

Schäden an BE-Zentrierstiften und Kernbauteilen

1	Anlass der Beratung.....	2
2	Beratungsgang	2
3	Sachverhalt	3
3.1	Schäden an BE-Zentrierstiften.....	3
3.2	Brüche an Niederhaltefedern	4
3.3	Brüche an Federn von Drosselkörpern	4
4	Sicherheitstechnische Bedeutung	5
5	Bewertung.....	7
5.1	Schäden an BE-Zentrierstiften.....	7
5.2	Brüche an Niederhaltefedern	7
5.3	Brüche an Federn von Drosselkörpern	8
6	Beantwortung der Fragen des BMU	8
7	Beratungsunterlagen	9

1 Anlass der Beratung

Diese Stellungnahme stellt eine Ergänzung zur RSK-Stellungnahme „Verformungen von Brennelementen in deutschen Druckwasserreaktoren (DWR)“ [1] dar. Grundlage für die Stellungnahme ist der Beratungsauftrag (Aktenzeichen: RS I 3 – 17018/1) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom 05.07.2012 [2].

In seinem Beratungsauftrag führt das BMU unter anderem Folgendes aus:

Ereignisse, wie die Brüche von Brennelement-Niederhaltefedern und -Zentrierstiften, aufgetretene Brennelementschäden und die gemeldeten Schäden an Abstandshaltern und Hüllrohren - auch durch die Handhabung verursacht - geben dem BMU Anlass, die folgenden Fragen zu stellen:

- 1 Entsprechen die Anforderungen an die Auslegung des Reaktorkerns und insbesondere an die Auslegung von Brennelementen dem Stand von W&T oder lassen sich aus den aktuellen Ereignissen neue Anforderungen ableiten?
- 2 Stellen die herstellerseitigen Qualitätssicherungsmaßnahmen sicher, dass keine systematischen Schädigungen am Reaktorkern und insbesondere an den Brennelementen entstehen können? Wenn nein, welche zusätzlichen Maßnahmen sind erforderlich?
- 3 Sind zusätzliche betreiberseitige Qualitätssicherungsmaßnahmen erforderlich? Wenn ja, welche?
- 4 Wie wird die Einhaltung der Anforderungen an den Reaktorkern und insbesondere an die Brennelemente während des BE-Wechsels und über den Zyklusverlauf kontrolliert?
- 5 Liegen Hinweise darauf vor, dass die bislang angewandten Kontrollmaßnahmen nicht ausreichend sind?
- 6 Müssen ggf. zusätzliche Maßnahmen eingeführt werden, um systematische Schädigungseinflüsse auf die Integrität der Brennelemente rechtzeitig zu erkennen? Wenn ja welche?

In der Stellungnahme [1] werden Aspekte behandelt, die mit der Verformung von Brennelementen zusammenhängen. In dieser Stellungnahme werden in Ergänzung die Befunde an BE-Niederhaltefedern und BE-Zentrierstiften betrachtet, zudem die später bekannt gewordenen Schäden an Drosselkörper-Federn.

2 Beratungsgang

Ausgangspunkt der Beratungen des RSK-Ausschusses DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE (DKW) waren die Meldepflichtigen Ereignisse zu den Befunden an den Kernbauteilen und BE-Zentrierstiften. Der Ausschuss nahm die Beratungen in der 129. Sitzung am 28./29.05.2013 auf und verabschiedete den Stellungnahmeentwurf auf der 149. Sitzung am 12.11.2015. Die Stellungnahme wurde auf

der 482. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 16.03.2016 erstmalig beraten und auf der 484. RSK-Sitzung am 18.05.2016 verabschiedet.

3 Sachverhalt

3.1 Schäden an BE-Zentrierstiften

Befunde (Brüche und Risse) an Brennelement (BE)-Zentrierstiften aus dem Werkstoff Alloy X-750 sind in den 80er Jahren (Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar, Block 1 im Jahr 1980, in Grafenrheinfeld 1983, in Obrigheim 1984, in Biblis Block A 1985, in Grohnde 1987, in Unterweser 1988, in Brokdorf 1988, in Biblis Block B 1989 und in Philippsburg 2 1989) und vereinzelt in den 90er Jahren bekannt geworden [3, 4]. Die Schädigung bei den BE-Zentrierstiften aus dem Werkstoff Alloy X-750 entspricht dem als Interkristalline Spannungsrisskorrosion (ISpRK) unter Primärwasserbedingungen bekannten Mechanismus. Ende der 80er Jahre wurden die BE-Zentrierstifte im oberen Kerngerüst (OKG) weitgehend (nicht flächendeckend) durch Zentrierstifte aus dem austenitischen Werkstoff 1.4571K70 ersetzt, was die Anzahl der Brüche deutlich reduzierte. Es gab noch wenige Brüche an BE-Zentrierstiften aus dem austenitischen Werkstoff 1.4571K70. Der diesen Brüchen zugrunde liegende Mechanismus der Rissinitiierung entsprach zwei bekannten Mechanismen, dem der Transkristallinen Spannungsrisskorrosion (TSpRK) oder dem der Interkristallinen Spannungsrisskorrosion (ISpRK). Der weitere Bruchverlauf ist ausschließlich transkristallin und entspricht dem eines mechanischen Schwingbruchs. Alle davon betroffenen BE-Zentrierstifte waren im Bereich des oberen Kerngerüsts (OKG) angeordnet.

Bei der visuellen Inspektion des OKG's 2012 und 2013 im Kernkraftwerk Philippsburg 2 wurden gebrochene BE-Zentrierstiften festgestellt. Es wurden sechs gebrochene Zentrierstifte aus Alloy X-750 und ein gebrochener Zentrierstift aus Austenit 1.4571K70 gefunden. Aufgrund von Ultraschallprüfungen wurden 19 Zentrierstifte als befundbehaftet bewertet, davon zwölf aus Alloy X-750 und sieben aus Austenit 1.4571K70. Darüber hinaus wurde bei der visuellen Inspektion des unteren Kerngerüsts (UKG) 2013 im Kernkraftwerk Philippsburg 2 ein gebrochener BE-Zentrierstift festgestellt. Bei der Revision 2014 wurden die BE-Zentrierstifte im UKG mit Ultraschall geprüft. Insgesamt sind sieben Stifte mit Befunden auffällig geworden.

Bei weiteren visuellen Inspektionen wurde in einem Fall eine Verformung des Kopfes eines Brennelementes festgestellt. Eine Ecke des Brennelementkopfes war um ca. 4 cm heruntergedrückt; das Brennelement war insgesamt verformt. Dies wurde beim Setzen des OKG am Ende der Revision 2012 durch einen leicht schräg stehenden, bereits angebrochenen Brennelementzentrierstift verursacht, jedoch erst beim Ziehen des OKG zu Beginn der Revision 2013 festgestellt. Als Abhilfemaßnahme gegen Wiederholung wird beim Absenken des OKG kurz vor Eintauchen in den RDB per Unterwasserkamera eine Sichtprüfung der Stellung der BE-Zentrierstifte vorgenommen, bei der insbesondere die Flucht der Stifte kontrolliert wird.

3.2 Brüche an Niederhaltefedern

Im Kernkraftwerk Brokdorf (KBR) wurden im Jahr 2012 zahlreiche (ca. 120) Brüche an Brennelement-Niederhaltefedern aus Alloy X-750 festgestellt. Die Schadensursache war in allen Fällen ISpRK ausgehend vom Innenradius der Federn. Betroffen waren HTP-Brennelemente (High Thermal Performance) mit Stahlführungsrohren der ersten und zweiten Standzeit, die von einer Ausnahme abgesehen mit Niederhaltefedern aus zwei bestimmten Federdrahtchargen bestückt waren [5]. Auch im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG) wurden bei Inspektionen im Jahr 2012 zwei gebrochene Niederhaltefedern gefunden, die aus den zwei Chargen stammten, die auch in der Anlage KBR auffällig geworden waren. Bei der Revision 2013 im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld sind 24 BE mit Stahlführungsrohren inspiziert worden. Dabei sind in vier Fällen gebrochene Niederhaltefedern gefunden worden. Diese gebrochenen Niederhaltefedern stammen aus einer anderen Charge als die gebrochenen Niederhaltefedern, die im Zuge der Revision von 2012 gefunden worden waren. Bei den gebrochenen Niederhaltefedern von 2013 wurden in 2012 keine Auffälligkeiten bei der visuellen Prüfung festgestellt.

3.3 Brüche an Federn von Drosselkörpern

Drosselkörper dienen dem Einsatz in den Führungsrohren der Brennelemente auf allen Kernpositionen, die nicht mit Steuerelementen besetzt sind. Sie stellen einen gleichmäßigen Kühlmitteldurchfluss durch alle Führungsrohre unabhängig von der Kernposition sicher. Aufgrund der Anforderungen der Kerninstrumentierungen sind unterschiedliche Drosselkörper-Typen erforderlich [12]. Der Aufbau der Drosselkörper wird in [13] beschrieben. Die Drosselkörper werden mit Druckfedern zwischen Brennelement und oberem Kerngerüst federnd verspannt.

Auffälligkeiten an Drosselkörpern (DK) sind seit 2010 bekannt. Damals wurde im Kernkraftwerk Neckarwestheim 1 (GKN-1) im Zuge der Brennelementinspektion an zwei DK eine unterschiedliche Einbaulage bzw. stärkere Einfederung der Drosselkörper in den Brennelementen festgestellt. Bei Revisionen im Kernkraftwerk Brokdorf wurden 2010 zwei nicht komplett ausgefederte Drosselkörper mit Verschleißspuren an den Langlöchern nachgewiesen.

Im Rahmen einer Kernbelegungskontrolle im Kernkraftwerk Grohnde am 12. Mai 2014 wurde an einem Drosselkörper des Typs 1 (20 Drosselfinger) ein loses Teil gefunden und geborgen. Nach näherer Inspektion stellte sich heraus, dass es sich um ein Bruchstück der im Drosselkörper befindlichen Druckfeder handelt. Ein weiteres Merkmal war, dass der Drosselkörper nicht vollständig „ausgefедert“ war. Dies ist in der Regel ein Hinweis auf eine gebrochene Druckfeder im Drosselkörper. Eine Auffälligkeit wie in dem vorliegenden Fall in Grohnde wurde, soweit bis dato bekannt, nur im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld bei der Revision 2010 gefunden. Zu dem damaligen Zeitpunkt wurden einige Drosselkörper ausgebaut und 2011 einer weiteren Untersuchung unterzogen. Dabei stellte man an einem der Drosselkörper einen Federbruch fest. Aufgrund der Befundfeststellung in Grohnde wurden bei den Revisionen an den Druckwasserreaktoren der Bundesrepublik die Drosselkörperfedern mit Endoskopen visuell geprüft. Dabei hat sich gezeigt, dass vereinzelt auch an Drosselkörpern in den Kernkraftwerken Brokdorf, Neckarwestheim 2, Isar 2 und Philippsburg 2 Schädigungen vorlagen.

4 Sicherheitstechnische Bedeutung

Die sicherheitstechnische Bedeutung von BE-Verformungen wird in [1] bewertet. In der hier vorliegenden Stellungnahme werden die Schäden an Niederhaltefedern, Druckfedern der Drosselkörper und BE-Zentrierstiften behandelt. Für die sicherheitstechnische Bedeutung dieser Bauteile gibt es, aufgrund der unterschiedlichen Funktionalität der Bauteile keine allgemein gültige Bewertung.

Die Brennelement-Zentrierstifte sind Bestandteil der Reaktordruckbehälter-Einbauten. Ihre Aufgabe besteht darin, die Brennelemente beim Einsetzen in den Kern und bei Setzen des OKG zu zentrieren. Während des Betriebs und bei Störfällen tragen die Brennelement-Zentrierstifte dazu bei, im Verbund mit der Kernumfassung, die Geometrie des Kerns so zu erhalten, dass dessen sichere Abschaltbarkeit und Kühlbarkeit gewährleistet ist [3]. Während des Betriebs wirken das Eigengewicht der Brennelemente und die Verspannung durch die Niederhaltefedern zwischen dem oberen und unteren Kerngerüst als zusätzliche Fixierung. Die Bewegungsmöglichkeiten der Brennelemente sind somit in axialer Richtung begrenzt. Ebenso sind die radialen Bewegungsmöglichkeiten aufgrund der geringen Abstände zwischen den einzelnen Brennelementen und dem Sitz der Brennelement-Füße im UKG stark eingeschränkt.

Die übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen an die Brennelement-Zentrierstifte lassen sich aus den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke [10], Abschnitt 3.2 „Anforderungen an den Reaktorkern und die Abschaltvorrichtungen“, ableiten. Danach sind die Kontrolle der Reaktivität und die Kühlbarkeit des Reaktorkerns auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a zu gewährleisten. Die entsprechenden Nachweisziele und Nachweiskriterien für die Kontrolle der Reaktivität, die Kühlung der Brennelemente und den Einschluss der radioaktiven Stoffe sind in Anhang 2, Tabelle 3 der Sicherheitsanforderungen [10] genannt. Anforderungen an die Auslegung, Werkstoffe, Herstellung, Betriebsüberwachung und Prüfung der Reaktordruckbehälter-Einbauten enthält die KTA 3204 [11]. Die Anforderungen werden dort in die Stufe AS-RE2 eingestuft. Die dort eingestuft Bauteile sind nicht unmittelbar an der Abschaltbarkeit und Kühlbarkeit des Kerns beteiligt. Die Integrität und Funktionsfähigkeit der BE-Zentrierstifte sind für den bestimmungsgemäßen Betrieb (Stufen A und B) nachzuweisen. Bei einem Versagen darf die sichere Abschaltbarkeit und Nachkühlbarkeit nicht beeinträchtigt sein [3].

Aus früheren Untersuchungen der Firma Siemens [14] geht hervor, dass bis zu einer 3 x 3 Brennelementanordnung mit beliebiger Lage der Brennelemente im Kern bei Fehlen aller zugehörigen 18 Brennelement-Zentrierstifte und ungünstiger Verschiebung der Brennelemente ein Steuerstabeinfall nicht behindert wird. Demnach haben einzelne Brüche von Brennelement-Zentrierstiften im oberen Kerngerüst keinen Einfluss auf die sichere Abschaltbarkeit und Nachkühlbarkeit des Kerns [3].

Eine potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung ist zudem darin zu sehen, dass verbogene BE-Zentrierstifte beim Aufsetzen des OKG zu Verformungen von Brennstäben führen können, wie beim Ereignis in KKP 2 (siehe [3]) der Fall. Durch solche Verformungen könnten Brennelement-Hüllrohre derart beschädigt werden, dass es zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe ins Kühlmittel käme. Bei Schäden größeren Ausmaßes könnte ein Abfahren der Anlage erforderlich werden. Zudem könnten die vorhandenen Steuerelemente beschädigt werden, falls Brennelemente mit Steuerelementen betroffen wären. Dies würde jedoch mit hoher

Wahrscheinlichkeit schon bei der Funktionsprüfung der Steuerelemente vor dem Anfahren bemerkt werden. Ferner könnten sich erhebliche Probleme bei der Handhabung bzw. Bergung von geschädigten Brennelementen ergeben [3].

Ein Einfluss einzelner Brüche von Brennelement-Zentrierstiften im unteren Kerngerüst auf die sichere Kühlbarkeit einschließlich der sicheren Abschaltbarkeit der Anlage ist gemäß [3] nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erkennen. Bei Verschiebung oder Verdrehung der Brennelemente im Rahmen des Spiels kann es zu Berührungen mit Nachbarbrennelementen kommen, wobei eine Beschädigung nicht ausgeschlossen werden kann. Hinsichtlich möglicher Folgeschäden durch lose Teile ist festzustellen, dass ein gebrochener Brennelement-Zentrierstift während des Leistungsbetriebs im Brennelement-Fuß verbleibt.

Die sicherheitstechnische Bedeutung von Niederhaltefedern und Federn an den Drosselkörpern wird in den Weiterleitungsnachrichten der GRS [6, 7] dargestellt. Die Niederhaltefedern dienen der Positionierung der Brennelemente im Kernverbund. Gemäß [6] ist davon auszugehen, dass eine sichere Positionierung auch bei mehreren Federbrüchen pro Brennelement noch gegeben ist, auch beim diesbezüglich abdeckenden Ereignis „Lastabwurf auf Eigenbedarf“. Wie in [8] angegeben und in [9] bestätigt, wird das Brennelement bis zu einer Anzahl von maximal 12 Federbrüchen sicher niedergehalten. Das Brennelement könne bei einem unterstellten Bruch einer oder mehrerer Niederhaltefedern die vorgesehene Lage aus geometrischen Gründen nicht verlassen. Eine seitliche Justierung sei durch die Brennelement-Zentrierstifte auch beim unterstellten Anheben der Brennelemente gegeben. Im Hinblick auf die sicherheitstechnisch erforderliche Niederhaltung hat aus diesen Gründen der Bruch von mehreren Brennelement-Niederhaltefedern aus Sicht der RSK keine sicherheitstechnisch bedeutsamen Auswirkungen.

Die defekte Feder eines Drosselkörpers hat nach [7] zunächst keine Bedeutung für die Funktion des Drosselkörpers oder die Strömungsführung im Kern. Auch bei einem vollständigen Verlust der Feder würden die Drosselfinger noch in die Steuerstabführungsrohre im Brennelement eintauchen. Der Drosselkörper könne auch bei einem unterstellten Mehrfachbruch der Feder die vorgesehene Lage aus geometrischen Gründen nicht verlassen. Mechanische Beschädigungen der Drosselkörper oder angrenzender Komponenten infolge strömungsinduzierter Bewegungen des Drosselkörpers aufgrund des Verlustes der Vorspannkraft können nicht ausgeschlossen werden. Aus Sicht der RSK führen auch die mechanischen Schädigungen nicht zum Funktionsverlust und sind damit sicherheitstechnisch unbedenklich.

Bei den Brüchen an den Niederhaltefedern und Federn an den Drosselkörpern ergibt sich eine weitere potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung durch lose Teile, d. h. Bruchstücke von gebrochenen Federn. Je nach Gewicht und Größe kann nicht ausgeschlossen werden, dass vagabundierende Bruchstücke im Primärkreislauf Schädigungen an Brennelementhüllrohren oder den Dampferzeuger-Heizrohren, z. B. durch Fretting führen können [6, 7]. Die Auswirkungen der vorgenannten möglichen Schädigungen sind durch die Anlagenauslegung abgedeckt. Nach Ansicht der RSK ist eine Einschränkung der Abschaltfunktion aufgrund loser Teile von gebrochenen Federn nicht zu besorgen, da diese aufgrund der Strömungsverhältnisse nicht auf das Steuerstabführungsgitter gelangen können.

5 Bewertung

Es werden die bekannt gewordenen Schäden an BE-Zentrierstiften im OKG und Kernbauteilen sowie deren mögliche Auswirkungen und die daraus abgeleiteten Maßnahmen komponentenspezifisch bewertet.

5.1 Schäden an BE-Zentrierstiften

Infolge der aufgetretenen Schäden an BE-Zentrierstiften sind in allen Anlagen spezifische Überwachungsmaßnahmen realisiert worden. Bei den Revisionen wird gezielt, durch visuelle Inspektion, nach Schädigungen (Verbiegung, An- oder Abriss) an den BE-Zentrierstiften gesucht. Bei Schädigungsverdacht wird an diesen BE-Zentrierstiften eine Ultraschallprüfung durchgeführt. Nach Einschätzung der RSK ist die Prüftechnik zwischenzeitlich Stand der Technik. Der zugrunde liegende Mechanismus der ISpRK unter Primärwasserbedingungen bei Alloy X-750 und ISpRK sowie TSpRK bei austenitischen BE-Zentrierstiften ist hinlänglich bekannt.

An den BE-Zentrierstiften tritt somit ein bekannter Alterungsmechanismus auf. Angesichts der o. g. geringen sicherheitstechnischen Bedeutung von Brüchen einzelner BE-Zentrierstifte ist es ausreichend, ein systematisches Versagen von BE-Zentrierstiften aufgrund von Alterungsmechanismen auszuschließen. Dies wird durch geeignete WKP-Konzepte in den Anlagen sichergestellt.

Ein Ereignis wie in KKP-2, bei dem ein Brennelementkopf verformt wurde, ist zu vermeiden. Daher sollte vor dem Aufsetzen des oberen Kerngerüsts nach dem Brennelementwechsel die Ausrichtung der BE-Zentrierstifte derart kontrolliert werden, dass eine Verformung des Brennelementkopfes durch Zentrierstifte nicht zu besorgen ist. Eine entsprechende Empfehlung ist in der WLN 2014/01 [3] enthalten.

5.2 Brüche an Niederhaltefedern

Infolge der in 2012 gemeldeten Brüche von Niederhaltefedern im Kernkraftwerk Brokdorf und zweier Brüche an diesen Federn im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld befasste sich der RSK-Ausschuss DRUCKFÜHRENDE KOMPONENTEN UND WERKSTOFFE mit dieser Thematik. Die gebrochenen Niederhaltefedern im KKG stammen aus zwei Chargen, die auch in der Anlage KBR auffällig geworden waren. Für die Brüche der Niederhaltefedern infolge ISpRK unter Primärwasserbedingungen werden vom Hersteller hauptsächlich die vorliegenden hohen Spannungen verantwortlich gemacht. Dies kann durch kleine Oberflächenstörungen am Federdraht noch unterstützt bzw. noch beschleunigt werden, was für die zwei betroffenen Drahtchargen nachgewiesen wurde. Im Zusammenhang mit diesen Befunden ist festzustellen, dass der Einsatz von Brennelementen mit Stahlführungsrohren die hohe Federspannung erforderlich machte. Der Einbau von Stahlführungsrohren war, wie in [1] beschrieben, als Abhilfemaßnahme gegen die Verformung von Brennelementen mit geringer Steifigkeit zum Einsatz gekommen.

Nach den Ereignissen wurden durch die Brennelementhersteller Maßnahmen getroffen, um Federbrüche künftig zu vermeiden (Änderung des Federwerkstoffes, Konstruktionsänderung zur Spannungsreduktion,

Überwachung des Oberflächenzustands des Federdrahtes bei der Herstellung). Zudem wurden in den Anlagen gezielte Prüfungen zur Kontrolle der Federn eingeführt.

5.3 Brüche an Federn von Drosselkörpern

Im Rahmen der BE-Inspektion werden die Drosselkörper regelmäßig auf sichtbare Veränderungen, insbesondere auf ihren Einbauzustand hin, geprüft (rund 25 % beim jährlichen BE-Wechsel). Bei diesen visuellen Prüfungen wird neben diesem Einbauzustand, wie z. B. Verkipfung zwischen Schaft und Hülse, auch der Federweg geprüft. Diese Prüfung gibt Aufschluss, ob die Federfunktion noch gewährleistet ist, bzw. es können Hinweise auf einen Federbruch abgeleitet werden.

Eine defekte Feder eines Drosselkörpers hat keine Bedeutung für die Funktion des Drosselkörpers (gleichmäßige Strömung) oder die Strömungsführung im Kern, solange die Drosselfinger in den Führungsrohren verbleiben, was durch eine entsprechende Länge der Finger gewährleistet ist. Auch bei einem vollständigen Verlust der Feder würden die Drosselfinger noch in die Steuerstabführungsrohre im BE eintauchen [7], denn ein eventuelles „Auftreiben“ des Drosselkörpers durch die Strömung und damit einhergehend die Öffnung von Führungsrohren, wird durch die Niederhaltebrücke verhindert. Eine potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung ergibt sich aus der Gefährdung durch Federbruchstücke, wie dies schon in [6] für das Ereignis von gebrochenen Niederhaltefedern beschrieben wurde. Je nach Gewicht und Größe kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zu vagabundierenden Bruchstücken im Primärkreislauf kommt. Die Auswirkungen der vorgenannten möglichen Schädigungen sind nach Meinung der RSK durch die Anlagenauslegung abgedeckt. Nach Ansicht der RSK ist eine Einschränkung der Abschaltfunktion aufgrund loser Teile von gebrochenen Federn nicht zu besorgen, da diese aufgrund der Strömungsverhältnisse nicht auf das Steuerstabführungsgitter gelangen können.

6 Beantwortung der Fragen des BMU

Die RSK hat im Rahmen der Stellungnahme „Verformungen von Brennelementen in deutschen Druckwasserreaktoren (DWR)“ und der hier vorliegenden Stellungnahme die Fragen des BMUB berücksichtigt und implizit beantwortet. Auf eine dezidierte Beantwortung der Einzelfragen wird daher verzichtet.

7 **Beratungsunterlagen**

- [1] RSK-Stellungnahme
Verformungen von Brennelementen in deutschen Druckwasserreaktoren (DWR)
474. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 18.03.2015

- [2] Schreiben BMU RS I 3 – 17018/1 vom 05.07.2012
Verformungen von Brennelementen, Schäden an Niederhaltefedern und
Abstandshaltern, Neutronenflussschwankungen usw.

- [3] Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Weiterleitungsnachrichten zu meldepflichtigen Ereignissen in Kernkraftwerken der
Bundesrepublik Deutschland (WLN 2014/01)
"Schäden an Brennelement-Zentrierstiften" im Kernkraftwerk Philippsburg 2
vom 20.02.2014

- [4] Deutscher Bundestag 11. Wahlperiode, Drucksache 11/6355, 05.02.90
Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Frau Teubner
und der Fraktion DIE GRÜNEN
„Schäden in Atomkraftwerken bei Materialien aus dem Werkstoff Inconel X 750“

- [5] S. Faust, M. Elmas, U. Jendrich, F. Michel
Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Betriebserfahrung mit Alloy X-750
Stellungnahme zur Anfrage des BMUB vom 17.6.2014

- [6] Weiterleitungsnachrichten zu Ereignissen in Kernkraftwerken der Bundesrepublik
Deutschland (WLN 2012/04)
„Bruch von Niederhaltefedern von Brennelementen mit Stahlführungsrohren" in den
Kernkraftwerken Brokdorf und Grafenrheinfeld vom 31.08.2012

- [7] Weiterleitungsnachricht zu meldepflichtigen Ereignissen in Kernkraftwerken der
Bundesrepublik Deutschland (WLN 2014/05)
„Befunde an Druckfedern von Drosselkörpern“ im Kernkraftwerk Grohnde
vorgefunden am 12.05.2014, WLN vom 16.06.2014

-
- [8] AREVA: Gebrochene Niederhaltefedern an HTP Brennelementen mit
Stahlführungsrohren im Kernkraftwerk Brokdorf; AREVA , Zeichen FCGG-
EKK/2012-149/RK vom 30. März 2012
- [9] TÜV NORD: Meldepflichtiges Ereignis 2012/001, Bruch an Niederhaltefedern von
Brennelementen eines Typs; Zeichen KBR2012/0795 vom 23.05.2012
- [10] Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 3. März 2015
(BAnz AT 30.03.2015 B2)
- [11] Kerntechnischer Ausschuss: KTA 3204 Reaktordruckbehälter-Einbauten,
Sicherheitstechnische Regel des KTA, Fassung: November 2008
- [12] AREVA Besprechungsbericht vom 22.10.2010 „EKK; Projektstatus zu den
Drosselkörpern Nachlieferungen“
- [13] AREVA Kennzeichnung der Drosselkörper für die Nachlieferung EKK/01/11
DK 1,2,3 vom 02.09.2010
- [14] Siemens
Zulässige BE-Anordnung mit fehlenden Brennelement Zentrierstiften,
Arbeitsbericht U9 113/89/44, Erlangen, 15.02.1989