
RSK - STELLUNGNAHME

16.12.2010 (431.Sitzung)

Bewertung des Drei-Säulen-Konzeptes zur Prüfung sicherheitstechnisch wichtiger Armaturen

1 Veranlassung

Aufgrund von verschiedenen Befunden an sicherheitstechnisch wichtigen Absperrschiebern in deutschen und ausländischen Kernkraftwerken (KKW), die auf mangelnde Stellkraftreserven [1 - 4] zurückzuführen waren, hatte die RSK in ihrer 247. Sitzung am 18.10.1989 eine nachhaltige Lösung des Problems gefordert. Der VdTÜV und der VGB begannen daraufhin unabhängig voneinander Konzepte (Drei-Säulen-Konzept, bestehend aus Berechnung, Konstruktion und Instandhaltung) zu entwickeln, die die Funktionsfähigkeit sicherheitstechnisch wichtiger Armaturen (Siwi-Armaturen) dauerhaft gewährleisten sollte. Die Konzepte wurden zwischen den Beteiligten abgestimmt, die zugrunde liegenden Berechnungsverfahren durch Versuche validiert und als Bewertungsgrundlagen festgelegt [5, 6].

In der 163. Sitzung des RSK-Ausschusses REAKTORBETRIEB am 17.11.2004 berichtete der VdTÜV über die vorliegenden Erfahrungen bei der Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes. Der Ausschuss bat den VGB zusätzlich um eine Auswertung der Meldepflichtigen Ereignisse (ME) zum Armaturenversagen in den Anlagen über den Zeitraum 2000 bis 2004. Diese Auswertungen wurden dem RSK-Ausschuss REAKTORBETRIEB in der 174. Sitzung am 07.06.2006 und mit Ergänzungen (erweiterter Betrachtungszeitraum bis 11/2008) in der 191. Sitzung am 03.12.2008 vorgestellt. Eine begleitende Auswertung der GRS zur Wirksamkeit des Drei-Säulen-Konzeptes wurde in der 189. RB-Sitzung am 27.08.2008 vorgestellt. Die RSK verabschiedete die Stellungnahme in ihrer 431. Sitzung am 16.12.2010.

2 Sachstand

Zusammenfassend kam der VGB in seinen Vorträgen zu folgendem Ergebnissen:

Insgesamt ist die Anzahl der ME an Armaturen im Zeitraum seit 2000 in etwa gleich geblieben, die Anzahl der ME an Siwi-Armaturen nahm ab. Die Gesamtzahl von ME an Armaturen entspricht ca. 30 % aller ME in deutschen Anlagen. Im Betrachtungszeitraum ergeben sich statistisch betrachtet ca. 2 ME pro KKW und Jahr. Bei geschätzten ca. 15.000 Fahrten von Siwi-Armaturen pro KKW und Jahr ergibt sich damit eine Ausfallwahrscheinlichkeit bezogen nur auf die Fahrten der Siwi-Armaturen von $P_{\text{allgem.}} = 2/15.000 = 1,3 \cdot 10^{-4}$ /Anforderung pro KKW. Dies entspricht dem geforderten 99,9 %-Quantil aus der Validierung der Berechnungsrichtlinie.

Beschränkt man die Auswertung auf die ME an Siwi-Armaturen so reduziert sich die Ausfallwahrscheinlichkeit auf ca. $P_{\text{Siwi}} = 3 * 10^{-5}$ /Anforderung pro KKW. Die Ausfallwahrscheinlichkeit einer Siwi-Armatur mit Funktionsverlust beträgt $P_{\text{Siwi-Funkt.}} = 1,5 * 10^{-5}$ /Anforderung pro KKW.

Die Wirksamkeit der Säulen „Berechnung“ und „Konstruktion“ ist hoch. Die Mehrheit der ME an Siwi-Armaturen bezieht sich auf die 3. Säule „Instandhaltung“.

Der VGB stellte insgesamt fest, dass die Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes die seinerzeitigen Erwartungen erfüllt. Die mechanische Funktionskette der Siwi-Armaturen ist in der Ausfallstatistik inzwischen von untergeordneter Bedeutung. Die konsequente Umsetzung des Drei-Säulen-Konzeptes trägt maßgeblich zum Erhalt und zur Optimierung der Anlagensicherheit bei. Die verbleibenden Armaturenausfälle besitzen keine sicherheitstechnische Relevanz. Die Ursachenschwerpunkte der Befunde an Siwi-Armaturen sind heute vor allem Fehler im Zuge von Instandhaltungsmaßnahmen. Aus Sicht des VGB ist keine Erweiterung des Drei-Säulen-Konzeptes erforderlich.

Auf die Fragen des RSK-Ausschusses REAKTORBETRIEB führte der Vortragende aus:

- Wie weit das Drei-Säulen-Konzept in den Anlagen in den ersten Jahren nach der Einführung bereits umgesetzt war, lässt sich aus Sicht des VGB im Nachhinein nicht mehr feststellen. Mit Konstruktionsbewertungen der Armaturen wurde jedoch bereits vor Einführung des Drei-Säulen-Konzeptes begonnen. Bis zum Jahr 2000 wurden bereits umfangreiche Austausch- bzw. Ertüchtigungsmaßnahmen vorgenommen. Die Auswertung der ME seit 2000 zeigt daher grundsätzlich nur noch wenige Konstruktionsmängel auf.
- Die statistische Auswertung der wenigen ME an Siwi-Armaturen lässt keine signifikante Zuordnung von Gründen zu. Es kann lediglich summarisch festgestellt werden, dass entweder Instandhaltungsfehler oder Zufallsausfälle Ursache sind. Ca. 90 % der Funktionsverluste bei Instandhaltungsvorgängen sind auf den Faktor Mensch zurückzuführen.
- Der vorgestellte Wert für das Funktionsversagen einer Siwi-Armatur pro Anlage und Jahr kann auch bei weiterer Optimierung des Konzeptes nicht mehr merklich verbessert werden. Daher werde seitens der Betreiber kein weiterer Verbesserungsbedarf des Drei-Säulen-Konzeptes gesehen.
- Die Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes erfolgt aus Sicht des VGB von Betreiber zu Betreiber individuell, jedoch abgestimmt auf die jeweilige Auslegung der Komponenten und auf das in der Betreiberverantwortung liegende Instandhaltungskonzept.
- Bei Altanlagen liegt nicht immer eine den heutigen Maßstäben genügende Dokumentation vor. Daher wurden in einer Reihe von Anlagen Erkenntnisse aus der Instandhaltung zum As-built-Zustand der Armaturen durch Aktualisierung der Konstruktions- bzw. Fertigungsunterlagen bei der Konstruktionsbewertung berücksichtigt.

-
- Vor dem Hintergrund der WLN 2008/01 [7] stellte der VGB dar, dass in dem Drei-Säulen-Konzept keine grundsätzliche Überprüfung der Konstruktionsunterlagen im Sinne einer Spiegelung am As-built-Zustand vorgesehen ist. Ein ggf. erforderlicher Abgleich der Dokumentationen mit dem Ist-Zustand der Komponente bei Altanlagen vor der dokumentationsbasierten Konstruktionsbewertung könnte deshalb eher im Sinne einer zusätzlichen (vierten) Säule des Konzeptes erfolgen.

Die GRS stellte in ihrem Bericht zur Wirksamkeit des Drei-Säulen-Konzeptes insgesamt fest, dass die typischen „alten“ Fehler (hohe Reibwerte im Bereich der Schieberplatten und Spindeln) mit Einführung des Drei-Säulen-Konzeptes behoben wurden. Die Anzahl der ME ist drastisch gesunken, was teilweise aber auf die bereits vor Einführung des Drei-Säulen-Konzeptes durchgeführten Ertüchtigungen zurückzuführen ist. Die in den ME betroffenen Armaturen sind überwiegend in den Durchdringungsabschluss/Gebäudeabschluss, Primärkreis- oder Sekundärkreisabschluss eingebunden. Im Betrachtungszeitraum wurden vier Ereignisse der Kategorie E (Nichtschließen von Gebäudeabschluss, in einem Fall zwei redundante Armaturen gleichzeitig) gemeldet. Bei keinem Ereignis kam es zu einer Funktionsstörung bei einer Störfallbeherrschungsmaßnahme. Ursachenschwerpunkte bei Befunden an Siwi-Armaturen sind heute im Wesentlichen Einstell- und Montagefehler. Bezüglich Anzahl der Ereignisse ist kein eindeutiger Trend nach 2000 erkennbar.

3 Bewertungsmaßstäbe

Die RSK hat bewertet, ob mit dem Drei-Säulen-Konzept des VGB entsprechend den Forderungen der 247. Sitzung der RSK eine Lösung des Problems der mangelnden Stellkraftreserven bei sicherheitstechnisch wichtigen Absperrschiebern erreicht wurde. Sie hat hierzu auf Basis der Auswertungen des VGB und der GRS geprüft, ob eine Reduktion insbesondere der konstruktiv bedingten Funktionsbeeinträchtigung erreicht werden konnte. Sie hat des Weiteren geprüft, ob sich aus den Auswertungen Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten zur weiteren Verringerung von Versagensereignissen an Siwi-Armaturen ergeben.

4 Beratungsergebnis und Empfehlungen

Die Auswertungen des VGB und der GRS zeigen, dass sich das Drei-Säulen-Konzept in der Praxis grundsätzlich bewährt hat. Die signifikante Reduzierung der Funktionsbeeinträchtigungen an Siwi-Armaturen ist zwar teilweise auf die bereits vor Einführung des Drei-Säulen-Konzeptes durchgeführten Ertüchtigungen zurückzuführen, die typischen „alten“ Fehler aus den 80er Jahren wurden durch die Anwendung des Konzeptes jedoch weitgehend behoben. Die RSK stellt fest, dass ihre Forderung nach einer langfristigen Lösung der Probleme mit den Siwi-Armaturen mit dem Drei-Säulen-Konzept damit erfüllt ist. Aus den Darstellungen des VGB lässt sich nicht ableiten, ob in allen Anlagen das Potenzial des Drei-Säulen-Konzeptes ausgeschöpft wird. Bei Befunden an Siwi-Armaturen sollte deshalb nach Ansicht der RSK weiterhin die konsequente Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes überprüft werden. Im Rahmen der Bewertung und Auswertung von Meldepflichtigen Ereignissen wird dazu empfohlen, dass dargestellt wird,

ob die betroffenen Armaturen dem Drei-Säulen-Konzept entsprechend berechnet, konstruiert und in Stand gehalten wurden.

Aus den Erfahrungen bei der Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes ergibt sich, dass eine vollständige und richtige Konstruktions- und Berechnungsdokumentation einer Siwi-Armatur die Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung des Drei-Säulen-Konzeptes ist. Dies ist bei einzelnen Anlagen offensichtlich nicht in jedem Fall gegeben [7]. Falls keine entsprechend ausreichenden Dokumentationen vorliegen, müssen für diese Siwi-Armaturen daher vorab aktualisierte Dokumentationen erstellt werden. Die RSK empfiehlt darüber hinaus, vor der Durchführung der Konstruktionsbewertungen von Siwi-Armaturen die dokumentierten Konstruktionsmerkmale und Maße anhand einer qualifizierten Stichprobe mit dem As-built-Zustand abzugleichen. Bei der Feststellung von Abweichungen ist die Stichprobe entsprechend zu erweitern. Die Konzepte des VGB und des VdTÜV sollten daher um diese Prüfung erweitert werden.

Als wichtige Erkenntnis aus den Auswertungen ist weiterhin festzustellen, dass die führende Ursache für Befunde an Siwi-Armaturen heute Maßnahmen aus Instandhaltungsvorgängen sind. Die RSK empfiehlt daher, diese Erkenntnisse in die Optimierung der Instandhaltungsmaßnahmen an Siwi Armaturen z. B. durch Erstellung von bzw. Verbesserung der Instandhaltungsanweisungen, Schulung des Montagepersonals und entsprechende Überwachung der Instandhaltungsvorgänge einfließen zu lassen.

Die RSK empfiehlt, dass weiterhin und unter Berücksichtigung der o. g. Empfehlung Befunde an Siwi-Armaturen auf Trends und Auffälligkeiten hin verfolgt und in angemessenem Zeitraum bzw. bei Erkennung sicherheitsrelevanter Trends der RSK berichtet wird.

5 **Unterlagen**

- [1] WLN 1981/03: „Versagen von motorgetriebenen Plattenschiebern, wenn diese gegen Differenzdruck schließen müssen“

- [2] WLN 1989/09: „Verlängerte Schließzeit von Radialschiebern“ in KKI-1

- [3] WLN 1990/14: „Neue Ergebnisse zu Stellkraftreserven von Absperrschiebern – Ergebnisse von amerikanischen Großversuchen“

- [4] WLN 1990/14a: „Funktionsstörungen an Absperrschiebern im Nachkühlsystem“ in den Kernkraftwerken Brunsbüttel (KKB) am 03.09.1990 und Philippsburg-1 (KKP) am 07.11.1991

- [5] VdTÜV: Bericht 56 (2003): Berechnung sicherheitstechnisch wichtiger (Siwi-) Schieber und Ventile hinsichtlich Funktion und Auswirkungen von Stellkräften

- [6] VGB: BRAPUL (IS 1601/50, Anhang D)

- [7] WLN 2008/01: „Funktionseinschränkung an sicherheitstechnisch wichtigen Armaturen aufgrund unvollständiger Spezifikation“ im Kernkraftwerk Krümmel, erkannt am 14.08.2006