

Dokumentationsunterlage
zum Regeländerungsentwurfsvorschlag

KTA 3401.1

**"Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 1,: Werkstoffe und
Erzeugnisformen"**

Inhalt

- 1 Auftrag des KTA**
- 2 Beteiligte Personen**
- 3 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfsvorschlags**

1 Auftrag des KTA

Auf seiner 35. Sitzung am 28.06.1984 beauftragte der KTA den Verein der Deutschen Eisenhüttenleute e.V. (VDEh), federführend zu KTA 3401.1 "Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 1: Werkstoffe und Erzeugnisformen" einen Regeländerungsentwurf mit einer Dokumentationsunterlage durch das Arbeitsgremium, das auch die Fassung 11/82 erarbeitet hat, vorzubereiten, um die Regel dem Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen.

Der Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTER wird beauftragt, den Regeländerungsentwurfsvorschlag zu prüfen und eine Beschlussvorlage für den KTA zu erarbeiten.

2 Beteiligte Personen

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-GS Dr. Lauterborn-Gielow, Köln

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

3 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfsvorschlags

3.1 Allgemeine Bemerkungen

- (1) Anlass zur Erstellung des Regeländerungsentwurfsvorschlags war die Feststellung der Änderungsbedürftigkeit der Fassung 11/82 durch den KTA-Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTSR (UA-SB) in dessen 50. Sitzung am 11.05.1984. Der UA-SB hatte die Feststellung damit begründet, dass die beim Bau der Sicherheitsbehälter Philippsburg und Grohnde gewonnenen Erfahrungen in die Regel einfließen sollen. Der KTA hat diese Feststellung des UA-SB am 28.06.1984 bestätigt und dem bestehenden Arbeitsgremium einen entsprechenden Auftrag erteilt.
- (2) Ausgangspunkt für die Tätigkeit des Arbeitsgremiums waren die Themenliste des UA-SB, die dem Arbeitsgremium mit Schreiben der KTA-Geschäftsstelle vom 06.06.1984 übermittelt worden war, so wie umfangreiche Änderungsvorschläge von Kraftwerk Union AG vom 25.03., 13.06. und 24.11.1984. Die grundsätzlichen Überlegungen des Arbeitsgremiums zur Behandlung der Themenliste sind vom UA-SB in dessen 52. Sitzung am 05.02.1985 erörtert und gebilligt worden.

- (3) Die jetzt vorliegende Fassung des Regeländerungsentwurfsvorschlags ist das Ergebnis von insgesamt 14 Sitzungen des Arbeitsgremiums.
- (4) Der erste Regeländerungsentwurfsvorschlag KTA-Dok.-Nr. 3401.1/86/4 in der Fassung Oktober 1986 wird dem Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTER auf seiner 60. Sitzung am 02.12.1986 zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.
- (5) Der Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTER beschloss auf seiner 60. Sitzung am 02.12.1986 einstimmig, die vorgelegte, Regeländerungsentwurfsvorlage (10/86) für den Fraktionsdurchgang freizugeben.
- (6) Im Rahmen der Einspruchsfrist für den Regeländerungsentwurfsvorschlag KTA 3401.1 (12/86) bis zum 25. April 1987 gingen bei der KTA-Geschäftsstelle folgende Stellungnahmen (Zusammenstellung in KTA-Dok. Nr. 3401.1/87/3) ein:
- Interatom vom 23.03.1987
 - KWU vom 02.04.1987
 - TÜV Baden vom 02.04.1987
 - Hessischer Minister des Inneren vom 10.04.1987
 - Thyssen Henrichshütte AG vom 22.04.1987
 - VdTÜV vom 23.04.1987
 - Prüfstelle der KTA-GS vom 24.04.1987

Die Bearbeitung der Stellungnahmen durch das Arbeitsgremium erfolgte am 02. Juni 1987.

- (7) Die überarbeitete Regeländerungsentwurfsvorlage KTA 3401.1 in der Fassung Juni 1987 (KTA-Dok.-Nr. 3401.1/87/1) sowie die zugehörige Dokumentationsunterlage (KTA-Dok.-Nr. 3401.1/87/1) wurden dem KTA-Unterausschuss SICHERHEITSBEHÄLTER auf seiner Sitzung am 29./30. September 1987 zur Beratung vorgelegt. Der UA-SB hielt die Regeländerungsentwurfsvorlage KTA 3401.1/87/4 in der Fassung Oktober 1987 für geeignet, sie dem KTA zur Verabschiedung vorzulegen. Der KTA beschloss auf seiner 41. Sitzung am 1. Dezember 1987, die vorgelegte Regeländerungsentwurfsvorlage als Regeländerungsentwurf KTA 3401.1 (12/87) zu veröffentlichen.

3.2 Bemerkungen zu den einzelnen Abschnitten

Gegenüber der Fassung 11/82 wurden im Wesentlichen nachfolgende Änderungen vorgenommen:

Zu Abschnitt: Inhalt

Aus dem Inhalt der Fassung 11/82 wurden die ehemaligen Abschnitte 8 (Nahtlose warmumgeformte Flansche) und 9 (Entwässerungs- und Beobachtungsrohre sowie Durchführungen) gestrichen. Der Abschnitt 8 war nach entsprechender Erweiterung des Geltungsbereiches des Abschnitts 6 (Nahtlose Hohlkörper) überflüssig geworden. Entwässerungs- und Beobachtungsrohre sowie Durchführungen sollen in KTA 3407 behandelt werden.

Zu Abschnitt: Grundlagen

Dieser Abschnitt wurde von der KTA-Geschäftsstelle überarbeitet und textlich an KTA 3401.3 angeglichen.

Das Arbeitsgremium hält den Absatz (4) für überflüssig.

Zu Abschnitt 2: Allgemeine Grundsätze

Neu aufgenommen wurden die jetzigen Abschnitte 2.3 (Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung) und 2.4 (Forderungen an den Hersteller).

Der Abschnitt 2.3 soll auf die Mitgeltung der übergeordneten Regelungen in KTA 1401 hinweisen.

Der Abschnitt 2.4 soll die Lücke schließen, die durch die Einstellung der Arbeiten an der KTA 1405 entstanden war.

Zu Abschnitt 8: Schrauben und Muttern sowie Stabstahl für Schrauben und Muttern

Dieser Abschnitt wurde teilweise ergänzt, da es für Schrauben und Muttern für allgemeine Verwendung im Geltungsbereich der KTA 3401.1 bisher keine Regelungen gab. Der sachliche Inhalt entspricht im Wesentlichen dem entsprechenden Abschnitt, der für KTA 3211.1 vorgesehen ist.

Zu den Abschnitten 9 und 10: Hochfeste Schrauben und Muttern für gleitfeste Schraubenverbindungen sowie Stabstahl für hochfeste Schrauben und Muttern und Scheiben für gleitfeste Schraubenverbindungen sowie Flachstahl für Scheiben.

Der ehemalige Abschnitt 10 wurde unterteilt in die jetzigen Abschnitte 9 (Hochfeste Schrauben und Muttern für gleitfeste Schraubenverbindungen) und 10 (Scheiben für gleitfeste Schraubenverbindungen). Hinsichtlich der Regelungen für Prüfungen, Prüfumfang und Beurteilungskriterien wurde der jetzige Abschnitt 9 weitgehend an den Abschnitt 8 angepasst.

Zu Anhang A: Werkstoffkenndaten

Wesentliche Änderungen ergaben sich auch zum Anhang A. Die Anhänge A 1.1 bis 1.3 sind redaktionell zusammengefasst worden. Auf die Anhänge A 5 bis A 7 der Fassung 11/82 konnte unter Bezugnahme auf DIN 17 200 verzichtet werden. Die Aufnahme neuer Werkstoffanhänge war nicht notwendig, da für Schrauben und Muttern zurzeit ausschließlich Werkstoffe nach DIN 17 240 sowie nach DIN ISO 898 Teile 1 und 2 und DIN 267 Teil 1.1 verwendet werden.

Zu den Anhängen B und C: Durchführung von manuellen Ultraschallprüfungen und Durchführung von Oberflächenrissprüfung nach dem Magnetpulver und Eindringverfahren.

Diese Anhänge wurden neu aufgenommen. Die Festlegungen entsprechen sachlich den Anhängen B und D von KTA 3201.3 (12/87).

Zu Anhang D: Ermittlung der seitlichen Breitung im Kerbschlagbiegeversuch

Dieser Anhang wurde neu aufgenommen, um nicht auf die ASTM 370 verweisen zu müssen.

3.3 Bemerkungen zum Regeltext

3.3.1 Themenliste des UA-SB

- (1) Der gesamte Regeltext wurde gründlich überarbeitet, wobei in Übereinstimmung mit der Themenliste des UA-SB vorrangig folgende Ziele verfolgt wurden:
 - Beschränkung der Vorprüfung auf Ausnahmefälle
 - Erstellung von Abweichungsberichten durch den Hersteller
 - Anpassung der Regelungen für die Probenentnahme aus Blechen und Kumpelteilen an DIN 17 102
 - Beschränkung auf Forderungen an die Kerbschlagzähigkeit als maßgebendes Kriterium für Sprödbrechtsicherheit
 - Nachweis der Kerbschlagarbeit in der Hochlage an jedem Probenentnahmeort unter Verzicht auf die Ermittlung vollständiger Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurven an ausgewählten Probenentnahmeorten
 - Zusammenstellung allgemeingültiger Regelungen zur Durchführung manueller Ultraschallprüfungen im Anhang B und zur Durchführung von Oberflächenrissprüfungen im Anhang C
 - Übergang ausschließlich terminsichernder Prüfungen, z. B. der zerstörungsfreien Prüfung der Schweißkanten, in die alleinige Zuständigkeit des Herstellers
 - Anpassung der ergebnisformabhängigen Vorgaben für die zerstörungsfreien Prüfungen an die im Bereich außerhalb der Kerntechnik gültigen Regelungen, z.B. SEL 072, SEP 1915, SEP 118 und SEP 1921.
- (2) In der Fassung 11/82 von KTA 3401.1 werden bei Werkstoffen für Bleche (Abschnitt 4) und aus Blechen geformte Werkstücke (Abschnitt 5), sofern sie bei der Weiterverarbeitung in Dickenrichtung beansprucht oder für Stützen verwendet werden, sowie für nahtlose Hohlkörper (Abschnitt 6) und geschweißte Stützen (Abschnitt 7) Forderungen an die Brucheinschnürung von Senkrechtpuben gestellt. Der Mittelwert der Brucheinschnürung von drei Proben darf 45 %, der kleinste Einzelwert 35 % nicht unterschreiten. In den jetzt vorliegenden Regeländerungsentwurfsvorschlag werden Forderungen an die Brucheinschnürung von Senkrechtpuben nur noch dann gestellt, wenn bei der Weiterverarbeitung, ausgenommen bei Anschweißteilen, eine Beanspruchung in Dickenrichtung zu erwarten ist. Die Höhe der bauteilbedingten Forderungen wurde an die Festlegung in der Richtlinie DASt 014 des Deutschen Ausschusses für Stahlbau "Empfehlungen zum Vermeiden von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl" angepasst. Nach dieser Richtlinie wird auf der Grundlage einer umfassenden Auswertung von Schadensfällen unter Berücksichtigung aller fertigungs- und konstruktionsbedingten Einflussgrößen für den ungünstigsten Beanspruchungsfall gefordert, dass der Mittelwert der Brucheinschnürung von drei Senkrechtpuben 35%, der kleinste Einzelwert 25 % nicht unterschreiten darf.
- (3) Mit zwei Ausnahmen würden die Änderungen einvernehmlich getroffen. Die beiden Ausnahmen betreffen die Prüftemperatur für den Nachweis der Kerbschlagarbeit bei Erzeugnisformen nach den Abschnitten 4 bis 7 (siehe hierzu Abschnitt 3.3.2 dieser Unterlage) und die Begutachtung der Werkstoffe für Schrauben, Muttern und Scheiben (siehe hierzu Abschnitt 3.3.3 dieser Unterlage).

3.3.2 Prüftemperatur für den Nachweis der Kerbschlagarbeit

- (1) Die Meinungsverschiedenheiten bezüglich der Prüftemperatur für den Nachweis der Kerbschlagarbeit beruhen letztlich auf unterschiedlichen Auffassungen darüber, ob bei Verzicht auf Forderungen an die NDT-Temperatur ein Wert der Kerbschlagarbeit von 68 J als ausreichendes Kriterium für Sprödbrechtsicherheit werkstoffabhängig oder werkstoffunabhängig zu sehen ist. Wegen der grundsätzlichen Bedeutung dieser Frage soll hierauf etwas ausführlicher eingegangen werden.
- (2) Die Überlegungen zum Verzicht auf die NDT-Temperatur als Auslegungskriterium für Sicherheit gegen Versagen durch Sprödbbruch wurden gestützt durch die Regelung im ASME-Code, nach der der Nachweis der Sprödbrechtsicherheit alternativ im Kerbschlagbiegeversuch oder im Fallgewichtsversuch nach Pellini erbracht werden kann. Letztlich entscheidend waren jedoch die umfangreichen Ergebnisse von Großzugversuchen an Stählen für den Reaktorsicherheitsbehälter. Im Verlauf der sehr ausführlichen Erörterung dieser Ergebnisse gewann das Arbeitsgremium die Überzeugung, dass ein den bisher für den Reaktorsicherheitsbehälter verwendeten, gut bekannten Stahlsorten und unter Berücksichtigung der maximalen Beanspruchung des Reaktorsicherheitsbehälters bei der Druckprüfung erfahrungsgemäß ausreichende Sicherheit gegen Sprödbbruch angenommen werden darf, wenn die Stähle bei der Temperatur der Druckprüfung kleinste Werte der Kerbschlagarbeit (ISO-V, quer) von mindestens 68 J aufweisen und diese Forderung auch von Schweißgut und Wärmeeinflusszone erfüllt wird und darüber hinaus die kleinsten Werte der Kerbschlagarbeit in der Hochlage mindestens 100 J betragen.
- (3) Allerdings gaben insbesondere die Stahlhersteller auch zu bedenken, dass die genannten Forderungen an die Kerbschlagarbeit als alleiniges Kriterium ausreichender Sprödbrechtsicherheit ohne Berücksichtigung des Verformungs-

und Bruchverhaltens der Stähle auch unter anderen Prüfbedingungen nicht auf beliebige andere Stahlsorten oder Anwendungsfälle übertragbar sind. Die Feststellung hinreichender Kriterien für Sprödbuchtsicherheit sei eine der Aufgaben der Werkstoffbegutachtung. Die Notwendigkeit der Festlegung anderer oder zusätzlicher Kriterien in Abhängigkeit vom Typ des Stahles dürfe nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

- (4) Der Vertreter der MPA Stuttgart führte hierzu aus, unter zwei wesentlichen Voraussetzungen genüge nach Ansicht der MPA Stuttgart die Kerbschlagarbeit als alleiniges Kriterium ausreichend zähen Bruchverhaltens. Diese beiden Voraussetzungen seien:
 - a) Der Stahl muss eingehend erprobt sein.
 - b) Der Stahl darf in der Wärmeeinflusszone nicht verspröden.
 - (5) Im Zusammenhang mit der Frage, ob es bei Abnahmeprüfungen genüge, den Nachweis zu erbringen, dass die Forderungen an die Kerbschlagarbeit in der Hochlage und beider niedrigsten Beanspruchungstemperatur erfüllt sind, wurde herausgestellt, dass die im Regelwerk festgelegte Forderung an die Kerbschlagarbeit bei der niedrigsten Beanspruchungstemperatur (kleinster Einzelwert A (ISO-V) gleich, oder größer als 68 J) auch für die Wärmeeinflusszone gilt, im Abnahmeversuch aber nur der Grundwerkstoff geprüft wird. Ob der Nachweis am Grundwerkstoff ausreicht, müsse im Rahmen der vorausgesetzten eingehenden Erprobung geklärt werden. Die Stahlhersteller wiesen darauf hin, die aus den Großzugversuchen abgeleiteten Erkenntnisse beträfen Stähle, die sich infolge ihres besonders feinkörnigen Gefügestandes durch eine besonders günstige Lage der Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurve auszeichnen. Diese besonders günstige Lage der Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurve müsse im Abnahmeversuch bestätigt werden. Damit das Prüfergebnis im Abnahmeversuch als hinreichende Kontrolle der Qualitätsidentität mit dem bei der Begutachtung im Sinne ausreichender Sprödbuchtsicherheit umfassend untersuchten Werkstoff gewertet werden darf, müsse bei Verzicht auf Forderungen an die NDT-Temperatur der Nachweis der Kerbschlagarbeit im
- Schönherr, W.: Werkstoffkundliche und konstruktive Maßnahmen zum Vermeiden von Lamellen (Terrassen-) Brüchen in Schweißkonstruktionen. DVS-Berichte, Band 50 "Schweißen und Schneiden 1978 - Fortschritt und Qualität", Düsseldorf 1978, S. 83/87.
- Abnahmeversuch bei einer für die Zähigkeitscharakteristik kennzeichnenden Prüftemperatur erbracht werden. Die Prüftemperatur sei deshalb werkstoffabhängig nach Maßgabe der Begutachtung und nicht variabel in Abhängigkeit von der niedrigsten Beanspruchungstemperatur des Bauteils festzulegen. Für Stähle mit Feinkorncharakter sei zur Identitätsprüfung allgemein die Prüftemperatur -20 °C üblich.
- (6) Mehrheitlich war das Arbeitsgremium der Meinung, es genüge die Prüfung bei der niedrigsten Beanspruchungstemperatur, wenn bei dieser Temperatur der im Werkstoffanhang oder im Werkstoffgutachten des Sachverständigen werkstoffgerecht festgelegte Mindestwert der Kerbschlagarbeit nachgewiesen wird und bei dessen Festlegung bedacht wird, dass auch die Wärmeeinflusszone der im Regelwerk festgelegten Bauteilanforderung genügen muss.
 - (7) Wiederum einvernehmlich war man der Auffassung, auch bei Verzicht auf Forderungen an die NDT-Temperatur solle, die NDT-Temperatur im Rahmen der Werkstoffbegutachtung zunächst auch weiterhin zur allgemeinen Kennzeichnung des Sprödbuchtsübergangsverhaltens ermittelt werden.

3.3.3 Begutachtung der Werkstoffe für Schrauben, Muttern und Scheiben

- (1) Schon in der Fassung 11/82 von KTA 3401.1 war der allgemeine Grundsatz, nur nach KTA 1406 begutachtete Werkstoffe dürften eingesetzt werden, dadurch eingeschränkt worden, dass in den Anhängen A 5 (34 CrMo 4), A 6 (42 CrMo 4) und A 7 (C 45) ausgesagt wurde, für diese Werkstoffe gelte die Begutachtung innerhalb des festgelegten Anwendungs- und Abmessungsbereiches aufgrund ihrer Bewährung als erbracht.
- (2) Aufgrund der Feststellung, auch für die Werkstoffe nach den Anhängen A 2 (40 NiCrMo 8 4), A 3 (26 NiCrMo 14 6) und A 4 (20 NiCrMo 14 5) dürfe inzwischen ausreichende Bewährung angenommen werden, obwohl die geforderte Begutachtung nach KTA 1406 noch nicht abgeschlossen ist, wurde in dem jetzt vorliegenden Regeländerungsentwurfsvorschlag gegen die Stimme der Technischen Überwachung festgelegt, dass grundsätzlich für alle Werkstoffe für Schrauben, Muttern und Scheiben die für Werkstoffe zur Verwendung außerhalb des Bereiches der Kerntechnik vorgesehene Begutachtung ausreicht.