

## Dokumentationsunterlage zur Regeländerungsvorlage

### KTA 3401.2 "Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl Teil Auslegung, Konstruktion und Berechnung"

#### Inhalt

- 1 Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses
- 2 Beteiligte an der Erstellung der Regeländerung
- 3 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfes
- 4 Erarbeitung der Regeländerung
- 5 Begründung der Regeländerung

#### 1 Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses

Der Kerntechnische Ausschuss hat auf seiner 29. Sitzung am 30. März 1982 den Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V. (FDBR) federführend beauftragt, zu der KTA 3401.2 eine Regeländerungsvorlage mit einer Dokumentationsunterlage zu erstellen.

#### 2 Beteiligte an der Erstellung der Regeländerung

##### 2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

##### 2.2 Zusammensetzung des Unterausschusses SICHERHEITSBEHÄLTER (UA-SB)

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

##### 2.3 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dipl.-Ing. Neu

#### 3 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfes

##### 3.1 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfsvorschlages

Nachdem in der KTA-Geschäftsstelle mehrere Änderungsvorschläge zur Fassung 6/80 eingegangen waren, musste das Änderungsverfahren eingeleitet werden. Die wesentlichen Änderungsvorschläge gingen zum Abschnitt 3.4 "Beanspruchungsstufen" und 4.3 "Werkstoff-, fertigungs- und prüfgerechte Konstruktion" von der Kraftwerk Union sowie zu Abschnitten, die die zerstörungsfreie Prüfung betreffen, vom Arbeitsgremium KTA 3401.3 "Herstellung" ein. In zwei Sitzungen beschloss das Arbeitsgremium die Änderungen. Auf seiner 43. Sitzung am 29.6.1982 beschloss der KTA-Unterausschuss "Sicherheitsbehälter" nach eingehender Prüfung die Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok.-Nr. 3401.2/82/1, Fassung Juli 1982) den Fraktionen des KTA zur ersten Stellungnahme vorzulegen.

##### 3.2 Erarbeitung der Regeländerungsentwurfsvorlage

Nach Ablauf der Frist zur Abgabe von Änderungsvorschlägen am 8. September 1982 gingen bei der KTA-Geschäftsstelle Änderungsvorschläge von folgenden Institutionen ein:

Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e.V.,

Geschäftsstelle des Kerntechnischen Ausschusses - Prüfstelle -,

Deutsches Institut für Normung, Normenausschuss Kerntechnik.

Auf seiner 44. Sitzung am 13.10.1982 wurden die eingegangenen Änderungsvorschläge vom Unterausschuss im Einvernehmen mit dem Arbeitsgremium behandelt. Die Ergebnisse sind in die Regeländerungsentwurfsvorlage (Fassung Oktober 1982, KTA-Dok.-Nr. 3401.2/82/2) eingearbeitet. Die Stellungnahmen des Arbeitsgremiums bzw. des Unterausschusses zu den im Einzelnen eingegangenen Änderungsvorschlägen sind in der Zusammenstellung mit der KTA-Dok.-Nr. 3401.2/82/3 enthalten. Zwecks Änderung des Abschnitts 3.4 wurde ein entsprechender Antrag an die Reaktorsicherheitskommission gestellt.

#### **4 Erarbeitung der Regeländerung**

##### **4.1 Erarbeitung der Regeländerungsvorlage**

Die dreimonatige Frist zur Abgabe von Änderungsvorschlägen endete am 24. März 1983.

Von folgenden Institutionen gingen Änderungsvorschläge ein:

- Kraftwerk Union AG
- Hessischer Minister des Innern.

Auf seiner 18. Sitzung am 18. April 1983 behandelte das Arbeitsgremium die eingegangenen Änderungsvorschläge. Die Ergebnisse wurden in die Regeländerungsvorlage eingearbeitet. Die Stellungnahmen des Arbeitsgremiums bzw. des Unterausschusses zu den Änderungsvorschlägen sind in der Zusammenstellung mit der KTA-Dok.-Nr. 3401.2/83/3 enthalten. Auf seiner 46. Sitzung am 9. Mai 1983 beschloss der Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTER einstimmig, die Regeländerungsvorlage, Fassung September 1983 (KTA-Dok.-Nr. 3401.2/83/4) dem Kerntechnischen Ausschuss zur Verabschiedung als Regeländerung vorzulegen.

Kurzfristig vorgelegte Änderungsvorschläge des ZVEI bezüglich der einzelnen Teile der Regel KTA 3401 veranlassten den KTA auf seiner 34. Sitzung am 27. März 1984, das Gesamtpaket KTA 3401 an den UA-SB zurückzugeben mit der Auflage, die eingegangenen Änderungsvorschläge zu berücksichtigen.

Die Änderungen KTA 3401.2 betreffend wurden vom AG auf zwei Sitzungen am 20.9.1984 und am 28.1.1985 behandelt. Der UA-SB verabschiedete die Regeländerungsvorlage Fassung Februar 1985 (KTA-Dok.-Nr. 3401.2/85/1) auf seiner 52. Sitzung am 5. Februar 1985 zur Vorlage beim Kerntechnischen Ausschuss. Die Änderungen gegenüber KTA-Dok.-Nr. 3401.2/83/4 wurden am Rande vermerkt und sind, sofern es sich nicht um redaktionelle Änderungen handelt, in der Dokumentationsunterlage begründet.

#### **5 Begründung der Regeländerung**

##### Zu Abschnitt "Grundlagen"

Dieser Abschnitt wurde im Zuge der einheitlichen Abfassung von KTA-Regeln zusätzlich aufgenommen. Aufgabe dieses Abschnittes ist es, die Zielsetzung der vorliegenden Regel zu definieren.

##### Zu Abschnitt 1 "Anwendungsbereich"

Die Festlegung, dass auch die drucktragenden Teile der Schleuse nach dieser Regel auszulegen sind, wurde in Abstimmung mit den Arbeitsgremien "Werkstoffe" und "Herstellung" getroffen.

##### Zu Abschnitt 2 "Allgemeine Grundsätze"

Der Abschnitt 2 musste an die Formulierungen des Abschnittes "Grundlagen" angepasst werden. Aus diesem Grunde wurde der erste Absatz gestrichen, weil er bereits in Abschnitt "Grundlagen" inhaltlich enthalten ist.

##### Zu Abschnitt 3.2.5 "Störfälle" (ST)

Zur Klarstellung wurden zwei Hinweise hinzugefügt.

##### Zu Abschnitt 3.4 "Beanspruchungsstufen"

Die neu eingefügte Ergänzung besagt, dass der Umfang des Tragsicherheitsnachweises eingeschränkt werden kann, wenn die Dichtheit des Sicherheitsbehälters für bestimmte Lastfälle nicht gefordert wird. Dies trifft auf die postulierten Lastfälle "Flugzeugabsturz" und "chemische Explosionsdruckwelle" zu.

Begründung:

Die äußeren Einwirkungen mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten, wie Flugzeugabsturz und chemische Explosionsdruckwelle, sind keine Störfälle im Sinne des § 28.3 der Strahlenschutzverordnung.

Die Reaktorsicherheitskommission (RSK) hat diesem Umstand z. B. durch die Formulierung der Einleitung zur RSK-Leitlinie 19.1 "Flugzeugabsturz" für Druckwasserreaktoren (3. Ausgabe, 14.10.1981) Rechnung getragen, indem sie signalisiert hat, dass sie lediglich Maßnahmen zur Verminderung des verbleibenden Risikos eines Flugzeugabsturzes für erforderlich hält.

Vom Konzept her sind Druckwasserreaktoren so ausgelegt, dass der Primärkreis mit allen Wirkdruckleitungen sowie allen Anschlussleitungen bis einschließlich der 2. Primärkreisabschlussarmaturen integer bleibt und die Funktion des Primärkreisabschlusses sichergestellt ist. Alle Maßnahmen zur Beherrschung der Ereignisse "chemische Explosionsdruckwelle" und "Flugzeugabsturz" sind in Anlehnung an die RSK-Leitlinie für Druckwasserreaktoren (3. Ausgabe, 14.10.1981) so geplant, dass die Anlage ohne Handeingriff in einen sicheren Zustand übergeht und mindestens 10 Stunden darin verbleiben kann. Durch diese Auslegung und den im Reaktorschutz vorgesehenen Primärkreisabschluss wird die Menge freigesetzten Primärkühlmittels auf ca. 20 t begrenzt, die bis zum Schließen der Primärkreisabschlussarmaturen ausgeströmt sein könnte. Durch die Anordnung der nicht gegen Einwirkungen von außen ausgelegten an den Primärkreis anschließenden Systeme im Ringraum und im Reaktorhilfsanlagegebäude wird ein Bruch in diesen Anschlussleitungen, sofern er überhaupt auftritt, mit großer Wahrscheinlichkeit außerhalb des Sicherheitsbehälters auftreten. Das Versagen der gegen Einwirkungen von außen ausgelegten druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels ist nicht zu unterstellen, so dass ein weiterer Kühlmittelverlust als Folge der Einwirkungen von außen nicht zu betrachten ist.

Gemäß "Interpretation zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Einzelfehlerkonzept - Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums - (Stand: 4.12.1981)" ist "bei äußeren Einwirkungen mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (wie z.B. Flugzeugabsturz und chemische Explosionsdruckwelle) das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers nicht zu unterstellen, auch ein gleichzeitiger Instandsetzungsfall wird nicht postuliert. Erfordert die Beherrschung einer derartigen äußeren Einwirkung die Funktion von Sicherheitseinrichtungen eher als nach einer Zeit von 30 Minuten, so ist ein Einzelfehler an den aktiven Systemteilen zu unterstellen."

Ein passiver Einzelfehler, der zu Reaktorkühlmittelfreisetzen führen kann, ist somit nicht zu unterstellen, so dass sich nach den äußeren Einwirkungen "Flugzeugabsturz" und "chemische Explosionsdruckwelle" unter Berücksichtigung der in deutschen Genehmigungsverfahren zu beachtenden Randbedingungen keine Anforderung an die Dichtheit des Sicherheitsbehälters ergibt.

Diesem Umstand wird auch durch die Formulierung in der RSK-Leitlinie für Druckwasserreaktoren (3. Ausgabe, 14.10.1981) Rechnung getragen, die lautet: "Der Sicherheitsbehälter einschließlich

aller Durchführungen und Kühleinrichtungen, soweit ihre Funktion zur Beherrschung der Störfallfolgen notwendig ist, ist so zu gestalten und auszulegen, dass er unter Einhaltung der zugrunde gelegten Leckrate den statischen, dynamischen und thermischen Belastungen standhält, die im Zusammenhang mit den gemäß der in der RSK-Leitlinie Abschnitt 21.1 für Druckwasserreaktoren (3. Ausgabe, 14.10.1981) behandelten Störfällen und ihren Folgen sowie während des bestimmungsgemäßen Betriebes und bei betrieblichen Störungen auftreten können."

In der RSK-Leitlinie 21.1 werden die Leckagen an der Hauptkühlmittelleitung und am Reaktordruckbehälter behandelt.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass in der bisherigen Genehmigungspraxis eine Dichtheit des Sicherheitsbehälters nach Flugzeugabsturz und chemischer Explosionswelle nicht gefordert wurde.

Bei der Kennzeichnung der Beanspruchungsstufen sind die Hinweise auf Funktionsfähigkeit und Leckrate entfallen. Der Grund hierfür besteht darin, dass zwischen der Forderung nach aufrecht

zu erhaltender Funktionsfähigkeit und einzuhaltender Leckrate einerseits und der Begrenzung von Spannungen, Dehnungen und Verformungen andererseits kein unmittelbarer Zusammenhang hergestellt werden kann. Vielmehr wird durch Druck- und Dichtheitsprüfungen am ausgeführten Behälter sowie durch umfangreiche Druckbehälter- und Bauteilversuche in Verbindung mit der Auslegung, Konstruktion und Berechnung gemäß Spezifikationen und KTA-Regeln erreicht, dass der Reaktorsicherheitsbehälter in allen zu berücksichtigenden Lastfällen funktionsfähig bleibt und die spezifizierten Leckraten eingehalten werden.

#### Zu Tabelle 3.5-1: "Zuordnung von Lastfällen, Belastungen und Beanspruchungsstufen und durchzuführenden Spannungs- und Stabilitätsnachweisen für den Sicherheitsbehälter eines Druckwasserreaktors"

Die Änderung ergibt sich aus der vorgenommenen Abstimmung mit den Aussagen der in Vorbereitung befindlichen KTA 3413 "Lastangaben für die Auslegung des Volldrucksicherheitsbehälters gegen Störfälle innerhalb der Anlage". Beim Lastfall ST 2 waren Interpretationsschwierigkeiten aufgetreten.

Weitere Textänderungen wurden zur Verdeutlichung bei den Lastfällen ST 1, ST 4 und ST 5 vorgenommen.

#### Zu Abschnitt 4.3 "Werkstoff-, fertigungs- und prüfgerechte Konstruktion"

Die Ergänzung bezieht sich auf Festlegungen bei der Art und dem Umfang der Prüfungen und bei der Beurteilung von Befunden der zerstörungsfreien Prüfungen bei Schweißnähten mit niedrigen Betriebsspannungen.

Begründung:

- Eine prüfungsgerechte Konstruktion führt zu Aufwendungen, die nur bei nennenswerter Beanspruchung im Schweißnahtbereich gerechtfertigt sind. Verschiedene Bauteile am Sicherheitsbehälter und den Schleusen müssen nach bisheriger Festlegung trotz geringer Beanspruchung hinsichtlich der Anforderungen an Konstruktion, Schweiß- und Prüftechnik so behandelt werden wie hochbelastete Bauteile (Beispiel: Blinddeckel für Rohrdurchführungsstützen mit Anordnung an der Innenseite des Sicherheitsbehälters).
- Für die Beurteilung von Ultraschallbefunden werden die Zulässigkeitskriterien nach KTA 3401.3, Tabelle 9-1 herangezogen. Die Festlegungen der Tabelle gelten unabhängig von der Beanspruchung des Bauteils.

In Übereinstimmung mit Praxis und Genehmigungsverfahren werden Kehlnähte unter besonderen konstruktiven und beanspruchungsmäßigen Voraussetzungen ausdrücklich erlaubt. Die konstruktiven Voraussetzungen sind erfüllt im Falle von Blinddeckeln, die im Innern des Sicherheitsbehälters auf ein Stutzenrohr aufgesetzt sind sowie im Falle von Deckblechen von

im Innern des Sicherheitsbehälters angeordneten Dichtkästen. Die hierbei verwendeten Kehlnähte werden bei Unterdruck im Sicherheitsbehälter nur sehr gering und bei Störfällen mit Überdruck im Sicherheitsbehälter nicht kraftschlüssig beansprucht. In beiden Fällen haben sie überwiegend Dichtfunktion.

#### Zu Abschnitt 4.5 "Konstruktionsdetails"

Die Änderung bezieht sich auf die Beachtung konstruktiver Anforderungen für die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen, insbesondere der Ultraschallprüfung nach dem Teil "Herstellung" (KTA 3401.3).

#### Zu Abschnitt 4.5.4 "Ausschnitte, Ausschnittverstärkungen und Montageöffnungen" Absatz (6)

Dieser Absatz wurde eingefügt, da in der KTA-Regel 3401.2 bisher ein Regeltext bezüglich der Zulässigkeit lösbarer Verbindungen an Ausschnitten (geschraubte Stutzen) fehlte, obwohl derartige Verbindungen Stand der Technik sind.

#### Zu den Abschnitten 4.5.2 "Stumpfstöße", 4.5.4 "Ausschnitte, Ausschnittverstärkungen und Montageöffnungen" und 4.5.5 "Flanschverbindungen und Blinddeckel"

Im Zusammenhang mit der Diskussion von Änderungen der Prüfanforderungen wird es für zweckmäßig gehalten, Detailfestlegungen für die prüfgerechte Konstruktion aus KTA 3401.2 in KTA 3401.3 zu übernehmen. In KTA 3401.2 wird ein diesbezüglicher Hinweis aufgenommen.

#### Zu Abschnitt 5.2.3.2 "Primäre Spannungen"

Bei der Festlegung des Abstandsgesetzes für benachbarte Störstellen ( $a \geq 2,5\sqrt{R.s}$ ) ist ursprünglich von dem Wert des 1,5-fachen der allgemeinen primären Membranspannung an den Störstellen ausgegangen worden. Da beim Reaktorsicherheitsbehälter die örtlichen primären Membranspannungen auf das 1,1-fache der allgemeinen primären Membranspannungen beschränkt sind, braucht das obengenannte Abstandsgesetz nicht eingehalten zu werden, sofern nur der Wert des 1,1-fachen der allgemeinen primären Membranspannung als Grenze für die überlagerten örtlichen primären Membranspannungen eingehalten wird. Durch Versuche und Berechnungen ist nachgewiesen, dass bei derartigen Begrenzungen der örtlichen primären Membranspannungen keine Beeinträchtigung des Tragverhaltens eintritt.

#### Zu Abschnitt 5.2.3.3 "Sekundäre Spannungen"

Mit der bisherigen Definition wäre die Einstufung von Spannungsspitzen als sekundäre Spannung möglich gewesen. Deshalb wurde eine Ergänzung vorgenommen, die besagt, dass nur der lineare Verlauf der Spannungsverteilung zu den sekundären Spannungen gezählt wird.

#### Zu Abschnitt 5.2.3.4 "Spannungsspitzen"

Mit der bisherigen Definition wären die Spannungserhöhungen an Lochrändern als Membran- und Biegespannung klassifiziert worden. Aus diesem Grunde wurde eine Klarstellung vorgenommen. Des Weiteren wurde die Aussage über die Sprödbruchgefährdung ersatzlos gestrichen. Sprödbruch wurde aufgrund der eingesetzten und zugelassenen Werkstoffe für Reaktorsicherheitsbehälter nie betrachtet und ist auch in der Praxis nicht zu erwarten.

#### Zu Abschnitt 5.2.5 "Zulässige Spannungswerte"

##### Absatz (2)

Diese Ergänzung dient der Klarstellung bei der rechnerischen Berücksichtigung von Schweißnähten.

##### Absatz (6a)

Die Außerachtlassung des Kühlmittelverluststörfalles (ST1) bei der Bildung der Vergleichsspannungsschwingbreiten im Rahmen der Auslegung wird damit begründet, dass die statt dessen vorgeschriebene Beschränkung der Summe von primären und sekundären Spannungen - selbst bei Vernachlässigung derjenigen Wärmespannungen, die mit sich selbst im Gleichgewicht stehen - nicht zu einer Beeinträchtigung des Tragverhaltens und der Dichtigkeit des Sicherheitsbehälters führt und außerdem die geringe spezifizierbare Häufigkeit keine Ermüdungsrisse bewirken kann.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Spannungen aus Zwangskräften und Zwangsmomenten gemäß Abschnitt 3.3, Absatz (2) bei der obengenannten Spannungsbeschränkung zu berücksichtigen sind.

Außerdem erfolgt nach Eintritt eines Kühlmittelverluststörfalles eine Inspektion und zerstörungsfreie Prüfung, falls nennenswerte Drücke und Temperaturen aufgetreten sind.

Aus den obengenannten Gründen ist das AG zu der Überzeugung gelangt, dass die Anforderungen der RSK-LL für DWR Abschnitt 5.1, Absatz (3) in hinreichender Weise erfüllt werden.

#### Zu Abschnitt 5.5.2 "Begrenzung der Erschöpfung infolge Ermüdung" (hier Bild 5.5-1)

Im Bild 5.5-1 musste eine Richtigstellung vorgenommen werden, um die Vorgehensweise bei Verwendung anderer E-Module zu gewährleisten.