

## **Bundesamt für Strahlenschutz**

### **RSK-Geschäftsstelle**

#### **Kernkraftwerk Biblis, Block A (KWB-A)**

#### **Risse in einer Schweißnaht einer Anschlussleitung (TH-System) an die Hauptkühlmittelleitung**

#### **STELLUNGNAHME der RSK vom 09.11.2000**

### **1 Beratungsgang**

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) war von der zuständigen Landesbehörde, dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (HMULF), über einen Befund informiert worden, der im Rahmen von Prüfungen bei den seit dem 19.08.2000 planmäßigen Revisionsarbeiten im Block A des Kernkraftwerks Biblis (KWB-A) im Bereich der Verbindung des Not- und Nachkühlsystems (TH) zur Hauptkühlmittelleitung (HKL) erhalten worden war. Das BMU bat daraufhin die RSK um Beratung.

In der 12. Sitzung am 31.10.2000 trat der RSK-Ausschuss DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE hierzu in die Beratung ein. Der Ausschuss ließ sich vom Betreiber und Anlagenhersteller Siemens, vom Sachverständigen und von der Landesbehörde Berichte erstatten. Ergänzend berichtete aus diesem Anlass und in diesem Zusammenhang die GRS über kürzlich bekannt gewordene Risse in Hauptkühlmittelleitungen ausländischer Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor (DWR) (Anlagen Vergil C. Summer (USA) und Ringhals, Block 4 (Schweden)). Seitens des BMU wurde in der o. g. Sitzung aus aktuellem Anlass der Ausschuss DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE um die Beantwortung von fünf Fragen gebeten (siehe Beratungsauftrag des BMU).

Darüber hinaus beriet der Ausschuss auf seiner 13. Sitzung am 08.11.2000 über die in der Mischnaht YA01 W65 des Kernkraftwerks Biblis, Block A (KWB-A) vorliegenden Materialtrennungen und erörterte anlagenübergreifende Aspekte im Hinblick auf vergleichbare Mischnähte in der Druckführenden Umschließung (DFU) deutscher Kernkraftwerke. Ferner befasste er sich mit dem Entwurf einer Stellungnahme, in dem das Ergebnis der Beratungen des Ausschusses beschrieben wird. Über die Beratungsergebnisse wurde die RSK auf ihrer 335. Sitzung am 09.11.2000 informiert.

### **2 Sachstandsdarstellung**

#### **2.1 Berichte des Betreibers und des Anlagenherstellers Siemens**

In der Revision des Jahres 2000 wurden zur Erfüllung von Gutachtensbedingungen zum Nachweis der Basissicherheit der Hauptkühlmittelleitung Sonderprüfungen durchgeführt. In

diesem Zusammenhang erfolgten an Mischnähten der TH-Stutzen (Einbindung des Not- und Nachkühlsystems in den Primärkreis) Farbeindring-(FE-) Prüfungen. Hierbei wurden am heißen TH-Einspeisestutzen in Loop 1 an der Schweißnaht YA01 W65 im nicht absperrbaren Bereich der Druckführenden Umschließung (DFU) umlaufende Anzeigen festgestellt. Über diesen Stutzen erfolgt beim normalen Abfahren (bei Drücken kleiner als 30 bar und Primärkühlmitteltemperaturen kleiner als 120 °C) die Kühlmittelentnahme zum Abkühlen der Anlage. Bei Kühlmittelverluststörfällen wird über diesen Stutzen Notkühlwasser in das Primärsystem eingespeist. Die Schweißnaht YA01 W65 ist eine Mischnaht zur Verbindung des Stutzenunterteils aus dem ferritischen Stahl 22 NiMoCr 37 mit austenitischer Plattierung aus dem Werkstoff-Nr. 1.4550 und des Stutzenoberteils aus dem austenitischen Stahl Werkstoff-Nr. 1.4550 im TH-Stutzen (heiß) mit einer Nennweite von 250 mm und einer Wanddicke von 40 mm im Loop 1. Die Pufferung wurde mit einem austenitischen Schweißzusatzwerkstoff ausgeführt. Bei der Werksfertigung dieses Stutzens war im Jahre 1973 die Mischnaht, wie der Betreiber ausführte, nach der Oberflächenrissprüfung als rissfrei und nach der Durchstrahlungsprüfung als belassbar bewertet worden.

Zur Bewertung der im Jahre 2000 vorgenommenen FE-Prüfungen und der dabei erhaltenen Anzeigen der o. g. Schweißnaht wurde eine mechanisierte Ultraschall(US-)-Prüfung durchgeführt. Dabei wurden im Bereich der FE-Anzeigen drei Anzeigenbereiche in den Umfangspositionen von 50 mm bis 240 mm, von 448 mm bis 556 mm sowie 700 mm bis 748 mm festgestellt. Auf der Innenoberfläche ergab diese Prüfung keine registrierpflichtigen Anzeigen (einseitige Prüfung). Für die drei Anzeigenbereiche wurden mittels US (SAFT-Auswertung) folgende Tiefenausdehnungen ermittelt:

Anzeigenbereich 1: Anzeige mit einer Länge von 190 mm und maximaler Tiefe von 7,5 mm

Anzeigenbereich 2: Anzeige mit einer Länge von 108 mm und maximaler Tiefe von 14 mm

Anzeigenbereich 3: Anzeige mit einer Länge von 48 mm und maximaler Tiefe von 16 mm

Zur weiteren Aufklärung wurden zwei Untersuchungsreihen mit Bauteilmetallografie und Schiffchenprobe durchgeführt. Diese erbrachten u.a. das Ergebnis, dass die Anzeigen der Oberflächenrissprüfung und der US-Prüfung nicht identisch waren. Bei den metallographischen Untersuchungen wurden an der Oberfläche in einer Aufschweißung auf den ferritischen Teil des Stutzens Heiß-/Schrumpfrisse bis zu einer Tiefe von max. 1 mm gefunden. Die Aufschweißung, bestehend aus austenitischem Zusatzmaterial und aufgemischtem ferritischen Grundwerkstoff, zeigt ein Gefüge mit hohen Härtewerten (lokal ca. 500 HV5). Die Art der hier festgestellten Rissbildung und vor allen Dingen die unverästelten Fehlerverläufe schließen aus Sicht des Betreibers eine chloridinduzierte Spannungsrissskorrosion als Schadensursache aus. Auffällig im rissbehafteten Gefüge sind die hohen ferritischen Anteile von mehr als 50 %, die eine bei der Herstellung entstandene hohe Aufmischung mit dem ferritischen Grundwerkstoff ausweisen. Ein Risswachstum der herstellungsbedingten Oberflächenfehler war nicht erkennbar. Nach dem Abschleifen dieser Schicht aus dem austenitischen Schweißgut an der Schweißnaht YA01 W65 wurden tieferliegende, den Anzeigen aus der mechanisierten US-Prüfung zuzuordnende Materialtrennungen freigelegt. Die erneute bauteilmetallografische Untersuchung ergab im Bereich zwischen 685 mm und 715 mm, dass die den o. g. Anzeigenbereichen zuzuordnenden Materialtrennungen entlang der Schmelzlinie Ferrit-Austenit in der austenitischen Pufferung verlaufen. Die Fehler sind nach Aussage des Betreibers im Zuge der Herstellung aufgetreten; sie haben sich nach Meinung des Betreibers im Anlagenbetrieb nicht verändert.

Die nach dem Beschleifen im Bereich der Pufferung zwischen den Umfangspositionen 470 mm und 545 mm nochmals durchgeführten Härte- und Ferritmessungen ergaben Werte im üblichen Bereich für überlegierte Elektroden. Mit der Entnahme eines zweiten Schiffchens sollte die Aussage zum unveränderten Zustand der Materialtrennungen im Betrieb belegt werden. Die Auswertung dieses Schiffchens konnte aus Sicht des Betreibers die herstellungsbedingten Materialtrennungen und den diese umgebenden zähen Werkstoffzustand bestätigen. Weitere Informationen zum betrieblichen Verhalten waren nicht ableitbar.

Gemäß den Anordnungen des HMULF aus der Sicherheitsanalyse war die Naht YA01 W65 erstmalig im Jahre 1992 zerstörungsfrei (WKP) mittels einer mechanisierten US-Prüfung geprüft worden. Hierzu war die Schweißnahtoberfläche vorher blecheben beschliffen worden. Eine Prüfung mit dem FE-Verfahren wurde seinerzeit nicht durchgeführt. Bei der US-Prüfung im Jahre 1992 festgestellte Anzeigen im Bereich der Pufferung wurden als nicht auswertbar eingestuft. Dieses Ergebnis wurde seinerzeit mit dem Anstoßen der Prüfköpfe an die Manipulatorfüße begründet. Eine aktuelle Durchsicht der Prüfprotokolle aus dem Jahre 1992 zeigt nach Angaben des Betreibers, dass schon damals - zu den heutigen signifikanten Anzeigen - analoge Anzeigen aufgenommen worden waren. Ein Vergleich der Prüfaufzeichnungen aus dem Jahre 1992 (unter Einbeziehung der Pufferung) mit denen der aktuellen US-Prüfung (im Bereich der Pufferung) zeigt, dass sich die drei o. g. Anzeigen seitdem in ihrer Länge nicht verändert haben. Eine bruchmechanische Analyse des Anlagenherstellers weist aus, dass unterstelltes unterkritisches Risswachstum dieser Materialtrennungen für 40 Betriebsjahre vernachlässigbar ist und die Integritätsanforderungen an die Schweißnaht aus bruchmechanischer und spannungsanalytischer Sicht erfüllt werden.

Diese Analyse lag dem Ausschuss nicht vor. Der Ausschuss-Vorsitzende bat um Vorlage dieser Analyse.

Nach Angaben des Betreibers gibt es in der Anlage KWB-A derartige Mischnähte NW 250 an allen 12 TH-Stützen, wobei die Stützen in TH 12-42 Z001 (TH heiß) und in TH11-41 Z05 einen identischen Aufbau (Wanddicke im Bereich der Mischnaht: 35 mm) aufweisen. Die Stützen in TH 11-41 Z01 (TH-kalt) haben bis auf die Wanddicke im Bereich der Mischnaht (45 mm) einen zu den o. g. TH-Stützen analogen Aufbau. An allen Mischnähten dieser Stützen wurden US-Prüfungen (WKP) und FE-Prüfungen (Sonderprüfprogramm Basissicherheit) durchgeführt. Bis auf die im Jahre 1995 reparierte Schweißnaht YA03 W62 (US-Prüfung im Jahre 1994) waren alle durchgeführten US-Prüfungen ohne bewertungspflichtige Anzeigen. Eine aktuell durchgeführte Durchsicht der Protokolle aller durchgeführten US-Prüfungen ergab keine Auffälligkeiten. Die FE-Prüfungen aller Mischnähte an den o. g. elf Stützen waren ohne Befund. Weiterhin wurden aktuell an ausgewählten Stützen mit der Förstersonde ferritische Anteile im Schweißgut bestimmt und Härtemessungen durchgeführt, die Werte im üblichen Bereich ergaben. An den TA-Stützen NW 50 - insgesamt vier Stück - sind vergleichbare Mischnähte (mit Pufferung) vorhanden. Von diesen wurden zwei Stützen in den letzten beiden Revisionen ohne registrierpflichtige Anzeigen mechanisiert US-geprüft. Der Betreiber kündigte an, an den beiden bisher nicht US-geprüften TA-Stützen NW 50 kurzfristig zusätzlich mechanisierte US-Prüfungen durchführen zu wollen. Darüber hinaus wurden nach seinen Angaben an den Mischnähten aller vier TA-Stützen FE-Prüfungen ohne Befunde durchgeführt.

Der Betreiber zieht aus den Ergebnissen der metallografischen Untersuchungen, dem Vergleich mit den Ergebnissen der US-Prüfung aus der Revision des Jahres 1992 und seiner bruchmechanischen Analyse den Schluss, dass die Anzeigen an der Schweißnaht YA 01 W

65 seit der Herstellung vorhanden sind. Hinweise auf eine betriebliche Veränderung liegen nicht vor. Aus bruchmechanischer und spannungsanalytischer Sicht war die Integrität der druckführenden Umschließung nach Ansicht des Betreibers in den vergangenen Jahren gewährleistet.

Der Betreiber beabsichtigt, die betroffene Schweißnaht im Bereich der Pufferung umlaufend zu reparieren.

## **2.2 Bericht des Sachverständigen**

Der Sachverständige TÜV Nord bestätigte die Angaben des Betreibers zur Befundlage. Aus seiner Sicht liegt der Schwerpunkt der laufenden Untersuchungen auf der Sicherung der aus der betroffenen Schweißnaht erhältlichen Informationen zur Ursache der Entstehung und des bisherigen betrieblichen Verhaltens der vorliegenden Materialtrennungen und den daraus für die Reparatur und das Wiederanfahren abzuleitenden sicherheitstechnischen Anforderungen. Nach dem heutigen Kenntnisstand hält der Sachverständige die Entnahme eines dritten Schiffchens nicht für erforderlich; er empfiehlt eine abgestufte Ausarbeitung der Schweißnaht. Diesbezüglich soll nach seinen Angaben in Kürze mit der Herstellung von Arbeitsproben begonnen werden. Hinsichtlich der Durchführung zerstörungsfreier Prüfungen ist der Sachverständige von der zuständigen Landesbehörde mit der Ausarbeitung eines Konzepts beauftragt worden, das dem Ausschuss DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE als Ablaufschema im Entwurf vorgestellt wurde. Hiernach sind die restlichen Schweißnähte im Bereich der austenitischen DFU bis zur 2. Absperrarmatur nachzubewerten.

## **2.3 Bericht der Landesbehörde**

Die zuständige Landesbehörde begrüßte die Absicht des Betreibers, die betroffene Schweißnaht zu reparieren. Hinsichtlich der weiteren, im Rahmen der WKP vorzunehmenden zerstörungsfreien Prüfungen und Bewertungen wird zwischen vergleichbaren Schweißnähten mit sofortigem Handlungsbedarf und einem mittelfristigen Programm unterschieden; entsprechende Beauftragungen für die Anlagen KWB-A und KWB-B wurden an die Sachverständigen TÜV Nord und TÜV Energie- und Systemtechnik erteilt. Weiterhin wurde der Sachverständige Rheinisch-Westfälischer TÜV mit einer Ergänzung der seinerzeitigen Stellungnahme zur Rahmenspezifikation Basissicherheit beauftragt.

Auf Rückfrage des BMU ergänzten die Sachverständigen, dass die vom Betreiber angestrebte Reparatur einschließlich der Verfahrensprüfungen nach dem gültigen Regelwerk erfolgen wird.

## **3 Beratungsauftrag des BMU**

Das BMU hat die folgenden fünf Fragen an die RSK gerichtet:

1. Ist zweifelsfrei geklärt, dass die vorliegenden Befunde herstellungsbedingt sind?

2. Warum wurden im Jahre 1992 die seinerzeitigen Anzeigen der zerstörungsfreien Prüfungen falsch interpretiert? Liegt ein einzelner Fehler oder ein systematischer Fehler in der Prüftechnik vor? Ist im letztgenannten Fall eine Wiederholung der zerstörungsfreien Prüfungen erforderlich?
3. Sind solche Prüfungen schon vor dem Wiederanfahren erforderlich?
4. Liegen weitere Fragestellungen vor, die durch einen Sachverständigen zu beantworten sind?
5. Wie werden die vorgesehenen Reparaturmaßnahmen bewertet?

#### **4 Beratungsergebnisse**

Die RSK beantwortet die Fragen des BMU wie folgt:

1. Nach der heutigen Kenntnis sind die Materialtrennungen im wesentlichen während der Fertigung entstanden. Es ist nicht auszuschließen, dass kleine Rissverlängerungen, z. B. durch Wechsellasten im Betrieb, entstanden sind und dass weitere zukünftige Untersuchungsergebnisse das jetzige Bild verändern.
2. Die eingesetzte Prüftechnik (SEL, 70 °) ist, auch in der bereits im Jahre 1992 eingesetzten Form, ein für die Erkennung dieser Fehler geeignetes System und liefert eindeutige Anzeigen. Die Auswertung und Bewertung der durchgeführten zerstörungsfreien Prüfungen war fehlerhaft. Es handelt sich hier um eine Fehlinterpretation des Prüfpersonals, deren Gründe derzeit nicht bekannt sind und zu deren Aufklärung ein Bericht erwartet wird. Es ist erforderlich, eine Nachbewertung der Messergebnisse (KWB-A, DFU, Rohrleitungen > DN 50, Mischnähte und austenitische Schweißnähte) durch eine zweite, unabhängige Instanz vorzunehmen. Im Falle von Anzeigen ist ein zweites, auf anderen physikalischen Gesetzen basierendes zerstörungsfreies Prüfverfahren einzusetzen. Es bleibt zu klären, ob die üblicherweise nach der Bearbeitung von Oberflächen durchgeführte Oberflächenrissprüfung an dieser oder auch an anderen Stellen nicht durchgeführt wurde.
3. Eine Nachbewertung der Messergebnisse der zerstörungsfreien Prüfung, insbesondere derjenigen mit Anzeigen, sieht die RSK als sicherheitstechnisch relevant an. Dies betrifft insbesondere alle Mischnähte.
4. Die RSK wünscht weitere Informationen über die im Bericht des Betreibers angesprochenen aufgehärteten Bereiche im Bereich der betroffenen Schweißnaht. In diesem Zusammenhang werden die Lage und Größe der aufgehärteten Bereiche, die Härte, die Werkstoffanalysen und die sicherheitstechnische Bedeutung genannt. Ein drittes Schiffschen bis zu der größten Fehlertiefe ist nach Meinung der RSK erforderlich. Diese zu entnehmende Metallprobe soll auch den Rissauslauf enthalten. Die RSK bittet um Information zu den beabsichtigten Untersuchungen.>
5. Die vorgesehenen Reparaturmaßnahmen können von der RSK erst dann bewertet werden, wenn Beratungsunterlagen und die Ergebnisse der Vorprüfungen vorliegen.

Im Hinblick auf die Sachstandsklärung zur Entstehung und zum Verhalten unter den bisherigen Beanspruchungen der in der Mischnaht YA01 W65 im Kernkraftwerk Biblis, Block A (KWB-A) vorliegenden Materialtrennungen sind der RSK noch weitere Informationen aus der Dokumentation bereitzustellen. Hierzu werden die folgenden Beratungsunterlagen benötigt:

- Nachauswertung der bei der Fertigung (Erstprüfung der Mischnaht YA01 W65) durchgeführten zerstörungsfreien Prüfungen.
- Darstellung aller zerstörungsfreien Prüfungen an der Mischnaht YA01 W65 seit der Erstprüfung bei der Fertigung bis heute mit detaillierter Darlegung für den Zeitraum bis zum Jahre 1992 (Betreiber und Sachverständiger).
- Bewertung der Durchführung der bei der Fertigung der Mischnaht YA01 W65 (Erstprüfung) und den nachfolgend im Betrieb durchgeführten zerstörungsfreien Prüfungen (schriftliche Ausführungen des Betreibers und des Sachverständigen zu den mündlichen Angaben in der 12. Sitzung am 31.10.2000).
- Die RSK erwartet einen schriftlichen Bericht über die Fehlbewertung durch die an der Durchführung, Auswertung und Bewertung der im Jahre 1992 durchgeführten zerstörungsfreien Prüfungen der Mischnaht YA01 W65 Beteiligten. Dabei geht die RSK davon aus, dass dieser Bericht auch alle weiteren derartigen Tätigkeiten dieses Personals im KWB-A beinhaltet.

Anlagenübergreifend sind aus Sicht der RSK Nachweise der Betreiber der deutschen Kernkraftwerke zur Integrität von vergleichbaren Mischnähten (auch mit Inconel) in der Druckführenden Umschließung (> DN 50) mit einer Bewertung durch Sachverständige vorzulegen. Dazu erwartet die RSK neben den üblicherweise im Zusammenhang mit der Durchführung von wiederkehrenden, zerstörungsfreien Prüfungen gemachten Angaben auch die Behandlung weiterer, hierzu relevante Aspekte wie z. B.:

- Gab es fertigungstechnische Besonderheiten wie z. B. Reparaturen oder eine Überdeckung des Grundwerkstoffes mit einer austenitischen Decklage?
- Mit welcher Methodik und auf welche Fehler hin wurde bei der Fertigung und bei der WKP geprüft?
- Gab es Einschränkungen bei der Prüfbarkeit der Schweißnähte?
- Wie oft wurden die Nähte geprüft?
- Gab es Anzeigen oder Befunde?
- Wie hoch sind die betrieblichen Beanspruchungen der Schweißnähte mit Anzeigen?
- Waren besondere Vorgaben bei den Prüfungen zu beachten?
- Aus welchem Werkstoff besteht die Pufferung bei den Mischnähten? (Wenn Inconel, ist sie innen mit Austenit plattiert?)

## **Verwendete Unterlagen**

- [1] Kraftwerk Biblis, Block A, Rissbefunde an einem Einspeisestutzen des Not- und Nachkühlsystems,

RWE Power, Kraftwerk Biblis, 27.10.2000

- [2] RSK-Information 335/3.1

Kernkraftwerk Biblis, Block A (KWB-A)

Risse in einer Schweißnaht einer Anschlussleitung (TH-System) an die Hauptkühlmittelleitung

Stand der Beratung

[Zurück](#)

[Nach Oben](#)