

## Kurze Bewertung der Situation hinsichtlich Voreilproben bei GKN I

Die folgende Bewertung zur Situation hinsichtlich der für den Sicherheitsnachweis zum Reaktordruckbehälter relevanten Voreilproben basiert auf Angaben des Umweltministeriums Baden-Württemberg [1]/[2].

### Hintergrund

Die zentrale und sicherheitstechnisch wichtigste Komponente eines Atomkraftwerkes mit Druckwasserreaktor ist der Reaktordruckbehälter. In ihm befindet sich der Kernbrennstoff aus dem durch die Spaltprozesse - neben der Wärme zur Stromproduktion - Neutronen- und Gamma-Strahlung abgegeben wird. Diese Strahlung trifft auf die Wand des Reaktordruckbehälters und bewirkt dort in Abhängigkeit von Strahlungsintensität und -dauer Veränderungen im Material aus dem der Behälter gefertigt ist. Diese Veränderungen können die Festigkeit des Materials verringern und haben daher Einfluss auf die Lebensdauer der Komponente Reaktordruckbehälter.

Ein Bersten des durch Wärme und hohem Druck beaufschlagten Reaktordruckbehälters könnte, selbst wenn alle Sicherheitssysteme funktionieren würden, nicht beherrscht werden. Es würde zwangsläufig zu einem schweren Unfall führen, bei dem frühzeitiges Versagen des Containments verbunden mit großen Freisetzungen radioaktiver Stoffe wahrscheinlich ist.

Für den Betrieb eines Atomkraftwerkes muss daher die Sicherheit des Reaktordruckbehälters gegen spontanes Versagen im Normalbetrieb sowie bei Belastungen durch angenommene Störfallabläufe entsprechend den Anforderungen einschlägiger Vorschriften nachgewiesen werden (Sprödbruchsicherheitsnachweis). Dabei wird das Verhalten des Materials auf Grundlage von zum Teil durch Versuche mit Proben des Ausgangsmaterials ermittelter Materialkennwerte rechnerisch simuliert. Quasi zur Absicherung der Simulation werden so genannte Voreilproben aus dem gleichen Material wie der Reaktordruckbehälter in den Reaktor eingehängt, deren Bestrahlung „intensiver“ ist als die der Reaktordruckbehälterwand, da sie näher am Reaktorkern sind. Das heißt, der Materialzustand durch Bestrahlung wird in diesen Proben voreilend zur Reaktordruckbehälterwand erreicht.

Welche Verschlechterung des Materialzustandes während des Betriebes unter Sicherheitsaspekten maximal zulässig ist, wird durch Begrenzung einer bestimmten Neutronenfluenz (vereinfacht: Gesamtzahl von Neutronen in einem bestimmten Materialbereich innerhalb einer bestimmten Zeit) festgelegt [3]. Der Materialzustand bzw. bestimmte Kennwerte bezüglich dieser Neutronenfluenz werden durch Entnahme der Voreilproben aus dem Reaktor und Durchführung bestimmter Versuche mit diesen geprüft.

## Umweltministerium zu GKN I [2]

In den Reaktor GKN I wurden 1976 während des Warmprobetriebes zwei Probensätze eingehängt. Der erste Probensatz wurde 1977, der zweite 1979 zur Prüfung entnommen. Im Jahr 1980 wurde ein dritter Probensatz eingesetzt und 1984 wieder entnommen. Die Auswertung der mit diesen Proben durchgeführten Versuche bestätigt laut baden-württembergischen Umweltministeriums die bei der Auslegung erwarteten Veränderungen der Materialeigenschaften.

Der Fluenzvoreilfaktor (vereinfacht: Verhältnis der auf die Proben treffenden Neutronenzahl zu der in gleicher Zeit auf die Reaktordruckbehälterwand treffende Neutronenzahl) für die Proben betrug zwischen 12,6 und 14,2. Das Bestrahlungsüberwachungsprogramm ist für GKN I abgeschlossen. Ein zukünftiges Versagen des Reaktordruckbehälters wird ausgeschlossen.

Probleme bezüglich der unterschiedlichen Neutronenflussdichten für Voreilproben und Reaktordruckbehälterwand werden nicht gesehen. Ein Einfluss der Gamma-Strahlung auf das Materialverhalten wird mit Bezug auf eine Stellungnahme der Reaktorsicherheitskommission ebenfalls nicht gesehen.

## Vergleich mit der Vorschrift

Die für den Umgang mit Voreilproben entscheidende Vorschrift ist die kerntechnische Regel KTA 3203 in der Fassung von 2001 [4]. Deren Anforderungen werden im Folgenden mit den Angaben des baden-württembergischen Umweltministeriums [2] verglichen.

Die Forderung 4.4 der Regel nach mindestens zwei Voreilproben (für den bestrahlten Zustand) ist für GKN I erfüllt.

Nach 4.5 (1) der Regel sollen die Probensätze frühestens nach dem Warmprobetrieb eingesetzt werden. Bei GKN I wurden zwei Probensätze bereits während des Warmprobetriebes eingesetzt.

Nach 4.5 (2) der Regel ist die Entnahme bei zwei Probensätze so zu wählen, dass die Neutronenfluenz beim ersten etwa 50 % und beim zweiten mindestens 100% der Nachweisfluenz (Gesamtneutronenzahl, für die der Behälter ausgelegt ist) des Reaktordruckbehälters beträgt. Die Neutronenfluenz der aus GKN I entnommenen Probensätze ist hier gegenwärtig nicht bekannt.

Nach 4.3 (1) der Regel soll der Fluenzvoreilfaktor zwischen 1,5 und 12 betragen. Bei GKN I lag dieser Voreilfaktor für alle Probensätze über 12.

Die Erfüllung der Anforderungen der Regel bezüglich Werkstoffauswahl (5) Probenfertigung (5.4), Prüfung und Auswertung (6) sowie Dokumentation (8) kann hier mangels vorliegender Informationen nicht abgeglichen werden. Es sind aber keine Hinweise bekannt, die gegen eine Erfüllung sprechen.

Der Vergleich mit der KTA Regel 3203 in der Fassung von 2001 ergibt, dass ein Teil der Anforderungen nicht eingehalten ist.

Wird die Vorfassung dieser Regel von 1984 herangezogen [5] sind die Abweichungen formal weniger gravierend. Allerdings weicht der Fluenzvoreilfaktor von  $> 12$  bei GKN I auch hier deutlich von dem dort in 6.3 (1) geforderten Faktor von mindestens 3 ab.

## Bewertung

Die festgestellten Abweichungen von der KTA-Regel bedeuten, für GKN I liegt auf Grundlage der Auswertung von Voreilproben kein den aktuellen Anforderungen nach Stand von Wissenschaft und Technik entsprechender Nachweis vor. Da das Überwachungsprogramm bei GKN I laut baden-württembergischen Umweltministerium bereits seit über 20 Jahren beendet ist, besteht auch nicht die Möglichkeit anhand von nach jetzigem Stand geprüften und ausgewerteten Voreilproben den Sicherheitsnachweis zu aktualisieren.

In der Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen [6] ist eine Begrenzung der Nutzung von Atomkraftwerken festgelegt. Dem Alter bzw. der absolvierten Betriebszeit der Reaktoren und damit auch der erfolgten Neutronenfluenz wird insoweit Rechnung getragen, dass die Nutzung älterer Anlagen, die bezüglich ihrer Auslegung in verschiedener Hinsicht nicht dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, zuerst enden soll. Eine Übertragung von Strommengen zur Laufzeitverlängerung eines Reaktors soll ggf. von älteren auf neuere Reaktoren erfolgen.

Von den Abweichungen zur KTA 3203 ist vor allem der Fluenzvoreilfaktor relevant. Für alle Voreilprobensätze von GKN I liegt er deutlich über 12 und damit noch oberhalb des ohnehin in KTA 3203 schon sehr groß festgelegten Wertebereiches. Eine kritische Hinterfragung dieses Wertebereiches ist im Rahmen der hier vorgelegten kurzen Bewertung nicht möglich. Auch der in der alten Regelfassung angegebene Faktor von mindestens 3 deutet nicht darauf hin, dass Faktoren über 10 sehr zielgerichtet sind.

Die Größe dieses Faktors ist insbesondere auch hinsichtlich des nach Umweltministerium angeblich nicht existenten Neutronenflussdichteeffektes relevant. Seit längerer Zeit existieren Hinweise, dass eine direkte Übertragbarkeit des Probenzustandes nach voreilender Versprödung auf die Reaktordruckbehälterwand problematisch sein könnte [7], [8]. Die definitive Aussage, ein messbarer Effekt sei nicht feststellbar ist in ihrer Allgemeinheit stark anzuzweifeln. Ein Einfluss dieses Effektes nimmt mit der Größe des Fluenzvoreilfaktors zu und wäre daher für den Sicherheitsnachweis von GKN I besonders nachteilig.

Auch der kategorische Ausschluss des Einflusses von Gamma-Strahlung auf den Versprödungszustand des Reaktordruckbehälters ist angesichts der Bedeutung, die dieses Thema in den letzten Jahren erlangt hat, nicht ohne weiteres nachvollziehbar. Die Belastbarkeit des Bezuges des Umweltministeriums auf eine Stellungnahme der Reaktor-Sicherheitskommission kann nicht beurteilt werden, da diese Stellungnahme bis heute nicht veröffentlicht ist.

Zu prüfen wäre darüber hinaus, ob die Datenbasis für die Materialart von Grundwerkstoff und Schweißgut des Reaktordruckbehälters von GKN I ausreichend ist, um die Versprödung belastbar vorherzusagen. Die Prüfergebnisse der Voreilproben unterliegen statistischen Schwankungen, so dass allein anlagenspezifische Probensätze nicht ausreichend sein können.

## Literatur

- [1] Umweltministerium Baden-Württemberg: Materialprüfung in den baden-württembergischen Kernkraftwerken; Schreiben an Dr. Jörg Schmid (Aktion Strom ohne Atom – Bürgerinnen und Bürger für eine neue Energiepolitik) vom 12.07.2006
- [2] Umweltministerium Baden-Württemberg: Werkstoffprobensätze in den baden-württembergischen Kernkraftwerken; Schreiben an MdL Franz Untersteller (Bündnis 90 / Die Grünen im Landtag) vom 28.10.2006
- [3] Reaktor-Sicherheitskommission: Leitlinien für Druckwasserreaktoren; Ursprungsfassung Oktober 1981 mit Änderungen im November 1996
- [4] Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses: Überwachung des Bestrahlungsverhaltens von Werkstoffen der Reaktordruckbehälter von Leichtwasserreaktoren, KTA 3203, Fassung 6/2001
- [5] Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses: Überwachung des Bestrahlungsverhaltens von Werkstoffen der Reaktordruckbehälter von Leichtwasserreaktoren, KTA 3203, Fassung 3/84
- [6] Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000
- [7] Gruppe Ökologie: Gutachten zum Reaktordruckbehälter (RDB) des KKS; erstellt im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Februar 1994
- [8] Umweltbundesamt Österreich: Verfahren Betriebsbewilligung AKW Beznau II: Bericht an die Österreichische Bundesregierung sowie an die Landesregierung von Vorarlberg, Mai 2002

Hannover, 28.11.2006

Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

Gruppe Ökologie e.V.

Kleine Düwelstr. 21

30171 Hannover

Tel.: 0511-853057