

**ABSCHLUSSBERICHT  
DES MINISTERIUMS FÜR UMWELT UND VERKEHR  
BADEN-WÜRTTEMBERG  
ZU DEN MELDEPFLICHTIGEN EREIGNISSEN  
06/2001, 07/2001 und 08/2001  
IM KERNKRAFTWERK PHILIPPSBURG, BLOCK 2**

**Stuttgart**

**Juli 2003**

## Inhaltsverzeichnis

	Seitenzahl
1. Einleitung	4
2. Sachverhalt	5
2.1 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 06/2001 „Unterschreitung der Bor-säurekonzentration in den Flutbehältern des Not- und Nachkühl-systems“	5
2.2 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 07/2001 „Unterschreitung der Füllstände in den Flutbehältern des Not- und Nachkühl-systems“	10
2.3 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 08/2001 „Fehleinspeisung von Deionat in das Brennelementlagerbecken im Jahr 2000“	11
3. Aufsichtsverfahren	12
4. Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen	19
4.1 Bereich „Technik“	19
4.2 Bereich „Mensch“	20
4.3 Bereich „Organisation“	22
5. Erkenntnisse aus den Ereignissen für den Anlagenbetrieb und die atomrechtliche Aufsicht	24
5.1 Grundsätze und Leitgedanken zur staatlichen Aufsicht	24
5.2 Ganzheitlicher Aufsichtsansatz „Mensch-Technik-Organisation“	25
5.3 Prozessorientierter Aufsichtsansatz	26
5.4 Diagnose- und Entscheidungsprozess bei Ereignissen und beson-deren Anlagenzuständen	27
5.5 Formale und technisch-ingenieurmäßige Betrachtungsweise	28
5.6 Überarbeitungsbedürftigkeit der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauf-tragten- und Meldeverordnung (AtSMV)	29
5.7 Erkenntnisse für Sachverständige und Aufsichtsbehörde	30

6.	Konsequenzen, Maßnahmen	30
6.1	Maßnahmen auf Betreiberseite	31
6.1.1	Technische Maßnahmen und ergänzende Nachweise	31
6.1.2	Personell-organisatorische Maßnahmen	33
6.2	Maßnahmen beim Generalgutachter TÜV ET und Beauftragung anderer Gutachter	38
6.2.1	Maßnahmen bei der TÜV ET	38
6.2.2	Beauftragung anderer Gutachter	39
6.3	Maßnahmen bei der Aufsichtsbehörde	40
6.3.1	Sofortmaßnahmen	40
6.3.2	Einrichtung einer Task Force	41
6.3.3	Organisationsuntersuchung	42
6.4	Sicherheitstechnische Nachbewertung	44
7.	Behandlung in RSK, ILK und Landtag	47
7.1	Behandlung in der RSK	47
7.2	Behandlung in der Internationalen Länderkommission Kerntechnik (ILK)	49
7.3	Behandlung im baden-württembergischen Landtag	51
8.	Zusammenfassung	51
9.	Anlagen	55
10.	Unterlagen	56

## 1. Einleitung

Im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2, wurden im Herbst 2001 drei meldepflichtige Ereignisse festgestellt, denen grundsätzliche Bedeutung zukam und die eine große öffentliche Resonanz erfahren haben. Die Klärung der zugrundeliegenden Sachverhalte sowie die daraus zu ziehenden Konsequenzen haben ein aufwändiges Aufsichtsverfahren ausgelöst und die Prüfung der Vorkommnisse durch eine Vielzahl von Stellen und Institutionen veranlasst. Dabei wurden sowohl verschiedene Fehler, Fehlhandlungen und Schwächen im personell-organisatorischen Bereich als auch technische Mängel festgestellt. Aus der Aufarbeitung der Ereignisse konnte eine Reihe grundsätzlicher Erkenntnisse gewonnen werden. Hierauf aufbauend wurden weitreichende Maßnahmen ergriffen und Konsequenzen auf Betreiber-, Gutachter- wie auch auf Behördenseite gezogen.

Ziel des vorliegenden Berichts ist es, die gewonnenen Erkenntnisse und die getroffenen Maßnahmen im Zusammenhang darzustellen sowie die Bewältigung und die Aufarbeitung der drei meldepflichtigen Ereignisse durch die Aufsichtsbehörde in Form eines Abschlussberichts zu dokumentieren.

Der Bericht befasst sich zunächst in Abschnitt 2 mit der Sachverhaltsschilderung zu den drei meldepflichtigen Ereignissen. Abschnitt 3 enthält eine chronologische Darstellung des Aufsichtsverfahrens. In Abschnitt 4 sind die festgestellten Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen aus den Bereichen Mensch, Technik und Organisation beschrieben. Abschnitt 5 stellt die insoweit gewonnenen Erkenntnisse dar. Abschnitt 6 befasst sich mit den Konsequenzen und den ergriffenen Maßnahmen. In Abschnitt 7 wird die Behandlung der Ereignisse durch die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), die Internationale Länderkommission Kerntechnik (ILK) und den baden-württembergischen Landtag dargestellt. Abschnitt 8 enthält eine Zusammenfassung. In Abschnitt 9 sind die Anlagen zu diesem Bericht aufgeführt. Abschnitt 10 enthält eine Zusammenstellung wichtiger Unterlagen.

## 2. Sachverhalt

### 2.1 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 06/2001 „Unterschreitung der Borsäurekonzentration in den Flutbehältern des Not- und Nachkühlsystems“

Zum Wiederanfahren der Anlage nach Abschluss der Revision wurden am 11. August 2001 die zu diesem Zeitpunkt nicht vollständig gefüllten Flutbehälter des Not- und Nachkühlsystems aus dem System „Borsäure- und Deionateinspeisung“ (KBC) (siehe vereinfachten Systemschaltplan als Anlage 1) nachgefüllt. Dabei wurde unerkannt nur reines Deionat und nicht – wie erforderlich – auch Borsäure in die Flutbehälter eingespeist. Ursachen hierfür waren im Wesentlichen folgende Punkte:

- Das Schließen der Handarmatur KBC20 AA002 sollte durch einen Maschinisten vor Ort erfolgen. Der Maschinist ging jedoch vor Ort davon aus, dass die Armatur bereits geschlossen sei, ohne zu erkennen, dass dies nicht der Fall war, weil die Armatur in der Offenstellung klemmte oder im Rücksitz festsaß.
- Dadurch befand sich die Handarmatur KBC20 AA002 während des Befüllens der Flutbehälter in Offenstellung mit der Folge, dass die Borsäure nicht in die Flutbehälter sondern zurück in die Borsäurebehälter gepumpt wurde. Die Flutbehälter waren infolge dessen unterboriert.
- Während des Befüllens der Flutbehälter JNK 10, JNK 20, JNK 30 und JNK 40 (es handelt sich um insgesamt vier Flutbehälterpaare) wurde auf der Warte nicht bemerkt, dass der auf einem Schreiber dargestellte Füllstand in den Borsäurebehältern nicht zurückging; der Füllstand war vielmehr – durch Rückspeisung aus der Kühlmitteleinigung – angestiegen.
- Auch beim vorgeschriebenen Zurückstellen der Handarmatur KBC20 AA002 nach Abschluss des Befüllens der Flutbehälter in die "Auf"-Stellung erfolgte keine Meldung durch den Maschinisten darüber, dass sich die Armatur in einer nicht vorgesehenen Stellung - nämlich bereits in „Auf“-Stellung - befand.

Zum Zeitpunkt des Kritischmachens des Reaktors ging das Betriebspersonal deshalb davon aus, dass die Flutbehälter mit der erforderlichen Borsäurekonzentration von > 2200 ppm (parts per million) nachgefüllt worden waren und die Flutbehälter daher die im Betriebshandbuch (BHB) festgelegte Borsäurekonzentration aufwiesen, was aber nicht der Fall war. Unmittelbar nach dem Befüllen wurde keine Messung der Borsäurekonzentration, zu der das Beckenwasserreinigungssystem FAL notwendig ist, vorgenommen. Vielmehr wurde in der Zeit vom 12.8. bis 23.8.2001 der anderweitigen Nutzung des FAL-Systems, nämlich zur Reinigung des Wassers im Brennelementlagerbecken, aus Strahlenschutzgründen höhere Priorität beigemessen. Das System stand erst anschließend für die Umwälzung der Flutbehälter und die repräsentative Messung der Borsäurekonzentration zur Verfügung.

Nachdem der Inhalt des Flutbehälters JNK 10 zur repräsentativen Messung über einen Zeitraum von 48 Stunden umgewälzt worden war, wurde am Samstag, dem 25. August 2001 eine Probe genommen und eine Borsäurekonzentration von 1950 ppm ermittelt. Dieses Ergebnis wurde vom Schichtleiter nach Diskussionen mit dem Teilbereich Chemie und der Schichtmannschaft als Fehlmessung interpretiert. Als Gründe hierfür wurden angesehen:

- Die Flutbehälter waren mit Kühlmittel aus der Reaktorgrube mit einer nachgewiesenen Borsäurekonzentration > 2200 ppm befüllt worden.
- Zwei Druckspeicher waren mit Kühlmittel aus dem Flutbehälter gefüllt worden. Die Messung der Borsäurekonzentration in den Druckspeichern hatte, wie erwartet, eine Borsäurekonzentration > 2200 ppm ergeben.
- Der Ersatz der technisch bedingten Verluste erfolgte durch das Nachfüllen der Flutbehälter bis zur erforderlichen Füllhöhe aus dem KBC-System mit einer vermeintlichen Borsäurekonzentration > 2200 ppm.

- Eine nach einer kurzzeitigen Durchmischung am 23.8.2001 aus dem Flutbehälter JNK 10 genommene Probe hatte eine Borsäurekonzentration von 2250 ppm ergeben.

Die Notwendigkeit einer Wiederholungsmessung wurde verkannt. Allerdings wurde trotz der Annahme einer Fehlmessung sicherheitsgerichtet gemäß den Vorschriften des BHB unverzüglich das Nachborieren des Flutbehälters JNK 10 eingeleitet. Der Vorgang der Nachborierung und Durchmischung dauerte über das gesamte Wochenende an. Die Möglichkeit der Unterborierung von mehreren Flutbehältern durch eine gemeinsame Ursache („Common-Mode-Fehler“) hat das Schichtpersonal dabei nicht in Betracht gezogen.

Am Montag, dem 27. August 2001, wurde der für den sicheren Betrieb der Anlage verantwortliche Leiter des Blocks 2 (LdA 2) erstmalig über die Unterschreitung der Borsäurekonzentration informiert. Am Vormittag des 27.8.2001 lag – nach Aufborierung und Durchmischung über das Wochenende – eine neue Borsäurekonzentrationsmessung für den Flutbehälter JNK 10 vor. Diese ergab 2147 ppm. Spätestens zu diesem Zeitpunkt war klar, dass die Messung vom 25.8.2001 keine Fehlmessung gewesen sein konnte.

Der LdA 2 veranlasste am 27.8.2001 folgende Maßnahmen:

- Besprechung im Anschluss an die Frühbesprechung mit dem LdA 1, dem kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten, einem Mitarbeiter des Bereichs Störungsanalyse sowie einem Mitarbeiter des Bereichs Physik in Anwesenheit des Kraftwerksleiters. Bei dieser Besprechung wurde erstmals erwogen, dass mehrere Flutbehälter von der Unterborierung betroffen sein könnten. Der LdA 2 gab daher den Auftrag, die Füllstände und die während der Revision durchgeführten Maßnahmen an den Flutbehältern und den beiden Borsäurebehältern nochmals zu überprüfen.
- Abschätzung der Borsäurekonzentration in den Flutbehältern auf Grund der Nachfüllmengen unter der Annahme, dass reines Deionat ohne Borsäure nachgefüllt

wurde.

- Feststellung der für die Störfallbeherrschung in den Flutbehältern erforderlichen Borsäurekonzentration durch den Teilbereich Physik und Verifikation dieses Ergebnisses durch die Herstellerfirma Framatome ANP (FANP).
- Beauftragung eines stellvertretenden Schichtleiters, das Betriebshandbuch im Hinblick auf Regelungen für den Fall der Unterborierung durchzusehen.

Am 27.8.2001 nachmittags war die konkrete Ursache einer möglichen Unterborierung noch nicht bekannt. Gesicherte Informationen auf Grund einer Messung der Borsäurekonzentration lagen lediglich für den Flutbehälter JNK 10 vor. Für die anderen Behälter wurde ohne detaillierte Kenntnis der genauen Ursache der Borsäurekonzentrationsunterschreitung anhand der ermittelten zugespeisten Mengen an Deionat (Nachfüllmengen) eine Abschätzung vorgenommen. Danach wurde für den Flutbehälter JNK 20 eine mittlere Borsäurekonzentration von >2200 ppm, für den Flutbehälter JNK 30 eine mittlere Borsäurekonzentration von 1738 ppm und für den Flutbehälter JNK 40 eine mittlere Borsäurekonzentration von 1975 ppm rechnerisch ermittelt.

Als Ergebnis der Prüfung der Regelungen im Betriebshandbuch – Eintrag eines Nachfüllwertes von > 2200 ppm, jedoch keines Grenzwertes zur Nichtverfügbarkeit – wurde festgestellt, dass wegen der möglicherweise vorliegenden Unterborierung die Flutbehälter nicht als ausgefallen anzusehen seien, solange sie ihre Sicherheitsfunktion erfüllen. Aufgrund der Feststellung des Teilbereichs Physik, dass eine Borsäurekonzentration von 1950 ppm im Flutbehälter eine große Sicherheitsmarge zu der zur Störfallbeherrschung notwendigen Mischborsäurekonzentration im Reaktorkern von ca. 1150 ppm (rechnerisch zu 1154 ppm und experimentell zu 1135 ppm bestimmter Wert für den stabfreien, heiß-unterkritischen Reaktorkern) biete, stellte der LdA 2 fest, dass die Flutbehälter im notwendigen Umfang zur Verfügung stünden, mit der Folge, dass ein Abfahren der Anlage nicht in Betracht gezogen wurde.

Am 28.8.2001 wurde in der Frühbesprechung über das Ergebnis der bis dahin durchgeführten Recherchen durch den LdA 2 berichtet.

Die Herstellerfirma FANP bestätigte am 28.8.2001 mündlich und am 30.8.2001 schriftlich die Überlegungen des Teilbereichs Physik vom 27.8.2001, dass eine Borsäurekonzentration  $> 1900$  ppm in den Flutbehältern ausreichend für die Beherrschung der relevanten Störfälle gewesen wäre. Die Borsäurekonzentration in den Flutbehältern muss größer sein als die zur Gewährleistung der Unterkritikalität im Reaktorkern erforderliche Mischborsäurekonzentration von ca. 1150 ppm, um diese auch unter abdeckenden Störfallbedingungen sicher zu gewährleisten.

Der nach diesem Verständnis noch unterborierte Flutbehälter JNK 30 hätte gemäß dem Betriebshandbuch innerhalb von 14 Tagen aufboriert werden müssen. Vor diesem Hintergrund wurde die Notwendigkeit, die Anlage kurzfristig abzufahren, vom LdA 2 nicht gesehen. Im Laufe des 28.8.2001 wurde dann die Fehlstellung der Armatur KBC20 AA002 als Ursache für die Unterborierung erkannt.

Der Kraftwerksleiter besprach am 27.8.2001 vormittags telefonisch die Lage mit dem bei der EnBW zuständigen Abteilungsleiter Nukleare Grundsatzfragen und am 28.8.2001 mit dem für die Technik zuständigen Vorstand und Strahlenschutzverantwortlichen. Der LdA 2 informierte am 28.8.2001 nachmittags telefonisch die Aufsichtsbehörde und den Gutachter TÜV Energie- und Systemtechnik GmbH Baden-Württemberg (TÜV ET) über das Ereignis.

In der Zeit vom 28.8.2001 bis 1.9.2001 wurden die Flutbehälter JNK 30 und JNK 40 weiter aufboriert. Ab 1.9.2001 standen alle Flutbehälter mit der erforderlichen Borsäurekonzentration wieder zur Verfügung. Am 5.9.2001 wurde die Borsäurekonzentration im Flutbehälter JNK 20 gemessen; der Messwert lag bei 2220 ppm. Das Ergebnis dieser Messung bestätigte die Annahmen, die am 27.8.2001 und 28.8.2001 hinsichtlich der Borsäurekonzentration dieses Flutbehälters getroffen wurden.

## **2.2 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 07/2001 „Überschreitung der Füllstände in den Flutbehältern des Not- und Nachkühlsystems“**

Im Zuge der Aufarbeitung des meldepflichtigen Ereignisses 06/2001 wurde auf Betreiberseite ein weiterer Sachverhalt festgestellt, der bei Erkennung als meldepflichtiges Ereignis gegenüber der Aufsichtsbehörde hätte gemeldet werden müssen. Der wesentliche Ereignisablauf stellte sich wie folgt dar:

Am 6.8.2001 und 7.8.2001 wurden die Flutbehälter mit dem Kühlmittel aus der Reaktorgrube gefüllt; die Borsäurekonzentration betrug 2260 ppm. Nach Befüllen der Druckspeicher hatten die Flutbehälter am 10.8.2001 während des nichtnuklearen Anfahrens bei einem Primärkreisdruck von 10 bar folgende Füllstände: JNK 10 10,8 m, JNK 20 12,5 m, JNK 30 9,3 m und JNK 40 10,6 m (siehe vereinfachten Systemschaltplan als Anlage 2). Beim Überschreiten von 10 bar Primärkreisdruck sprachen die Meldungen „Füllstand Flutbehälter für den Störfall nicht ausreichend“ der konventionellen Meldeanlage und der Rechnermeldeanlage an. Die Meldungen besagten, dass die Füllstände der Flutbehälter unterhalb der Grenze von 12,6 m lägen, dass sie für die Störfallbeherrschung nicht ausreichend seien und dass Deionat mit > 2200 ppm Bor nachzuspeisen sei. Die Meldung "Füllstand Flutbehälter für den Störfall nicht ausreichend" wurde als Aufforderung zur unverzüglichen Füllstandsergänzung angesehen, die spätestens bis zur Kritikalität abgeschlossen sein musste. Die Notwendigkeit der Unterbrechung des nichtnuklearen Anfahrens wurde daraus nicht abgeleitet.

Die weiteren Untersuchungen haben ergeben, dass es sich bei dieser Abweichung von den Vorgaben im BHB nicht um ein einmaliges Ereignis nach der Revision 2001 handelte, sondern dass die vollständige Befüllung der Flutbehälter erst bis zum Zeitpunkt der Kritikalität des Reaktors der betrieblichen Praxis seit der Inbetriebnahme der Anlage entsprach. In vier Fällen seit der Inbetriebnahme waren die Flutbehälter sogar erst nach dem Zeitpunkt des Erreichens der Kritikalität vollständig gefüllt.

Eine nachträgliche Analyse der Festlegungen im Betriebshandbuch ergab, dass die Flutbehälter ab dem Verlassen des Zustands „0 bar und 50 °C“ hätten gefüllt sein müssen.

### **2.3 Ablauf meldepflichtiges Ereignis 08/2001 "Fehleinspeisung von Deionat in das Brennelementlagerbecken im Jahr 2000"**

Ebenfalls im Rahmen der Aufarbeitung des Ereignisses 06/2001 wurde ein ähnlich gelagertes Vorläuferereignis (sog. Precursor) als meldepflichtiges Ereignis erkannt. Der Ablauf dieses Ereignisses 08/2001 stellte sich wie folgt dar:

Am 24.2.2000 sollte in das Brennelementlagerbecken Borsäure mit > 2200 ppm Bor nachgespeist werden. Dazu wird ebenso wie beim Nachfüllen der Flutbehälter eine Mischung aus Borsäure mit 7000 ppm Bor und reinem Deionat über die Einstellung der Durchflussmengen eingespeist. Damit die Borsäure mit 7000 ppm Bor nicht im Kreis umgewälzt wird, ohne dass sie in das Brennelementlagerbecken eingespeist wird, muss die Handarmatur KBC20 AA002, die betrieblich offen ist, für diesen Vorgang des Nachspeisens geschlossen werden. Auch hierbei unterblieb ein Schließen der Handarmatur, da der Maschinist sie bereits in "Zu"-Stellung wähnte, obwohl dies tatsächlich nicht der Fall war. Sie war verklemmt oder saß im Rücksitz fest. Aufgrund der nicht geschlossenen Armatur wurden ca. 18 m<sup>3</sup> reines Deionat in das Brennelementlagerbecken eingespeist, was jedoch aufgrund des großen Wasserinhalts von rund 1.300 m<sup>3</sup> keine sicherheitstechnischen Auswirkungen hatte.

Die Fehleinspeisung wurde seinerzeit erkannt, da in den Borsäurebehältern der Füllstand nicht abnahm. Das Ereignis wurde als ein Human-Factors (HF)-Ereignis gewertet. Es wurde allerdings erst im Rahmen der Auswertung des meldepflichtigen Ereignisses 06/2001 als meldepflichtiges Ereignis (08/2001) erkannt und gemeldet. Die Analyse des HF-Ereignisses wurde vom HF-Bearbeiter seinerzeit zurückgestellt, nachdem eine Überprüfung der Handarmatur KBC 20 AA 002 durch den Armaturenhersteller keinen Befund ergab, und wegen eines personellen Engpasses nicht wieder aufgenommen. Eine schlecht ablesbare örtliche Stellungsanzeige der Armatur KBC20 AA002 wurde

daher nicht erkannt. Ebenso wenig wurde die Armatur als mögliche Common-Mode-Fehlerquelle mit redundanzüberschreitenden Auswirkungen beim Nachfüllen der Flutbehälter identifiziert.

### **3. Aufsichtsverfahren**

Das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) erhielt erstmals am 28.8.2001 durch Telefonanruf des Betreibers auf Fachebene Kenntnis davon, dass in den Flutbehältern des Not- und Nachkühlsystems die Borsäurekonzentration, wie sie im Betriebshandbuch – allerdings außerhalb der Sicherheitspezifikation – mit einem Wert von  $> 2200$  ppm angegeben war, nach dem Wiederanfahren der Anlage im Anschluss an die Jahresrevision unterschritten gewesen sei. In mehreren Ferngesprächen zwischen dem 28.8.2001 und dem 31.8.2001 zwischen Aufsichtsbehörde und Betreiber, an denen auch der Generalgutachter TÜV ET beteiligt war, wurde vorrangig der Frage nachgegangen, ob die sicherheitstechnische Funktion des Not- und Nachkühlsystems eingeschränkt und damit der sichere Betrieb nicht gewährleistet sei. Aufgrund der Angaben des Betreibers, denen eine rein technisch-ingenieurmäßige Bewertung zu Grunde lag, die auch durch den Gutachter ausdrücklich bestätigt worden war, wurde das Not- und Nachkühlsystem trotz der vorgelegenen Unterborierung von der Aufsichtsbehörde nicht als ausgefallen bewertet. Die Aufsichtsbehörde war zum Ergebnis gelangt, dass die Betriebssicherheit der Anlage nicht beeinträchtigt ist. Allerdings wurde die Notwendigkeit gesehen, der Frage möglicher menschlicher Fehlhandlungen noch vertieft nachzugehen.

Auf den ausdrücklichen Hinweis der Aufsichtsbehörde hin hat der Betreiber mit Fax-Schreiben vom 31.8.2001 /1/ (die Referenzangaben beziehen sich auf die Unterlagen in Abschnitt 10), dessen Original das Ministerium am 5.9.2001 erreichte, das Ereignis 06/2001 förmlich nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt. Der Betreiber hat dem Fax einen Bericht über die Unterborierung der Flutbehälter beigelegt. Mit Ferngespräch vom 4.9.2001 hat das UVM auf Mängel in der Meldung hingewiesen, insbesondere darauf, dass als meldepflichtiges Ereignis die Fehlstellung einer Armatur im System „Borsäure-

und Deionateinspeisung“ (KBC), einem Hilfssystem, und nicht die Unterborierung der Flutbehälter, die sicherheitstechnisch wichtige Komponenten des Not- und Nachkühl-systems darstellen, genannt wurde, sowie darauf, dass auf den Formblättern nur von einem Flutbehälter und nicht von drei Flutbehältern die Rede war. Außerdem wurde gebeten, wie bereits in vorhergehenden Telefonaten angesprochen, den Common-Mode-Charakter des Ereignisses in Betracht zu ziehen und eine Höherstufung in Stufe 1 der International Nuclear Event Scale (INES) der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) anstelle der vom Betreiber ursprünglich vorgenommenen Grundeinstufung in Stufe 0 in Erwägung zu ziehen.

Mit Schreiben vom 10.9.2001 wurden das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) durch Übersendung der Betreiber-meldung über das Ereignis in Kenntnis gesetzt.

Am 27.9.2001 ging die in Auftrag gegebene schriftliche Stellungnahme des zugezoge-nen Gutachters TÜV ET vom 24.9.2001 /2/ bei der Aufsichtsbehörde ein. Der Gutachter bestätigte darin die Einstufung des meldepflichtigen Ereignisses, wie sie der Betreiber vorgenommen hatte. Er stellte außerdem fest, dass eine Notwendigkeit zu weiteren So-fortmaßnahmen nicht bestehe.

Mit Ferngespräch vom selben Tag wurde von der Aufsichtsbehörde gegenüber dem Gutachter deutlich gemacht, dass die Einschätzungen der Stellungnahme nicht geteilt würden und die Bedeutung des Ereignisses unterschätzt worden sei.

Am 28.9.2001 hat das BMU eine Pressemitteilung publiziert, mit der Zweifel an der Richtigkeit der Bewertung des Ereignisses durch den Betreiber geäußert wurden. In einer für den 4.10.2001 anberaumten Sitzung sollte der Ausschuss Reaktorbetrieb der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) des Bundes die Angelegenheit beraten.

Bei einem Ferngespräch am 2.10.2001 zwischen UVM und GRS wurden ebenfalls Zweifel an der Behandlung und Einstufung durch den Betreiber erörtert. Am selben Tag

wurde die Angelegenheit bei einem Ministerbesuch anlässlich der Terroranschläge vom 11. September 2001 in den USA vor Ort in Philippsburg mit dem Betreiber besprochen und die Betreiberseite darauf hingewiesen, dass die sicherheitstechnische Bewertung des Ereignisses durch den Betreiber nicht zutreffend sei. Nach damaliger Betreiberaussage handelte es sich nämlich um ein Ereignis ohne sicherheitstechnische Bedeutung, da der Fehler lediglich in einem Hilfssystem aufgetreten sei. Demgegenüber vertrat das UVM die Auffassung, es handle sich um ein sicherheitstechnisch gravierendes Ereignis, das möglicherweise mit dem bisher einzigen INES-2-Ereignis in Deutschland im Kernkraftwerk Unterweser im Juni 1998 zu vergleichen sei.

Am 2.10.2001 hat das UVM seinerseits eine Pressemitteilung verfasst und am 3.10.2001 herausgegeben sowie ein Fachgespräch mit dem Gutachter für den 5.10.2001 und aufsichtliche Gespräche mit verantwortlichen Personen der Betreiberseite für den 8.10.2001 sowie mit Vorständen der EnBW für den 10.10.2001 anberaunt.

Am 4.10.2001 befasste sich der RSK-Ausschuss Reaktorbetrieb mit dem Ereignis. Als Ursache der Unterborierung wurden Schwächen in der Systemauslegung, in den Regelungen des BHB und dem Personalverhalten diskutiert. Insbesondere wurde die Meinung vertreten, dass ein Flutbehälter als nicht mehr zur Verfügung stehend zu betrachten sei, wenn die im BHB festgelegte Borsäurekonzentration von 2200 ppm unterschritten ist, und zwar auch dann, wenn die Konzentration tatsächlich zur Störfallbeherrschung noch ausgereicht hätte. Eine solche formale Betrachtungsweise, die sich gegenüber früheren, stärker technisch-ingenieurmäßigen Bewertungen in der RSK durchgesetzt hatte, wurde seit dem 2.10.2001 auch im UVM vertreten.

In einem Ferngespräch am 5.10.2001 zwischen BMU und UVM auf Abteilungsleiter-ebene bestand Übereinstimmung darin, dass es sich bei dem Vorkommnis um ein Ereignis von erheblicher sicherheitstechnischer Bedeutung handele. Das BMU regte an, den Betreiber gemeinsam dazu zu bewegen, zur vertieften Aufklärung des Ereignisses die Anlage KKP 2 freiwillig vorübergehend vom Netz zu nehmen. Am selben Tag wurde der Betreiber durch das BMU aufgefordert, bis zum 6.10.2001, 9.00 Uhr vormittags einen umfassenden Bericht vorzulegen. Bei einem bundesaufsichtlichen Gespräch am

6.10.2001 auf Ministerebene in Berlin kamen BMU und UVM überein, dem Betreiber gemeinsam nahe zu legen, die Anlage vorübergehend vom Netz zu nehmen, nachdem aus dem vom Betreiber vorgelegten Bericht vom 5.10.2001 /3/ eine Vielzahl von Fehlern und Fehlhandlungen im Zusammenhang mit dem meldepflichtigen Ereignis erkennbar geworden war. Der vom UVM gefertigte Entwurf einer aufsichtlichen Anordnung vom 6.10.2001 /4/, mit dem dem Betreiber eine Reihe von technischen und personell-organisatorischen Sofortmaßnahmen sowie die Durchführung einer vertieften Analyse des meldepflichtigen Ereignisses aufgegeben werden sollte, wurde zurückgestellt.

Nach einem Gespräch zwischen BMU, UVM und EnBW am 7.10.2001 in Berlin hat der Betreiber die Anlage am 8.10.2001 freiwillig vorübergehend vom Netz genommen. Am selben Tag wurden im UVM aufsichtliche Befragungen des Kraftwerksleiters, des Leiters der Anlage Block 2 und des am 25.8.2001 beim Erkennen der Unterborierung des Flutbehälters JNK 10 diensthabenden Schichtleiters durchgeführt.

Am 9.10.2001 hat der Vorstandsvorsitzende der EnBW AG in einer Pressemitteilung eingeräumt, dass es auf Betreiberseite erhebliche Fehler gegeben habe und dass es gerechtfertigt sei, die Anlage vorübergehend abzuschalten, bis die erforderlichen Betriebsvoraussetzungen wieder vorlägen.

Am 10.10.2001 fand ein aufsichtliches Gespräch im UVM mit den technischen Vorständen der EnBW und der EnBW Kraftwerke, dem Kraftwerksleiter und dem Abteilungsleiter Nukleare Grundsatzfragen der EnBW Kraftwerke unter der Leitung des Ministers statt. Auch dabei haben die Vertreter der Betreiberseite Fehler eingeräumt und sich bereit erklärt, die behördlicherseits für notwendig gehaltenen Maßnahmen zu ergreifen. Bei diesem Gespräch wurden dem Betreiber Sofortmaßnahmen im technischen Bereich und im Bereich der schriftlichen betrieblichen Regelungen sowie die Erstellung einer vertieften Analyse des meldepflichtigen Ereignisses aufgegeben. Gleichzeitig wurde der Betreiber aufgefordert, auf der Grundlage der Analyse mit den notwendigen Maßnahmen Vorsorge zu treffen, dass sich vergleichbare Fehlhandlungen nicht wiederholen.

Mit einem aufsichtlichen Schreiben vom 15.10.2001 /5/ wurden die Feststellungen der Aufsichtsbehörde und die daraus abgeleiteten Forderungen im Einzelnen dargelegt.

Als eine erste Maßnahme für eine lückenlose und nicht durch die Ereignisse vorbelastete Aufklärung wurde für das weitere aufsichtliche Verfahren im UVM eine Arbeitsgruppe unter Leitung eines Beamten eingerichtet, der nicht der zuständigen Fachabteilung angehört. Gleichzeitig wurde für die Aufarbeitung des meldepflichtigen Ereignisses anstelle des bisherigen Generalgutachters TÜV ET der TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg zugezogen, der über spezielle Fachkenntnisse auf dem Gebiet personell-organisatorischer Fragen verfügt. Daneben wurde Frau Claudia Humbel, Arbeits- und Organisationspsychologin in der Schweizerischen Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), für die Behandlung arbeits- und organisationspsychologischer Fragestellungen hinzugezogen.

In einer Besprechung am 16.10.2001 zwischen UVM, BMU und den zugezogenen Gutachtern wurde das Konzept für das Aufsichtsverfahren dahingehend festgelegt, dass der Betreiber eine vertiefte Analyse des meldepflichtigen Ereignisses durchführt und darauf aufbauend Maßnahmen zur Wiederherstellung der personellen und organisatorischen Betriebsvoraussetzungen erarbeitet und durchführt. Gleichzeitig sollten die Gutachter eigene Analysen durchführen und Stellungnahmen mit Empfehlungen abgeben. Beides zusammen sollte in die behördliche Urteilsbildung bezüglich der Wiederherstellung der Betriebsvoraussetzungen einfließen. Die EnBW hat dem UVM in der Folgezeit eine Vielzahl von Unterlagen sowie ihre vertiefte Ursachenanalyse einschließlich der von ihr in Auftrag gegebenen Gutachten vorgelegt /6 bis 13/. Die vom UVM zugezogenen Gutachter haben hierzu Stellung genommen /14,15/. Die RSK hat sich in mehreren Sitzungen mit den Ereignissen bei KKP 2 befasst (siehe Abschnitt 7.1). Der Bundesgutachter, die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) hat zu dem ME 06/2001 und ME 07/2001 eine sog. Weiterleitungsnachricht (WLN 08/2001) /16/ erstellt. Diese Weiterleitungsnachricht wurde von der RSK als ergänzungsbedürftig hinsichtlich der Ursachenklärung in den Bereichen Mensch und Organisation sowie als überarbeitungsbedürftig im Bereich der Frage der Kritikalitätssicherheit angesehen. Ungeachtet der erheblichen Bedeutung der Weiterleitungsnachricht für die anderen Kernkraftwerke

in Deutschland hat der Bundesgutachter GRS bis zum heutigen Tage die notwendige Ergänzung nicht vorgelegt, weil diese vom BMU bisher nicht freigegeben wurde.

Im Rahmen der aufsichtlichen Aufarbeitung des meldepflichtigen Ereignisses 06/2001 wurden die beiden in Abschnitt 2 beschriebenen weiteren Sachverhalte aus der Vergangenheit bekannt, die seinerzeit als meldepflichtige Ereignisse nach der AtSMV hätten erkannt und gemeldet werden müssen.

Das Ereignis 07/2001 („Füllstände“) hat der Betreiber im Rahmen der ihm aufgegebenen vertieften Analyse des ME 06/2001 („Borsäurekonzentration“) festgestellt und am 22.10.2001 nach AtSMV nachgemeldet /17/.

Das Ereignis 08/2001 („Precursor“) wurde vom Betreiber erkannt, im Rahmen der Tätigkeit des zugezogenen Gutachters TÜV Rheinland diskutiert und vom Betreiber am 25.10.2001 nach AtSMV nachgemeldet /18/.

Zusätzlich zu den Ursachenanalysen des Betreibers und der Gutachter hat das UVM eigene aufsichtliche Befragungen des verantwortlichen Schichtleiters, der beiden Leiter der Anlage (LdA) für Block 1 und Block 2 sowie des Kraftwerksleiters durchgeführt.

Am 10.10., 16.10., 23.10., 16.11. und 7.12.2001 haben Besprechungen zur Wiederherstellung der personell-organisatorischen Betriebsvoraussetzungen zwischen UVM, BMU und den zugezogenen Gutachtern unter teilweiser Beteiligung des Betreibers stattgefunden, bei denen jeweils Teilergebnisse besprochen und das weitere Vorgehen gemeinsam festgelegt wurde. Am 14.12.2001 fand ein abschließendes aufsichtliches Gespräch mit allen Beteiligten statt. Zwischen UVM und BMU bestand Einvernehmen darüber, dass nach Vorlage der von der Aufsichtsbehörde verlangten vertieften Analyse der meldepflichtigen Ereignisse und der Maßnahmen des Betreibers einem Wiederanfahren des Kernkraftwerks Philippsburg, Block 2, keine Sicherheitsbedenken entgegenstünden.

Mit aufsichtlichem Schreiben vom 20.12.2001 /19/ wurde auf das Gespräch am 14.12.2001 Bezug genommen und dem Betreiber zusätzlich zu den von ihm veranlass-ten und durchgeführten Maßnahmen zur Wiederherstellung der Voraussetzungen für die Wiederinbetriebnahme der Anlage eine Reihe von mittel- und längerfristigen Maß-nahmen aufgegeben:

- Zeitnahe Vorlage einer Konzeption für ein stringentes betreibereigenes indikatorge-stütztes Sicherheitsmanagementsystem,
- eine umfassende Überarbeitung der Betriebshandbücher,
- die Verbesserung der betreiberseitigen Eigenkontrolle insbesondere im Bereich der Betriebsführung durch eine unabhängige Prozesskontrolle,
- die Regelung des Erfahrungsrückflusses aus der Betriebsführung zur kontinuierli-chen Verbesserung sowohl der Betriebsvorschriften (BHB) als auch der Betriebsfüh-rung selbst,
- Verbesserungen im Bereich der Erfassung, Bewertung und Auswertung von melde-pflichtigen Ereignissen sowie von Precursor-Ereignissen,
- die Erarbeitung eines Personalentwicklungsplans zur Verbesserung der Personal-ressourcen.

Das aufsichtliche Schreiben vom 20.12.2001 wurde auch an die anderen baden-württembergischen Kernkraftwerksbetreiber gerichtet.

Mit zwei Schreiben vom 31.1.2002 /20,21/ haben die Betreiber dargelegt, wie sie den Forderungen der Aufsichtsbehörde entsprechen werden. Der Stand der Bearbeitung auf den verschiedenen Gebieten ist in Abschnitt 6 dargelegt.

Der Ablauf des Aufsichtsverfahrens ist Gegenstand eines Untersuchungsausschusses des Landtags von Baden-Württemberg, der seine Arbeit noch nicht abgeschlossen hat. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr enthält sich daher in diesem Bericht einer Be-wertung der Rolle der Atomaufsicht.

## **4. Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen**

Die Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen im Zusammenhang mit den in Abschnitt 2 geschilderten meldepflichtigen Ereignissen sind sowohl im Bereich „Technik“, als auch in den Bereichen „Mensch“ und „Organisation“ angesiedelt. Erst durch das Zusammenwirken der verschiedenen Schwachstellen konnten die Ereignisse eintreten.

Dies wird vor allem an dem Ereignis „Unterborierung“ (ME 06/2001) deutlich. Die Fehlstellung der Handarmatur KBC20 AA002 war Folge einer menschlichen Fehlhandlung (nicht erfolgtes Schließen der Armatur vor dem Befüllen der Flutbehälter) auf Grund technischer Mängel (Schwergängigkeit sowie schlecht ablesbare örtliche Stellungsanzeige der Armatur). Schließlich stellt die ungenügende Auswertung des Precursor-Ereignisses aus dem Jahr 2000 (ME 08/2001), aus der sich Hinweise auf die o.g. Mängel in den Bereichen Technik und Mensch ergeben hätten, ein Defizit im organisatorischen Bereich dar.

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen im Zusammenhang mit den Ereignissen den drei Bereichen „Technik“, „Mensch“ und „Organisation“ zugeordnet.

### **4.1 Bereich „Technik“**

Die Schwergängigkeit und die schlecht ablesbare örtliche Stellungsanzeige der Armatur KBC20 AA002 im System „Borsäure- und Deionateinspeisung“ (KBC) war ursächlich für die Fehleinspeisung. Die Armatur wurde vom Maschinisten als bereits geschlossen bewertet, obwohl sie sich noch in Offenstellung befand. Erschwerend kommt hinzu, dass das KBC-System so ausgeführt ist, dass die Fehlstellung dieser Armatur Auswirkungen auf die Flutbehälter aller Redundanzen des Not- und Nachkühlsystems haben kann.

Eine weitere technische Schwachstelle stellte die ungeeignet positionierte Durchflussmessstelle dar. Die Messstelle war vor der eigentlichen Durchmischungsstrecke von

Borsäure und Deionat angebracht, so dass nicht erkannt wurde, dass die zugeführte Borsäure nicht in die Durchmischungsstrecke gelangte, sondern im Kreislauf wieder in die Borsäurebehälter zurückgepumpt wurde. So wurde im vorliegenden Fall unerkannt reines Deionat in die Flutbehälter eingespeist.

## **4.2 Bereich „Mensch“**

Entscheidend für den Ablauf der Ereignisse war, dass technisch-ingenieurmäßigen Betrachtungen ein höherer Stellenwert eingeräumt wurde als den Festlegungen im Betriebshandbuch. So wurden Abweichungen der tatsächlichen Borsäurekonzentration von den Vorgaben nicht als Beeinträchtigung der Sicherheit gewertet, weil von einem „ausreichenden Sicherheitsabstand“ ausgegangen wurde. Insoweit wurden die Flutbehälter technisch nicht als ausgefallen betrachtet und dem formalen Verstoß gegen Festlegungen im BHB nicht ausreichend Rechnung getragen. Begünstigt wurde diese Sichtweise allerdings durch den Umstand, dass die spezifizierte Borsäurekonzentration von > 2200 ppm nicht in der Sicherheitsspezifikation sondern an nachrangiger Stelle im BHB aufgeführt war.

Ein Abfahren der Anlage zu dem Zeitpunkt, an dem die Unterborierung feststand, die Ursachen jedoch noch nicht erkannt waren, wurde nicht erwogen, obwohl zumindest ab dem 28.8.2001 unterstellt werden musste, dass drei von vier Flutbehältern des sicherheitstechnisch wichtigen Not- und Nachkühlsystems keinen spezifizierten Zustand aufgewiesen haben. Die möglicherweise unzureichende Durchmischung der Flutbehälter (Konzentrationsgradient, „Schichtung“) wurde ebenfalls nicht als Problem erkannt.

Die Anweisungen an die Maschinisten, die mit dem Stellen der Armatur KBC20 AA002 beauftragt wurden, waren unzureichend. Eine Rückmeldung an das verantwortliche Schichtpersonal über das erfolgte bzw. das nicht durchgeführte Verstellen der Armatur war unterblieben.

Das Schichtpersonal verließ sich auf die Anzeige der Durchflussmessung auf der Warte. Eine ergänzende Beobachtung des entsprechenden Füllstands in den Borsäure-

behältern, ob auch tatsächlich Borsäure in die Flutbehälter eingespeist wurde (Plausibilitätskontrolle), war ebenfalls unterblieben.

Die nach dem Befüllen der Flutbehälter vorgeschriebene Messung der Borsäurekonzentration wurde nicht als Voraussetzung für das Wiederauffahren angesehen. Die erforderliche Borsäurekonzentration war nach Auffassung des hierfür verantwortlichen Personals durch die Befüllungsmodalitäten gewährleistet. Die Messung wurde als bloße zusätzliche Verifikation eines schon bekannten gesicherten Zustands interpretiert. Hinzu kam, dass eine erste Messung, die eine zu geringe Borsäurekonzentration im Flutbehälter JNK 10 ergab, als Fehlmessung interpretiert wurde, weil eine andere Borsäurekonzentrationsmessung zwei Tage zuvor eine ausreichende Konzentration für diesen Flutbehälter ergeben hatte.

Weiter wurde vom verantwortlichen Schichtpersonal zunächst auch nicht berücksichtigt, dass in den anderen Flutbehältern in Folge einer gemeinsamen Ursache (Common-Mode-Fehler) ebenfalls eine Unterborierung vorliegen könnte.

Auch im Fall der Minderbefüllung der Flutbehälter (ME 07/2001) fehlte das Bewusstsein beim verantwortlichen Personal dafür, dass beim Anstehen der entsprechenden Meldung auf der Warte bei 10 bar Primärkreisdruck das Auffüllen der Flutbehälter bis zu dem im BHB vorgeschriebenen Füllstand unmittelbar erfolgen muss. Hier wurde angenommen, dass eine sicherheitstechnische Notwendigkeit für diese Maßnahme nicht besteht, was unter technisch-ingenieurmäßiger Betrachtungsweise, wie die nachträglich durchgeführten Rechnungen gezeigt haben, auch der Fall war.

Sowohl in der Genehmigung als auch im Betriebshandbuch wurde dem Beginn des nuklearen Anfahrens (Entborieren zum Kritischmachen) als sicherheitstechnisch relevantem Haltepunkt, zu dem die zur Störfallbeherrschung erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Systeme bereit stehen müssen, besondere Bedeutung beigemessen. Hierfür ist eine Freigabe des LdA nach erfolgter Freigabe durch das UVM erforderlich nicht jedoch für das Überschreiten von 10 bar Primärkreisdruck. Es fehlten in den schriftlichen betrieblichen Regelungen, insbesondere in der Sicherheitsspezifikation,

eindeutige Hinweise, bis zu welchem Zeitpunkt bzw. welcher Phase beim Anfahren das Auffüllen hätte abgeschlossen sein müssen.

Obwohl sie nicht unmittelbar im Zusammenhang mit den Ereignissen in der Anlage steht, hat die Qualität der Meldung an die Behörde eine erhebliche Bedeutung für die Bewertung eines meldepflichtigen Ereignisses durch die zuständige Aufsichtsbehörde. Die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) verlangt deshalb die richtige, vollständige und rechtzeitige Meldung. Die Darstellung im KKP-Meldeformular vom 31.8.2001 an das UVM, in der nur von der Unterborierung eines Flutbehälterpaares gesprochen wurde, entsprach nicht diesen Anforderungen der AtSMV. Als meldepflichtig eingestuft wurde nämlich lediglich die Fehlstellung einer Armatur im Borsäuresystem, einem Hilfssystem, und nicht die wesentlich schwerer wiegende Unterborierung der Flutbehälter, also eines sicherheitstechnisch wichtigen Teils des Not- und Nachkühlsystems. Der der Meldung beigelegte Bericht des Betreibers mit Hinweis auf die Unterborierung von drei Flutbehälterpaaren war lediglich als Zusatzinformation zu interpretieren.

Die Einstufung des meldepflichtigen Ereignisses ME 06/2001 durch den Betreiber in die Stufe 0 (keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung) der Internationalen Bewertungsskala INES wurde der Bedeutung des Ereignisses nicht gerecht und stellte einen weiteren Mangel im Bereich „Mensch“ dar. Das Ereignis ist in die Stufe 2 der I-INES-Skala einzustufen (Basiseinstufung in Stufe 1 auf Grund noch ausreichend verfügbarer Sicherheitsfunktion und Höherstufung auf Grund des Common-Mode-Charakters des Ereignisses sowie von Mängeln in der Sicherheitskultur). Die Meldung als Ereignis der Stufe N (Normalmeldung) nach der AtSMV war vorschriftswidrig; korrekt wäre die Stufe S (Sofortmeldung) gewesen.

#### **4.3 Bereich „Organisation“**

Die Ereignisse haben auch gravierende Defizite in der innerbetrieblichen Organisation des Betreibers offenbart. Grundsätzlich lassen sich diese Defizite unter den Stichworten „Kommunikation“, „Erfahrungsrückfluss“ und „Schulung“ zusammenfassen. Dazu gehört

auch der Umstand, dass die Regelungen im Betriebshandbuch bezüglich der Anforderungen beim An- und Abfahren wenig spezifiziert waren und explizite Haltepunkte zur Durchführung von Prüfungen und Maßnahmen nicht oder nur unzureichend aufgeführt waren. Der Anlagenbetrieb war insofern eher an der betrieblichen Praxis als an den schriftlichen Unterlagen orientiert.

Defizite im Betriebsreglement bestanden insbesondere in folgenden Bereichen:

- Nicht alle sicherheitstechnisch wichtigen Grenzwerte und Parameter waren in der Sicherheitsspezifikation aufgeführt.
- Die notwendigen Systemverfügbarkeiten in Abhängigkeit vom Betriebszustand waren nicht eindeutig festgelegt.
- Die Ausfallkriterien (Kriterien für die Funktionsunfähigkeit) für Sicherheitskomponenten, Sicherheitsteileinrichtungen oder Sicherheitssysteme waren nicht eindeutig festgelegt.
- Die Vorgaben für den Anfahrprozess waren nicht eindeutig und konkret.
- Es gab Widersprüche innerhalb der schriftlichen betrieblichen Regelungen.
- Das Befüllkonzept der Flutbehälter (Wassermanagement) war nicht unter Sicherheitsaspekten optimiert worden.
- Es wurden Vorgehensweisen praktiziert, die nicht im Betriebshandbuch beschrieben waren.

Diese Schwächen im Betriebsreglement hätten vom Betreiber im Laufe des langjährigen Betriebs erkannt und beseitigt werden müssen. Die Betriebserfahrungen sind nur unzureichend zur Verbesserung der schriftlichen betrieblichen Regelungen genutzt worden. Der mangelnde Erfahrungsrückfluss hat seine Ursache darin, dass dieser nicht ausreichend organisiert war. Auch die Art und der Umfang der betreiberseitigen Eigenkontrolle des Betriebsablaufs und des Fahrbetriebs in der Anlage waren unzureichend.

Das sog. Precursor-Ereignis 08/2001 lässt deutlich werden, dass eine umfassende Ursachenermittlung nicht stattgefunden hatte und auch der wichtigen Fragestellung, welche Auswirkungen sich für andere Systeme ergeben könnten, nicht ausreichend nach-

gegangen worden, die Störungsanalyse also nicht ausreichend war. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass dies – zumindest teilweise – auf eine unzureichende Personalausstattung zurückzuführen war.

Defizite zeigten sich auch bei der internen Melderegulung des Betreibers. So unterblieb z.B. im Unterborierungsfall die sofortige Unterrichtung des Leiters der Anlage KKP 2 durch den Schichtleiter. Auch war das Verhalten des Betreibers gegenüber der Aufsichtsbehörde im Hinblick auf die richtige Darstellung und Dimensionierung der meldepflichtigen Ereignisse mangelhaft und zunächst von Zurückhaltung geprägt.

## **5. Erkenntnisse aus den Ereignissen für den Anlagenbetrieb und die atomrechtliche Aufsicht**

### **5.1 Grundsätze und Leitgedanken zur staatlichen Aufsicht**

Vorangestellt werden einige Grundsätze und Leitgedanken zum System der staatlichen Aufsicht über die kerntechnischen Anlagen in Deutschland, die im Zusammenhang mit den meldepflichtigen Ereignissen im KKP 2 in der Öffentlichkeit nicht immer zutreffend wahrgenommen wurden.

- Die Verantwortung für den sicheren Betrieb des Kernkraftwerks obliegt dem Betreiber, weil nur er diesen gewährleisten kann.
- Demgegenüber ist es Aufgabe der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, sich mit Unterstützung zugezogener Sachverständiger davon zu überzeugen, dass der Betreiber dieser Verantwortung nachkommt, er hierfür im Besitz eines geeigneten Instrumentariums ist und dieses wirksam praktiziert und kontrolliert. Ggf. muss die Aufsichtsbehörde korrigierend eingreifen.
- Verbesserungen der Sicherheit des Kernkraftwerks müssen bei der Stärkung der Eigenverantwortung und Eigenkontrolle des Betreibers ansetzen und nicht bei der Erhöhung der staatlichen Kontrolldichte in Richtung hundertprozentiger Überwa-

chung. Vielmehr muss sich die staatliche Aufsicht auf geeignete Stichprobenkontrollen konzentrieren, um die Eigenverantwortung des Betreibers nicht zu schwächen.

- Sowohl der Betreiber als auch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde müssen ein jeweils geeignetes Instrumentarium für die Durchführung ihrer Aufgaben und zur Wahrnehmung ihrer Verantwortlichkeiten besitzen, dieses wirksam praktizieren und eigenständig auf Wirksamkeit kontrollieren. Dieses Instrumentarium muss die Bereiche „Mensch“, „Technik“ und „Organisation“ umfassen.

## **5.2 Ganzheitlicher Aufsichtsansatz „Mensch-Technik-Organisation“**

Wie aus der Darstellung der Ursachen, Defizite, Fehler und Fehlhandlungen in Abschnitt 4 deutlich wird, spielen neben dem Bereich „Technik“ insbesondere die Bereiche „Mensch“ und „Organisation“ sowie in deren Zusammenwirken die Sicherheitskultur im Unternehmen eine besondere Rolle. Das UVM hat bereits im Rahmen der Erstellung einer Aufsichtskonzeption für die baden-württembergischen Kernkraftwerke in den Jahren 1997 bis 1998 neben der Technik den Faktor Mensch sowie Fragen der Organisation und des Managements der Kernkraftwerke stärker ins Blickfeld gerückt. Die Analyse der meldepflichtigen Ereignisse 06/2001, 07/2001 und 08/2001 zeigt, dass diesen Bereichen noch stärkere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Außerdem hat sich gezeigt, dass die Konsequenzen über rein technische Maßnahmen wie beispielsweise die Verriegelung von Armaturen hinaus gehen müssen. Schwerpunkte sind vor allem die Verbesserung der schriftlichen betrieblichen Regelungen, der Organisation und der betrieblichen Abläufe. Im Einzelnen sind zu nennen:

- Die umfassende Überarbeitung der Betriebshandbücher, insbesondere im Hinblick auf konkrete und eindeutige Festlegungen sowie einen systematischen Aufbau,
- die Verbesserung der betreiberseitigen Eigenkontrolle, insbesondere im Bereich der Betriebsführung, durch eine unabhängige Prozesskontrolle (Verstärkung der Quali-

tätssicherungsüberwachung),

- die Regelung des Erfahrungsrückflusses aus der Betriebsführung zur kontinuierlichen Verbesserung sowohl der Betriebsvorschriften als auch der Betriebsführung selbst,
- Verbesserungen im Bereich der Erfassung, Bewertung und Auswertung von meldepflichtigen Ereignissen und Störungen unterhalb der Meldeschwelle sowie von Precursor-Ereignissen (Vorläufer-Ereignissen),
- die Erarbeitung und regelmäßige Fortschreibung eines Personalentwicklungsplans durch die Betreiber zur Verbesserung der Personalressourcen,
- die Überprüfung der Organisation bei KKP einschließlich ausreichender Personalausstattung.

### **5.3 Prozessorientierter Aufsichtsansatz**

Eine weitere Erkenntnis ist, dass künftig den Abläufen beim Betrieb eines Kernkraftwerks sowohl seitens des Betreibers als auch seitens der Aufsichtsbehörde und des zugezogenen Sachverständigen größeres Augenmerk geschenkt werden muss.

Ausgangspunkt für diesen prozessorientierten Ansatz ist, dass für die Gewährleistung des sicheren Betriebs der Betreiber die Verantwortung trägt. Der Betreiber muss hierfür über ein die Technik, die Organisation und den personellen Bereich umfassendes Instrumentarium verfügen, dieses wirksam praktizieren und eigenständig auf seine Wirksamkeit hin kontrollieren. Aufgabe der Aufsichtsbehörde ist es demgegenüber, sich davon zu überzeugen, dass der Betreiber seiner Verantwortung nachkommt, er hierfür im Besitz eines geeigneten Instrumentariums ist, es wirksam praktiziert und kontrolliert (vgl. Abschnitt 5.1).

Das prozessorientiert aufgebaute indikatorgestützte Sicherheitsmanagementsystem des Betreibers, das bis Ende 2004 eingeführt werden soll, soll künftig die prozessorientierte Überwachung verbessern.

Ein wichtiger Aspekt einer verbesserten Aufsicht ist die frühzeitige Identifizierung von latenten Fehlern in der Anlage, von Fehlverhalten des Betriebspersonals sowie von Mängeln in der Organisation. Bedeutsam in diesem Zusammenhang sind sog. „Konsistenzkontrollen“, d.h. die Kontrolle auf Übereinstimmung der Festlegungen in der Sicherheitsspezifikation des BHB mit dem tatsächlichen Zustand in der Anlage und den Ergebnissen der Sicherheitsnachweise sowie Inspektionen im Rahmen von Anlagenbegehungen.

#### **5.4 Diagnose- und Entscheidungsprozess bei Ereignissen und besonderen Anlagenzuständen**

Die meldepflichtigen Ereignisse 06/2001, 07/2001 und 08/2001 im KKP 2 haben deutlich werden lassen, dass die Diagnose- und Analyseprozesse sowie auch die Entscheidungsprozesse nicht befriedigend abgelaufen sind. Beispielhaft genannt sei an dieser Stelle die im Zusammenhang mit dem ME 06/2001 erfolgte Interpretation eines gemessenen Wertes für die Borsäurekonzentration als Fehlmessung. Zu dieser fehlerhaften Interpretation von Messwerten gelangte das Schichtpersonal vermutlich, weil es dem erwünschten Ergebnis (ausreichende Borsäurekonzentration vorhanden) eher vertraute als dem unerwünschten, aber in diesem Fall zutreffenden Ergebnis (zu niedrige Borsäurekonzentration vorhanden). Im Bereich der Kerntechnik müssen die Diagnose- und Entscheidungsprozesse aber so gestaltet sein, dass derartige psychologisch nachvollziehbare, aber sicherheitstechnisch nicht akzeptable Effekte möglichst vermieden werden. Es muss daher angestrebt werden, diesen Diagnose- und Entscheidungsprozess bereits im Vorfeld präzise zu durchdenken und als Hilfsmittel für Ereignis- oder Zustandsdiagnosen möglichst schriftliche Regeln an die Hand zu geben. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass das Schichtpersonal unverzüglich mit der Aufborierung des Flutbehälters begann und sich hiervon nicht durch eine fehlerhafte Interpretation abhalten ließ.

Besondere Bedeutung kommt der Schulung des verantwortlichen Personals im Hinblick auf den Ablauf von Entscheidungsprozessen insbesondere in Gruppen zu. Negativen Effekten wie z.B.

- die Neigung zu good-case-Betrachtungen anstelle von ergänzenden worst-case-Betrachtungen,
- das starre Festhalten an einmal gewählten Erklärungsmodellen, selbst wenn sich daraus Widersprüche ergeben, auch gegenüber Dritten,
- die Unterbewertung von Risiken durch Gruppen im Vergleich zu Einzelpersonen,
- die Vernachlässigung von Erklärungsalternativen einschließlich einer worst-case-Betrachtung,
- die mangelnde Qualitätssicherung im Diagnose- und Entscheidungsprozess sowie
- die Möglichkeit der Entstehung einer gewissen Betriebsblindheit

kann dadurch begegnet werden, dass die Bedeutung und das Vorhandensein dieser Effekte allen Beteiligten bewusst ist. Von entscheidender Bedeutung ist daher eine kritisch-hinterfragende Grundhaltung bei den an den Diagnose- und Entscheidungsprozessen Beteiligten.

## **5.5 Formale und technisch-ingenieurmäßige Betrachtungsweise**

Die Ereignisse beim Kernkraftwerk Philippsburg sind auch insofern von Bedeutung, als sich im Zuge der Aufarbeitung dieser Ereignisse die Betrachtungsweise in Bezug auf die Verfügbarkeit von Sicherheitssystemen modifiziert hat. Gegenüber früheren, stärker technisch-ingenieurmäßigen Bewertungen ähnlicher Fälle wurde nun eine verstärkt formale Betrachtungsweise hinsichtlich des Ausfalls von Teilsystemen eingenommen.

Folgende Überlegungen wurden hierzu angestellt:

Festlegungen im Betriebshandbuch wurden auf der Grundlage sorgfältiger Analysen vorgenommen und haben daher Vorrang vor ad-hoc-Überlegungen bei einem Ereignis. Dies ist insbesondere auch deshalb von Bedeutung, weil es in unvorhergesehenen Situationen vorkommen kann, dass im Rahmen einer technisch-ingenieurmäßigen Bewer-

tung nicht alle Gesichtspunkte Berücksichtigung finden. Auch soll eine Inanspruchnahme von Sicherheitsreserven im bestimmungsgemäßen Betrieb verhindert werden, weil diese im Anforderungsfall (Kühlmittelverlust-Störfall) sonst nicht mehr zur Verfügung stehen würden. Dennoch bleibt auch die technisch-ingenieurmäßige Bewertung von Bedeutung, da auch vorab festgelegte Vorgaben umgekehrt nicht immer alle Eventualitäten im Ereignisfall abdecken können. Insgesamt ist festzustellen, dass beide Herangehensweisen, nämlich die technisch-ingenieurmäßige im Hinblick auf die Einhaltung der sicherheitstechnischen Schutzziele wie auch die formale im Hinblick auf die Einhaltung verbindlicher Festlegungen, in der Kerntechnik von Bedeutung sind. Allerdings haben eindeutige Festlegungen in der Sicherheitsspezifikation des BHB Vorrang vor technisch-ingenieurmäßigen ad-hoc-Überlegungen.

Der Umstand, dass ein wichtiger Grenzwert, nämlich der für die Borsäurekonzentration, nicht in der Sicherheitsspezifikation enthalten war, wie es erforderlich gewesen wäre, zwingt die Betreiber zu einer grundlegenden Überarbeitung der schriftlichen betrieblichen Regelungen im Sinne einer Überprüfung und Qualifizierung sicherheitstechnisch wichtiger Grenzwerte sowie zu der Vorgabe, diese Regelungen strikt einzuhalten. Zudem sind eindeutige Vorgaben erforderlich, wie bei festgestellten Abweichungen von den schriftlichen betrieblichen Regelungen zu verfahren ist.

## **5.6 Überarbeitungsbedürftigkeit der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV)**

Im Zusammenhang mit den KKP-2-Ereignissen sind auch Schwierigkeiten der Einstufung von Vorkommnissen nach der AtSMV und den zugehörigen Meldekriterien und Erläuterungen aufgetreten, wobei die hierzu vom BMU bekannt gemachten Erläuterungen nur eingeschränkt zur Klarstellung beitragen. Dies betrifft insbesondere die Frage, wann ein sicherheitstechnisch wichtiges System als ausgefallen betrachtet werden muss. Der Hinweis in der AtSMV, dass dies in den genehmigten Betriebsvorschriften festgelegt wird, führt beispielsweise dazu, dass derselbe technische Sachverhalt bei formaler Betrachtungsweise zu unterschiedlichen Beurteilungen im Hinblick auf die Meldepflicht führt, je nachdem, was in den Betriebsvorschriften des jeweiligen Kern-

kraftwerks festgelegt ist. Gleiche Sachverhalte müssen aber auch zu einer vergleichbaren Beurteilung nach der AtSMV führen.

Ebenso fehlt eine klare Regelung, wie mit Abweichungen von sicherheitstechnischen Festlegungen in früheren Jahren verfahren werden soll, wenn der betreffende Mangel auch in der Vergangenheit bereits behoben wurde. Eine Konsequenz hieraus ist, dass ein lange zurückliegender und bereits abgeschlossener Sachverhalt u.U. einer unverzüglichen Meldepflicht nach der AtSMV unterliegt, obwohl dies nicht der „ratio legis“ der AtSMV entspricht. Die AtSMV sollte daher überarbeitet werden.

## **5.7 Erkenntnisse für Sachverständige und Aufsichtsbehörde**

Im Zusammenhang mit der Aufarbeitung der meldepflichtigen Ereignisse haben sich im personell-organisatorischen Bereich auch Erkenntnisse für die zugezogenen Sachverständigen und die Aufsichtsbehörde selbst ergeben. Die daraus gezogenen Konsequenzen und getroffenen Maßnahmen sind in den Abschnitten 6.2 und 6.3 dargestellt.

Insbesondere wurde festgestellt, dass über ereignisspezifische Maßnahmen hinaus

- die Vorgehensweise bei der Bewertung und Einstufung von meldepflichtigen Ereignissen vereinheitlicht und systematisiert werden muss,
- zur Vermeidung einer möglicherweise im Laufe der Zeit eintretenden Betriebsblindheit regelmäßige Arbeitsplatzwechsel zweckmäßig sein können,
- für die Öffentlichkeitsarbeit und den Informationsfluss zur Hausspitze des UVM neue Festlegungen getroffen werden müssen und
- die Organisation der Abteilung 7 des UVM überprüft werden sollte.

## **6. Konsequenzen, Maßnahmen**

Im Folgenden werden die Konsequenzen und Maßnahmen, die infolge der Ereignisse ergriffen wurden, näher dargestellt. Abschnitt 6.1 befasst sich mit den Maßnahmen, die in der Anlage selbst und bei den baden-württembergischen Betreibern durchgeführt wurden. Abschnitt 6.2 enthält die Konsequenzen in Bezug auf die Sachverständigen.

Abschnitt 6.3 befasst sich mit Maßnahmen bei der Aufsichtsbehörde. In Abschnitt 6.4 werden die Ergebnisse der sicherheitstechnischen Nachbewertung der Ereignisse wiedergegeben.

## **6.1 Maßnahmen auf Betreiberseite**

Die Maßnahmen beim Betreiber KKP gehen auf eigene Vorschläge für Verbesserungsmaßnahmen unter Einbeziehung der Ergebnisse der im Auftrag der EnBW erstellten Gutachten sowie auf Forderungen von Behörde und Sachverständigen zurück. Die EnBW hatte hierzu Gutachten durch die MTO Mensch-Technik-Organisation GmbH & Co. Consulting KG, Prof. Dr. Wilpert, Berlin sowie Herrn R. Naegelin, Winterthur, den früheren Direktor der schweizerischen Aufsichtsbehörde HSK und langjährigen Vorsitzenden der schweizerischen Kommission der Kernanlagen (KSA), in Auftrag gegeben.

### **6.1.1 Technische Maßnahmen und ergänzende Nachweise**

Die technischen Maßnahmen zielen überwiegend auf Nachrüstungen im System „Borsäure- und Deionateinspeisung“ (KBC) und bei den Flutbehältern (JNK) ab. Damit sollen zukünftig eine nicht spezifikationsgemäße Befüllung der Behälter sicher verhindert bzw. Fehlfunktionen sicher und rechtzeitig erkannt werden. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Maßnahmen:

- Verbesserung der Stellungsanzeige der Handarmatur KBC20 AA002 und vergleichbarer Armaturen,
- gegenseitige mechanische Verriegelung der Handarmatur KBC20 AA002 in der Borsäure-Umwälzleitung und der Handarmatur KBC20 AA004 in der Füllleitung (vgl. Anlage 1) durch Schlösser, wodurch erreicht wird, dass entweder nur befüllt oder nur umgewälzt werden kann (bei dem Ereignis ME 06/2001 waren beide Armaturen fälschlicherweise in Offenstellung),
- Installation eines Durchflussmengen Zählers im Zulauf der Borsäure (7000 ppm) zur Einspeiseleitung zu den Flutbehältern, einschließlich der prozessrechnergestützten Überwachung des Messwertes in Korrelation zur eingespeisten Deionatmenge so-

wie einer automatischen Verriegelung der Deionat-Einspeisearmatur (KBC 20 AA 505) bei Ausfall der Borsäureeinspeisung,

- Installation einer Leitfähigkeitsmessung in der Einspeiseleitung zu den Flutbehältern mit Wartenanzeige, wodurch ein fälschliches Einspeisen von reinem Deionat erkannt werden kann,
- Installation von Einrichtungen zur direkten Probenahme aus den Flutbehältern, die es ermöglichen, aus verschiedenen Höhen in den Flutbehältern Proben zu entnehmen, um deren Borsäurekonzentration im Labor zu bestimmen,
- sicherheitsoptimiertes Wassermanagement beim Brennelementwechsel,
- automatische Überwachung der Schaltheufigkeit der Deionat-Nachspeiseventile, wodurch ein zu hoher Deionateintrag in das Nachkühlsystem aufgrund von erhöhten Sperrwasserströmen bemerkt würde,
- Nachrüstung eines Signals zur Auslösung eines Schutz-„ZU“-Befehls an der Deionat-Einspeisearmatur FAL31 AA009, der diese Armatur schließt, solange das Kühlmittel im Brennelementlagerbecken nicht umgewälzt wird. Hierdurch wird verhindert, dass die automatische Deionateinspeisung zur Füllstandsergänzung im Brennelementlagerbecken wirksam wird, wenn das FAL-System zur Befüllung oder Umwälzung der Flutbehälter verwendet wird, und es so zu einer unbeabsichtigten Deionateinspeisung in die Flutbehälter kommt.

Die ersten Nachrüstungen wurden bereits während der Stillstandsphase Ende 2001 realisiert, die Umsetzung der weiteren Maßnahmen erfolgte dann in der Revision 2002. Die aus den Ereignissen zu ziehenden Konsequenzen im Bereich der Systemtechnik sind damit vollständig durchgeführt worden.

Eine weitere Verbesserung im Hinblick auf die Überwachung des Betriebs und die Kontrolle wichtiger Betriebsparameter kann von dem Austausch des Prozessrechners im Jahre 2004 erwartet werden.

## 6.1.2 Personell-organisatorische Maßnahmen

Die personell-organisatorischen Maßnahmen betrafen folgende Bereiche:

- **Personelle Veränderungen bei der EnBW**

Nachdem deutlich wurde, dass personell-organisatorische Schwächen wesentlich zu den Ereignissen beitrugen, kam es zu personellen Veränderungen bei der EnBW. Der Leiter der Anlage Block 2 (LdA 2), der zugleich Betriebsleiter für Block 2 war, wurde mit anderen Aufgaben betraut. Der bei der Entdeckung der Unterborierung im Flutbehälter JNK 10 am 25.8.2001 diensthabende Schichtleiter wurde vorübergehend vom Schichtdienst freigestellt. Nach Durchführung von zusätzlichen Schulungsmaßnahmen und einem abschließenden aufsichtlichen Gespräch hat er im Jahre 2002 seine Tätigkeit als Schichtleiter wieder aufgenommen. Der technische Vorstand (zugleich Strahlenschutzverantwortlicher) sowie der Aufsichtsratsvorsitzende der EnBW Kraftwerke AG (zugleich Technikvorstand in der EnBW Holding AG) traten von ihren Ämtern zurück.

- **Indikatorgestütztes Sicherheitsmanagementsystem**

Um der zentralen Aufgabe der Gewährleistung eines sicheren Betriebs gerecht zu werden, muss der Betreiber über ein geeignetes Instrumentarium verfügen, das das gesamte soziotechnische System M-T-O umfasst. Die Erreichung dieses Ziels soll vor allem durch die Einführung eines indikatorgestützten Sicherheitsmanagementsystems an allen drei Standorten des Betreibers EnBW unterstützt werden. Im Rahmen der Entwicklung eines solchen Sicherheitsmanagementsystems werden die Abläufe (Prozesse) beim Betreiber analysiert und optimiert sowie spezifische Indikatoren zur Steuerung und Überwachung der wesentlichen Prozesse definiert. Bei geeigneter Auswahl und Festlegung von objektiven, möglichst quantitativen Indikatoren kann das indikatorgestützte Sicherheitsmanagementsystem als Frühwarnsystem für eine nachlassende Sicherheitsleistung im Kernkraftwerk dienen.

Hierzu wurde von EnBW Mitte 2002 ein Konzept vorgelegt. Die Einführung des Sicherheitsmanagementsystems erfolgt schrittweise über einen längeren Zeitraum, der Abschluss und damit die vollständige Umsetzung ist für Ende 2004 vorgesehen. Das Vorhaben – es handelt sich um ein Pilotvorhaben für alle Kernkraftwerke in Deutschland – wird aufsichtlich begleitet.

- **Schriftliche betriebliche Regelungen**

Aus der Bewertung der Ereignisse ergaben sich wesentliche Erkenntnisse zur Verbesserung der schriftlichen betrieblichen Regelungen (siehe hierzu auch die Abschnitte 4.3 und 5.2). Ein großer Teil der Gutachtensempfehlungen zielt deshalb auf eine Verbesserung und Ergänzung der Betriebsvorschriften ab. Insbesondere geht es dabei um eine klare Zuordnung der Festlegungen, vor allem von Grenzwerten, und sonstigen Regelungen entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung zu den folgenden Unterlagen: Betriebshandbuch (BHB), Sicherheitsspezifikation (SSp) als sicherheitstechnisch bedeutsamer Teil des BHB, Betriebsanweisungen (BAW), Arbeitsanweisungen (AAW) und Prüfanweisungen (PAW). Im folgenden werden die wichtigsten Änderungen genannt:

- Aufnahme der Borsäurekonzentrationswerte und anderer sicherheitstechnisch wichtiger Grenzwerte in die SSp,
- Einführung vorgelagerter Richtwerte, um die sichere Einhaltung der Grenzwerte trotz betrieblich bedingter Schwankungen zu gewährleisten,
- Ergänzung des BHB-Kapitels „Anfahren der Anlage“ durch eine Anfahrcheckliste;
- Änderung und Detaillierung von BHB-Kapiteln zur Borsäure- und Deionateinspeisung, Kühlmittelreinigung und nukleartechnischen Probenahme,
- Überarbeitung der BAW „Chemische und radiochemische Betriebsüberwachung“ hinsichtlich der Betriebs- und Grenzwerte und der Durchführung von Analysen,
- Neuerstellung einer BAW zum Ansetzen von Borsäure mit 51% Bor-10-Anteil,
- Änderung der BAW zum Ansetzen von Borsäure mit 31 % Bor-10-Anteil,
- Änderung des BHB bezüglich Probenahme, Durchmischen der Flutbehälter und Nachspeisen von Verdunstungsverlusten in das Brennelementlagerbecken,

- neue Festlegungen im BHB hinsichtlich Probenahmezeitpunkt, Grenzwerten und Richtwerten zur Borsäurekonzentration und zum Bor-10-Nuklidanteil sowie weiterer radiochemischer Überwachungen,
- Ergänzung des BHB um Angaben zum Wassermanagement, d.h. Beschreibung der unterschiedlichen Fahrweisen zum Befüllen bzw. Entleeren von Flutbehältern und Druckspeichern, insbesondere während der Revision.

Die ersten vier Änderungsmaßnahmen wurden bei KKP 2 bereits während des Anlagenstillstandes ab 8.10.2001 umgesetzt und waren Voraussetzung zum Wiederaufstart im Dezember 2001. Die weiteren Maßnahmen wurden betriebsbegleitend durchgeführt.

Weitere Änderungen des BHB sind aufgrund der noch nicht vollständig abgeschlossenen Untersuchungen und Vorhaben zu erwarten, insbesondere im Hinblick auf

- die personelle Betriebsorganisation,
- die detaillierte Festlegung der Verfügbarkeit sicherheitstechnisch wichtiger Systeme in unterschiedlichen Phasen während des Betriebs und im Stillstand sowie deren Fahrweisen (Phasenkonzept),
- die Einbeziehung der 2. Sicherheitsebene (betriebliche Überwachungen und Begrenzungen) in die Festlegungen zur erforderlichen Verfügbarkeit,
- die Überarbeitung und Angleichung der KMA- und RMA-Meldungen (Konventionelle bzw. Rechner-Meldeanlage) sowie
- die Einführung des indikatorgestützten Sicherheitsmanagementsystems.

Da in fast allen deutschen Kernkraftwerken Befüllstrategien für die Flutbehälter festgestellt werden konnten, die mit der von KKP vergleichbar waren, hat die GRS in ihrer Weiterleitungsnachricht Nr. 08/2001 vom 5.11.2001 /16/ 14 Empfehlungen zu Untersuchungen und Verbesserungen genannt, die für alle Kernkraftwerke relevant sein können. Das UVM hat im Aufsichtsverfahren festgelegt, dass die wesentlichen Erkenntnisse auch in den anderen baden-württembergischen Kernkraftwerken umgesetzt werden /19, 22/.

- **Eigenkontrolle des Betreibers insbesondere im Bereich der Betriebsführung und Verstärkung der Qualitätssicherungsüberwachung**

- Beim Anfahren der Anlage im Dezember 2001 nach dem Stillstand und nach der Revision 2002 wurden unabhängige „Anfahrbeobachter“ aus anderen Kernkraftwerken der EnBW beteiligt.
- Zur Beratung des Vorstandsvorsitzenden der EnBW wurden drei international angesehene Experten, sog. unabhängige Nuklear-Sachverständige, nämlich die Herren W. Jeschki (ehemaliger Direktor der schweizerischen Aufsichtsbehörde HSK), H. Wilhelm (ehemaliger Betriebsleiter im KKW Leibstadt, jetzt freier Sachverständiger und Vizepräsident der Eidgenössischen Kommission für die Sicherheit der Kernanlagen, KSA) und J. Nistad (früher in der schwedischen Aufsichtsbehörde tätig, jetzt im Auftrag der EU) berufen. Sie sind nicht an Weisungen der EnBW gebunden.
- Die Stabsstelle Qualitätssicherungsüberwachung (QSÜ) wurde personell verstärkt.
- Die Durchführung von internen Audits wurde intensiviert.
- Im November 2002 wurde die Betriebsführung und die Sicherheitskultur durch ein VGB-Team (Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber) gemäß dem VGB-Selbstbewertungssystem (SBS) bewertet. Dabei wurden Mitarbeiter befragt, betriebliche Abläufe beobachtet und schriftliche Unterlagen geprüft.
- Für das Jahr 2004 ist eine Überprüfung der Betriebssicherheit des KKP 2 durch ein sog. OSAR-Team (Operational Safety Review Team) der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) vorgesehen. Die Vorbereitungen hierzu sind im Gange.

- **Verbesserung des Erfahrungsrückflusses aus der Betriebsführung zur kontinuierlichen Verbesserung der Betriebsvorschriften und der Betriebsführung selbst**

Durch ein gezieltes Schulungsprogramm und regelmäßige Dienstbesprechungen unternimmt die EnBW Anstrengungen, um den innerbetrieblichen Erfahrungsaustausch und die Kommunikation zwischen den Fachbereichen zu intensivieren und das Sicherheitsbewusstsein zu stärken. Die Verbesserung der Sicherheitskultur wurde von EnBW zu einem wichtigen Unternehmensziel erhoben.

Insbesondere für die Schichtfachhandwerker wurden zusätzliche Schulungen im Hinblick auf die Bewertung des Anlagenzustandes bei ihren Tätigkeiten durchgeführt. Weitere Schulungsmaßnahmen hatten die Bedeutung ausreichender Borsäurekonzentrationen in den entsprechenden Systemen und die Einhaltung sicherheitstechnisch wichtiger Grenzwerte in der Sicherheitsspezifikation und im BHB zum Gegenstand. Am Simulator in Essen werden seither auch solche betriebliche Vorgänge wie das Auffüllen von Behältern geschult.

- **Ereignisanalyse**

Durch eine personelle Aufstockung des zuständigen Teilbereichs und durch die Einführung der sog. ganzheitlichen Störungsanalyse sollen Verbesserungen im Bereich der Erfassung, Bewertung und Auswertung von meldepflichtigen und sonstigen Vorkommnissen unter besonderer Berücksichtigung von Human-Factors-Aspekten (HF) und Precursor-Ereignissen erreicht werden. Im Gegensatz zur früheren Vorgehensweise verbindet dieser neue Ansatz technische, menschliche und organisatorische Aspekte in einer ganzheitlichen Betrachtung. Derzeit wird hierfür das von der MTO GmbH & Co. Consulting KG entwickelte SOL-Verfahren (Sicherheit durch organisationales Lernen) eingeführt.

- **Personalentwicklungsplan**

Die EnBW hat die Personalplanung für das KKP personenscharf bis zum Jahr 2008 erstellt. Absehbaren Abgängen wird frühzeitig durch vorübergehende Doppelbesetzungen Rechnung getragen, wobei von einer Einarbeitungszeit von zwei bis fünf Jahren ausgegangen wird. Bis Anfang 2002 wurde das Personal bereits um 18 Stellen im technischen Bereich aufgestockt und bis Ende des Jahres 2002 nochmals deutlich verstärkt. Der Personalentwicklungsplan wird regelmäßig fortgeschrieben. Dem UVM wird hierüber jährlich berichtet.

- **Überprüfung der Personellen Betriebsorganisation**

Verbunden mit einer stärkeren Personalreduzierung im technischen Bereich wurde Anfang 2000 eine Straffung der Organisation durch Reduzierung der Fach- und Teilbereiche durchgeführt. Im weiteren Verlauf ergaben sich, verursacht durch altersbe-

dingtes Ausscheiden, weitere Änderungen bei der Kraftwerksleitung und den Leitern der Anlage (LdA). Während früher der Kraftwerksleiter gleichzeitig Leiter der Anlage für beide Blöcke war, wurden diese Funktionen aufgetrennt, wobei jeder Block einen eigenen LdA bekam, der in Personalunion auch den jeweiligen Fachbereich Betrieb leitet.

Seitens EnBW wird eine Umorganisation der drei baden-württembergischen Kernkraftwerksstandorte mit der Bildung einer einzigen Betriebsführungsgesellschaft für alle drei Standorte angestrebt. Durch an den Standorten tätige Geschäftsführer, die zugleich Strahlenschutzverantwortliche sind, soll die Verantwortlichkeit vor Ort gestärkt und eine Verbesserung der Sicherheitseffizienz erreicht werden. Das hierfür erforderliche atomrechtliche Genehmigungsverfahren nach § 7 AtG wird derzeit durchgeführt.

Unabhängig davon hat das UVM ein Gutachten beim TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg in Auftrag gegeben, das zum einen die personelle Trennung von Strahlenschutzverantwortlichem, Kraftwerksleiter und (zwei) Leitern der Anlage untersuchen und zum andern die Erfahrungen mit der neuen Betriebsorganisation und den vorhandenen Personalkapazitäten auswerten soll. Im ersten, schon vorliegenden Teil des Gutachtens kommt der Gutachter zu dem Schluss, dass diese Organisationsform im Einklang mit dem Regelwerk steht, jedoch einige Präzisierungen und Abgrenzungen der Verantwortlichkeiten zweckmäßig wären. Der zweite Teil des Gutachtens wird bis Ende 2003 erwartet.

## **6.2 Maßnahmen beim Generalgutachter TÜV ET und Beauftragung anderer Gutachter**

### **6.2.1 Maßnahmen bei der TÜV ET**

Auf Veranlassung des UVM hat die TÜV ET eine vertiefte Analyse der Abläufe in ihrer Organisation bei der Bearbeitung des meldepflichtigen Ereignisses 06/2001 erstellt. In dieser Analyse hat der Gutachter die aufgetretenen Fehler und fehlerhaften Bewertungen sowie die Ursachen für die Nichterkennung der sicherheitstechnischen Bedeutung

des meldepflichtigen Ereignisses und die falsche Einstufung nach den Meldekategorien der AtSMV sowie der INES-Bewertungsskala ermittelt. Die TÜV ET hat hieraus selbst Konsequenzen gezogen, die sich im wesentlichen auf folgende Maßnahmen erstrecken:

- Umbesetzungen im Bereich der Projektleitung und der Hauptabteilung Betrieb,
- personell-organisatorische Stärkung der Projektleitung,
- Optimierung, Ausbau und Zertifizierung des Qualitätsmanagementsystems,
- Einrichtung einer Clearingstelle mit der Aufgabe, meldepflichtige Ereignisse unmittelbar nach Bekanntwerden im Hinblick auf zu ergreifende aufsichtliche Sofortmaßnahmen und auf die Einstufung nach AtSMV und INES zu überprüfen.

Darüber hinaus hat das UVM Anforderungen und Wünsche des Landes im Hinblick auf die zukünftige Gutachtertätigkeit der TÜV ET formuliert /23/.

### **6.2.2 Beauftragung anderer Gutachter**

Das UVM hat sich aufgrund der Erkenntnisse dazu entschlossen, in Ergänzung zur TÜV ET für bestimmte Teilbereiche auch andere Gutachter beizuziehen. So wurde z.B. der TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg

- mit der weiteren Begutachtung der ME 06/2001, 07/2001 und 08/2001 sowie der daraus abgeleiteten Maßnahmen des Betreibers,
- mit der Überprüfung der Betriebsorganisation von KKP sowie
- mit der Durchführung von Betriebsbegehungen zur Kontrolle des Fahrbetriebs zusammen mit der TÜV ET und dem UVM bei allen baden-württembergischen Kernkraftwerken im Rahmen des Aufsichtsschwerpunktes „Kontrolle der Betriebsführung durch ein gemischtes Inspektionsteam“ im Jahre 2002

beauftragt.

Außerdem werden ab Mitte 2003 Aufgaben, die bisher teilweise gemäß Rahmenvertrag von der TÜV ET abgedeckt wurden, sowie auch darüber hinausgehende Aufgaben von einer Kerntechnik Gutachter-Arbeitsgemeinschaft (KeTAG), bestehend aus dem TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH (TÜV BB) und der Elektrowatt Engineering Mannheim GmbH (EWE), wahrgenommen. Die Beauftragung umfasst

- die Untersuchung und Begutachtung von meldepflichtigen und potenziell meldepflichtigen Ereignissen,
- die Kontrolle der Betriebsführung (Fahrbetrieb),
- die Inspektionen im Rahmen von Anlagenbegehungen,
- die Kontrolle der Wirksamkeit der betreiberseitigen Qualitätssicherungsüberwachung,
- die Überwachung der Aufbewahrung abgebrannter Kernbrennstoffe in den Zwischenlagern von GKN und KKP nach deren Genehmigung.

Die KeTAG nimmt ihre Gutachtertätigkeit Mitte 2003 auf.

### **6.3 Maßnahmen bei der Aufsichtsbehörde**

Neben Sofortmaßnahmen hat das UVM eine Reihe von Maßnahmen veranlasst, die zu einer Optimierung und Weiterentwicklung der atomrechtlichen Aufsicht beitragen sollen.

#### **6.3.1 Sofortmaßnahmen**

- Bei der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde wurde Mitte Oktober 2001 eine Clearingstelle für meldepflichtige Ereignisse eingerichtet. Aufgabe der Clearingstelle ist es, meldepflichtige Ereignisse oder potenziell meldepflichtige Ereignisse unmittelbar nach Unterrichtung der Aufsichtsbehörde auf ihre sicherheitstechnische Bedeutung hin zu prüfen und eine vorläufige Bewertung der Einstufung des Betreibers nach der AtSMV und der INES-Bewertungsskala vorzunehmen. Zu ihren Aufgaben gehört insbesondere auch die Prüfung der Frage, ob aufsichtliche Sofortmaßnahmen not-

wendig sind.

- Im UVM wurde eine Arbeitsgruppe aus Vertretern mehrerer Referate unter der Leitung eines Angehörigen einer anderen Abteilung gebildet, deren Aufgabe es war, die meldepflichtigen Ereignisse aufzuarbeiten, die notwendigen Maßnahmen bei KKP zu veranlassen sowie die Frage zu klären, unter welchen Voraussetzungen die Anlage wieder angefahren werden kann.
- Im UVM wurde beschlossen, dass ein gemischtes Inspektionsteam unter der Leitung des UVM im Rahmen eines Aufsichtsschwerpunktes zusammen mit den zugezogenen Gutachtern die Betriebsführung in allen baden-württembergischen Kernkraftwerken überprüfen sollte. Hierzu wurden im Jahre 2002 in allen Kernkraftwerken mehrtägige aufsichtliche Betriebsbegehungen sowohl während des Betriebs als auch während der Revision unter Beteiligung der TÜV ET und des TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg durchgeführt. Es ergab sich in keinem Fall die Notwendigkeit, aufsichtliche Maßnahmen zu ergreifen. Anregungen und Empfehlungen des Experten-Inspektionsteams bezogen sich auf die weitere Optimierung der schriftlichen betrieblichen Regelungen und Betriebsabläufe.
- Die Pflicht zur Unterrichtung der Amtsleitung des UVM bei meldepflichtigen Ereignissen wurde dahingehend erweitert, dass der Minister bereits bei Ereignissen der Kategorie N und auch bei potenziell meldepflichtigen Ereignissen unverzüglich schriftlich informiert wird sowie dass alle meldepflichtigen Ereignisse zeitnah durch Einstellen in das Internet veröffentlicht werden. Meldepflichtige Ereignisse oberhalb Kategorie N oder INES-Stufe 0 werden zusätzlich durch Pressemitteilung bekannt gemacht. Die bestehende Berichterstattungsregelung an den Landtag wird beibehalten.

### **6.3.2 Einrichtung einer Task Force**

Am 23.10.2001 hat der Ministerrat des Landes Baden-Württemberg die Einrichtung einer Task Force, bestehend aus drei unabhängigen Sachverständigen beschlossen, die

vor allem das Verhältnis der betreiberseitigen Eigenkontrolle zur Fremdkontrolle durch die Aufsichtsbehörde unter Zuziehung von Sachverständigen bei den baden-württembergischen Kernkraftwerken untersuchen soll.

Als Mitglieder der Task Force wurden berufen:

Prof. Dr. Dimitrios Kalaitzis,  
Geschäftsführender Gesellschafter der Unternehmensberatung Dr. Kalaitzis & Partner GmbH in Dortmund,

Dr.-Ing. Erwin Lindauer,  
technischer Geschäftsführer der Kraftwerk-Simulator-Gesellschaft mbH sowie der Gesellschaft für Simulatorschulung mbH in Essen, und

Dipl.-Ing. Dietmar Glaubitz,  
Ingenieurbüro Fichtner Consulting & IT GmbH in Stuttgart.

Die Task Force hat Mitte 2002 ihre Arbeit durch Befragungen von Mitarbeitern der Abteilung 7 des UVM, der Betreiber und der Sachverständigen sowie durch Sichtung von Unterlagen aufgenommen. Das Ergebnis der Untersuchungen wird nach Abschluss des Landtags-Untersuchungsausschusses „Atomaufsicht“ erwartet, da die Task Force dessen Ergebnisse berücksichtigen soll.

### **6.3.3 Organisationsuntersuchung**

Im Februar 2002 hat das UVM die Kienbaum Management Consultants GmbH beauftragt, eine Organisationsuntersuchung in der Abteilung Reaktorsicherheit, Umweltradioaktivität (Abteilung 7) des UVM durchzuführen. Der Untersuchungsauftrag erstreckte sich im Schwerpunkt auf die für die Anlagenaufsicht zuständigen Referate 73 bis 75, die Clearingstelle sowie die relevanten Schnittstellen zu Hausspitze, Betreibern, Gutachtern und Bundesaufsicht.

Dabei wurden die folgenden vier Untersuchungsfelder betrachtet:

- Überprüfung der Aufbauorganisation der Abteilung. Hierbei standen insbesondere das Organisationsprinzip, die Leitungsspanne, die Personalausstattung, die Genehmigungszuständigkeit, die im Oktober 2001 neu geschaffene Clearingstelle und die Zuziehung von Sachverständigen im Mittelpunkt,
- Untersuchung ausgewählter Kernprozesse (Ablauforganisation) und der damit verbundenen Schnittstellen auf der Grundlage einer abgestimmten und nachvollziehbaren Dokumentation der Abläufe,
- Untersuchung der Berichts- und Steuerungsinstrumente der Abteilung 7, insbesondere im Hinblick auf eine ganzheitliche Steuerungskonzeption der Aufsicht,
- Untersuchung des Faktors Personal, insbesondere im Hinblick auf Führungs- und Kommunikationsstrukturen der Abteilung, die Qualifikation der Beschäftigten sowie Personalentwicklungs- und Personaleinsatzkonzepte.

Die Untersuchung erfolgte anhand von Unterlagen, Workshops und Befragungen von Angehörigen der Abteilung 7, aber auch von Vertretern externer Stellen, wie des Betreibers, des Sachverständigen und des BMU. Sie wurde im Zeitraum vom 4.2.2002 bis zum 2.6.2002 durchgeführt. Zu Fragestellungen, für die kerntechnisches Fachwissen erforderlich war, wurde die Fichtner Consulting & IT GmbH, Stuttgart, als Unterauftragnehmerin zugezogen.

Das Gutachten vom 2.7.2002 stellte der baden-württembergischen Atomaufsicht insgesamt ein gutes Zeugnis aus. Die Gutachter haben insbesondere auch den Prozess „Behandlung meldepflichtiger Ereignisse“ untersucht. Sie haben in diesem Zusammenhang lediglich Optimierungsvorschläge hinsichtlich geschäftsordnender Regelungen für die neu eingerichtete Clearingstelle unterbreitet, mit deren Erstellung das UVM bereits begonnen hatte. Im Übrigen wurden die Abläufe nicht beanstandet. Optimierungsmöglichkeiten weist der Kienbaum-Bericht in folgenden Punkten aus:

- Verbesserung der Steuerung und Kontrolle der Gutachter, Einsatz auch anderer Gutachter neben der TÜV ET,

- Weiterentwicklung des Aufsichtshandbuchs unter Berücksichtigung eines ganzheitlichen Sicherheitsansatzes „Mensch-Technik-Organisation“,
- Erhöhung der Mittel für Fortbildungsmaßnahmen,
- Unterstützung durch eine moderne EDV (Workflow-Management-System),
- Erhöhung der Stellenzahl und vorausschauende Personalplanung im Hinblick auf anstehende Pensionierungen,
- regelmäßige Arbeitsplatzwechsel.

Gemäß dem Beschluss des Ministerrats vom 14.1.2003 hat das UVM die Empfehlungen aufgegriffen und wird sie unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Ressourcen umsetzen. Erste Arbeitsplatzwechsel sind erfolgt. Weitere Arbeitsplatzwechsel werden folgen. Am 1.4.2003 wurde ein neues Schwerpunktreferat mit der Bezeichnung „Allgemeine Angelegenheiten der Kernenergieaufsicht“ eingerichtet, zu dessen Aufgaben auch konzeptionelle Fragen der Gutachtertätigkeit gehören. Wie bereits in Abschnitt 6.2.2 dargestellt, wurde mit der KeTAG ein weiterer Gutachter in das atomrechtliche Aufsichtsverfahren eingebunden. Eine weitere wichtige Konsequenz ist die Erhöhung der Stellenzahl im Bereich der atomrechtlichen Aufsicht um 6 Dauerstellen und die Einrichtung von 6 sog. kw-Stellen, durch die Stellen der Mitarbeiter, die in den nächsten 4 Jahren in den Ruhestand gehen, bereits vor ihrem Ausscheiden wieder besetzt werden. Dadurch wird ein maßgeblicher Beitrag zum Kompetenzerhalt geleistet.

#### **6.4 Sicherheitstechnische Nachbewertung**

Zur Frage, ob während der unerkannten Unterborierung der Flutbehälter und des Unterschreitens des Sollfüllstandes der Flutbehälter beim Anfahren alle zu unterstellenden Störfälle beherrscht worden wären oder ob eine tatsächliche Gefährdung bestanden hat, hatte das UVM vom Betreiber verlangt, ergänzende Nachweise vorzulegen. Diese ergänzenden Nachweise wurden vom zugezogenen Sachverständigen überprüft und durch eigene gutachterliche Untersuchungen und Berechnungen ergänzt. Die gutachterlichen Überprüfungen haben folgende Ergebnisse erbracht:

- **Unterborierung der Flutbehälter (ME 06/2001):**

Aufgrund der Restauffüllung der Flutbehälter mit reinem Deionat, unterbrochen durch eine kurzzeitige Umwälzung, kam es neben einer mittleren Borsäurekonzentration  $< 2200$  ppm auch zu einer zumindest vorübergehenden Schichtung (Borsäure-Konzentrationsgradient) auf Grund einer nicht vollständigen Durchmischung von Borsäure und Deionat.

Während sich für die niedrigere mittlere Borsäurekonzentration anhand der für die regelmäßig durchzuführenden Berechnungen zur Störfallbeherrschung vorliegenden Rechenmodelle unschwer belegen ließ, dass keine tatsächliche Gefährdung bestand (siehe auch Abschnitt 2.1), stellte sich der Sachverhalt für eine zu unterstellende Konzentrationsschichtung in den Flutbehältern komplizierter dar.

Zur Überprüfung des Durchmischungsverhaltens wurde der Einspeisevorgang in die Flutbehälter anhand der Betriebsaufzeichnungen mit einem in den Dimensionen vergleichbaren Behälter im Kernkraftwerk Obrigheim experimentell nachvollzogen. Mit der dabei ermittelten Borsäureverteilung kam FANP zu dem Ergebnis, dass alle zu betrachtenden Störfällen sicher beherrscht worden wären.

Die TÜV ET hat eigene Berechnungen durchgeführt und bestätigt dieses Ergebnis mit Ausnahme zweier Spezialfälle. Die beiden Spezialfälle betreffen die ersten 13 Stunden unmittelbar nach dem Anfahren für den Fall einer heißseitigen Einspeisung aus den Flutbehältern in den Primärkühlmittelkreislauf sowie die sog. Reflux-Condenser-Betriebsweise. Diese tritt nur unter bestimmten Randbedingungen, insbesondere nur bei bestimmten Leckgrößen und -lagen auf. Das sich dabei bildende Kondensat sammelt sich im Pumpenbogen einer Hauptkühlmittelpumpe und kann ggf. zu einem späteren Zeitpunkt als Deionatpfropfen in den Kern gefördert werden. Die GRS, die im Rahmen von Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet Know-how, Rechenmodelle und Computerprogramme entwickelt hat, hat zu dem vorliegenden Fall Analysen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden vom Auftraggeber, dem BMU, trotz mehrmaligen schriftlichen Ersuchens dem UVM bisher nicht zur Verfügung gestellt.

Die Berechnungen für die o.g. Spezialfälle durch die TÜV ET können erst dann belastbar abgeschlossen werden, wenn die zu Grunde zu legenden Randbedingungen und Rechenmodelle insbesondere für die Durchmischung des Kühlwassers im Reaktordruckbehälter feststehen. Hierbei handelt es sich um ein generisches Druckwasserreaktor-Problem, das unabhängig von der Schichtung in den Flutbehältern derzeit für alle Anlagen in Deutschland untersucht wird.

- **Unterschreitung des Sollfüllstandes der Flutbehälter (ME 07/2001):**

Im Auftrag des Betreibers kam die Herstellerfirma FANP zu dem Ergebnis, dass bei allen zu betrachtenden Leck-Störfällen - auch mit den festgestellten reduzierten Flutbehälter-Füllmengen - der Reaktorkern stets vollständig gekühlt worden wäre (Notkühlwirksamkeit) und nach Entleeren der Flutbehälter und Druckspeicher sich ein ausreichender Zulauf der Niederdruck-Notkühlpumpen zur Rückspeisung aus dem Reaktorgebäudesumpf in den Reaktordruckbehälter eingestellt hätte, so dass die Kühlung auch langfristig sichergestellt gewesen wäre (Nachwärmeabfuhr).

Die Sachverständigen (TÜV ET und TÜV RBB) haben durch eigene Nachrechnungen für die Füllstände in 2001 sowie in den Jahren davor bestätigt, dass sowohl die Notkühlwirksamkeit als auch die Nachwärmeabfuhr gewährleistet waren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle dem UVM bislang vorliegenden Berechnungen und Abschätzungen zu dem Ergebnis kommen, dass die zu betrachtenden Störfälle beherrscht worden wären und somit keine objektive Gefahr bestand. Ungeachtet dessen liegt die besondere sicherheitstechnische Bedeutung der Ereignisse darin, dass Sicherheitsreserven nicht im vorgesehenen Umfang zur Verfügung standen, dass für den Betreiber die Sicherheit der Anlage nicht zu jedem Zeitpunkt überschaubar war und dass die Ereignisse grundlegende personell-organisatorische Schwächen deutlich werden ließen.

## **7. Behandlung in RSK, ILK und Landtag**

Zur Untersuchung der Ereignisse hatte das BMU die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) und die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mit entsprechenden Prüfungen beauftragt.

Darüber hinaus hat sich auch die Internationale Länderkommission Kerntechnik (ILK) der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Hessen mit den Ereignissen befasst. Sie hat sich bei ihren Beratungen auf die Berichte des Betreibers, der Gutachter, des UVM und auf die Weiterleitungsnachricht der GRS (WLN 08/2001) abgestützt sowie eine Stellungnahme zu den meldepflichtigen Ereignissen im KKP 2 abgegeben.

Außerdem hat sich der baden-württembergische Landtag in mehreren Sitzungen mit den meldepflichtigen Ereignissen befasst. Auch die Medien haben ausführlich über die Ereignisse berichtet.

Die Abschnitte 7.1 bis 7.3 stellen die Behandlung der Ereignisse in der RSK und der ILK sowie im baden-württembergischen Landtag dar.

### **7.1 Behandlung in der RSK**

Der RSK-Ausschuss „Reaktorbetrieb“ befasste sich in mehreren Sitzungen - 135. Sitzung am 4.10.2001, 136. Sitzung am 31.10.2001, 137. Sitzung am 7.11.2001 und 143. Sitzung am 4.7.2002 - mit den meldepflichtigen Ereignissen. In der RSK selbst wurden die Ereignisse in der 344. Sitzung am 11.10.2001 und der 345. Sitzung am 8.11.2001 behandelt.

Beraten wurden dabei nicht nur die Ereignisse in den baden-württembergischen Anlagen sondern auch, auf der Grundlage einer von der GRS durchgeführten Untersuchung, die Situation in den anderen deutschen Kernkraftwerken. Eine Bewertung der Übertragbarkeit der Ereignisse auf andere Anlagen war nur bedingt möglich, weil Betreiber und

Gutachter keine Detailangaben zu den Betriebshandbüchern in anderen Anlagen gemacht haben. Auch hat die GRS bei ihren Untersuchungen keinen einheitlichen Bewertungsmaßstab zu Grunde gelegt. Da der RSK-Ausschuss aber keinen Erkenntnisgewinn für weiter zu ergreifende Maßnahmen erwartet hatte, wurde auf eine vertiefte Analyse der Situation in anderen Kernkraftwerken auf der Basis des von der RSK für die Ereignisse in KKP 2 definierten Maßstabes verzichtet.

In einer Bewertung der Maßnahmen der KKP in Bezug auf die BHB-Überarbeitung, die Verbesserung der Organisation, die Erhöhung der Personalkapazität und die geplante OSART-Mission kam der RSK-Ausschuss zu dem Ergebnis, dass diese Maßnahmen zielführend und geeignet erscheinen, vergleichbare Ereignisse zukünftig zu vermeiden.

Ausführlich befasste sich der RSK-Ausschuss am 4.7.2002 mit den HF-Aspekten der Ereignisse. Da eine abschließende Beurteilung der Wirksamkeit der betreiberseitig vorgesehenen Maßnahmen durch den RSK-Ausschuss nicht möglich war, wurde beschlossen, sich über die geplanten Maßnahmen, deren Umfang und Umsetzungsstatus sowie die gemachten Erfahrungen nach ca. einem Jahr erneut berichten zu lassen.

Ohne hierzu eine schriftliche Stellungnahme zu verfassen, kamen der RSK-Ausschuss und die RSK in ihren Beratungen jedoch zu folgenden grundsätzlichen Ergebnissen:

- Bei Abweichungen von sicherheitstechnisch wichtigen spezifizierten Werten ist von einer Unverfügbarkeit des betreffenden Systems im Sinne der zu erfüllenden Sicherheitsfunktion auszugehen.
- Eine Prüfung der Borsäurekonzentration in den Flutbehältern nach dem Wiederauffüllen bzw. im Anschluss an eine Revision kann nicht zu einem beliebigen Zeitpunkt erfolgen, sondern muss abgeschlossen sein, bevor das System sicherheitstechnisch für verfügbar erklärt wird.
- Da die Borsäurekonzentration mehrerer Flutbehälter unterhalb der spezifizierten Werte lag, ist eine Basiseinstufung nach INES 1 vorzunehmen. Aufgrund von Mängeln in der Sicherheitskultur könne eine Höherstufung in Betracht kommen.

- Eine nachträgliche Analyse hinsichtlich der Auswirkungen bei einem Reflux-Condenser-Betrieb im Kühlmittelverlust-Störfall bei verringerter Borsäurekonzentration ist für die sicherheitstechnische Bewertung relevant.
- Bzgl. der Weiterleitungsnachricht der GRS (WLN 08/2001), die nach Auffassung der GRS nur vorläufigen Charakter hat, sieht die RSK noch Überarbeitungsbedarf und regt an, die Umsetzung der Empfehlungen im Aufsichtsverfahren zu verfolgen.
- Es muss auch für andere Systeme geprüft werden, ob z.B. die Fehlstellung einer Armatur Einfluss auf die spezifizierten Randbedingungen mehrerer anderer Systeme (redundanzübergreifende Auswirkungen) haben kann.
- Bei der Überarbeitung der Betriebshandbücher muss festgelegt werden, wann ein Anlagenteil als betriebsbereit bzw. als ausgefallen gilt, die Ableitung von Grenzwerten muss auf nachvollziehbaren Anforderungen, z.B. Störfallanalysen, beruhen, es sind exakte Begriffsdefinitionen, z.B. für die Betriebszustände Anfahren, Abfahren, Stillstandsphase, vorzunehmen und es müssen detaillierte Festlegungen getroffen werden, zu welchem Zeitpunkt und in welchem Umfang die Sicherheitseinrichtungen verfügbar sein müssen.

## **7.2 Behandlung in der Internationalen Länderkommission Kerntechnik (ILK)**

Die ILK hat sich in insgesamt vier Sitzungen mit den meldepflichtigen Ereignissen bei KKP 2 befasst und im Mai 2002 eine Stellungnahme zu übergeordneten Schlussfolgerungen /24/ verabschiedet. Die vom Betreiber vorgelegten Analysen sind nach Auffassung der ILK abschließend und nachvollziehbar. Sie hält die Abhilfemaßnahmen, insbesondere soweit sie die technische Seite betreffen, für angemessen.

Bei der Beurteilung der Ereignisse kommt die ILK zum Ergebnis, dass die aufgetretenen Fehler aufgrund der Fehlertoleranz des gestaffelten Sicherheitskonzeptes zwar nicht zu einer Gefährdung geführt haben, auslegungsgemäß vorgesehene Sicherheitsreserven zum Teil jedoch nicht mehr vorhanden waren. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass aus betrieblichen Gründen nicht von Festlegungen abgewichen werden darf, die aus Sicherheitsgründen vorgenommen wurden. Für ein sicherheitsgerichtetes Verhalten ist deshalb zu fordern, dass entsprechende Vorgaben des BHB eingehalten werden müs-

sen, damit die in den zugrundeliegenden Analysen enthaltenen Reserven erhalten bleiben. Sicherheitsreserven sind integraler Bestandteil des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Sie sind vorzusehen und müssen stets verfügbar sein, wenn dies im Anforderungsfall notwendig wird. Dies bedeutet aber auch, dass ein Abbau von übermäßigen Konservativitäten durchaus möglich ist, nur hat dies unabhängig von einer aktuellen Anlagensituation im behördlich vorgegebenen Änderungsverfahren zu erfolgen. Die ILK empfiehlt, die Festlegungen auf übermäßige Konservativitäten zu überprüfen und ggf. Änderungen zu beantragen.

Ein sicherheitsgerichtetes Verhalten der Organisation des Betreibers muss planmäßig organisiert werden, mit dem Ziel einer kontinuierlichen Verbesserung. Die Konservierung eines vermeintlich guten Zustandes führt zum Rückschritt.

Zur Sicherheitskultur stellt die ILK fest, dass die Maßnahmen des Betreibers zur Umsetzung konsequent sicherheitsgerichteten Vorgehens des Personals offensichtlich nicht ausreichend wirksam waren. Daraus folgt, dass das Personal ausreichend konkret wissen muss, welche Verhaltensweisen von ihm erwartet werden. Hierzu sind, auf die jeweilige Organisationseinheit zugeschnitten, Sicherheitsziele zu definieren und entsprechende Festlegungen zu treffen. Zur Kontrolle der Erreichung der vorgesehenen Ziele und zur Aufrechterhaltung eines hohen Standards sind regelmäßig Audits durchzuführen.

Im Hinblick auf die Einhaltung der sicherheitstechnischen Schutzziele kommt die ILK zu der Schlussfolgerung, dass sowohl technisch-ingenieurmäßige Abschätzungen und Bewertungen als auch die Einhaltung formaler Vorgaben gleichermaßen wichtig sind. Dies setzt ein Höchstmaß an Eindeutigkeit und Rechtssicherheit voraus und gilt in besonderem Maße für die Verfügbarkeit der Sicherheitssysteme. Um die Einhaltung von Vorschriften im Kernbereich des BHB verbindlich sicherzustellen, ist es daher erforderlich, die Sicherheitsspezifikationen so zu überarbeiten, dass sie die für die Sicherheit wesentlichen Vorgaben für den Betrieb vollständig und eindeutig enthalten.

### **7.3 Behandlung im baden-württembergischen Landtag**

Zu den meldepflichtigen Ereignissen wurden insgesamt 12 parlamentarische Anträge (1 CDU, 1 FDP, 3 SPD und 7 GRÜNE) eingebracht, mit denen die Landesregierung zur Abgabe von Berichten zu den Ereignissen und den Konsequenzen aufgefordert wurde. Ein Antrag (13/630, SPD) führte zur Einsetzung eines Parlamentarischen Untersuchungsausschusses. Zur Beantwortung und Klärung von im Zusammenhang mit dem Untersuchungsauftrag des Untersuchungsausschusses gestellten Fragen wurde ergänzend zu /25 bis 27/ ein weiterer umfassender Bericht des UVM an den Landtag übersandt /28/.

Daneben hat sich der Ausschuss für Umwelt und Verkehr des baden-württembergischen Landtags in mehreren Sitzungen mit der Thematik befasst, im Landtagsplenum wurden die Fragen in insgesamt drei Sitzungen behandelt. Auch im Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Bundestages waren die Ereignisse Gegenstand der Beratung.

Der Untersuchungsausschuss, der auf Grund des Beschlusses des Landtags von Baden-Württemberg in seiner Sitzung am 31.1.2002 eingesetzt wurde, hat in bislang 13 Sitzungen 30 Beweisanträge abgearbeitet und hierzu ca. 50 Zeugen gehört, darunter auch Herrn Minister Müller sowie Herrn Minister Trittin. Im Zuge der Übersendung von Unterlagen wurden dem Untersuchungsausschuss etwa 40 Ordner mit Akten übergeben. Außerdem hat der Untersuchungsausschuss zwei Ortstermine, im KKP und im UVM (radiologisches Lagezentrum), wahrgenommen. In der 13. Sitzung am 14.5.2003 hat die vorerst letzte Beweisaufnahme stattgefunden.

## **8. Zusammenfassung**

Die Aufarbeitung der Ereignisse vom Herbst 2001 im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 hat zu vielfältigen Erkenntnissen und zu weit reichenden Maßnahmen bei Betreiber, Gutachter und Aufsichtsbehörde geführt. Insofern markieren die Ereignisse und ihre

Aufarbeitung einen Meilenstein für die baden-württembergische Kernenergieaufsicht und die Gewährleistung des sicheren Betriebes der Kernkraftwerke in Baden-Württemberg.

Die wesentlichen aufsichtlichen Erkenntnisse aus der Aufarbeitung der meldepflichtigen Ereignisse im KKP 2 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Prozess der korrekten Bewertung und Dimensionierung des meldepflichtigen Ereignisses 06/2001 „Unterborierung der Flutbehälter“ hat zu lange gedauert.
- Der Diagnose- und Entscheidungsprozess des verantwortlichen Betriebspersonals zu dem Ereignis war unzureichend und fehlerhaft.
- Die Ereignismeldung der EnBW nach AtSMV war unklar und fehlerhaft.
- Die Stellungnahme des TÜV ET zu dem Ereignis war unzureichend.
- Die sicherheitstechnische Bewertung erfolgte einseitig unter technisch-ingenieurmäßigen Aspekten unter Vernachlässigung der formalrechtlichen Gesichtspunkte, insbesondere der Bedeutung der strikten Einhaltung wichtiger Grenzwerte.
- Das Betriebshandbuch war teilweise unklar, missverständlich, nicht eindeutig und enthielt in der Sicherheitsspezifikation wichtige Festlegungen (Grenzwerte, Parameter) nicht.
- Ein Erfahrungsrückfluss aus dem Fahrbetrieb zurück in die Verbesserung und Weiterentwicklung des Betriebshandbuchs und des Fahrbetriebs selbst wurde nicht ausreichend organisiert praktiziert.
- Der Fahrbetrieb wurde weder vom Betreiber noch von der Aufsichtsbehörde einschließlich zugezogenem Sachverständigen ausreichend und wirksam kontrolliert,

weil es bisher keine Hinweise auf Defizite in diesem Bereich gab.

- Sicherheitsrelevante Organisationseinheiten – z.B. Störfallanalysegruppe und Qualitätssicherungsüberwachung – waren bei KKP personell unterbesetzt.
- Eigenverantwortung und Eigenkontrolle sowie Sicherheitskultur waren beim Betreiber unzureichend ausgeprägt aufgrund von organisatorischen Veränderungen und Einsparmaßnahmen als Folge der Liberalisierung des Strommarkts.

Die Ereignisse haben die bereits vorhandene Erkenntnis bestätigt und vertieft, dass den Faktoren Mensch und Organisation zukünftig ein höherer Stellenwert zukommen muss. Hierzu soll auch eine stärker prozessorientierte Aufsicht beitragen.

Eine wichtige Erkenntnis war daneben, dass Vorgaben in den betrieblichen Regelungen, insbesondere zur Einhaltung von Grenzwerten, strikte Beachtung finden müssen und nicht durch ingenieurmäßige Bewertungen ersetzt werden dürfen. Vorgegebene Festlegungen im Betriebshandbuch wurden aufgrund sorgfältiger Sicherheitsanalysen vorgenommen. Sie haben daher Vorrang vor ad-hoc-Überlegungen, weil es in unvorhergesehenen Situationen vorkommen kann, dass nicht alle Gesichtspunkte im Rahmen einer technisch-ingenieurmäßigen Bewertung Berücksichtigung finden. Für die Gewährleistung des sicheren Betriebes sind aber daneben auch technisch-ingenieurmäßige Abschätzungen und Bewertungen von Bedeutung, da umgekehrt auch vorab festgelegte Vorgaben nicht immer alle Eventualitäten im Ereignisfall abdecken können.

Die veranlassten Maßnahmen und gezogenen Konsequenzen gewinnen insbesondere vor dem Hintergrund der Liberalisierung des Strommarktes und der Begrenzung der Restlaufzeiten der Kernkraftwerke große Bedeutung. Mit ihnen wird sichergestellt, dass trotz ungünstiger Rahmenbedingungen das Sicherheitsniveau der Kernkraftwerke erhalten bleibt und Fehler so weit wie möglich vermieden werden. Diesem Ziel dienen vor allem die Implementierung eines neuen indikatorgestützten Sicherheitsmanagementsystems sowie die strikte Einhaltung der sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen, die umfassend und detailliert für Leistungsbetrieb und Stillstand in den Sicherheitsspezi-

fikationen der Betriebshandbücher festgeschrieben wurden und im Rahmen der Überarbeitung der Betriebshandbücher noch weiter präzisiert werden konnten.

Weitere wichtige Bausteine für eine hohe Sicherheitskultur sind die Stärkung der Eigenkontrolle und des Erfahrungsrückflusses auf Betreiberseite sowie die ganzheitliche Störungsanalyse unter Berücksichtigung des soziotechnischen Systems Mensch-Technik-Organisation.

Sowohl auf der Ebene des Betreibers, als auch des Gutachters und der Aufsichtsbehörde wurden weit reichende personell-organisatorische Änderungen durchgeführt mit dem Ziel, den sicheren Betrieb zu gewährleisten sowie die Kernenergieaufsicht in ihrer Effizienz zu erhöhen.

Für die Gestaltung des Verhältnisses von Behörde, Gutachter und Betreiber erhofft sich das UVM weitere Anregungen und Erkenntnisse aus der Tätigkeit der von der Landesregierung eingesetzten „Task Force“. Das Ergebnis der Untersuchungen wird nach Abschluss des Landtags-Untersuchungsausschusses „Atomaufsicht“ erwartet, da die Task Force dessen Ergebnisse berücksichtigen soll.

Im Ergebnis hat die umfassende Aufarbeitung der Ereignisse im KKP 2 vom Herbst 2001 bei den Beteiligten eine hohe Sensibilisierung für Sicherheitsfragen und eine Stärkung der Sicherheitskultur, die sich vor allem in einer kritisch-hinterfragenden Grundhaltung der handelnden Personen manifestiert, bewirkt.

## **9. Anlagen**

1. Vereinfachter Systemschaltplan der Borsäure- und Deionateinspeisung (KBC) zum ME 06/2001
2. Vereinfachter Systemschaltplan der Borsäure- und Deionateinspeisung (KBC) zum ME 07/2001

## 10. Unterlagen

- /1/ EnBW 31.8.2001: Meldeformular mit Kurzbericht zum ME 06/2001, Kat. „N“, INES 0, am 22.10.2001 hochgestuft nach Kat. „S“, INES 2
- /2/ TÜV ET 27.9.2001: Stellungnahme ETB1-01-0146 vom 24.09.2001 zum ME 06/2001
- /3/ EnBW 5.10.2001: Bericht zum ME 06/2001
- /4/ UVM 6.10.2001: Entwurf einer aufsichtlichen Anordnung
- /5/ UVM 15.10.2001: Schreiben an EnBW, Az.: 71-4651.22-20.1
- /6/ EnBW 23.10.2001: Bericht 272/10/01 zum ME 06/2001, Rev. A vom 27.10.2001, Rev. B vom 20.11.2001
- /7/ EnBW 6.11.2001: MTO-Bericht vom 27.10.2001 zum ME 06/2001
- /8/ EnBW 6.11.2001: Naegelin-Bericht vom 5.11.2001
- /9/ EnBW 12.11.2001: Bericht 281/11/01 zum ME 07/2001
- /10/ EnBW 15.11.2001: Bericht 289/11/01 zum ME 08/2001
- /11/ EnBW 21.11.2001: HF-Bericht 294/11/01 zum ME 06/2001 und MTO-Bericht vom 20.11.2001 zum ME 06/2001
- /12/ EnBW 30.11.2001: MTO-Bericht vom 30.11.2001 zum ME 07/2001
- /13/ EnBW 30.11.2001: HF-Bericht 312/11/01 zum ME 07/2001
- /14/ TÜV RBB 13.12.2001: Gutachten zu den ME 06/2001, 07/2001 und 08/2001
- /15/ HSK -C.Humbel- 4.12.2001: Gutachten zu den ME 06/2001 und 07/2001
- /16/ GRS 5.11.2001: WLN 08/2001 zu den KKP-ME 06/2001 und 07/2001
- /17/ EnBW 22.10.2001: Meldeformular zum ME 07/2001, Kat. „S“, INES 2
- /18/ EnBW 25.10.2001: Meldeformular zum ME 08/2001, Kat. „N“, INES 0
- /19/ UVM 20.12.2001: Schreiben an die Kernkraftwerksbetreiber in Baden-Württemberg, Az.: 71-4631.00
- /20/ EnBW 31.1.2002: Beantwortung des UVM-Schreibens vom 20.12.2001
- /21/ EnBW 31.1.2002: Beantwortung des UVM-Schreibens vom 18.1.2001 mit einer Zusammenstellung der durchgeführten und noch durchzuführenden Maßnahmen
- /22/ UVM 24.9.2002: Anforderungen an die Überarbeitung der Betriebshandbücher, Az.: 75-4631.00

- /23/ UVM 3.7.2002: Anforderungen und Wünsche des Landes im Hinblick auf die Gutachtertätigkeit des TÜV ET BW im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren, Az.: 71-4636.20
- /24/ ILK Mai 2002: ILK-Stellungnahme zu den übergeordneten Schlussfolgerungen aus den Ereignissen im KKP 2 im Zusammenhang mit der Revision 2001
- /25/ UVM 11.10.2001 und 22.10.2001: Berichte für den Landtag zum ME 06/2001
- /26/ UVM 23.10.2001: Bericht für den Landtag zum ME 07/2001
- /27/ UVM 19.12.2001: Bericht des UVM zur Wiederherstellung der Betriebsvoraussetzungen sowie zu generellen Konsequenzen nach den meldepflichtigen Ereignissen 06/2001, 07/2001 und 08/2001 im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2
- /28/ UVM 19.3.2002: Stellungnahme des UVM zur Beantwortung und Klärung der im Untersuchungsauftrag des Untersuchungsausschusses „Atomaufsicht“ des Landtages von Baden-Württemberg, Teile I. A und B., (Landtags-Drucksache 13/630) gestellten Fragen