

RSK - STELLUNGNAHME

Meldepflichtiges Ereignis „Absturz eines Brennelementes beim Beladen des Transportbehälters“ im Kernkraftwerk Biblis, Block B, am 06.08.2001

vom 16.12.2004 (378. Sitzung)

1 Veranlassung

Im Kernkraftwerk Biblis, Block B (KWB-B), sollten am 06.08.2001 Brennelemente (BE) aus dem BE-Lagerbeckengestell in den TN-Transportbehälter verladen werden. Beim Transport des zweiten BE kam es zur Schrägstellung beim Verfahren über den Transportbehälter. Der Kopf des BE riss vom Brennelement ab, das restliche Brennelement rutschte ca. 0,5 m auf das Lagerbecken ab und blieb dort angelehnt an den Transportbehälter in Schrägstellung stehen. Beim Vorkommnis kam es zu keiner Aktivitätsfreisetzung.

2 Beratungsauftrag und Beratungshergang

Mit Schreiben vom 14.02.2002 (Az.: AG RS I 4 – 17018/1) wurde die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) vom BMU mit der Beantwortung folgender Fragen zum o. g. Vorkommnis beauftragt:

1. Benennung der Ursachen des Kopfabrisses des Brennelementes. Lagen insbesondere Handhabungsfehler und/oder technische Defizite vor?
2. Wurden vom Betreiber Maßnahmen getroffen, die geeignet sind, Wiederholungen soweit wie möglich zu vermeiden? Sind darüber hinaus Maßnahmen zu treffen?
3. Sind Maßnahmen in anderen deutschen Atomkraftwerken erforderlich, um gleichartige Vorkommnisse soweit wie möglich zu vermeiden?
4. Mit welchem Schadensszenario wäre maximal zu rechnen gewesen, wenn das Brennelement auf den Grund des Brennelementlagerbeckens abgestürzt wäre?

Die Beratungen zum Vorkommnis wurden in den RSK-Ausschüssen DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE (27. und 45. Sitzung am 04.09.2002 und am 22.06.2004) und REAKTORBETRIEB (139. Sitzung am 28.02.2002, 148. Sitzung am 22.01.2003 und 161. Sitzung am 25.08.2004) abgehalten. Die RSK beriet den Entwurf dieser Empfehlung und verabschiedete sie auf der 378. Sitzung am 16.12.2004.

3 Sachverhalt

Ereignisablauf

Am 06.08.2001 stieß beim Transport aus dem BE-Lagergestell mit dem Hilfshub des Reaktorgebäudekrans ein BE bei einer Querfahrt an die Kante des Kontaminationsschutzhemdes des Transportbehälters. Die BE-Fußgitterplatte verhakte sich an der Deckelblechkante des Schutzhemdes. Durch die Fortsetzung der Kranfahrt kam es zur Schrägstellung des BE. Das BE löste sich daraufhin vom BE-Kopf und rutschte ca. 0,5 m bis auf die Oberkante des BE-Lagergestells ab. Der BE-Kopf blieb am Einfachgreifer des Krans hängen. Insgesamt waren drei erfahrene Personen (AvO, Kranfahrer, Aufsichtsperson) beteiligt.

Nach dem Absturz lehnte das BE in einer Schräglage von ca. 15° am Kontaminationsschutzhemd des Transportbehälters. Das BE wurde anschließend mit Seilen in seiner Lage gesichert. Am 15.08.2001 wurde es von der Absturzstelle in eine gesicherte Position am Beckenrand verbracht und eine Inspektion des BE, des BE-Lagergestells und des Transportbehälters durchgeführt. Bei den visuell durchgeführten Inspektionen wurde festgestellt, dass der BE-Kopf gewaltsam von den Steuerabführungsrohren getrennt wurde und Kratzspuren an den Brennstäben, den Abstandshaltern und dem BE-Fuß vorhanden waren. Weiterhin waren Anlagemarken am Schutzhemd des Transportbehälters sowie Abdrücke auf dem oberen Tragverband des Beckenlagergestells ersichtlich.

Die durchgeführten Messungen ergaben keine Aktivitätsfreisetzung. Bei den anschließenden Inspektionen wurden keine Brennstabbeschädigungen festgestellt. Das Vorkommnis wurde vom Betreiber in die Kategorie E 2.4.1 und INES-Stufe 0 eingestuft und der Aufsichtsbehörde gemeldet.

Ergebnisse der Ursachenermittlung

Ursache für den Brennelementabsturz war das Nichterkennen des fehlenden Freiraumes zwischen der Unterkante des BE und der Oberkante des Transportbehälters in Verbindung mit einer Fehleinschätzung des Personals. Das Bremsgeräusch des Krans wurde vom Personal irrtümlich als Erreichen des Betriebsendschalters beim Hebevorgang bewertet.

Beim korrekten Transport wird das BE mit dem Einfachgreifer soweit angehoben, bis der Betriebsendschalter des Hilfshubes des Reaktorgebäudekrans anspricht und die Haltebremsen hörbar einfallen. Eine betriebliche Anzeige beim Erreichen dieser Position existiert nicht. In dieser Position besteht ein ausreichender Freiraum zum Transport des BE zwischen BE-Unterkante und der Oberkante des Transportbehälters. Anschließend erfolgt dann die Querfahrt des BE.

Vor Erreichen des Betriebsendschalters wird im Abstand von 750 mm der Vorendschalter passiert, der die Kransteuerung auf Schleichfahrt umschaltet. Bei einer Hubbewegung in Schleichfahrt reicht eine kleine Bewegung des Steuerhebels am Fahrpult (Loslassen) des Reaktorlaufkrans aus, um diesen in die Neutral-/Haltestellung zu bringen. Hierbei fallen die Haltebremsen hörbar ein, was von den beteiligten Mitarbeitern als Erreichen der Endschalterstellung interpretiert wurde.

Die Fehlinterpretation der Höhenpositionierung durch die Mitarbeiter führte bei der Querfahrt durch die Kollision mit dem Transportbehälter zu einer Schräglage des BE und einem Unterhaken des BE-Fußes am

Deckelblech des Kontaminationsschutzhemdes des Transportbehälters. Die automatische vertikale Lastabschaltung des Hilfshubes löste nicht aus. Überlastgrenzwerte bei horizontalen Bewegungen des Kranes gab es nicht. Infolgedessen kam es zu einer Überlastung der Verbindung im Bereich BE-Kopf/BE-Bündel und zum Lösen derselben. Wegen der geringen resultierenden Auslenkung aufgrund des langen Hebelarmes wurde dies vom Personal nicht bemerkt. Erst durch die Erschütterungen am Einfachgreifer bemerkte ein Mitarbeiter den Abriss des BE.

Nach Berechnungen des Herstellers sei ein Abreißen des BE-Kopfes unter den Randbedingungen „Schrägstellung“ und „Unterhaken“ möglich. Wesentlicher Faktor sei dabei die Schrägstellung des BE. Experimentell habe sich eine Belastbarkeit je Verbindung BE-Kopf/Führungsrohr von ca. 500 kg ergeben, was bei 20 Verbindungen zu einer etwa zehnfachen Sicherheit im Hinblick auf das BE-Gewicht führe. Bei einem Schrägzug reduziere sich dieser Wert durch die einsetzende Biegebelastung.

Insgesamt ergaben sich folgende Fehlerquellen:

- Der Hubvorgang wurde zu früh unterbrochen, da die Bedienmannschaft das Geräusch der Haltebremsen als Erreichen der Endschalterposition interpretierte.
- Es fehlte ein eindeutiges Signal beim Erreichen des Betriebsendschalters.
- Der fehlende Freiraum zwischen BE-Unterkante und Transportbehälter wurde vom Personal nicht erkannt.
- Der Fehler ist zwar nicht ursächlich auf missverständliche Anweisungen in den Betriebsunterlagen zurückzuführen, dennoch ist Optimierungsbedarf ersichtlich.

Durchgeführte Maßnahmen des Betreibers

Zur Verbesserung des BE-Transportvorganges wurden optische und akustische Meldungen beim Erreichen des Betriebsendschalters eingebaut, eine Unterwasserkamera zur Erkennung des Freiraumes zwischen BE und Transportbehälter installiert sowie eine Präzisierung der Betriebsunterlagen vorgenommen. Weiterhin wurden Personalschulungen durchgeführt.

4 Sicherheitstechnische Bedeutung

Die BE-Handhabungseinrichtungen gehören zu den sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen von Kernkraftwerken. Beim BE-Absturz können die übergreifenden Schutzziele Reaktivitätskontrolle, BE-Kühlung und Aktivitätsrückhaltung betroffen sein. Die Schutzziele wurden beim Vorkommnis nicht beeinträchtigt. Der Absturz eines BE mit Aktivitätsfreisetzung in der Anlage ist als Auslegungsstörfall berücksichtigt.

Die sicherheitstechnische Bedeutung des Vorkommnisses sieht die RSK darin, dass verschiedene Maßnahmen der Sicherheitsebenen 1 und 2 (Ergonomie, administrative Vorgaben) zur Vermeidung eines BE-Absturzes nicht wirksam waren.

5 Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertung gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik unterliegt folgenden Grundsätzen:

- Einhaltung der Vorgaben der betrieblichen Regelungen sowie der Anforderungen aus Spezifikationen und des kerntechnischen Regelwerkes,
- Situationsangemessenes Verhalten des Betriebspersonals,
- Anforderungen an die Ergonomie insbesondere hinsichtlich Erkennbarkeit, rechtzeitige Information, ausreichende Zeiten für Reaktionen und hinreichender Hilfsmittel für Beobachtungen,
- Einhaltung der Anforderungen an ein wirksames Sicherheitsmanagement, hierzu gehören u. a. Organisation, Arbeitsabläufe, Schulung und Sensibilisierung sowie Kontrolle der Mitarbeiter,
- Berücksichtigung der Elemente Mensch – Technik – Organisation. Maßstab ist eine Herangehensweise, die das Zusammenwirken dieser Elemente berücksichtigt und dabei Schwachstellen bzw. contributive Faktoren erkennen lässt und Hinweise auf systematische Defizite in diesem Bereich geben kann und dem
- Erhalt der Sicherheitsbarrieren (Abschaltungen, vorgelagerte Grenzwerte etc.).

6 Beantwortung der BMU-Fragen

Die RSK beantwortet die im Beratungsauftrag des BMU [3] gestellten Fragen wie folgt:

Frage 1: Benennung der Ursachen des Kopfabrisses des Brennelementes. Lagen insbesondere Handhabungsfehler und/oder technische Defizite vor?

Festgestellte Handhabungsfehler:

- Fehlende Zuordnung des Nichterreichens des Endschalters am Hilfshub des Reaktorkranes
- Nicht Bemerkten der falschen Höhe des BE
- Nicht Bemerkten des Unterhakens und der Schräglage des BE bei der Kollision mit dem Transportbehälter

Festgestellte technische Defizite:

- Nur ein akustisches Signal (Bremsgeräusch) beim Anfahren des Endschalters am Hilfshub
- Kein weiteres eindeutiges Signal bei Erreichen dieser Position
- Zu geringe diagnostische Möglichkeiten der Kollisionserkennung BE/Transportbehälter
- Fehlende Lastbegrenzung

Als Ursache für das Abreißen des Brennelementkopfes ist ein Verhaken des Brennelementfußes an einer Störkante anzusehen.

Die RSK weist darauf hin, dass die vorliegende konstruktive Ausführung der BE festigkeitsmäßig für die spezifizierten Handhabungsfälle ausreicht; der Ereignisablauf und die vorgetragenen Nachuntersuchungsergebnisse lassen allerdings für asymmetrische Belastungsfälle, wie sie z. B. infolge von Fehlhandhabungen auftreten können, eine sensible Konstruktion erkennen.

Frage 2: Wurden vom Betreiber Maßnahmen getroffen, die geeignet sind, Wiederholungen soweit wie möglich zu vermeiden? Sind darüber hinaus Maßnahmen zu treffen?

Die vom Betreiber geschilderten Maßnahmen sind geeignet, Wiederholungen derartiger Vorkommnisse zu vermeiden. Zusätzlich sollte die Möglichkeit einer Lastbegrenzung überprüft werden, die die Zerstörung der BE sicher verhindert.

Frage 3: Sind Maßnahmen in anderen deutschen Atomkraftwerken erforderlich, um gleichartige Vorkommnisse soweit wie möglich zu vermeiden?

Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch in anderen Anlagen BE mit vergleichbar ausgerüsteten Handhabungseinrichtungen transportiert werden, empfiehlt die RSK eine Überprüfung der vorhandenen leittechnischen Randbedingungen (z. B. Fahrverriegelung bei falscher Hubhöhe, Lastbegrenzung), des Einsatzes von Unterwasserkameras, der BHB-Regelungen und den entsprechenden Schulungen.

Frage 4: Mit welchem Schadensszenario wäre maximal zu rechnen gewesen, wenn das Brennelement auf den Grund des Brennelement-Lagerbeckens abgestürzt wäre?

Im ungünstigsten Fall könnte es als Folge eines BE-Absturzes auf den BE-Lagerbeckenboden unter den konkreten Randbedingungen zu einer Beschädigung der BE-Lagerbeckenauskleidung von maximal vier Leckageüberwachten Bodenfeldern kommen. Die zu erwartenden Leckagemengen des Lagerbeckens sind jedoch gering. Sie würden durch das Leckageüberwachungssystem des Lagerbeckens identifiziert und könnten abgesperrt werden. Die anfallenden Leckagemengen sind mit dem vorhandenen Leckageergänzungssystem in der Anlage überspeisbar.

Eine Berechnung der effektiven Dosen für Aktivitätsfreisetzungen aus beschädigten BE wurde gemäß Störfallberechnungsgrundlagen (Beschädigung von 16 Brennstäben) durchgeführt und ergab effektive Dosen, die weit unterhalb der Grenzwerte des § 49 StrlSchV liegen. Abschätzungen mit Beschädigungen aller 236 Brennstäbe ergaben ebenfalls effektive Dosen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Zur Überprüfung der Kritikalitätssicherheit wurden weiterhin Abstürze des BE auf das Kompaktlagergestell und auf den BE-Lagerbeckenboden untersucht. In beiden Fällen ist die Kritikalitätssicherheit auch ohne Berücksichtigung von Bor im Lagerbeckenwasser gegeben.

7 **Unterlagen**

- [1] RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, Kapitel 7 "Elektrische Einrichtungen des Sicherheitssystems und der anderen Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung", Bekanntmachungen vom 7. August 1996 im Bundesanzeiger Nummer 158 a und vom 29. Oktober 1996 im Bundesanzeiger Nummer 214;

- [2] KTA 3902 „Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken“, Fassung Juni 1999.

- [3] Atomkraftwerk Biblis, Block B
Meldepflichtiges Ereignis „Absturz eines Brennelementes beim Beladen des Transportbehälters“ am 6.08.2001
Beratungsauftrag an die RSK
Schreiben des BMU/AG RS I 4 – 17018/1 vom 14.02.2002

- [4] Kernkraftwerk Biblis, Block B
Meldung besonders Vorkommnis Nr.: VB 06/01
Schreiben des HMULF/V3.2 – 99.1.2.1/2.4.10.1 (VB 06/01) vom 09.08.2001

- [5] Atomrechtliche Aufsicht über das Kernkraftwerk Biblis, Block B und Block A
Meldepflichtiges Ereignis VB 06/01, BE-Absturz bei Transportbeh.-Beladung
Schreiben des HMULF/V3.2 – 99.1.2.2.4.10 (VB 06/01) vom 17.08.2001

- [6] Kernkraftwerk Biblis B, Absturz eines Brennelementes im Rahmen der Beladung eines TN-Brennelementtransportbehälters am 6.08.2001
Schreiben des HMULF/V3 – 99.1.2.2.4.10 (VB 06/01) vom 10.08.2001

- [7] Stellungnahme zu einem meldepflichtigen Ereignis im Kernkraftwerk Biblis, Block B, am 06.08.2001
„Absturz eines Brennelementes beim Beladen des Transportbehälters“
Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS), Köln

- [8] Weiterleitungsnachrichten zu meldepflichtigen Ereignissen in Kernkraftwerken der Bundesrepublik Deutschland (WLN 2002/02)
WLN 2002/02 „Absturz eines Brennelementes beim Beladen des Transportbehälters“ im Kernkraftwerk Biblis, Block B, am 06.08.2001