

II—3428 der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrates
XIV. Gesetzgebungsperiode

DER BUNDESMINISTER
FÜR BAUTEN UND TECHNIK
Zl. 10.101/11-I/1/78

Wien, am 14. März 1978

Parlamentarische Anfrage Nr. 1641
der Abg. Dr. Wiesinger und Gen. betr.
Sicherheit des Druckkessels des
Kernkraftwerkes Zwentendorf.

1588/AB

1978 -03- 15

zu 1641/J

An den
Herrn Präsidenten des Nationalrates
Anton Benya

Parlament
1010 Wien

Auf die Anfrage Nr. 1641, welche die Abgeordneten Dr. Wiesinger und Genossen am 3.2.1978 betreffend Sicherheit des Druckkessels des Kernkraftwerkes Zwentendorf an mich gerichtet haben, beehre ich mich folgendes mitzuteilen :

Zu 1:)

Das Reaktordruckgefäß wird im Betrieb mit einem Innendruck von 72,4 bar beansprucht. Bemessen ist das Reaktordruckgefäß für einen Innendruck von 90,8 bar. Erprobt wurde das Reaktordruckgefäß mit 117,3 bar. Im Betrieb kann dieser Druck nie erreicht werden, weil er durch Anordnung von Sicherheitsventilen und zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen mit dreifacher Redundanz gegen Drucküberschreitung abgesichert ist. Die garantierte Mindestzugfestigkeit des verwendeten Werkstoffes ASTM A 508 Cl. II beträgt 570 N/mm². Dieser Wert würde nach der Formel zur Berechnung von zylindrischen Wandungen bei einem Druck von rund 220 bar erreicht, das ist das Dreifache des Betriebsdruckes. Tatsächlich liegt die Zugfestigkeit des Werkstoffes zwischen 590 und 615 N/mm².

-2-

Zu 2:)

Zwischen dem zylindrischen Mantelteil des Reaktordruckgefäßes und dem kalottenförmigen Boden ist ein massiver Stützring aus Schmiedestahl vorgesehen. Die Schweißnaht zwischen Stützring und Boden ist derart bemessen und ausgeführt, daß sie der Festigkeit des zylindrischen Mantelteiles bei statischer Belastung mindestens gleichwertig ist. Von einer Schwachstelle kann sohin nicht die Rede sein.

Zu 3:)

Die oben erwähnte Schweißnaht befindet sich an einer Stelle, wo auf Grund der geometrischen Verhältnisse Biegespannungen auftreten. Diese Biegespannungen bewirken an der inneren Oberfläche des Reaktordruckgefäßes im Schweißnahtbereich Zugsspannungen von etwa 300 N/mm². Dies entspricht der garantierten Mindestwarmstreckgrenze des Werkstoffes bei 300°C. Tatsächlich liegt die Warmstreckgrenze für 300°C über 400 N/mm².

Zu 4:)

Die rechnerisch ermittelten Spannungswerte im Reaktordruckgefäß wurden anlässlich der ersten Erprobung mittels Dehnmeßstreifen nachgeprüft und zeigten gute Übereinstimmung. Die Auswirkung der Strahlung auf den Reaktorwerkstoff ist weitgehend bekannt und wurde bei Auslegung des Reaktordruckgefäßes untersucht. Zur Überwachung des Werkstoffverhaltens wurden überdies Einhängeproben vorgesehen, die in regelmäßigen Zeitabschnitten geprüft werden. Im Hinblick auf die gering schwellende Belastung des Reaktordruckgefäßes wurden ferner an zwei Flachprobestücken mit analoger Schweißkonstruktion Biege-Schwellversuche durchgeführt.

Zu 5:)

Die Betriebstemperatur des Reaktordruckgefäßes beträgt 286°C. Bei dieser Temperatur sind keinerlei materialschädigenden Einflüsse zu erwarten. Die Herabsetzung der Streckgrenze von

-3-

350 N/mm² bei Raumtemperatur auf 300 N/mm² wurde bereits bei der Dimensionierung des Reaktordruckgefäßes berücksichtigt. Das Innere des Reaktordruckgefäßes ist mit einer mindestens 5 mm dicken korrosionsbeständigen Schutzschicht aus austenitischem Stahl versehen, sodaß Korrosionen ausgeschlossen sind. Die Auswirkung einer energiereichen Strahlung auf Stahlwerkstoffe zeigt sich in einem Anstieg der NDT (Sprödbbruchtemperatur). Der gesamte integrierte schnelle Neutronenfluß (Fluenz nvt) über die vorgesehene Lebensdauer des Reaktordruckgefäßes von 40 Jahren beträgt an der Reaktordruckgefäßwandung 10^{18}cm^{-2} . Bei dieser Dosis tritt praktisch auch kein Anstieg von NDT ein.

Zu 6:)

Gemäß Abschnitt III/1 B Ziff.2 Anlage 2 zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für die Herstellung von Dampfkesseln, BGBl.Nr.264/1949, sind Schweißverbindungen dort zu vermeiden, wo erhebliche Biegebeanspruchungen zu erwarten sind. Aus konstruktiven Gründen ist am Reaktordruckgefäß der untere Boden als Kalotte ausgeführt, die mit einer Rundschweißnaht mit dem Stützring des Mantels verbunden ist. Diese Schweißnaht liegt im Bereich von Biegespannungen. Die Anordnung eines tief gewölbten Bodens, bei dem die Anschlußnähte außerhalb der Biegezone liegen, war nicht möglich, weil sonst im Krepfenbereich die Durchdringungen für die Umwälzpumpen aufzunehmen gewesen wären.

Die aus dem Jahre 1949 stammende Empfehlung für die Vermeidung von Schweißnähten in Biegezonen ist für normale Schweißnähte sicher auch heute noch aktuell, doch hat die Schweißtechnik in den verflossenen 30 Jahren solche Fortschritte gemacht, daß in Sonderfällen ohne Einbuße an Sicherheit Schweißnähte in Biegezonen angeordnet werden können. So hat heute ein Großteil aller Heizkessel ebene Böden, die mit einer Ecknaht mit dem zylindrischen Mantel verbunden sind. Es gibt auch zahlreiche Rundnähte zwischen zylindrischen und kegeligen Schalen von Druckgefäßen, die ähnlich wie die Bodenrundnaht am Reaktordruckgefäß beansprucht werden und die absolut sicher sind. Wegen der eingangs erwähnten geometrischen Erfordernisse hat die Gemeinschaftskern-

kraftwerk Tullnerfeld Ges.m.b.H., Zwentendorf, beim Bundesministerium für Bauten und Technik um die Bewilligung angesucht, die Bodenschweißnaht wie vorgesehen ausführen zu dürfen. Auf Grund dieses Antrages hat mein Ressort zunächst ein Schweizer Unternehmen beauftragt, eine genaue Spannungsanalyse im Bodenbereich zu erstellen. Das Ergebnis dieser Analyse stimmte mit den Angaben der GKT über die Spannungsverhältnisse im Bereich der Bodenschweißnaht überein. Beim Betriebsdruck liegen demnach die Spannungsspitzen in der Höhe der garantierten Mindestwarmstreckgrenze. Bei rein statischer Beanspruchung ist dies ohne weiteres statthaft, weil die höchsten Spannungen nur im Randbereich auftreten und dort durch Verformungen sich selbst abbauen und begrenzen. Da aber die Betriebsweise eines Reaktordruckgefäßes eine beschränkte Anzahl von Druckwechsel bedingt, war zu untersuchen, ob von dieser Seite die Beanspruchung der Bodenschweißnaht vertretbar ist. Als Anhaltspunkt kann der ASME-Code herangezogen werden, welcher wegen seiner umfassenden Genauigkeit in aller Welt anerkannt wird. Nach diesem Code ergibt sich für diese gering schwellenden Beanspruchungen eine Ermüdungssicherheit von 0,1 (d.s. 10 % der zulässigen Ermüdung).

Da die Werte nach ASME-Code sich nur auf den Grundwerkstoff beziehen, für das Schweißgut hingegen keine Werte vorliegen, hat mein Ressort gegen diese Schweißnaht anfangs Bedenken angemeldet. Nachdem in der Bundesrepublik Deutschland ähnliche Reaktordruckgefäße von den zuständigen Behörden bereits genehmigt worden sind, wurde mit diesen Behörden Verbindung aufgenommen. Es wurde in der Bundesrepublik Deutschland von den zuständigen Experten einhellig die Versicherung abgegeben, daß gegen die Art der Bodenschweißnaht keine Bedenken bestehen, zumal an einem Versuchsbehälter im Maßstab 1:3 umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt worden sind. Vor allem wurde darauf hingewiesen, daß diese Rundnaht eher den Charakter einer Stumpfnahht hätte, etwa wie bei kegeligen Schüssen. Trotz dieser Auskünfte hat das Bundesministerium für Bauten und Technik von der GKT verlangt, durch Versuche den Beweis zu erbringen, daß die Schweißnaht den zu erwartenden Beanspruchungen mit Sicherheit standhalten wird. Demgemäß wurden zwei Flachprobestücke mit der kompletten Bodenschweißkonstruktion einschließlich Plattierung aus dem gleichen Werkstoff im Maßstab 1:1 hergestellt und einem Dauerversuch unterzogen.

-5-

Hiezu wurden die auf Grund der bisherigen Erfahrungen zu erwartenden Beanspruchungen des Reaktordruckgefäßes im Laufe der gesamten Lebensdauer von 40 Jahren hinsichtlich der Höhe des Innendruckes und der Anzahl der Lastwechsel zu einem Lastblock zusammengestellt. Hiebei wurden die geschätzten Lastwechselzahlen mit mehrfacher Sicherheit festgelegt, weil dieser Lastblock gleichzeitig die Grenzen der Benützbarkeit des Reaktordruckgefäßes vorgibt.

Der genaue Umfang aller Sicherheitsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Genehmigung der Bodenschweißnaht wurde auf Grund der von den Beamten meines Ressorts angestellten Überlegungen bei einer hiezu einberufenen Konferenz vereinbart, an der namhafte Experten des In- und Auslandes teilnahmen. Das Ergebnis dieser Konferenz ist in den Bedingungen des Bescheides vom 30. November 1972, Zl. 554.107-III/21-1972, berücksichtigt, mit dem die Genehmigung der Bodenschweißnaht erfolgte. Im folgenden sind einige jener Bedingungen des Bescheides wiedergegeben, welche die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen festlegen:

1. Es sind zwei Flachprobestücke gemäß Sulzer Zeichnung-Nr. 2-103.081.752 vom 3.10.1972 herzustellen. Die für die Herstellung der Proben verwendeten Werkstoffe müssen jenen des auszuführenden Reaktordruckgefäßes entsprechen.
6. Schweißnähte und Einflußzonen sind mittels Ultraschall-, Röntgen-, Magnetpulver- und Farbeindringverfahren auf Fehler zu untersuchen (Ultraschallprüfung auch von den Seitenflächen her). Die zerstörungsfreien Prüfungen sind gemäß AEG-Prüfspezifikation Nr. GKT-SP-D-01 durchzuführen und zu bewerten. Aufgefundene Fehler, die innerhalb des festgelegten Toleranzfeldes liegen, dürfen nicht korrigiert werden; sie sind in einem Fehlerkatalog festzuhalten.
7. Die Seitenflächen der Proben sind mittels eines elastischen Kunststoffüberzuges gegen Korrosionen zu schützen.
8. Die beiden Probestücke sind bei Raumtemperatur unter Wasser (Reaktorqualität) einer Schwellbeanspruchung zu unterwerfen, wobei 20 Lastblöcke entsprechend GKT-Skizze Nr. GKT/ZK 002 vom 8.11.1972 in der zugseitigen Oberfläche der Probestücke in der

-6-

Schweißnahtmitte aufzubringen sind. Die Spannungen sind mittels mindestens 5 Dehnmeßstreifen zu kontrollieren. Die Prüffrequenz ist mit der ausführenden Versuchsanstalt zu vereinbaren, darf jedoch nicht höher als 8 LW/min liegen.

9. Die Probestücke sind nach Aufbringen von je 5 Lastblöcken in der Plattierung auf Rißbildung oder Fehleraufweitung zu untersuchen. Werden solche festgestellt, so ist das betreffende Probestück einer Schwellbeanspruchung hoher Frequenz über $1 \cdot 10^6$ LW bei einer Spannung von 28 kp/mm² mit einer Schwingungsweite von $\pm 0,4$ kp/mm² zu unterziehen, sofern dies versuchstechnisch durchführbar ist. Die aufgefundenen Risse dürfen nach dieser Prüfung nicht in den ferritischen Teil des Prüfstückes eingedrungen sein.

10. Nach Durchführung der Versuche sind beide Probestücke mittels Ultraschall und Farbeindringverfahren unter besonderer Beachtung des Fehlerkataloges auf Rißbildungen und Rißausbreitungen in dem in Bedingung 6 festgelegten Umfang zu untersuchen. Im Fehlerkatalog eingetragene Anzeigen dürfen Ersatzfehlergröße 12, neue Anzeigen dürfen Ersatzfehlergröße 8 nach AVG nicht überschreiten. Häufigkeit und Lage der Anzeigen ist von der ausführenden Versuchsanstalt gesondert zu beurteilen. Risse in der Plattierung, die nicht in das ferritische Grundmaterial reichen, sind für das Versuchsergebnis unbeachtlich, müssen jedoch im Versuchsbericht besonders hervorgehoben werden.

11. Die Versuche sowie die Prüfungen nach Bedingung 10 sind an einer in Österreich hiezu autorisierten Versuchsanstalt durchzuführen, welcher auch die Begutachtung des Versuchsergebnisses obliegt. Dem Gutachten muß zu entnehmen sein, daß die Festigkeitseigenschaften der geprüften Schweißkonstruktion den gestellten Forderungen entspricht. Die Glühdiagramme (Bedingung 5) und der Fehlerkatalog (Bedingung 6) sowie die Skizze GKT/ZK 002 sind dem Gutachten beizulegen.

13. Anlässlich der ersten Erprobung des Reaktordruckgefäßes ist an Hand von Spannungsmessungen nachzuweisen, daß die dem Lastblock zu Grunde gelegten rechnermäßigen Spannungen nicht geringer sind als die bei der Erprobung tatsächlich auftretenden Spannungen.

-7-

14. Während der ersten Erprobung ist mittels Schall-emissionsmessung gemäß dem letzten Stand der Technik die Schweißnaht auf Rißentstehung und Rißausbreitung zu überwachen.
15. Nach der ersten Erprobung ist eine zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht einschließlich der Übergangszonen durchzuführen .
16. Alljährlich ist im Rahmen des Brennelementwechsels eine Ultraschallprüfung der Schweißkonstruktion von außen und nach den dem Stand der Technik entsprechenden Möglichkeiten eine optische Prüfung der polierten Innenfläche (voraussichtlich mittels Farbfernsehkamera) durchzuführen.

Zu diesen Bedingungen ist zu bemerken, daß die Prüftemperatur für die Schwellversuche von 20°C (Raumtemperatur) deshalb gewählt wurde, weil bekannt ist, daß der Einfluß der Temperatur auf die Dauerfestigkeit ferritischer Stähle bis etwa 350°C nicht signifikant ist und weil der Prüfaufwand für Dauerversuche bei erhöhten Temperaturen unverhältnismäßig hoch wäre. Wie in Bedingung 8 festgelegt wurde, mußte der Lastblock 20mal durchfahren werden, das heißt, daß hier zumindest mit einer 20fachen Sicherheit vorgegangen wurde. Damit wurde jedenfalls der Einfluß der höheren Temperatur weit abgedeckt.

Da die Übertragung der Versuchsergebnisse auf die Bodenschweißnaht am Reaktordruckgefäß selbst dann vertretbar ist, wenn die Schweißnaht keine nennenswerten Schweißfehler aufweist, die herkömmlichen zerstörungsfreien Prüfverfahren jedoch noch einen geringen Unsicherheitsfaktor in sich bergen, weil sowohl bei einer Durchstrahlungsprüfung als auch bei einer Ultraschallprüfung menschliches Versagen nicht ausschließbar ist, hat mein Ressort die Anwendung eines neuartigen Ganzheitsprüfverfahrens angeordnet. In Bedingung 14 ist die Durchführung einer Schallemissionsanalyse verlangt worden. Bei diesem Verfahren werden die im Stahl während des Aufdrückens bei der Wasserdruckprobe entstehenden Verformungsgeräusche analysiert. Diese Analyse erlaubt die Feststellung, ob in dem Bauwerk Fehler enthalten sind, die zu plastischen Verformungen oder Anrissen führen. Mein Ressort ist hier einen neuen

Weg gegangen, um jede Möglichkeit auszunützen, allfällig vorhandene und bei den mehrmaligen Prüfungen übersehene Herstellungsmängel am Reaktordruckgefäß zu entdecken. Es war dies zum ersten Mal in der Geschichte der Reaktortechnologie, daß eine Genehmigungsbehörde eine solche Maßnahme vorgeschrieben hat. In den Vereinigten Staaten waren zu Forschungszwecken bereits mehrmals solche Prüfungen an Reaktordruckgefäßen durchgeführt worden, welche gezeigt haben, daß das Verfahren für den gegenständlichen Zweck bereits voll anwendbar ist.

Schließlich wird noch auf Bedingung 16 verwiesen, welche die optische Prüfung der Plattierung verlangt. Damit kann kontrolliert werden, daß die Plattierung ihren Zweck erfüllt und das Speisewasser vom ferritischen Teil des Reaktordruckgefäßes zuverlässig abgehalten wird, sodaß Korrosionen ausgeschlossen sind.

Auf Grund des Bescheides hat die GKT die Schweißtechnische Zentralanstalt in Wien mit der Durchführung der Schwellversuche beauftragt. Das Ergebnis dieser Versuche zeigte, daß die Festigkeit der Schweißnahtkonstruktion absolut hinreichend ist und den vorgegebenen Maximalbelastungen mit Sicherheit für die gesamte Lebensdauer des Reaktordruckgefäßes standhalten wird.

Im Jänner 1976 wurde die Erprobung des fertigen Reaktordruckgefäßes durchgeführt. Hierbei wurde das Reaktordruckgefäß mit warmem Wasser von 55°C bei einem Druck von 117,3 bar beansprucht. Anlässlich dieser Prüfung wurde die Schallemissionsanalyse vorgenommen, und zwar nicht nur für die Bodenschweißnaht sondern für das gesamte Reaktordruckgefäß einschließlich aller direkt anschließenden Rohrleitungen. Gleichzeitig wurden die auftretenden Spannungen an der Innen- und Außenseite des Reaktordruckgefäßes an allen kritischen Punkten mittels Dehnungsmessungen ermittelt. Nach dem erfolgreichen Abschluß dieser Prüfungen ist festzustellen, daß das Reaktordruckgefäß sowohl in konstruktiver Hinsicht als auch herstellungsmäßig allen Anforderungen entspricht und auf Grund der weiters vorgeschriebenen wiederkehrenden Untersuchungen während des Betriebes des Kernkraftwerkes allen auftretenden Beanspruchungen standhalten wird.

-9-

Im Rahmen einer Tagung der Internationalen Atomenergiebehörde über Reaktorsicherheit wurde vom österreichischen Vertreter ein Bericht über die Durchführung der Schallemissionsanalyse am Reaktordruckgefäß für Zwentendorf erstattet, der weltweite Beachtung gefunden hat. So werden nunmehr auch im Ausland auf Anordnung von Behörden Reaktordruckgefäße nach dem Schallemissionsanalyseverfahren überprüft.

Zu 7:)

Auf Grund der Bedingung 13 des Bescheides wurde mittels Dehnmessstreifen anlässlich der Durchführung der ersten Wasserdruckprobe nachgewiesen, daß die auftretenden Spannungen nicht höher sind als den Berechnungen zugrundegelegt worden ist.

Zu 8:)

Bei einer vollständigen Abtrennung des Bodens würde das Reaktordruckgefäß durch den Rückstoß des nach unten austretenden Dampfes von seiner Standfläche abheben. Durch die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen ist dieser Fall jedoch auszuschließen.

Zu 9:)

Der Sicherheitsbehälter ist derart ausgelegt, daß er den größten anzunehmenden Unfall (GAU) aufnehmen kann. Es ist dies der Bruch eines Frischdampfstützens oder Speisewasserstützens am Reaktordruckgefäß. Für die Aufnahme der bei einer Explosion des Reaktordruckgefäßes entstehenden Druckwelle ist der Sicherheitsbehälter nicht ausgelegt. Im Regierungsbericht über die Kernenergie ist auf Seite 134, 2. Absatz, auf die Konzeption des Sicherheitssystems verwiesen, wobei ausgeführt wird, daß die hohen Sicherheitsansprüche an die Integrität des Reaktordruckgefäßes zu den nach internationalen Maßstäben überdurchschnittlich hohen und zum Teil neuartigen Sicherheitsmaßnahmen in Österreich geführt haben. Im übrigen verweise ich auf die Beantwortung zu Frage 6).

-10-

Zu 10:)

Die Genehmigung des Reaktordruckgefäßes wurde von keinem Beamten meines Ressorts verweigert. Als im Zuge der eingehenden Befassung des Ressorts mit der Konstruktion des Gefäßes die Fragen der Schweißtechnik zum Schwerpunkt wurden, wurde die Angelegenheit einem in dieser Hinsicht besonders qualifizierten Beamten übertragen.

