

Markus Kühni
Fichtenweg 21
3012 Bern

EINSCHREIBEN

Eidgenössisches
Nuklearsicherheits-Inspektorat ENSI
Industriestrasse 19
CH-5200 Brugg

Bern, 5.3.2012

Containment-Druckentlastung KKM und andere Fragen

Sehr geehrte Damen und Herren

Am 1. März 2012 haben Sie die Ergebnisse Ihrer Schwerpunktinspektion zu den Containment-Druckentlastungen veröffentlicht¹. Mit Erstaunen stelle ich fest, dass Sie zwar bei den AKW Gösgen und Leibstadt die Erdbebenfestigkeit der Containment-Druckentlastung in Frage stellen, nicht jedoch beim AKW Mühleberg.

1. Situation

Das Containment-Druckentlastungs-System (CDS) im KKM führt zur Filterung (und zum teilweisen Druckabbau durch Kondensation von Dampf) in die Wasservorlage des äusseren Torus. Damit ist das Venting aber noch nicht abgeschlossen. Sämtliche nichtkondensierbaren Gase, also auch die brennbaren Gase wie Wasserstoff und Kohlenmonoxid, müssen weiter abgeführt werden.

Der äussere Torus wird beim KKM (im Gegensatz zum Containment) nicht mit Stickstoff inertiert². In dessen Atmosphäre bildet sich folglich bei einer Wasserstoffabgabe zusammen mit dem vorhandenen Luft-sauerstoff explosives Knallgas. Dieses gefährliche Gemisch sammelt sich nun unterirdisch auf dem gesamten Umriss des kreisrunden Fundamentes des Reaktorgebäudes. Im äusseren Torus ist oberhalb des Wasserspiegels ein Volumen in der Grössenordnung von 1000m³ abschätzbar. Die Einleitung des CDS scheinen auf der gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals angeordnet zu sein (siehe auch Fig. 3).

Der äussere Torus ist über 48 rundum angeordnete, eingetauchte Druckabbauöffnungen von je 0.5m Durchmesser mit der sogenannten „-11m-Ebene“ des Reaktorgebäudes verbunden, *wo ohne Ausnahme sämtliche Primärnotkühlsysteme* des KKM sowie der innere Torus des Mark I Containments in einem Raum angeordnet sind. Diese heikle Disposition ist zu beachten.

Fukushima Daiichi zeigte (mindestens) vierfach, dass die Zündung von Wasserstoff eine offenbar fast zwingende Konsequenz ist, sobald sich dieser an unkontrollierten Orten ansammelt. Zudem zeigt der Unfall, dass durchwegs hochenergetische Explosionen zu erwarten sind.

¹ ENSI: Schwerpunktinspektion zeigt: Gefilterte Druckentlastung ist in Schweizer KKW gewährleistet, 1.3.2012

<http://www.ensi.ch/de/2012/03/01/schwerpunktinspektion-zeigt-gefilterte-druckentlastung-ist-in-schweizer-kkw-gewaehrleistet/>

² „Das Inertierungssystem: Damit wird das Primärcontainment während des Leistungsbetriebs mit Stickstoff (N₂) inertiert und der O₂-Gehalt auf maximal 4 % begrenzt.“. Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007, Seite 6-65, Kap. 6.5.6 „Systeme zur Wasserstoffbeherrschung“

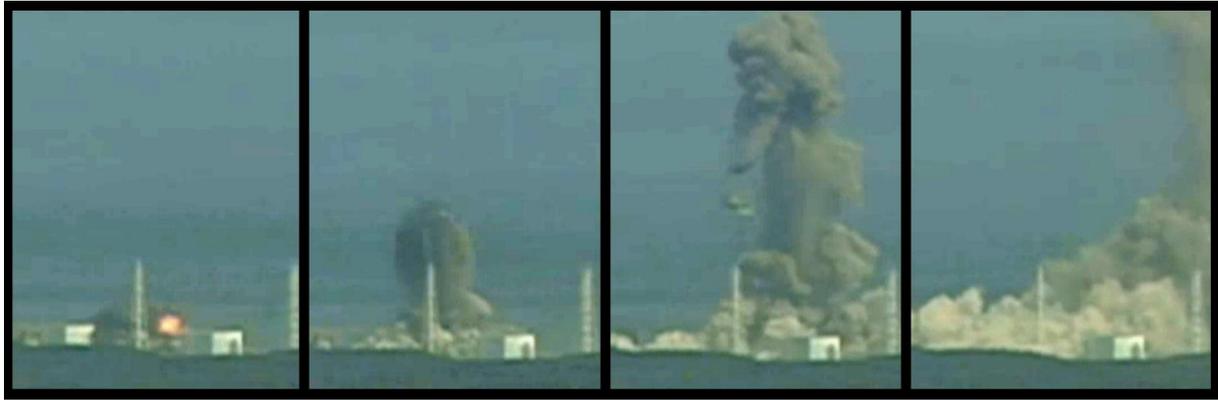


Fig. 1 Explosion Fukushima Daiichi Block 3; Standbilder: NTV Japan

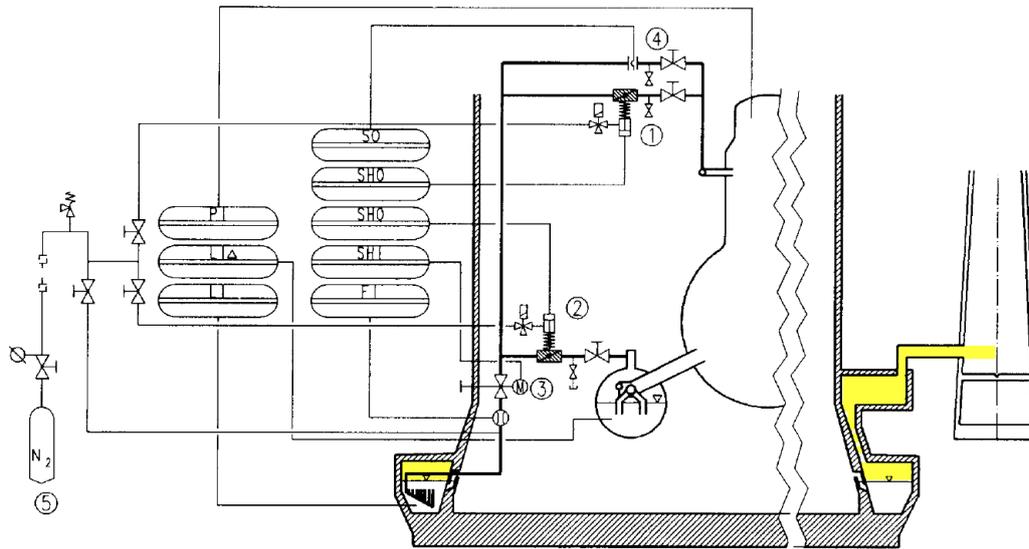
Aus diesen Gründen erscheint die garantierte Unversehrtheit des weiteren Abgaskanals der Containment-Druckentlastung im KKM in allen (auch auslegungsüberschreitenden) Störfallszenarien als essentiell, damit eine unkontrollierte Abgabe von Wasserstoff bzw. ein Kontakt mit Zündquellen ausgeschlossen werden kann³.

Die Containment-Druckentlastung des KKM führt vom äusseren Torus durch einen Schacht an der Aussenwand des Reaktorgebäudes bis auf +8m, dann über die sogenannte „Transportbrücke“ zum Aufbereitungsgebäude und schliesslich über eine weitere Brücke vom Dach des Aufbereitungsgebäudes zum Hochkamin.



Fig. 2 KKM von Westen mit Pfad Containment Druckentlastung in Hochkamin (Foto M. Kühni, 2011)

³ "The cleaned off-gases from the system are released to the atmosphere through the existing ventilation stack, where the potential of forming a combustible gas mixture had to be considered. It could be demonstrated, however, that assuming realistic turbulent mixing processes and by eliminating all ignition sources in the release path, venting is possible without a threat to the concrete structures in the release path.", Pressure release of containments during severe accidents in Switzerland, H. Rust et al. / Nuclear Engineering and Design 157 (1995) 337-352, p. 352



- 1 Pneumatic valve and isolation valve from drywell
- 2 Pneumatic valve and isolation valve from wetwell air space
- 3 Throttle valve to multi venturi scrubbers
- 4 Rupture disk
- 5 Nitrogen bottle and manual backup operation of the CDS

Fig. 3 KKM Containment-Druckentlastungs-System⁴

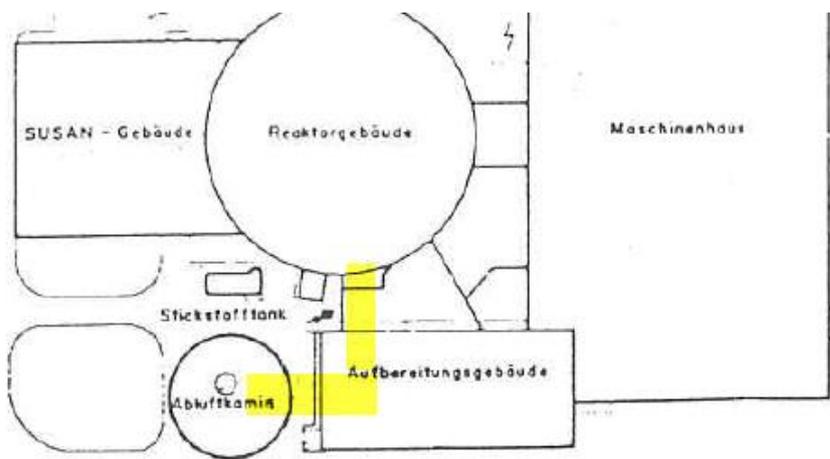


Fig. 4 KKM Sicherheitsbericht 1989, Figur 1.2.1/12.1.1, Gesamtlageplan (Ausschnitt), 16.5.1990

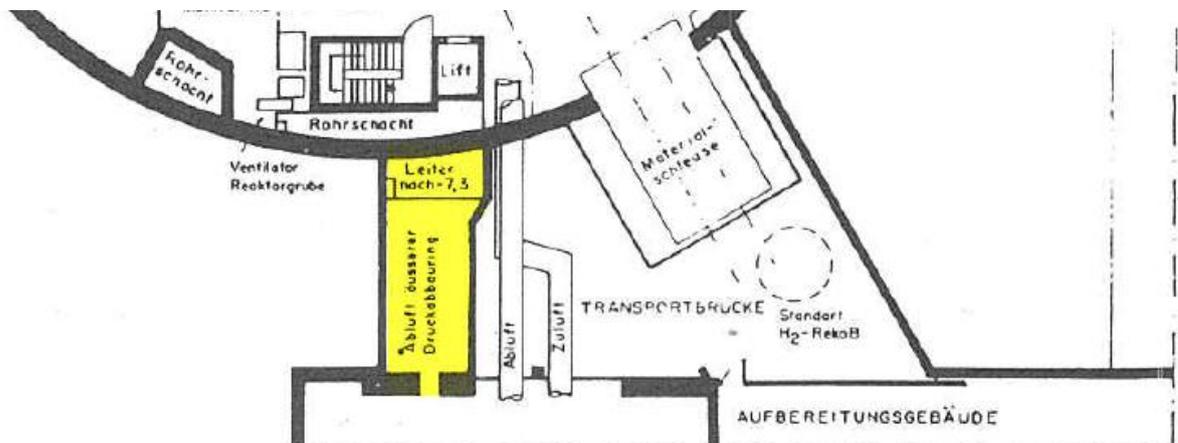


Fig. 5 KKM Sicherheitsbericht 1989, Figur 12.1.3.b, Reaktorgebäude Grundrisse + 8 m [...] (Ausschnitt), 30.11.1989

⁴ Figure 11 aus: Pressure release of containments during severe accidents in Switzerland, H. Rust et al. / Nuclear Engineering and Design 157 (1995) 337-352, p. 350

2. Problem

Zentraler Grund dieses Briefes ist die Tatsache, dass das KKM das Aufbereitungsgebäude in der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) 2000 nicht mehr für das damalige SSE⁵ qualifizieren konnte und deshalb eine Rückklassierung in die Erdbebenklasse II vornehmen musste. Sie schrieben damals:

Das Aufbereitungsgebäude war vor dem Betrachtungszeitraum wegen der Auslegung des Notabluftsystems (Sicherheitsklasse 3, Erdbebenklasse I) in die Erdbebenklasse I (SSE-Auslegung) eingeteilt. Die Rückklassierung des Aufbereitungsgebäudes in die Erdbebenklasse II (OBE-Auslegung) ist eine Folge der seismischen Nachrechnung. Diese konnte den Tragwiderstand für OBE nachweisen, für SSE aber nicht.⁶

Es sei erwähnt, dass damals Erdstösse bis 0.15g für das SSE angenommen wurden. Gemäss heutigem Wissenstand zur Erdbebengefährdung muss mit rund dem Doppelten gerechnet werden⁷.

Sie haben diese Rückklassierung 2002 akzeptiert und 2007 bestätigt⁸. Bei der Gelegenheit möchte ich vorbehalten, dass ich nicht nachvollziehen kann, wie die damals gültige Richtlinie zur sicherheitstechnischen Klassierung eine solche Rückklassierung erlaubte⁹. Der beim KKM etablierte Stand der Technik, den Sie zehn Jahre vorher in dessen atomrechtlichem¹⁰ Gutachten zur Betriebsbewilligung zusicherten, lässt sich meiner Meinung nach nicht im Widerspruch zu geltenden Richtlinien einfach „rückabwickeln“.

6-4

Die im KKM verwendete Einteilung in Sicherheitsklassen entspricht der Klassierung gemäss HSK-Richtlinie R-06 (Mai 1985). Abweichungen bei der Erdbebenklassierung wurden kompensiert durch die Installation des SUSAN-Systems.

11

Erdbebenqualifikation der Sicherheitssysteme

Gemäss heutigem Stand der Technik werden alle Sicherheitssysteme für Erdbeben qualifiziert, auch wenn kein kausaler Zusammenhang zwischen dem Erdbeben und der Anforderung des Sicherheitssystems besteht. Damit erspart man sich eine Eingrenzung der möglichen Erdbebenfolgen. Im Falle KKM sind nur die Stränge 3 und 4 vollständig auf Erdbeben qualifiziert. Mit diesen Strängen allein können die Konsequenzen eines Erdbebens beherrscht werden.

12

⁵ Safe Shutdown Earthquake oder Auslegungserdbeben

⁶ Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2002 (HSK 11/800), Seite 6-4

⁷ Obwohl seit Mai 2011 bekannt, wurden *Zwischenresultate* des PEGASOS Refinement Projects nicht veröffentlicht. Sie lassen sich aber anhand der original PEGASOS Zahlen von 0.3872g (Standort KKM, Fels) und mündlicher Aussagen des ENSI zur 8-jährigen „Verfeinerung“ (Refinement) durch Swissnuclear abschätzen.

<http://www.ensi.ch/de/2012/01/06/die-annahmen-der-erdbebengefährdung-der-schweizer-kkw-werden-laufend-genauer/>

⁸ Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2002, Seite 6-4 und 2007, Seite 6-5

⁹ Die Rückklassierung steht im Widerspruch zur Regelung, wonach alle mechanischen Sicherheitssysteme automatisch auch erdbebenklassiert sein müssen (Notabluftsystem, SK 3, EK I). Siehe HSK-R-06, Kap. 7.1, heute ENSI-G-01, Kap. 4.4.2.

¹⁰ Nach Artikel 7, Absatz 1 des früheren „Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie“ (Atomgesetz / SR 732.0) vom 23. Dezember 1959

¹¹ Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg, Würenlingen, Oktober 1991 (HSK 11/250, KSA 11/150), Seite 6-4

¹² Ebenda, Seite 3-18

3. Fragen

Zur Erdbebengefährdung der Containment-Druckentlastung möchte ich die folgenden Fragen stellen:

1. Kann KKM nun überraschenderweise wieder die Erdbebenqualifikation des Aufbereitungsgebäudes erbringen? Gilt dies auch gemäss aktueller Gefährdungsannahmen aus dem „PEGASOS Refinement Project Zwischenresultat“ vom Mai 2011¹³?
2. Gilt dies auch bei auslegungsüberschreitenden Erdbeben bzw. ist beim KKM die Erdbebenfestigkeit des Aufbereitungsgebäudes nun überraschenderweise sogar vergleichbar mit derjenigen des Containments, wie Sie es bei den AKW Gösgen und Leibstadt logisch zwingend mit dem Prinzip der „gestaffelten Sicherheitsvorsorge“ begründen und fordern¹⁴?
3. Verstehen Sie, dass von Ihrer Seite erhöhter Prüf- und Erklärungsaufwand erwartet wird, wenn Erdbebenanalysen der BKW für unveränderte Gebäude einzig „mit detaillierten Modellen“¹⁵ plötzlich bis zu fünffache Erdbebenfestigkeiten ausgewiesen werden¹⁶? Und zwar als „glückliche Fügung“ ausgerechnet dann, wenn es endlich erstmals – nach acht Jahren Verzögerung – ernst¹⁷ gilt, die PEGASOS-Gefährdungsannahmen einzusetzen?
4. Bei der Erdbeben-Deklassierung des Aufbereitungsgebäudes *vor nur gerade zehn Jahren* hat man sicher alles versucht, um einen Nachweis doch noch zu erbringen. Auch die Anwendung damals neuerer Rechenmodelle. Falls der Nachweis nun wider Erwarten doch wieder erbracht wird: welche bahnbrechenden Entwicklungen bei Berechnungsmethoden erklären diesen Zickzack? Sind diese Berechnungsmethoden für nukleare Sicherheitsnachweise anerkannter Stand der Technik (bitte um Quellenangabe)?
5. Kann KKM sicherstellen, dass die Containment-Entlastung funktioniert, wenn der Abgabepfad infolge Einsturzes des Aufbereitungsgebäudes zerstört wurde?
6. Kann KKM eine Zündung der explosiven Gase (auch bei Nachbeben) ausschliessen, wenn der Abgabepfad infolge Einsturzes des Aufbereitungsgebäudes zerstört wurde?

¹³ „Als Grundlage hat das ENSI eine aktualisierte Gefährdungsannahme gefordert. Im Mai 2011 hat deshalb swissnuclear einen Zwischenbericht des PRP erarbeitet, der auf aktuellen Daten basiert.“

<http://www.ensi.ch/de/2012/01/06/die-annahmen-der-erdbebengefahrdung-der-schweizer-kkw-werden-laufend-genauer/>

¹⁴ „Um einen wirksamen Schutz des Containments auch bei schweren erdbebenbedingten Unfällen zu gewährleisten, sollte die Containmentdruckentlastung im Sinne der gestaffelten Sicherheitsvorsorge eine Erdbebenfestigkeit aufweisen, die in etwa der Erdbebenfestigkeit der Containmentisolation bzw. der Containmentintegrität entspricht.“, Verfügung Stellungnahme zu Ihrem Bericht zum EU-Stresstest, 10.1.2012, ENSI an KKG, Seite 2

¹⁵ Aussagen BKW in diversen Medienberichten, so auch in „AKW Mühleberg erhält Bestnoten – ohne Prüfung“, Sonntagszeitung, 15.1.2012 <http://www.sonntagszeitung.ch/nachrichten/artikel-detailseiten/?newsid=203577>

¹⁶ Als Beispiel sei die Verfünfachung der Erdbebenfestigkeit des Reaktor Gebäudes genannt, wo bis 2007 bei 0.15g noch Abplatzungen und Risse an der Kuppel eingeräumt wurden (Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007, S. 6-8.), heute aber eine Festigkeit von 0.77g „ausgewiesen“ wird (EU Stress Test: Swiss National Report, S. 21).

¹⁷ „ernst“ im Sinne eines deterministischen Nachweises, welcher zur Ausserbetriebnahme nach UVEK Ausserbetriebnahmeverordnung Art. 3 führen kann.

7. Hat KKM die Wirkung einer Zündung der explosiven Gase im äusseren Torus untersucht? Hält das Gebäude den Belastungen stand?



Fig. 6 Gebäudeschäden nach Wasserstoff-Explosion in Fukushima Daiichi¹⁸

8. Kann KKM bei einer Zündung der explosiven Gase im äusseren Torus schädigende Wasserauswürfe (water slugs) durch die 48 Druckabbauöffnungen auf den inneren Torus bzw. auf die Sicherheitssysteme der -11m-Ebene ausschliessen?

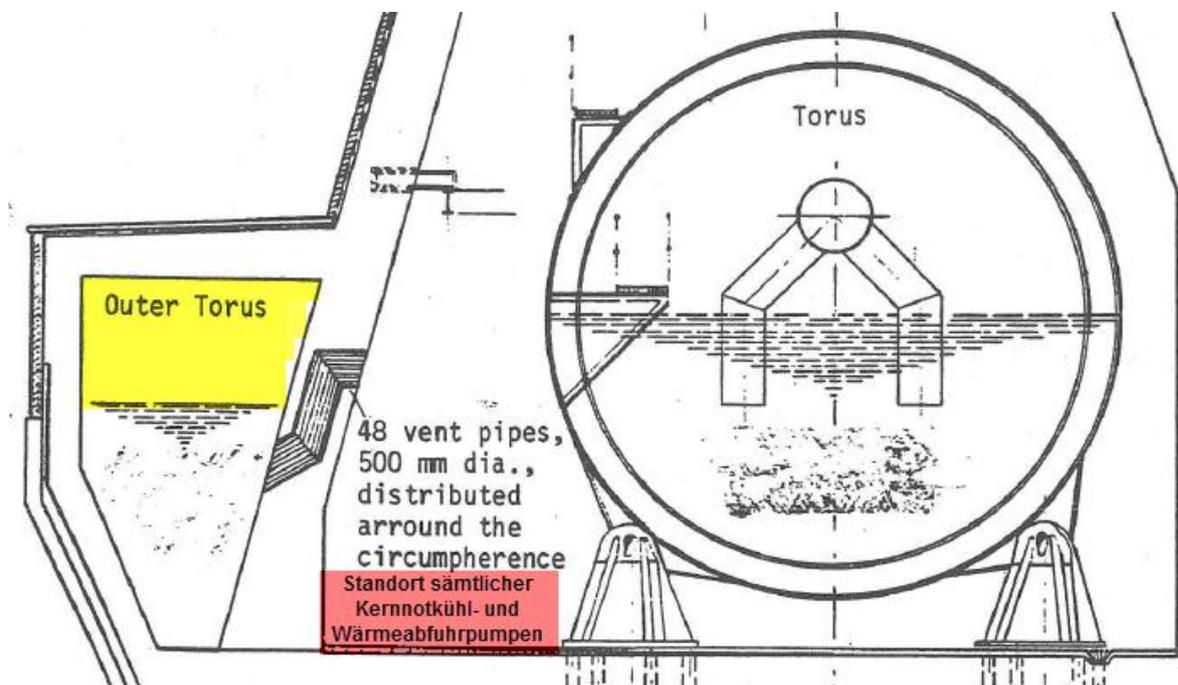


Fig. 7 KKM Sicherheitsbericht 1989, Figur 5.3.1, Reactor Building Vent to Outer Torus, 30.11.1989

¹⁸ Foto: xtczb; <http://www.flickr.com/photos/xtczb/with/5705371419/>

9. Hat KKM die Wirkung einer Containment-Druckentlastung bei (teilweise) blockiertem Abluftpfad untersucht?

Kann unter diesen Umständen bei 6 bis 7 bar Abblasdruck¹⁹ ein Ausblasen von Wasser aus dem äusseren Torus (1000m³) durch die 48 Druckabbauöffnungen in die -11m-Ebene ausgeschlossen werden?

Anmerkung 1: Sie schreiben „Im Reaktorgebäude ist bei einer Leckmenge von mehr als 500 m³ die Funktionstüchtigkeit der auf der Kote von -11 m im Reaktorgebäude aufgestellten Kernnotkühl- und Nachwärmeabfuhrpumpen nicht mehr sichergestellt“²⁰

Anmerkung 2: Das Containment-Rückpumpsystem CRS, welches solches Leckwasser beseitigen sollte, ist nicht erdbebenfest (und seine Stromversorgung ebenfalls nicht)²¹.

10. Auch unabhängig von einem Erdbeben: bei der Filterung mittels Venturi-Düsen wird ja bewusst eine optimale Durchmischung der Gase mit dem Wasser angestrebt. Die Bildung möglichst feiner Blasen ist dabei sicherlich das Ziel (grösstmögliche Kontaktfläche pro Volumeneinheit, langsames Aufsteigen an die Oberfläche²²). Solch feine Blasen vermischen sich aber typischerweise im gesamten Wasserkörper.

Kann KKM nachweisen, dass brennbare und radioaktive Gase (Xenon, Krypton, etc. auch durch Zerfall von gelöstem ¹³⁵I → ¹³⁵Xe, 6.57h Halbwertszeit) nicht in schädlicher Menge durch die 48 Druckabbauöffnungen ins Reaktorgebäude ausperlen?

Anmerkung: Abluft- und Notabluftsysteme sind im KKM nicht erdbebenfest. Schädliche Gase werden im Erdbebenfall nicht aus der Reaktorgebäudeatmosphäre beseitigt.

Weitere Fragen zum Aufbereitungsgebäude (unabhängig von der Containment Druckentlastung):

11. Kann KKM die Integrität des Sekundär-Containments (Reaktorgebäudehülle) sicherstellen, wenn die Transportbrücke infolge Einsturzes des Aufbereitungsgebäudes abgerissen wird?

Anmerkung: die Transportbrücke ist gemäss Sicherheitsbericht geschlossen in Stahlbeton gemauert²³ und hat auf Grund ihrer Trapezform beim Aufbereitungsgebäudes die breitere Verbindung, sie wird also eher beim Reaktorgebäude abgerissen (siehe Fig. 5). Weitere Schäden sind beim Aushebeln und Abgleiten der Brücke zu befürchten.

12. Kann KKM nachweisen²⁴, dass ein Einsturz des Aufbereitungsgebäudes auch sonst nicht das Reaktorgebäude, dessen weitere Erdbebenfestigkeit oder seine Einrichtungen kompromittiert?

Wurde dabei die Zugwirkung auf Kanäle, Rohre und Leitungen, welche durch die kollabierende Transportbrücke mitgerissen werden, berücksichtigt? Wurden Leckagen dieser Leitungen berücksichtigt?

¹⁹ „Set- point for manual operation of the CDS-system: 6 bar (abs); Rupture disc failure pressure: 7 bar (abs)“

Pressure release of containments during severe accidents in Switzerland, H. Rust et al. / Nuclear Engineering and Design 157 (1995) 337-352, p. 352

²⁰ HSK Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007, Seite 7-37

²¹ HSK Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007, Seite 3-9

²² „The absorption of elemental iodine as gases in the liquid increases with the residence time and the contact area“, Pressure release of containments during severe accidents in Switzerland, H. Rust et al. / Nuclear Engineering and Design 157 (1995) 337-352, p. 341

²³ „Alle Zugänge zum Reaktorgebäude für Personal, Material und Betriebseinrichtungen (Kabel und Rohrleitungen) erfolgen über geschlossene Brücken und Kanäle, die in Stahlbetonkonstruktion ausgeführt sind.“, KKM Sicherheitsbericht 1989, Seite 12.2 - 7

²⁴ Gemäss UVEK Gefährdungsannahmenverordnung (SR 732.112.2) Art. 1, Abs. f und Art. 5. Abs. 2

13. Wie sinnvoll ist es, den H₂-Rekombinator zum Abbau von Wasserstoff im Primärcontainment ausgerechnet auf dieser Transportbrücke aufzustellen (siehe Fig. 5)?
Anmerkung: auch dessen Stromversorgung ist nicht erdbebenqualifiziert. Es handelt sich *nicht* um einen passiven, katalytischen Rekombinator²⁵.
14. Kann KKM nachweisen, dass ein Einsturz des Aufbereitungsgebäudes via Kollabieren der zweiten Brücke vom Dach zum Hochkamin dessen Integrität und Erdbebenfestigkeit nicht beeinträchtigt?
Anmerkung: ein Absturz des Hochkamins auf Reaktorgebäude oder SUSAN hätte wohl gravierende Konsequenzen.
15. Wie stellen Sie sich heute zur Rückklassierung des Aufbereitungsgebäudes, auch gerade angesichts der Gefährdung von Drittgebäuden? Wie kann eine Rückabwicklung von sicherheitstechnischen Zusicherungen (Gebäude BK I, Notabluft SK 3/EK I) im Widerspruch zum deklarierten Stand der Technik, zur Betriebsbewilligung, zu deren atomrechtlichem Gutachten und zu den geltenden Richtlinien begründet werden?

Ich hoffe, Ihnen mit meinen Fragen einige wertvolle Hinweise zur Vervollständigung Ihrer Öffentlichkeitsinformation bzw. zur Vollstreckung Ihrer Aufsichtstätigkeit geliefert zu haben und erwarte Ihre baldigen Antworten.

Freundliche Grüsse,

Markus Kühni
Dipl. Inf-Ing. ETH

Kopie an:

- Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)
- Interessierte Kreise

²⁵ „Das Wasserstoff-Rekombinatorsystem: Die Kapazität des Systems reicht aus, um die H₂-Konzentration infolge Radiolyse unterhalb der Zündgrenze 101 (4% H₂ und 5% O₂) zu halten. Es arbeitet thermisch und ohne Katalysator.“ Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007, Seite 6-65