactors, July 2000
- ¹³ Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP-68 (Pergamon Press 1994)
- ¹⁴ Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP-72 (Pergamon Press 1995)
- ¹⁵ KKB 077D25, Technische Spezifikationen für den Reaktorbetrieb, Block 1, 8. August 2003
- ¹⁶ NOK-Brief, Betriebsbewilligung Kernkraftwerk Beznau 2 (KKB 2), Gesuch um Aufhebung der Befristung, 17. November 2000
- ¹⁷ KKB-Bericht 511D51, Beznau Probabilistische Sicherheitsanalyse Hauptbericht, Januar 2002