

---

## **RSK - STELLUNGNAHME**

### **Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen in Druckwasserreaktoren - Ablösung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben**

**13.03.2008 (406. Sitzung)**

#### **1 Anlass der Beratung**

Die RSK hatte in ihrer Stellungnahme „Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen“ (Anlage 2 zum Ergebnisprotokoll der 374. Sitzung der RSK am 22.07.2004) um Sachstandsberichte in ca. einem Jahr zu den folgenden Problemstellungen gebeten:

- Transportverhalten anderer Isoliermaterialien als MD 2 (83) sowie anderer Stoffe („latent debris“) im Sumpf und ihre Auswirkung auf den Druckverlust am Sumpfsieb.
- Einfluss des „Dünnschichteffektes“ auf den Druckverlust am Sieb.
- Langzeitverhalten und chemische Effekte (Korrosion) durch Borsäure.
- Wirksamkeit und Verträglichkeit von anlageninternen Notfallmaßnahmen, die den Druckverlust am Sieb begrenzen bzw. reduzieren, sowie zum Stand ihrer Implementierung.
- Darstellung, inwieweit es durch Verlagerung der Strahlrichtung bei Abriss von Leitungen zu einer erhöhten Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen kommen kann.
- Funktionstüchtigkeit der Komponenten im Nachkühlbetrieb mit Faserbelastung.
- Anwendbarkeit der Empfehlungen auf Siedewasserreaktoren.

Hinsichtlich der ersten vier Punkte hat sich seit der Stellungnahme der RSK aus dem Jahr 2004 ein deutlich erweiterter Sachstand ergeben. Vor diesem Hintergrund befassen sich die folgenden Ausführungen mit den Einflussgrößen für den Aufbau der Druckdifferenz über das Sumpfsieb und den Anforderungen an Maßnahmen zur Ablösung von Sumpfsiebbelägen. Alle anderen Aspekte, insbesondere die Anforderungen an die Kühlbarkeit des Kerns, sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

#### **2 Beratungsgang**

In seiner 36. Sitzung am 27.10.2005 regte der RSK-Ausschuss ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK einen Bericht der Betreiber zum Stand der Umsetzung der Stellungnahme der RSK an.

Die durch die Stellungnahme der RSK veranlassten Beratungen im Ausschuss ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK verliefen wie folgt: In der 37. Sitzung des Ausschusses am 08.12.2005 hörte der Ausschuss einen Bericht der Betreiber zum Stand der Umsetzung der Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen an [1, 2]. Die Gutachter informierten den Ausschuss über die Umsetzung der Stellungnahme der RSK in deutschen DWR- und SWR-Anlagen [3-5]. Die GRS ging in ihrem Bericht auf die Bewertung der Versuche im Auftrag der Betreiber in den Versuchsanlagen Karlstein und GKSS und auf die Auswirkungen auf die Nachweisführung ein [6]. Die Betreiber berichteten in der 42. Sitzung des Ausschusses am 26.09.2006 über die Zuordnung der Maßnahmen

---

im Langzeitbereich zur Beherrschung von Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen zu Sicherheitsebenen [7]. Die GRS informierte den Ausschuss in seiner 44. Sitzung am 30.11.2006 über neue Erkenntnisse bei der Ermittlung der vorhandenen Karenzzeiten für Maßnahmen zur Ablösung von Isoliermaterial an den Sumpfsieben [8]. Am 02.03.2007 fand ein vom Ausschuss gewünschtes Expertengespräch zwischen der GRS und der Fa. AREVA zur Beantwortung von Fragen der GRS statt [9]. In seiner 45. Sitzung am 08.03.2007 hörte der Ausschuss Berichte der Betreiber über die Versuche bei der Fa. AREVA (Erlanger Wannerversuche) [10-12] [17, 18] und Berichte der GRS mit einer diesbezüglichen Bewertung [13-16] an. In seiner 46. Sitzung am 18.04.2007 [21-27] befasste sich der Ausschuss mit dem Entwurf der Weiterleitungsnachricht WL 14C/92 „Verstopfen der Sumpfansaugöffnungen der Notkühlsysteme infolge Fehlüffnung eines Sicherheitsventils im Kernkraftwerk Barsebeck-2“. Der Ausschuss regte in seiner 47. Sitzung am 24.05.2007 Randbedingungen für weitere Versuche der Fa. AREVA zur Auswirkung einer eventuellen Ablagerung von Isoliermaterial im Kern an, die ihm von einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe vorgeschlagen worden waren [28-35]. In seiner 48. Sitzung am 05.07.2007 [36-38] wurde der Ausschuss von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe darüber informiert, dass die mit diesen Randbedingungen durchgeführten Versuche höhere Druckverluste über die Abstandshalter als erwartet ergeben hätten. Daraufhin wurden weitere Versuche durchgeführt, über die der Ausschuss von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe in seiner 49. Sitzung am 04.10.2007 [39-42] informiert wurde. Der Vorsitzende berichtete dem Ausschuss in seiner 50. Sitzung am 29.11.2007 über das Treffen einer Quadripartite Working Group on Sump Screen Blockage, in der das Thema Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen von der deutschen Seite mit Vertretern der USA, Frankreichs und Japans diskutiert wurde [43]. Der Ausschuss bat eine Redaktionsgruppe um die Vorbereitung des Entwurfs einer Stellungnahme zur Ablösung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben und verabschiedete diesen in seiner 51. Sitzung am 04.03.2008. Die RSK überarbeitete und verabschiedete die Stellungnahme in ihrer 406. Sitzung am 13.03.2008.

### **3 Sachstand**

#### **3.1 Transport von freigesetztem Isoliermaterial und anderen Stoffen und Druckverluste an den Sumpfsieben**

Die Versuche der “Erlanger Wanne“ bestätigten die bereits bekannte Abhängigkeit der Druckverluste an den Sumpfsieben vom Typ des Isoliermaterials, der Kombination verschiedener Isoliermaterialien und der Beimischung von partikelförmigen Materialien (mikroporöses Material) in ihrer Tendenz.

Die niedrigsten Druckverluste wurden für das Isoliermaterial MDK gemessen. Abhängig von der Art der Mineralwolle wurden erhebliche Unterschiede bei den Druckverlusten festgestellt. Beimengungen von Staub und vor allem von mikroporösen Materialien erhöhten die Druckverluste.

Bei den Versuchen in der Erlanger Wanne mit vergleichbaren Randbedingungen, wie sie bei den GKSS-Versuchen vorgelegen haben, waren sowohl der Transportfaktor<sup>1</sup> von Isoliermaterial im Sumpf als auch die Druckverluste an den Sumpfsieben niedriger. Bei der Übertragung der Ergebnisse auf Realanlagen sind jedoch mögliche Skalierungseffekte zu berücksichtigen.

#### **3.2 Einfluss von latent vorhandenen Korrosionsprodukten**

Die Versuchsergebnisse zeigten, dass Korrosionsprodukte, die latent im Sicherheitsbehälter z. B. an

---

<sup>1</sup> Der Transportfaktor ist der Anteil des in den Sumpf eingetragenen Isoliermaterials, der auf dem Sumpfsieb abgelagert wird.

---

Oberflächen von verzinkten ferritischen Strukturen vorhanden sind, über den Leckmassenstrom bzw. den Kondensatrücklauf aus dem Sicherheitsbehälter in den Reaktorsumpf gespült werden können. Die Einlagerung dieser Korrosionsprodukte in abgelagertem Isoliermaterial an den Sumpfsieben kann die Druckverluste an den Sumpfsieben frühzeitig erhöhen.

### **3.3 Einfluss der Korrosion von verzinkten Strukturen auf die Druckverluste über abgelagertes Isoliermaterial**

Die Versuche der "Erlanger Wanne" haben einen deutlichen Einfluss von Erosion und Korrosion von verzinkten ferritischen Materialien, die oberhalb des Sumpfwasserspiegels vom boriertem Bruchmassenstrom getroffen werden, auf die Druckverluste gezeigt. Abhängig von der Belegung der Sumpfsiebe kann es etwa zehn Stunden nach Beginn des Sumpfumwälzbetriebs zu einer zusätzlichen Erhöhung der Druckdifferenzen über die Sumpfsiebe kommen. Es hat sich herausgestellt, dass nach einem Tag die Auslegungsgrenzwerte der Sumpfsiebe überschritten werden können. Die Korrosion von verzinkten ferritischen Materialien, die unterhalb des Sumpfwasserspiegels liegen, läuft etwa um den Faktor 10 langsamer ab.

### **3.4 Maßnahmen zur Ablösung von Sumpfsiebelägen**

An der "Erlanger Wanne" wurden zwei Maßnahmen zur Ablösung von Isoliermaterialbelägen von den Sumpfsieben untersucht:

- Bei der ersten Maßnahme wurden die für den Versuch nachgebildeten Not- und Nachkühlpumpen auf Mindestmenge (Nulldurchsatz an den Sumpfsieben) umgeschaltet.
- Bei der zweiten Maßnahme wurden die Sumpfsiebe rückgespült (Rückströmung durch die Sumpfsiebe infolge Einspeisung von Wasser oder Stickstoff in die Ansaugleitung).

Die oben beschriebenen Maßnahmen zur Ablösung der Siebeläge wurden an der "Erlanger Wanne" bei verschiedenen Druckdifferenzen über die Sumpfsiebe ausgelöst. Die Versuche zeigten, dass bei geringen Druckdifferenzen über die Sumpfsiebe das Abfallen des gesamten Siebelags bereits bei Umschalten der Not- und Nachkühlssysteme auf Mindestmenge erfolgen kann. Bei Ablagerungen mit hohen oder sehr geringen Druckdifferenzen an den Sumpfsieben zeigten die Versuche jedoch, dass das Umschalten der Not- und Nachkühlssysteme auf Mindestmenge nicht zum Abfallen der Sumpfsiebeläge führte.

Durch Rückspülung wird der Siebelag auch bei hohen Druckdifferenzen entweder abgelöst oder aufgerissen.

### **3.5 Ablagerung von Isoliermaterial und Korrosionsprodukten an Abstandshaltern im Kern**

Die Integralversuche der "Erlanger Wanne", bei denen der Sumpfumwälzmassenstrom zwischen Sumpfansaugkammer und dem Leck teilweise über zwei Brennelementdummies geführt wurde, zeigten bei Sumpfsieben mit einer Maschenweite von 3 x 3 mm meist nur geringe Ablagerungen am Brennelementdummy. Größere Ablagerungen, die in Kombination mit Einlagerungen von Korrosionsprodukten hinsichtlich der Kernkühlung relevant werden könnten, wurden bei abdeckend großen Sieben oder bei Versuchen mit dem Isoliermaterial RTD2 gefunden. Die Belegung der Abstandshalter an den

---

Brennelementdummies unter Berücksichtigung von Korrosionseinfluss und Maßnahmen zur Ablösung der Siebbeläge wurde in den auf Anregung der RSK durchgeführten weiteren Versuchen untersucht.

Die Langzeitversuche mit der „Erlanger Wanne“ haben gezeigt, dass nach Ablösevorgängen von Sumpfsiebbelägen Isoliermaterialteilchen herausgerissen werden, die nach einer Fragmentierung (am Leckstrahl) durch die freigelegten Sumpfsiebe penetrieren können. Bei einigen Langzeitversuchen wurde nach dem Ablösen der Siebbelegung eine erneute Belegung der Siebe (u. a. durch resuspendiertes Material) nach mehreren Stunden gemessen.

Die auf Anregung der RSK durchgeführten Versuche an der „Erlanger-Wanne“ zeigten, dass bei geringen Eintragungsmengen von Isoliermaterial in den Sumpf (und damit nur geringer Siebbelegung) sowie nach Ablösevorgängen von Isoliermaterial von den Sumpfsieben (durch Resuspension) hinsichtlich des Druckverlustes im Kern relevante Mengen von Isoliermaterial durch die Sumpfsiebe penetrieren und sich an den Abstandshaltern im Kern ablagern können.

#### **4 Empfehlung der RSK**

Die RSK hält fest, dass bis auf die im folgenden genannte Ausnahme weiterhin die Randbedingungen und die Anforderungen zur Nachweisführung aus der RSK-Stellungnahme vom 22.07.2004 (Anlage 2 zum Ergebnisprotokoll der 374. Sitzung der RSK am 22.07.2004) gelten. Aufgrund seitdem gewonnener experimenteller Ergebnisse stellt die RSK fest, dass - abweichend von der Anforderung in der RSK-Stellungnahme vom 22.07.2004, wonach eine Abschaltung der Notkühlpumpen zum Zwecke der Begrenzung des Druckverlustes über die Sumpfsiebe bei Beachtung der beschriebenen Anforderungen auslegungsgemäß nicht erforderlich ist - unter bestimmten Randbedingungen die Auslegungsgrenzen der Sumpfsiebe bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial überschritten werden können, wenn nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Maßnahmen, die zur Begrenzung/Reduzierung hoher Druckdifferenzen bzw. zur Beseitigung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben erforderlich sind, waren gemäß der RSK-Stellungnahme vom 22.07.2004 der Sicherheitsebene 4 zuzuordnen. Aufgrund des neuen Sachstandes werden diese Maßnahmen nunmehr der Sicherheitsebene 3 zugeordnet. Daher sind im Rahmen der Störfallbeherrschung ausreichend zuverlässige und wirksame Maßnahmen zur Absicherung der Kernkühlung im Sumpfbetrieb zu implementieren, so wie nachfolgend spezifiziert.

Darüber hinaus sind entsprechend der RSK-Stellungnahme vom 22.07.2004 für auslegungsüberschreitende Ereignisse mit Kühlmittelverlust anlageninterne Notfallmaßnahmen vorzusehen.

#### **Grundsätze**

Die Kernkühlung als Schutzziel muss zu jedem Zeitpunkt sichergestellt sein.

(1) Durch das Isolierkonzept, die Sauberkeit im Sicherheitsbehälter und die Auslegung der Sumpfsiebe ist sicherzustellen, dass in den ersten zehn Stunden nach Eintreten eines KMV die Auslegungsgrenzen der Sumpfsiebe nicht erreicht und die erforderlichen NPSH-Werte<sup>2</sup> für einen kavitationsfreien Betrieb der Not- und Nachkühlpumpen nicht unterschritten werden. Die Funktion der zur Kernkühlung erforderlichen Komponenten darf weder kurz- noch langfristig unzulässig beeinträchtigt werden.

---

<sup>2</sup> Net positive suction head, erforderliche Zulaufhöhe für die Vermeidung von Kavitation

- 
- (2) Der Differenzdruck über die Sumpfsiebe muss durch entsprechend zuverlässige Messeinrichtungen überwacht werden.
  - (3) Die Begrenzung/Reduzierung hoher Druckdifferenzen hat durch Maßnahmen zu erfolgen, die zu keiner unzulässigen Beeinträchtigung der Kernkühlung führen.
  - (4) Die Begrenzung/Reduzierung hoher Druckdifferenzen durch Beseitigung von Ablagerungen auf den Sumpfsieben sollte - unter Beachtung eines Sicherheitsabstandes zu den Auslegungsgrenzen der Sumpfsiebe bzw. den erforderlichen NPSH-Werten - so spät wie möglich, d. h. bei einem möglichst hohen noch zulässigen Differenzdruck erfolgen. Diese Vorgehensweise hat das Ziel, hohe Druckdifferenzen zu begrenzen und gleichzeitig den Transport von Isoliermaterial durch die Sumpfsiebe und damit die Ablagerung im Kern zu minimieren.

### **Anforderungen**

Bei der Auslegung von Maßnahmen zur Begrenzung/Reduzierung von Druckdifferenzen an den Sumpfsieben sind folgende Anforderungen zu beachten:

- (1) Die Wirksamkeit der Maßnahmen ist für die zu unterstellenden Randbedingungen experimentell nachzuweisen. Sollte ein Rückspülen notwendig sein, muss diese Maßnahme wiederholbar sein.
- (2) Zur Überwachung der Druckdifferenz an den Sumpfsieben sind zwei für den Einsatzfall qualifizierte und störfallfeste Instrumentierungen je Ansaugkammer vorzusehen. Die aktuellen Werte der Druckdifferenz sind auf der Warte anzuzeigen und zur Trenderkennung aufzuzeichnen. Bei Überschreiten vorgegebener Druckdifferenzen (Eingreifwerte) ist eine Meldung auszulösen.
- (3) Die Messwerte für Druck und Temperatur im Sumpf bzw. in der Ansaugleitung sind zur Erkennung eines hinreichenden Abstandes zur Kavitation der Nachkühlpumpen zur Nachverfolgung aufzuzeichnen.
- (4) Für die Maßnahmen sind Prozeduren festzulegen und es sind Kriterien für die Vorbereitung, Durchführung und Wirksamkeitskontrolle zu definieren sowie Detailanweisungen für die Ausführung und Überwachung der Maßnahmen zu erstellen. Diese sind in das Betriebshandbuch aufzunehmen.
- (5) Um eine hohe Zuverlässigkeit der Nachwärmeabfuhr auch bei der Durchführung von Maßnahmen zur Beseitigung von Sumpfsiebbelägen zu erhalten und im Primärkreis einen Füllstandsabfall zu vermeiden, sollen diese so geplant werden, dass nicht alle Nachkühlpumpen gleichzeitig abgeschaltet werden müssen. Mindestens eine Nachkühlpumpe muss weiterbetrieben und z. B. für Einspeisung und Nachwärmeabfuhr genutzt werden.
- (6) Die verfügbaren und die erforderlichen Zeiten für die Maßnahmen zur Beseitigung der Sumpfsiebbeläge und die Wiederinbetriebnahme der Nachkühlung sind zu ermitteln und auszuweisen. Die erforderliche Zeit soll im Verhältnis zu der Zeit für die die Pumpen abgeschaltet werden dürfen, ausreichend bemessen sein.
- (7) Die Maßnahmen müssen unter Ansatz des Einzelfehlerkonzeptes die ungünstigste Kombination der

---

gemäß Auslegung mindestens verfügbaren Nachkühlstränge oder Rückspülmöglichkeiten berücksichtigen.

- (8) Alle erforderlichen Einrichtungen müssen für den Einsatzzweck geeignet sein und sind wiederkehrend zu prüfen.
- (9) Maßnahmen, die eine Unterbrechung des Sumpfbetriebes beinhalten, sind so zu planen, dass bis zur Wiederaufnahme des Sumpfbetriebs die Voralarmkriterien hinsichtlich des Füllstandes im RDB nicht erreicht werden und die Kernaustrittstemperatur nicht über die Sättigungstemperatur ansteigt.
- (10) Für den auslegungsüberschreitenden Fall, dass während der Durchführung der Maßnahmen zur Beseitigung der Sumpfsiebeläge Voralarmkriterien erreicht werden, sind entsprechende Übergänge vom Schutzziel- BHB in das NHB mit diesbezüglichen Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes vorzusehen.
- (11) Die Festigkeit der Sumpfsiebe sowie der Unterstützungs- und Betonstrukturen bei dem Lastfall Rückspülen muss gewährleistet sein.

---

## Beratungsunterlagen

- [1] Stand der Umsetzung der Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen  
VGB PowerTech, 37. Sitzung des RSK-Ausschusses Anlagen- und Systemtechnik  
08.12.2005, W. Schwarz EnBW, Folien
  
- [2] Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen am Erlanger Wannerversuchsstand  
Holger Ludwig, Framatome ANP, Folien
  
- [3] Notkühlwirksamkeit bei KMV mit Isoliermaterialfreisetzung  
Stand der Umsetzung der Stellungnahme der RSK vom 22.07.2005 in den DWR-Anlagen KWB-B, KKG und KKI-2 sowie in den SWR-Anlagen KRB-II, Block B und C und KKI-1  
37. Sitzung des RSK-Ausschusses Anlagen- und Systemtechnik am 08.12.2005, Bonn  
TÜV Industrie Service GmbH, TÜV Süd Gruppe, Folien
  
- [4] Stand der Umsetzung der Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen  
37. Sitzung des RSK-Ausschusses Anlagen- und Systemtechnik am 08.12.2005,  
TÜV Energie- und Systemtechnik GmbH Baden-Württemberg, Folien
  
- [5] Stand der Umsetzung der Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen  
A. Schaffrath, R. Riekert,  
TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG, Hamburg, Folien
  
- [6] Bewertung der Karlstein GKSS-Versuche – Bedeutung für die Nachweisführung zur gesicherten Sumpfumwälzkühlung  
W. Pointner, 37. Sitzung des RSK-Ausschusses AST, Bonn, 8. Dezember 2005, Folien
  
- [7] Nach-Störfallphase  
RSK AST Sitzung 26.09.2006  
Wolfgang Schwarz, EnKK-GKN, EnBW, Folien
  
- [8] W. Pointner, GRS  
Ermittlung der Karenzzeiten zur Ausführung der Maßnahmen zur Ablösung von Isoliermaterial an den Sumpfsieben  
44. Sitzung des RSK-Ausschusses Anlagen- und Systemtechnik, Bonn, 30.1.2006  
Folien

- 
- [9] Ergebnisvermerk  
Gesicherte Sumpfansaugung  
Fachgespräch am 02.03.2007 in Erlangen  
RSK-Geschäftsstelle
- [10] Konservative Simulation der für den Transport von Isoliermaterial maßgeblichen  
Strömungsvorgänge im Reaktorsumpf nach einem Kühlmittelverluststörfall  
AREVA, Arbeitsbericht, NGPS1/2003/de/0239, 2006-10-26
- [11] Auswertung skaliertener Integralversuche zum Transport- und Druckverhalten von  
fragmentiertem Isoliermaterial im DWR-Sumpf  
AREVA, Arbeitsbericht, NGPS4/2005/de/0056, 2006-01-05
- [12] Auswertung experimenteller Untersuchungen zur Entwicklung des Differenzdruckes  
über die Sumpfsiebe im Nach-Störfallbetrieb unter Berücksichtigung von  
Korrosionseffekten  
AREVA, Arbeitsbericht, NGPS4/2005/de/0113, 2006-05-15
- [13] Konservative Simulation der für den Transport von Isoliermaterial zu den Sumpfsieben  
maßgeblichen Strömungsvorgänge im Reaktorsumpf nach einem  
Kühlmittelverluststörfall  
Bewertung der GRS, W. Pointner, Bonn, 8. März 2007, Folien
- [14] Auswertung skaliertener Integralversuche zum Transport- und Druckverhalten von  
fragmentiertem Isoliermaterial im DWR-Sumpf  
Bewertung der GRS, W. Pointner, Bonn, 8. März 2007, Folien
- [15] Auswertung experimenteller Untersuchungen zur Entwicklung des Differenzdruckes  
über die Sumpfsiebe im Nachstörfallbetrieb unter Berücksichtigung von  
Korrosionseffekten  
Bewertung der GRS, W. Pointner, Bonn, 8. März 2007, Folien
- [16] Fachgespräch „Gesicherte Sumpfansaugung“  
W. Pointner, Folien
- [17] Gesicherte Sumpfansaugung, VGB PowerTech  
Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen  
45. Sitzung des RSK-Ausschusses Anlagen- und Systemtechnik 08.03.2007, Bericht  
der Betreiber, W. Schwarz, EnBW, Folien



- 
- [18] Diskussionspunkte aus dem Fachgespräch am 2. März 2007  
AREVA, Präsentation RSK-AST 2007-03-08, Folien
- [19] VGB-AG „Gesicherte Sumpfansaugung“  
Sumpfthematik, 45. Sitzung des RSK-AST am 08.03.2007, 04.04.2007
- [20] E. Grauf  
Betreff: AST Sitzung 18.04.2007  
Kommentar zu den übermittelten Folien von H. Waas „Nachstörfallphase“
- [21] AST-Information 46/4.1 vom 03.04.2007  
Entwurf/STELLUNGNAHME  
Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen
- [22] VGB-AG „Gesicherte Sumpfansaugung“  
Sumpfthematik, 45. Sitzung des RSK-AST am 08.03.2007
- [23] VGB-AG „Gesicherte Sumpfansaugung“ (Korrigierte Version vom 13. April 2007),  
Anlage 5
- [24] Ergänzung zu den Weiterleitungsnachrichten WL 14/92, WL 14A/92 und WL 14B/92  
zu Vorkommnissen in ausländischen Kernkraftwerken (WL 14C/92)  
Verstopfen der Sumpfansaugöffnungen der Notkühlsysteme infolge Fehlöffnens eines  
Sicherheitsventils im Kernkraftwerk Bareseäck-2 (Schweden) am 28.07.1992  
GRS, Entwurf
- [25] Weiterleitungsnachricht WL 14C/92 „Verstopfen der Sumpfansaugöffnungen der  
Notkühlsysteme infolge Fehlöffnens eines Sicherheitsventils im Kernkraftwerk  
Bareseäck-2“  
W. Pointner, GRS, 18.04.2007, Folienkopien
- [26] Störfallbeherrschung und Nachstörfallphase – Worum geht es? Einige Anregungen  
Ulrich Waas, AREVA, Folienkopien, 18.04.2007
- [27] Ergebnisvermerk, RSK-Geschäftsstelle  
Gesicherte Sumpfansaugung, Fachgespräch am 02.03.2007 in Erlangen  
AST-Information 45/5 vom 28.03.2007
- [28] AST-Information 47/4.1 vom 07.05.2007

---

Entwurf/STELLUNGNAHME

Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen

- [29] VGB-AG „Gesicherte Sumpfansaugung“  
Sumpfhematik, 45. Sitzung des RSK-AST am 08.03.2007
- [30] E. Grauf  
Betreff: AST Sitzung 18.04.2007
- [31] RSK-Geschäftsstelle  
Ergebnisse des Gesprächs zur Abstimmung der Randbedingungen abschließender  
Versuche zu Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und  
anderen Stoffen am 11.05.2007 in Erlangen  
AST-Information 47/4.2 vom 21.05.2007
- [32] RSK-Geschäftsstelle  
Ergebnisse des Gesprächs zur Abstimmung der Randbedingungen abschließender  
Versuche zu Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und  
anderen Stoffen am 11.05.2007 in Erlangen  
AST-Information 47/4.2 vom 21.05.2007  
Kommentar der GRS
- [33] Josef Huber, 23.05.2007  
Beherrschung von KMV-Störfällen unter Berücksichtigung von Isoliermaterial  
(Barsebäck-Ereignis)  
Kommentierung der neuen Versuche insbesondere bezüglich der Nachweise zur  
Grenzbelegung am Sieb und Auswirkungen auf den Druckverlust am Sieb
- [34] TOP 4 Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen  
Stoffen  
Bericht von Herrn Kersting über die Sitzung einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe  
am 11.05.2007 zur Festlegung von Randbedingungen abschließender Versuche  
Folienkopien
- [35] E-Mail von Herrn Waas vom 23.05.2007

- 
- [36] Ergebnisvermerk der 2. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe RSK-AST „Sumpfvversuche vom 20.06.2007, 26.06.2007“
- [37] 2. Sitzung der Ad-hoc-AG Sumpfvversuche am 20.06.07  
Zusammenfassende Darstellung  
Johannes Paulus, Folien
- [38] E-Mail von Herrn Brettner vom 03.07.2007 mit Anhang
- [39] AST-Information 49/3  
Ergebnisvermerk  
Ergebnisse des 3. Gesprächs zur Abstimmung der Randbedingungen abschließender Versuche zu Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen am 24.07.2007 in Essen
- [40] Ergänzung der Weiterleitungsnachrichten WL 14/92, WL 14A/92 und WL 14B/92 zu Vorkommnissen in ausländischen Kernkraftwerken  
Verstopfen der Sumpfansaugöffnungen der Notkühlsysteme infolge eines Fehlöffnens eines Sicherheitsventils im Kernkraftwerk Barsebäck-2 (Schweden) am 28.07.1992  
Schreiben der GRS vom 29.05.2007 mit Anlage
- [41] AREVA Arbeitsbericht  
Versuche in der Erlange Wanne zur Beantwortung der Fragen des RSK-AST  
Zwischenergebnisse  
09.08.2007
- [42] KMV-Störfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen  
Bericht über die 3. Sitzung der Ad-hoc-AG „Sumpfvversuche“ am 24.07.2007 in Essen  
E. Kersting, 04.10.2007, Folienkopien
- [43] Bericht über das Treffen der Quadripartite Working Group on Sump Screen Blockage am 17. und 18.10.2007 in Erlangen  
RSK-Information RSK403/4 vom 31.10.2007

R. Donderer

## Minderheitenposition zur RSK Stellungnahme vom 13.03.2008

### **„Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen in Druckwasserreaktoren - Ablösung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben“ [1]**

In der RSK Stellungnahme „Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen“ (Anlage 2 zum Ergebnisprotokoll der 374. Sitzung der RSK am 22.07.2004) [2] hat die RSK auf die Frage des BMU,

*„ob während des Notkühlfalles ein Abschalten von Nachkühlpumpen zulässig oder gar erforderlich ist“*

geantwortet, dass

*„eine Abschaltung zum Zwecke der Begrenzung des Druckverlustes über die Sumpfsiebe bei Beachtung der vorstehend beschriebenen Anforderungen auslegungsgemäß nicht erforderlich ist. Nicht auslegungsgemäße Ereignisabläufe, die zu unzulässigen Differenzdrücken an den Sumpfsieben führen können und Maßnahmen erforderlich machen, die ein gezieltes Abschalten von Nachkühlpumpen beinhalten können, sind der Sicherheitsebene 4 zuzuordnen.“*

Konsistent dazu formuliert die RSK in [2], dass

*„die vorzusehenden Maßnahmen zur Beherrschung von Ereignissen auf der Sicherheitsebene 3 so zu gestalten sind, dass anlageninterne Notfallmaßnahmen auslegungsgemäß nicht erforderlich sind.“*

Die RSK hat damit 2004 die Position vertreten, dass im Rahmen der auslegungsgemäßen Störfallbeherrschung das Auftreten zu hoher Differenzdrücke an den Sumpfsieben nicht zulässig ist. Diese Position ist m. E. mit dem Anspruch im Hinterkopf entwickelt worden, dass an die Qualität des Nachweiskonzepts zur Störfallbeherrschung ein hohes Maß an Robustheit und Abgesichertheit zu stellen ist<sup>1</sup>.

In der RSK Stellungnahme aus 2008 [1] wird nunmehr festgestellt, dass

*„aufgrund seitdem gewonnener experimenteller Ergebnisse - abweichend von der Anforderung in der RSK- Stellungnahme, wonach eine Abschaltung der Notkühlpumpen zum Zwecke der Begrenzung des Druckverlustes über die Sumpfsiebe bei Beachtung der beschriebenen Anforderungen auslegungsgemäß nicht erforderlich ist, - unter bestimmten Randbedingungen die Auslegungsgrenzen der Sumpfsiebe bei Kühlmittelverluststör-*

---

<sup>1</sup> Das Erreichen einer solchen Qualität ist im Falle von auslegungsgemäß erforderlich werdenden Maßnahmen zur Beseitigung unzulässiger Differenzdrücke an den Sumpfsieben nach meiner Wahrnehmung in der damaligen Diskussion bezweifelt worden. Es erschien unstrittig, dass für einen Störfallablauf, bei dem keine unzulässigen Druckdifferenzen an den Sumpfsieben auftreten und damit keine weiteren Maßnahmen erforderlich werden, die Störfallbeherrschung mit größerer Aussagesicherheit als gegeben angesehen werden kann als im anderen Fall.

*fällen mit Freisetzung von Isoliermaterial überschritten werden können, wenn nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden.“*

Daraus wird gefolgert:

*„Aufgrund des neuen Sachstandes werden diese Maßnahmen [Maßnahmen, die zur Begrenzung/Reduzierung hoher Druckdifferenzen bzw. zur Beseitigung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben erforderlich sind] nunmehr der Sicherheitsebene 3 zugeordnet. Daher sind im Rahmen der Störfallbeherrschung ausreichend zuverlässige und wirksame Maßnahmen zur Absicherung der Kernkühlung im Sumpfbetrieb zu implementieren, so wie nachfolgend spezifiziert.“*

Dem mit [1] gegenüber [2] vollzogenen Positionswechsel stimme ich aus folgenden Gründen nicht zu:

1. Das Nachweiskonzept in [2] folgte dem Ansatz, hohe Druckdifferenzen an den Sumpfsieben nicht zuzulassen (Vermeidungsansatz). In [1] wird ein Ansatz der Beherrschung hoher Druckdifferenzen gebilligt. Ein Vermeidungsansatz ist m. E. grundsätzlich sicherheitstechnisch zu bevorzugen, da damit eine höhere Robustheit bzw. Aussagesicherheit im Nachweis einhergeht. Ein Abgehen von diesem Ansatz müsste nach meiner Meinung jedenfalls auf als unvermeidlich begründbare Ausnahmefälle begrenzt werden und für diese Fälle wäre zudem zu zeigen, dass damit kein nennenswerter Verlust an Sicherheitsabständen einhergeht. Solche Bedingungen werden in [1] nicht festgelegt.
2. In [1] wird ein Abgehen vom Nachweiskonzept des Vermeidens alleinig unter der Bedingung für zulässig erklärt, dass die Maßnahmen zur Beherrschung (Begrenzung/Reduzierung hoher Druckdifferenzen bzw. zur Beseitigung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben) ausreichend zuverlässig und wirksam sind. Es wird in [1] impliziert, dass bei Einhaltung der in [1] genannten einzelnen Anforderungen die ausreichende Zuverlässigkeit und Wirksamkeit gegeben ist.

Hierzu ist festzustellen, dass ein generischer Nachweis darüber, dass bei Einhaltung der Anforderungen aus [1] ein annähernd gleichwertiges Niveau erreicht werden kann wie für den Fall, dass keine Maßnahmen zur Beherrschung hoher Druckdifferenzen an den Sumpfsieben erforderlich werden, der RSK nicht vorlag. Zudem wird die Vorlage eines entsprechenden anlagenspezifischen Nachweises in [1] nicht als Anforderung aufgestellt. Damit ist weder generisch gezeigt noch anlagenspezifisch eingefordert zu zeigen, dass das Abgehen vom in [2] beschriebenen Nachweiskonzept zumindest annähernd durch die in [1] aufgestellten Anforderungen kompensiert wird.

Weiter ist festzustellen, dass [1] keine Vorgaben darüber macht, wie im Rahmen der Nachweisführung mit den durch das Vorgehen gemäß [1] neu hinzukommenden Unsicherheiten umzugehen ist (dies betrifft bspw. Fragen der Wirksamkeit der Maßnahmen, der Resuspension von Isoliermaterial und daraus resultierendem Kerneinträgen, des Sauberkeitsgrads in der Anlage, der Einhaltung der 10 Stunden).

- [1] RSK – STELLUNGNAHME vom 13.03.2008 (406. Sitzung), Kühlmittelverluststörfälle mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen in Druckwasserreaktoren - Ablösung der Ablagerungen auf den Sumpfsieben
- [2] RSK – STELLUNGNAHME vom 22.07.2004 (374. Sitzung), Anforderungen an den Nachweis der Notkühlwirksamkeit bei Kühlmittelverluststörfällen mit Freisetzung von Isoliermaterial und anderen Stoffen