

Dipl.Ing. Dieter Majer  
Ministerialdirigent a.D.  
Junkernstr. 32  
65205 Wiesbaden  
Telefon +49(0)612214225  
E-Mail: Dmajer@t-online.de

Wiesbaden, 19.02.2021

# **Gutachterliche Stellungnahme zum „Leck vor Bruch“-Nachweis und zu speziellen Fragestellungen bezüglich des AKW Neckarwestheim 2 (GKN II)**

im Auftrag von

ausgestrahlt e.V., Hamburg

## Inhalt

1	Einleitung und Zweck dieser sicherheitstechnischen Bewertung.....	3
2	Bewertung des von der Aufsichtsbehörde postulierten „Leck vor Bruch“- Nachweises.....	4
2.1	Kein Bruchausschluss für Dampferzeugerheizrohre.....	4
2.2	Fehlende Voraussetzungen für den Bruchausschluss.....	5
2.3	Anforderungen für Basissicherheit sind nicht eingehalten.....	5
2.4	Aufsichtsbehörde räumt Defizite ein.....	6
2.5	Anwendung von KTA 1403 und KTA 3201.4.....	6
2.6	Behördengutachter interpretiert die KTA 3206 willkürlich.....	6
2.7	Behördengutachter stützt sich auf Standardgutachter ohne kritische Prüfung. .7	7
2.8	Fehlerhafte Anwendung der KTA 3206 durch den Betreiber.....	7
2.9	Standardgutachter TÜV räumt indirekt ein: keine unmittelbare Anwendung von KTA 3206.....	7
2.10	Aufsichtsbehörde interpretiert das Gutachten falsch.....	8
3	Stellungnahme zu wichtigen Einzelthemen.....	8
3.1	Sachstandsbericht ME04/2018 des Betreibers.....	8
3.2	Konservative Bewertung einer Wanddickenschwächung.....	9
3.3	Berücksichtigung von Temperaturen und mechanisch-technologischen Eigenschaften bei Störfällen.....	10
3.4	Integrität von Dampferzeugerheizrohren GKN II 2018.....	10
3.5	Zuordnung der Anzeigen zu Sicherheitsebenen.....	10
3.6	Einordnung INES-Skala.....	11
3.7	Risstiefe und Risslänge an Dampferzeugerheizrohren in GKN II.....	11
3.8	ATWS und Ausfall von Dampferzeugerheizrohren.....	11
3.9	Behandlung nicht wanddurchdringender Risse.....	12
3.10	Weiterbetrieb von GKN II trotz defekter Dampferzeuger.....	12
3.11	Ermessen der Aufsichtsbehörde.....	12
3.12	Austausch der Dampferzeuger erforderlich.....	13
4	Berücksichtigte Unterlagen.....	13

## **1 Einleitung und Zweck dieser sicherheitstechnischen Bewertung**

Mit verschiedenen Telefonaten, zuletzt am 15.02.21, und mit E-Mail vom 17.02.21 wurde von .ausgestrahlt e.V. der Auftrag erteilt, eine gutachterliche Stellungnahme zu verschiedenen Aspekten im Hinblick auf die Unfallrisiken im Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 (GKN II) vor dem Hintergrund der in den letzten Jahren gefundenen Rissen in den Dampferzeugerheizrohren zu erstellen. Dazu soll insbesondere geklärt werden, ob die Aufsichtsbehörde Baden-Württemberg die vorliegenden Schäden an den Dampferzeugerheizrohren anhand des Standes von Wissenschaft und Technik richtig bewertet hat.

Die hiermit vorgelegte gutachterliche Stellungnahme behandelt und bewertet im Abschnitt 2 die von der Aufsichtsbehörde verwendete Argumentation bezüglich des „Leck vor Bruch“-Verhaltens der Dampferzeugerheizrohre, derzufolge Gefährdungen ausgeschlossen seien. Im Abschnitt 3 werden sicherheitsrelevante Themen behandelt, die aus Sicht von .ausgestrahlt eine besondere Bedeutung für die Bewertung des Gefahrenzustandes in GKN II haben.

Die Dampferzeugerheizrohre stellen die Schnittstelle zwischen dem Primärkreislauf und dem sekundärseitigen Wasser-Dampfkreislauf dar. Wanddurchdringende Schäden an einzelnen Heizrohren im Leistungsbetrieb führen aufgrund der unterschiedlichen Druckverhältnisse zum Übertritt von Primärkühlmittel in den Wasser-Dampf-Kreislauf und sind somit wegen ihrer Bedeutung für die Barrierefunktion sicherheitstechnisch besonders relevant.

Bei der sicherheitstechnischen Bewertung ist das sogenannte „Leck vor Bruch“-Verhalten von herausragender Bedeutung. „Leck vor Bruch“-Verhalten bedeutet, dass auch unter Störfallbelastungen zunächst ein stabiles Leck im Rohr erzeugt wird, ehe ein Bruch („katastrophales Versagen“) eintritt. Nur unter diesen Voraussetzungen kann die rechtzeitige Erkennung dieses stabilen Lecks als zusätzliche absichernde Maßnahme genutzt werden, um die Anlage abzufahren, ehe es zu einem Bruch der Rohrleitung kommen kann. Ohne einen positiven Nachweis zum „Leck vor Bruch“-Verhalten kann ein spontaner Abriss von einem oder mehreren Dampferzeugerheizrohren nicht ausgeschlossen werden. Kommt es zu einem

spontanen Abriss von Dampferzeugerheizrohren während des Betriebes, ist dies mit großen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen verbunden. Mindestens ein sogenannter Auslegungsstörfall (ATWS)<sup>1</sup> wird bei einem solchen Szenario nicht beherrscht, d.h. die Anlage ist für diesen Störfall nicht ausgelegt. Es kann zu völlig unvorhersehbaren negativen Folgen bis hin zur Hochdruckkernschmelze mit großen Freisetzungen radioaktiver Stoffe kommen.

## **2 Bewertung des von der Aufsichtsbehörde postulierten „Leck vor Bruch“-Nachweises**

Die Aufsichtsbehörde stützt sich bei Ihrer Feststellung, ein „Leck vor Bruch“-Nachweis liege vor, im Wesentlichen auf umfangreiche Papiere des Betreibers der Anlage und auf Bewertungen durch Standardgutachter. Eine entscheidende Rolle als Bewertungsgrundlage spielt dabei die KTA<sup>2</sup> 3206. Die Aufsichtsbehörde und die zugezogenen Sachverständigen wenden bei der Bewertung des „Leck vor Bruch“-Verhaltens insbesondere diese KTA an. In den folgenden Abschnitten wird gezeigt, warum eine Anwendung der KTA 3206 auf den vorliegenden Fall nicht sachgerecht ist. Das KTA Regelwerk repräsentiert den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Vom KTA Regelwerk kann dann abgewichen werden, wenn sich ein abweichender allgemein anerkannter Stand von Wissenschaft und Technik zu bestimmten Themen herausgebildet hat.

### **2.1 Kein Bruchausschluss für Dampferzeugerheizrohre**

Es ist unstrittig, dass für die Dampferzeugerheizrohre kein Bruchausschluss<sup>3</sup> in Anspruch genommen wird bzw. werden kann. Damit fehlt eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung der KTA 3206 (vgl. KTA 1 Anwendungsbereich).<sup>4</sup>

---

1 ATWS ist die offizielle Bezeichnung für einen Kernkraftwerksunfall mit Behinderung der Wärmeabfuhr aus dem Reaktor und gleichzeitigem Versagen der Schnellabschaltung.

2 KTA steht für kerntechnisches Regelwerk.

3 Mit dem Begriff „Bruchausschluss“ wird das Postulat bezeichnet, dass das katastrophale Versagen einer Rohrleitung, d. h. deren Bruch infolge des Überschreitens kritischer Risslängen, über die gesamte Betriebsdauer ausgeschlossen werden soll.

4 „1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist anzuwenden auf druckführende Komponenten und Systeme in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, für die eingeschränkte Bruch- und Leckannahmen (Bruchausschluss) in Anspruch genommen werden.“

KTA 3206 kann schon deshalb nicht für den Nachweis „Leck vor Bruch“ als Grundlage herangezogen werden.

## 2.2 Fehlende Voraussetzungen für den Bruchausschluss

Die Anforderungen nach KTA 3206 Abschnitt 3(7)<sup>5</sup> als Voraussetzung für den Bruchausschluss sind teilweise nicht eingehalten. Insbesondere gilt dies für korrosive Schädigungsmechanismen, insbesondere rissbildende Korrosion, wie z.B. Spannungsrissskorrosion.

## 2.3 Anforderungen für Basissicherheit sind nicht eingehalten

Die Anforderungen an die Basissicherheit<sup>6</sup> sind für die Dampferzeugerrohre nicht komplett eingehalten, obwohl dies nach KTA 3206 3(4) vorausgesetzt wird.<sup>7</sup> Insbesondere gilt dies für die Anforderungen 2(1)a, 2(1)b, 2(1)c, 2(1)f (vgl. KTA 3206 unter 2 Begriffe)<sup>8</sup>.

---

5 (7) Durch Auslegung und Herstellung muss für den Betrieb sichergestellt sein, dass korrosive Schädigungsmechanismen, insbesondere rissbildende Korrosion, wie z.B. Spannungsrissskorrosion (SpRK) oder dehnungsinduzierte Risskorrosion (DRK), relevante schwingende Belastungen (z. B. stationäre Schwingungen, Resonanzschwingungen) nicht zu unterstellen sind. Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen ist bei der Herstellung, Inbetriebsetzung sowie im Betrieb zu überprüfen.

6 Die Anforderungen an die „Basissicherheit“ sind in den SiAnf, Abschnitt 3.4 angegeben:  
- Hochwertige Werkstoffeigenschaften mit dem Hauptaugenmerk auf die chemische Zusammensetzung, die Bruch-Zähigkeit, die Verarbeitbarkeit und die Prüfbarkeit.  
- Konservative Begrenzung der Spannungen und Verringerung der Spitzenspannungen; dies beinhaltet sowohl einen ausreichenden Sicherheitsabstand der auftretenden gegen die ertragbaren Belastungen als auch eine Bevorzugung von Auslegungs- und Konstruktionsaspekten zur Verringerung von Spannungskonzentrationen in Schweißnähten.  
- Abgesicherte Anwendung optimierter Herstellungs- und Prüftechnologien mit Bevorzugung bestimmter Halbzeuge sowie engen Toleranzen zur Erzielung eines geringen Versatzes im Schweißnahtbereich.  
- Kenntnis und Beurteilung ggf. vorliegender Fehler durch die Möglichkeit, vorhandene Fehlstellen durch Prüfungen aufzufinden und zu bewerten.  
- Berücksichtigung des Betriebsmediums in Bezug auf thermo-mechanische und korrosive Einwirkungen.

7 „(4) Die Anforderungen an die Basissicherheit sind einzuhalten.“

8 „2 Begriffe

(1) Basissicherheit

Die Basissicherheit eines Anlagenteils wird bestimmt durch folgende Anforderungen:

- a) hochwertige Werkstoffeigenschaften, insbesondere Zähigkeit
- b) konservative Begrenzung der Spannung
- c) Vermeidung von Spannungsspitzen durch optimale Konstruktion
- d) Gewährleistung der Anwendung optimierter Herstellungs- und Prüftechnologien
- e) Kenntnis und Beurteilung ggf. vorliegender Fehlerzustände
- f) Berücksichtigung des Betriebsmediums“

## 2.4 Aufsichtsbehörde räumt Defizite ein

Im Bescheid vom 9.11.20 Seite 11 bestätigt die Aufsichtsbehörde, dass eine Voraussetzung (keine Basissicherheit) für die Anwendung von KTA 3206 nicht gegeben ist.<sup>9</sup> Damit dürfte unstrittig sein, dass die KTA 3206 angewandt wurde, obwohl eine wichtige Voraussetzung nicht erfüllt ist.

## 2.5 Anwendung von KTA 1403 und KTA 3201.4

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg behauptet, das „Leck vor Bruch“-Kriterium sei nicht nur für basissichere Komponenten mit Bruchausschluss nachweisbar, sondern auch für DE-Heizrohre ohne Nachweis der Basissicherheit. Dies ergebe sich aus den KTA 1403 und 3201.4.<sup>10</sup> Eine detaillierte Begründung dafür wird nicht gegeben. Aus den KTA 1403 und KTA 3201.4 lässt sich nicht ableiten, dass für DE-Heizrohre, obwohl nicht basissicher, ein „Leck vor Bruch“-Verhalten nach KTA 3206 nachweisbar wäre. Ein belastbarer Nachweis nach KTA 3206 scheidet aus, weil die dafür erforderlichen Voraussetzungen (insbesondere Basissicherheit) fehlen.

## 2.6 Behördengutachter interpretiert die KTA 3206 willkürlich

Vom Physikerbüro Bremen als zusätzlichem Gutachter wird willkürlich die KTA 3206 uminterpretiert,<sup>11</sup> obwohl es dafür sowohl formal als auch unter Anwendung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik keine Rechtfertigung gibt.

---

9 „1.3. Integrität und Leck-vor-Bruch-Nachweis (...) DE-Heizrohre sind jedoch von den Anforderungen an die Basissicherheit ausgenommen, so dass für die DE-Heizrohre im kerntechnischen Regelwerk kein Bruchausschluss gefordert wird.“

10 Zitat aus Brief Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 9.11.20, Seite 12: „Leck-vor-Bruch ist entgegen der Aussage der Antragsteller nicht nur für basissichere Komponenten mit Bruchausschluss nachweisbar, sondern auch für DE-Heizrohre. Dies ergibt sich aus den KTA 1403 und 3201.4. Es wurde nachgewiesen, für welche Rissgrößen und Belastungen sich zunächst Lecks bilden, bevor es zum Bruch eines Heizrohres kommt. Der Nachweis wurde unter Anwendung der konservativen Berechnungsverfahren der KTA 3206 durchgeführt und von zugezogenen Sachverständigen bestätigt.“

11 Zitat aus Physikerbüro Bremen Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, Bremen, den 10. Juli 2020, Seite 11: „Ein Leck-vor-Bruch Nachweis im Sinne der Definition der Regel KTA 3206 und im Sinne dessen, was in /U 2/ in Abschnitt 1.8 als „eigentlicher Leck-vor-Bruch-Nachweis“ bezeichnet wird, ist aus unserer Sicht auch für korrosionsgeschädigte DEHR auf Basis der in dieser Regel behandelten bruchmechanischen Methoden regelwerksseitig zulässig, sofern - für den im Tragfähigkeitsnachweis angenommenen abdeckenden Schädigungsgrad auch bei Vorliegen eines zusätzlich unterstellten wanddurchdringenden Risses aufgezeigt werden kann, dass dieser Riss unter den auf den SE 2 bis 4a zu unterstellenden Beanspruchungen unterkritisch bleibt, somit ein wanddurchdringender Riss nicht zum Abriss des Heizrohres führt, und - mit dem unterstellten wanddurchdringenden Riss eine Kühlmittleckage von der Primär- auf die Sekundärseite verbunden ist, die so rechtzeitig erkannt werden kann, dass ein Abriss des betroffenen Heizrohres vermieden wird.“

## **2.7 Behördengutachter stützt sich auf Standardgutachter ohne kritische Prüfung**

Das Physikerbüro Bremen schließt sich der Aussage des Standardgutachters TÜV bezüglich eines positiven „Leck vor Bruch“-Nachweises an, ohne selbst eine entsprechende Untersuchung durchgeführt zu haben.<sup>12</sup> Wie oben erläutert, kann es keinen wirksamen „Leck vor Bruch“-Nachweis nach KTA 3206 geben, weil dafür die Voraussetzungen fehlen. Physikerbüro Bremen bezieht sich aber auf einen solchen „Leck vor Bruch“-Nachweis. Obwohl dem Autor dieses Papiers der angebliche „Leck vor Bruch“-Nachweis nicht vorliegt, kann vor diesem Hintergrund davon ausgegangen werden, dass der vom Betreiber an die Behörde vorgelegte und vom TÜV bewertete „Leck vor Bruch“-Nachweis fehlerhaft und somit nicht belastbar ist.

## **2.8 Fehlerhafte Anwendung der KTA 3206 durch den Betreiber**

Der Betreiber hat seine bruchmechanischen Berechnungen auf KTA 3206 gestützt.<sup>13</sup> Die bruchmechanischen Berechnungen nach KTA 3206 sind nicht zielführend, da, wie oben dargestellt, die Voraussetzungen für die Anwendung der KTA 3206 nicht vorliegen.

## **2.9 Standardgutachter TÜV räumt indirekt ein: keine unmittelbare Anwendung von KTA 3206**

In der einschlägigen TÜV Stellungnahme vom 13.7.20 wird formuliert „... in Anlehnung an KTA 3206 ...“<sup>14</sup>. Dies deutet darauf hin, dass der TÜV von der vollen Anwendbarkeit der KTA 3206 nicht überzeugt ist. Was die Formulierung „in

<sup>12</sup> Zitat aus Physikerbüro Bremen Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg Bremen, den 10. Juli 2020, Seite 11: „Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass ein derartiger Leck-vor-Bruch Nachweis für GKN II vorgelegt und vom Sachverständigen positiv bewertet worden ist.“

<sup>13</sup> Zitat aus Sachstands-Bericht ME 04/2018 Ursachenanalyse und Integritätsnachweis Seite 56: „Um eine solche lokal möglicherweise tiefer gehende WDS (in der Revision 2018 wurde eine maximale lokale WDS von 91% festgestellt) in Bezug auf Leck-vor-Bruch zu bewerten, wurden bruchmechanische Berechnungen nach KTA 3206 [18] mit dem FSK/MPA Verfahren und der R6-Methode für ein DE-Heizrohr mit 70% integraler WDS und davon ausgehend einem unterstellten wanddurchdringenden Riss durchgeführt.“

<sup>14</sup> Zitat aus TÜV Nord GKN II-ME-20200713 vom 13.7.20, Projekt: Kernkraftwerk Neckarwestheim, Block II (GKN II) Seite 35, Hervorhebung durch den Autor: „Maßgeblich für die DE-Heizrohre ist der Einschluss des Primärkreis Kühlmittels und, für den Fall einer Leckage, ein ausreichendes Resttragverhalten. Hierzu hatten wir die im Rahmen des ME 04/2018 /U 4/ hierzu vorgelegten Unterlagen in **Anlehnung** an KTA 3206 /R 4/ geprüft“

Anlehnung“ konkret bedeutet, insbesondere welche Einschränkungen vorgenommen wurden, wird nicht ausgeführt.

## **2.10 Aufsichtsbehörde interpretiert das Gutachten falsch**

Wie unter 2.9 erläutert, hat der TÜV formuliert „in Anlehnung an KTA 3206“ – im Gegensatz zur Behörde, die von einer Berechnung nach KTA 3206 ausgeht.<sup>15</sup> Es bleibt unklar, welche Einschränkungen der TÜV bei seiner Prüfung im Hinblick auf KTA 3206 vorgenommen hat. Klar ist jedenfalls, dass die Behörde den TÜV-Prüfbericht nicht sachgerecht bewertet. Notwendig wäre gewesen, dass sich die Behörde mit den vom TÜV angesprochenen Einschränkungen auseinandersetzt und diese bewertet. Eine bloße Übernahme von TÜV-Empfehlungen ohne eigene kritische Überprüfung entspricht nicht den Vorgaben des Atomgesetzes und der Aufgabenstellung der Aufsichtsbehörde.

## **3 Stellungnahme zu wichtigen Einzelthemen**

Bei der Befassung mit den Vorkommnissen im Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 entstanden Einzelfragen über die Anwendung der KTA 3206 hinaus, zu denen im Kapitel 3 Stellung genommen wird.

### **3.1 Sachstandsbericht ME04/2018 des Betreibers**

Es erhebt sich die Frage, ob der Sachstands-Bericht ME 04/2018 des Betreibers die Anforderungen des Kerntechnischen Regelwerkes an einen Integritätsnachweis erfüllt.

Der Sachstandsbericht ME04/2018 berücksichtigt nicht, dass die mechanische Festigkeit bzw. Grenztraglast für den ATWS Störfall bei einer Wandschwächung von bis zu 91–93% (je nach Messmethode) nicht gegeben war, obwohl kein Leck vorlag,

---

<sup>15</sup> Zitat aus Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Schreiben an BUND Landesverband Baden-Württemberg e.V. vom 2.12.20, Seite 5:  
„Wie bereits erwähnt wurden die bruchmechanischen Berechnungen, die der Nachweisführung hinsichtlich Tragfähigkeit und Leck-vor-Bruch zugrunde liegen, mit den Berechnungsvorschriften der KTA 3206 nach dem Fließspannungskonzept (FSK/MPA) durchgeführt“

das entsprechende Aktionen wie z.B. Abschalten der Anlage, ausgelöst hätte. Dies zeigt, dass das „Leck vor Bruch“-Kriterium im Hinblick auf die Beherrschung des ATWS Störfalles<sup>16</sup> nicht funktioniert hätte und damit kein Integritätsnachweis vorlag. Außerdem ist unberücksichtigt, dass die Risswachstumsgeschwindigkeit bei Spannungsrisskorrosion nicht vorhersehbar ist und deshalb ein 2F Bruch während des Betriebes nicht ausgeschlossen werden kann.

### **3.2 Konservative Bewertung einer Wanddickenschwächung**

Die Dampferzeugerheizrohre können aufgrund der Randbedingungen (Spannungen, saures Milieu und entsprechender Werkstoff) durch interkristalline Spannungsrisskorrosion beschädigt werden. Ein zeitlicher Verlauf der Schädigung kann nicht belastbar prognostiziert werden. Dies wird auch von der RSK so gesehen.<sup>17</sup> Es ist deshalb möglich, dass ein Totalabriss (2F-Bruch)<sup>18</sup> eines Dampferzeugerheizrohres während des Betriebes ohne Vorwarnung stattfindet. In der Vergangenheit wurden Wanddickenschwächungen von bis zu 91–93% festgestellt, so dass die Restwandstärke nur noch 0,1 mm betrug. Für den abdeckenden ATWS-Störfall muss deshalb ein Vollabriss unterstellt werden. Die Annahme einer nur 80% Wanddickenschwächung kann jedenfalls nicht als konservativ angenommen werden. Außerdem muss aufgrund der Vorschädigung mehrerer Heizrohre im Falle einer Transiente<sup>19</sup> ein 2F-Bruch mehrerer Dampferzeugerheizrohre unterstellt werden. Der gleichzeitige 2F-Bruch mehrerer Dampferzeugerheizrohre wird von der Anlage nicht beherrscht. Es kann zur massiven Freisetzung von radioaktiven Stoffen kommen.

---

16 ATWS ist die offizielle Bezeichnung für einen Kernkraftwerksunfall mit Behinderung der Wärmeabfuhr aus dem Reaktor und gleichzeitigem Versagen der Schnellabschaltung.

17 RSK-Empfehlung, 512. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 22./23.10.2019, Schäden an Dampferzeuger(DE)-Heizrohren durch Spannungsrisskorrosion – Maßnahmen zur Sicherstellung der Integrität der Heizrohre, S. 10:

„Aufgrund der beschränkten Betriebserfahrung und der nicht als konstant anzunehmenden Rissfortschrittsgeschwindigkeit lässt sich jedoch aus Sicht der RSK eine maximale Rissfortschrittsgeschwindigkeit aus den Daten der zerstörungsfreien Prüfungen nicht sicher ableiten. Zudem ist beim Schadensmechanismus Spannungsrisskorrosion grundsätzlich ein schneller Rissfortschritt möglich.“

18 Ein 2F-Bruch ist das vollständige Abreißen eines DE-Heizrohres an beiden Enden, woraus eine Leckgröße entsteht, die der zweifachen Fläche des inneren Rohrquerschnitts entspricht.

19 Transienten sind negative Abweichungen vom Sollzustand eines Kernkraftwerkes, z.B. Druckerhöhung, Temperaturerhöhung, Abriss einer Rohrleitung.

### **3.3 Berücksichtigung von Temperaturen und mechanisch-technologischen Eigenschaften bei Störfällen**

Es stellt sich die Frage, welche Temperaturen und welche mechanisch-technologischen Eigenschaften des Stahls X 2 NiCrAlTi 32 20 nach dem kerntechnischen Regelwerk für eine konservative Bewertung der Integrität der Dampferzeugerheizrohre berücksichtigt werden müssten.

Abdeckend für Auslegungsstörfälle ist in diesem Fall der Störfall ATWS. Es müssten also die bei diesem Störfall auftretenden Temperaturen und Drücke im Dampferzeuger ermittelt werden. Die dabei ermittelte Temperatur müsste mit einem Sicherheitszuschlag versehen werden. Die mechanisch-technologischen Eigenschaften ergeben sich dann bei der entsprechenden Temperatur aus einschlägigen Werkstofftabellen.

### **3.4 Integrität von Dampferzeugerheizrohren GKN II 2018**

Es erhebt sich die Frage, ob in GKN II 2018 ein Ausfall von Dampferzeugerheizrohren wegen Verlust der Integrität vorlag. War es ggf. ein systematischer Ausfall?

Bei einer Wanddickenschwächung von bis zu 91% (Wirbelstromprüfung) bzw. 93% (Ultraschallprüfung) wird vermutlich der ATWS-Störfall nicht beherrscht. Die erforderliche Integrität von einzelnen Dampferzeugerheizrohren lag dann nicht vor. Die Ursache war systembedingt durch das Vorliegen der Voraussetzungen für interkristalline Spannungsrisskorrosion.<sup>20</sup> Die Schäden an den Dampferzeuger-Heizrohren werden bereits seit Jahren beobachtet. Es handelte sich deshalb um einen systematischen Ausfall und keinen zufälligen Einzelfehler.

### **3.5 Zuordnung der Anzeigen zu Sicherheitsebenen**

Bei den 2018 aufgefundenen, durch Spannungsrisskorrosion verursachten umfangsorientierten Anzeigen an den Dampferzeugerheizrohren in GKN II handelte

---

<sup>20</sup> Voraussetzung für interkristalline Spannungsrisskorrosion:  
- ein weiterhin aktives korrosives Potenzial in den DE von GKN-2,  
- axiale Zugspannungen, die an den besonders gefährdeten Stellen sogar „besonders hoch“ sind, und  
- ein unter den vorliegenden Bedingungen bezüglich Spannungsrisskorrosion empfindlicher Werkstoff oder Werkstoffzustand.

es sich um Defizite bei der Grundausslegung der Anlage. Diese Defizite bedeuten eine Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und sind deshalb durch geeignete Maßnahmen in den bestimmungsgemäßen Betrieb ohne diese Defizite zurückzuführen. Dies kann geschehen durch Einrichtungen und Maßnahmen der Sicherheitsebene 2. Sicherheitssysteme der Ebene 3 werden dafür nicht benötigt. Die umfangsorientierten Anzeigen sind deshalb der Sicherheitsebene 2 zuzuordnen. Generell sind Zustände der Sicherheitsebene 2 zuzuordnen, wenn sie durch Maßnahmen beseitigt werden können, ohne dass Sicherheitssysteme der Sicherheitsebene 3 zum Einsatz kommen müssen.

### **3.6 Einordnung INES-Skala**

Bei dem Ereignis GKN II 2018 handelte es sich um einen Befund mit besonderer sicherheitstechnischer Bedeutung, jedoch ohne tatsächliche Auswirkungen. Entsprechend der INES-Skala sind solche Befunde der Klasse 2 „Störfall“ zuzuordnen.

### **3.7 Ristiefe und Risslänge an Dampferzeugerheizrohren in GKN II**

Aufgrund der nicht vorhersagbaren Risswachstumsgeschwindigkeit muss ein 2F-Bruch unterstellt werden. Es ist davon auszugehen, dass jedwede verwendete Messtechnik nur einen Teil der aktuell vorhandenen Risse detektiert. Die Erfahrung zeigt, dass mit verbesserter Messtechnik immer wieder vorher nicht entdeckte Risse sichtbar werden.

### **3.8 ATWS und Ausfall von Dampferzeugerheizrohren**

Die Beherrschung von Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (ATWS) ist eine notwendige Voraussetzung für den Betrieb von Kernkraftwerken in Deutschland.<sup>21</sup> Da aktuell während des laufenden Betriebes des Kraftwerkes

---

<sup>21</sup> Z.B. CNS Bericht 2020 der Bundesregierung

a) aufgrund der weiterhin vorhandenen Voraussetzungen für Spannungsrisskorrosion mit weiteren Rissen und Risswachstum zu rechnen ist und

b) mögliche neue Risse nur gefunden werden können, wenn sie wanddurchdringend sind,

muss konservativ von einem jederzeitigen Ausfall von Dampferzeugerheizrohren wegen Verlust der Integrität ausgegangen werden. Dies bedeutet, dass mindestens der ATWS-Störfall bei einem Ausfall der Dampferzeugerheizrohre nicht beherrscht wird und deshalb der Betrieb des Kraftwerkes so nicht akzeptiert werden kann.

### **3.9 Behandlung nicht wanddurchdringender Risse**

Nicht wanddurchdringende Risse in Dampferzeugerheizrohren dürfen bei der ATWS-Störfallbetrachtung nicht außer Acht gelassen werden, weil aufgrund der Risse die Traglastfähigkeit für den ATWS-Lastfall unterschritten sein könnte. Nicht wanddurchdringende Risse können durch Aktivitätsmessung auf der Sekundärseite im laufenden Betrieb nicht gemessen werden. Es muss deshalb ausgeschlossen werden, dass zwischen zwei Revisionen nicht wanddurchdringende Risse entstehen, die die Traglastfähigkeit für den ATWS-Störfall gefährden.

### **3.10 Weiterbetrieb von GKN II trotz defekter Dampferzeuger**

Jedenfalls darf das AKW Neckarwestheim 2 so nicht weiterbetrieben werden. Ein Weiterbetrieb ohne Austausch der Dampferzeuger kann nur erfolgen, wenn erreicht werden kann, dass interkristalline Spannungsrisskorrosion nicht mehr stattfinden kann, z.B. indem ein saures oder alkalisches Milieu mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

### **3.11 Ermessen der Aufsichtsbehörde**

Grundsätzlich liegt es im Ermessen der Behörde, inwieweit sie Nachrüstungen fordert. Im vorliegenden Fall ist das Ermessen gegen Null reduziert im Hinblick auf die Duldung des gefährlichen Betriebes. Die Behörde muss durch

verwaltungsrechtliche Maßnahmen den Weiterbetrieb der sicherheitstechnisch defizitären Anlage verhindern.

### **3.12 Austausch der Dampferzeuger erforderlich**

Wenn die spannungsrissskorrosionsfördernden Bedingungen in den Dampferzeugern nicht vollständig nachweislich beseitigt werden können, darf die Anlage so nicht weiter betrieben werden. Welche Maßnahmen der Betreiber ergreift, um einen sicheren Zustand zu erreichen, liegt in der Entscheidung des Betreibers. Die Behörde hat sich dann auf der Basis der vom Betreiber vorgeschlagenen Maßnahmen davon zu überzeugen, dass keine Gefahr mehr vorliegt, und zwar anhand wissenschaftlich-technischer Kriterien und nicht nur aufgrund von nicht nachvollziehbaren Einschätzungen von sogenannten Experten.

## **4 Berücksichtigte Unterlagen**

U1: /EnBW 2018/ EnBW Kernkraft GmbH: Kernkraftwerk Neckarwestheim Block II, Sachstands Bericht ME 04/2018, Ursachenanalyse und Integritätsnachweis, LNMQ/2018/10

U2: /GRS 2009/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit: Bewertung des Potentials für unentdeckten Schadensfortschritt an druckführenden Komponenten, BMU-Vorhaben 3607R02583

U3: /KTA 3206/ Kerntechnischer Ausschuss: KTA-Regel 3206, Nachweise zum Bruchausschluss für druckführende Komponenten in Kernkraftwerken

U4: /RSK 2010/ Reaktorsicherheitskommission: Schäden an Dampferzeuger (DE)-Heizrohren durch Spannungsrissskorrosion – Ursache und Nachweis, Stellungnahme, Anlage zum Ergebnisprotokoll der 428. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission am 15.07.2010

U5: /RSK 2019/ Reaktorsicherheitskommission: Schäden an Dampferzeuger (DE)-Heizrohren durch Spannungsrissskorrosion – Maßnahmen zur Sicherstellung der Integrität der Heizrohre, Empfehlung der 512. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 22./23.10.2019

U6: /UM 2018/ Umweltministerium Baden-Württemberg: Zusammenfassender Bericht des Umweltministeriums zum Meldepflichtigen Ereignis GKN II ME 04/2018 „Lineare

Anzeigen bei Wirbelstromprüfung von Dampferzeugerheizrohren“ (Stand: November 2018)

U7: /UM 2019/ Umweltministerium Baden-Württemberg: Zusammenfassender Bericht des Umweltministeriums zu den Prüfungen im Rahmen der Jahresrevision 2019 infolge des meldepflichtigen Ereignisses GKN II Nr. 04/2018 „Lineare Anzeigen bei Wirbelstromprüfung von Dampferzeugerheizrohren“ (Stand: 17.09.2019)

U8: TÜV Nord En SyS gmbh u. Co KG KBW-02 GKN II 20181106 vom 06.11.18

U9: TÜV Nord En SyS gmbh u. Co KG KBW-02 GKN II 20190912 vom 12.09.19

U10: GRS Bewertung von Methoden zur Berechnung von Leckraten für druckführende Komponenten mit rissartigen Lecks, Jürgen Sievers/Klaus Heckmann/ Christoph Bläsius, Juni 2015

U11: RSK-Stellungnahme (447. Sitzung am 03.05.2012), Zu unterstellende Leckagen an Dampferzeuger (DE)-Heizrohren Mehrfachrohrbruch/Lecköffnung wanddickengeschwächter DE-Heizrohre, veröffentlicht im Bundesanzeiger AT 26.07.2012 B3

U12: Zusammenfassender Bericht des Umweltministeriums zu den Prüfungen im Rahmen der Jahresrevisionen 2019 und 2020 infolge des meldepflichtigen Ereignisses GKN II Nr. 04/2018 „Lineare Anzeigen bei Wirbelstromprüfungen von Dampferzeugerheizrohren“ (Stand: 23.07.2020)

U13: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit Änderung und Neufassung der Bekanntmachung zu den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ vom 3. März 2015

U14: GRS Weiterentwicklung der Analysemethoden zur Bewertung des Leck-vor-Bruch Verhaltens metallischer Komponenten einschließlich Leckratenbestimmung GRS – 584

U15: GRS Weiterentwicklung und Erprobung des Rechenprogramms PROST zur probabilistischen und deterministischen Bewertung von Rohrleitungen und Behältern im Rahmen von Leck-vor-Bruch Nachweisen GRS – 422

U16: Beprobung von Reaktorkomponenten beim Rückbau von Kernkraftwerken, ein Fragenkatalog zu verschiedenen Problembereichen der Materialalterung, Ilse Tweer, Januar 2017, im Auftrag von Rebecca Harms, Grüne/EFA Fraktion des Europäischen Parlaments

U16: KTA 3201.4, Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren, Teil 4: Wiederkehrende Prüfungen und Betriebsüberwachung, Fassung 2016-11

U17: KTA 1403, Alterungsmanagement in Kernkraftwerken Fassung 2017-11

U18: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Bescheid betr. Anträge auf Einstellung des Betriebs des Kernkraftwerks Neckarwestheim II (GKN II) sowie auf Widerruf der Betriebsgenehmigung, Az. 3-4651.32-12, 09.11.20

U19: Schreiben BUND LV Baden-Württemberg/.ausgestrahlt/BBMN an Gerrit.Niehaus@um.bwl.de, poststelle@um.bwl.de, Erwiderung Gegengutachten Neckarwestheim, per E-Mail, 15.07.2020

U20: Antrag auf atomaufsichtsrechtliches Einschreiten gegen den Betrieb des Kernkraftwerks Neckarwestheim 2 (GKN II) wegen der mit dem Betrieb mit irreversibel geschädigten bzw. vorgeschädigten Dampferzeugern einhergehenden erheblichen Gefährdung der Beschäftigten, Dritter und der Allgemeinheit vom 19.06.2020

U21: Gutachten: Nachweise zur Integrität der Dampferzeuger-Heizrohre ME 04/2018 „Lineare Anzeigen an Dampferzeugerheizrohren“ im GKN II von Prof. Dr. A. Erhard vom 12.07.20

U22: Physikerbüro Bremen, Stellungnahme zur „Bewertung zu Schäden durch Spannungsrisskorrosion an Dampferzeuger-Heizrohren im KKW Neckarwestheim 2 (GKN-II)“ vorgelegt von Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Mertins, Juni 2020, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, Bremen, den 10. Juli 2020

U23: Bewertung zu Schäden durch Spannungsrisskorrosion an Dampferzeuger-Heizrohren im KKW Neckarwestheim 2 (GKN-II), erstellt von Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Mertins, TH Brandenburg, vormals GRS mbH, im Auftrag von .ausgestrahlt, Köln, im Juni 2020

U24: Risiken betrieblich bedingter Brüche von Dampferzeuger-Heizrohren infolge Spannungsrisskorrosion, fachliche Stellungnahme von Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Mertins im Auftrag von .ausgestrahlt, Hamburg/Köln, 06. November 2018

U25: TÜV Nord EnSys GmbH & Co. KG KBW-GKNII-ME-20200713 Prüfbericht Meldepflichtiges Ereignis 03/2017 „Anzeigen bei der Wirbelstromprüfung von Dampferzeugerheizrohren“ und Meldepflichtiges Ereignis 04/2018 „Lineare Anzeigen bei Wirbelstromprüfung von Dampferzeugerheizrohren“, hier: Stellungnahme zum Wiederanfahren nach der Revision 2020, vom 13.07.20

U26: Materialprüfungsanstalt Stuttgart, Prüfungsbericht 903 9132 000, Berechnung der Grenztragfähigkeit von Dampferzeugerheizrohren, im Auftrag von .ausgestrahlt, vom 21.10.20

U27: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Schreiben an BUND Landesverband Baden-Württemberg betr. GKN II Schädigungen an DE-Heizrohren, Az. 3-4651.32-12, vom 02.12.20

U26: EnBW Arbeitsbericht Prüfung der Dampferzeugerheizrohre GKN II in der Revision 2019 und Bewertung der Ergebnisse, LNMQ/2019/11/, und Anlagen 1 und 2, 09.10.2019