

# Kurzstellungnahme

## Dekontamination des Reaktordruckbehälters mit Schild des NS Otto Hahn

Auftraggeber:

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
in Abstimmung mit der Begleitgruppe „HZG im Dialog“

Auftragnehmer:

**intac** -  
Beratung · Konzepte · Gutachten  
zu Technik und Umwelt GmbH

Ansprechpartner: Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

Hannover, Juni 2017

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	3
1. Einleitung.....	5
2. Beschreibung des RDBmS und der geplante Abbau.....	6
3. Prüfeempfehlung für Systemdekontamination.....	9
4. Höfer & Bechtel zur Dekontamination des RDBmS.....	10
5. Bewertung der fachlichen Stellungnahme .....	11
6. Gesamtbewertung .....	17
7. Literatur .....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Reaktordruckbehälter mit Schildtank.....	6
---	---

---

## Zusammenfassung

Das Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) beabsichtigt, den Abbau des auf seinem Gelände lagernden Reaktordruckbehälters mit Schildtank aus dem NS Otto Hahn. Die geplante Vorgehensweise wurde in einer Entwurfsplanung und im Sicherheitsbericht zum atomrechtlichen Genehmigungsverfahren dargelegt.

Der Reaktordruckbehälter mit Schildtank (RDBmS) lagert seit 1981 in einem verschlossenen Betonschacht auf dem Anlagengelände, der vorher hierfür errichtet wurde. Im Unterschied zu anderen Reaktordruckbehältern befindet sich der gesamte Primärkreislauf, einschließlich Pumpen und Dampferzeuger, innerhalb dieser Komponente. Das gesamte Radioaktivitätsinventar beträgt etwa 560 TBq, von dem der größte Teil in Form von Aktivierung in Reaktordruckbehälterteilen vorliegt.

Der Abbau des RDBmS soll ohne vorherige Gesamtdekontamination erfolgen. Aufgrund einer Empfehlung der intac GmbH, Sinn und Möglichkeit einer solchen Dekontamination zu prüfen, wurde die Firma Höfer & Bechtel von HZG mit einer fachlichen Stellungnahme beauftragt. In der Stellungnahme wird der Schluss gezogen, dass eine Systemdekontamination wegen zu erwartender zusätzlicher Strahlenbelastungen des Personals und einer Erhöhung des radioaktiven Abfallvolumens nicht gerechtfertigt sei.

Dieser Schluss wird hier in dieser Allgemeinheit und vor allem mit der Hauptbegründung nicht geteilt.

Die Strahlenbelastung muss differenzierter betrachtet werden als es in der fachlichen Stellungnahme geschehen ist. Eine Abschätzung der Höhe der zusätzlichen Strahlenbelastung liegt nicht vor. Die durch die Gesamtdekontamination verursachte Strahlenbelastung wurde auch nicht gegen die Strahlenbelastung durch Dekontaminationsmaßnahmen im Rahmen der geplanten Vorgehensweise abgewogen. Inwieweit die Gesamtdekontamination zur Verringerung der Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung (Normalbetrieb und Störfall) im Zusammenhang mit der Beachtung des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung eine Rolle spielt, wurde in der fachlichen Stellungnahme ebenfalls nicht betrachtet. In einer eigenen Bewertung wird hier festgestellt dass die Gesamtdekontamination zur Verringerung der Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung nicht erforderlich ist. Voraussetzung hierfür ist allerdings die konsequente Durchführung der angekündigten Strahlenschutzmaßnahmen bei Abbau und Zerlegung sowie die Richtigkeit der im Sicherheitsbericht behaupteten Wirksamkeit der Vorsorgemaßnahmen für Störfälle.

Der Anfall von radioaktiven Sekundärabfällen durch eine Gesamtdekontamination des RDBmS kann kein Ausschlussgrund für diese sein. Das Abfallvolumen. Zumal es sich bei dem zusätzlichen Abfallvolumen um wenige Kubikmeter im einstelligen Bereich handelt und durch Einsparung von nach bisher geplanter Vorgehensweise später vorgesehenen Dekontaminationsmaßnahmen dann weniger Abfall anfällt.

Die in der fachlichen Stellungnahme betrachtete Systemdekontamination wird mit Chemikalien durchgeführt und es ist eine Druckbeaufschlagung des Systems erforderlich. Aufgrund der lange zurück liegenden Außerbetriebnahme des RDBmS und der vielen, nach heutigen Anforderungen nicht qualitätsgesicherten Verschlüsse seiner Öffnungen, bestehen Zweifel, ob der notwendige Integritätsnachweis für den RDBmS bei Druckbeaufschlagung und dem Einsatz von Chemikalien erfolgreich zu führen ist. Es ist bereits fraglich, ob die Voraussetzungen für einen solchen Nachweis, unter anderem Prüfung der Verschlüsse in der Zwischenlagersituation im Betonschacht, geschaffen werden können.

Insgesamt hat die Prüfung von Sinn und Möglichkeit einer Gesamtdekontamination des RDBmS vor Beginn der Abbau- und Zerlegearbeiten ergeben, dass keine Empfehlung für eine Systemdekontamination, unter den Randbedingungen, die in der fachlichen Stellungnahme beschrieben wurden, gegeben werden kann.

## 1. Einleitung

Der bei der „Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH“ (GKSS), heute Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), entwickelte Antrieb für das Nuklearforschungsschiff Otto Hahn wurde 1979 außer Betrieb genommen. Die Stilllegung begann 1980 und beinhaltete den Komplettausbau des Reaktordruckbehälters mit Schildtank (RDBmS) aus dem Schiffsrumpf. Der RDBmS wurde 1981 nach Geesthacht transportiert und wird seitdem auf dem Gelände von HZG in einem betonierten Senkschacht zwischengelagert.

Im Rahmen der geplanten Denuklearisierung des Standortes von HZG soll die jetzige Zwischenlagerung aufgehoben werden. Dazu sollen zunächst die im RDBmS befindlichen Einbauten ausgebaut werden und dann der RDB in Schüssen zerlegt aus dem Betonschacht gehoben werden. In einer von HZG in Absprache mit der Begleitgruppe „HZG im Dialog“ beauftragten Stellungnahme der **intac** GmbH zum Abbau wurde unter anderem empfohlen, die Möglichkeit einer System-Dekontamination des RDBmS und seiner Einbauten vor Beginn der Arbeiten zu prüfen.

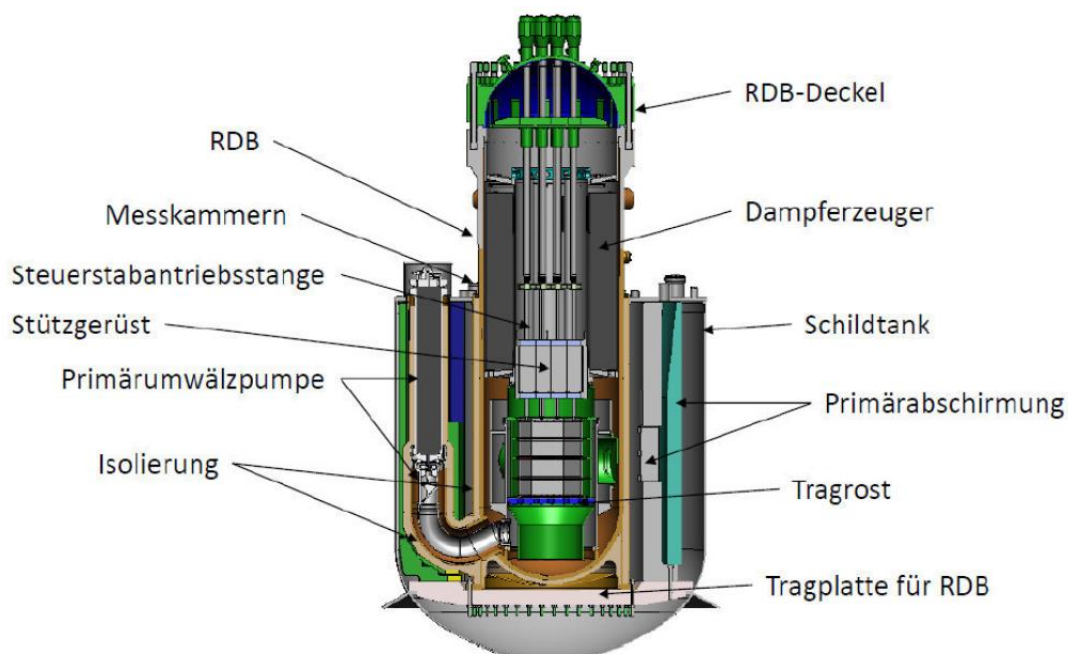
Das HZG hat die Firma Höfer & Bechtel mit der Prüfung hierzu beauftragt. Die „Fachliche Stellungnahme zu einer FSD am Otto Hahn RDB“ kommt zu dem Ergebnis, dass eine FSD nicht zu rechtfertigen sei.

HZG hat die **intac** GmbH zu einer Bewertung der Schlussfolgerung aufgefordert. Diese Bewertung wird hiermit vorgelegt.

## 2. Beschreibung des RDBmS und der geplante Abbau

Der Reaktordruckbehälter mit Schildtank (RDBmS) diente dem Antrieb des Nuklearschiffs Otto Hahn. Nach dem endgültigen Abschalten des Reaktors 1979 und der 1980 erteilten Stilllegungsgenehmigung für den nuklearen Antrieb wurde am 30. April 1981 die Genehmigung für die Lagerung des RDBmS im Reaktordruckbehälter-schacht auf dem Gelände der damaligen GKSS erteilt [SMSh 1981].

Der RDBmS unterscheidet sich in seiner Konstruktion grundsätzlich von den Reaktordruckbehältern in Atomkraftwerken und Forschungseinrichtungen. Die Abschirmung der bei der Kernspaltung entstehenden Strahlung hoher Intensität (vor allem Neutronenstrahlung) gegenüber der Umgebung erfolgt durch einen mit ihm verbundenen Abschirmbehälter, der um den Bereich des Reaktorkerns angeordnet ist, dem sogenannten Schildtank. Die beiden verbundenen Komponenten Reaktordruckbehälter und Schildtank enthalten den gesamten Primärkühlkreislauf (bspw. Dampferzeuger im RDB und Primärumwälzpumpen bzw. Hauptkühlmittelpumpen im Schildtank), deren Komponenten bei anderen Reaktoren extern angeordnet sind. Siehe hierzu Abbildung 1.



**Abbildung 1: Reaktordruckbehälter mit Schildtank [SCHREINER 2014]**

Im zwischengelagerten RDBmS sind noch alle Einbauten enthalten. Der RDBmS wurde vor dem Transport nach Geesthacht entwässert. Mit der angewendeten Technik konnte das Wasser nicht vollständig entfernt werden. Es wird für das Restwasser im RDB ein Volumen von etwa  $1 \text{ m}^3$  und im Schildtank von etwa  $0,1 \text{ m}^3$  geschätzt [HÖBE 2013].

### Radiologische Eigenschaften

Für die Aktivierung wird zum Zeitpunkt 01.01.2016 laut [HÖBE 2013] ein Radioaktivitätsinventar von  $560 \text{ TBq}$  ( $560 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$ ) abgeschätzt. Hauptradionuklide sind Ni-63 und Co-60, also  $\beta$ - bzw.  $\gamma$ -Strahler. Von dem genannten Radioaktivitätsinventar befinden sich ca.  $558 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$  in RDBmS-Einbauten in unmittelbarer Umgebung des Reaktorkerns und ca.  $2 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$  im Rest. Der größte Teil dieses Radioaktivitätsinventars wurde durch Aktivierung der metallischen Strukturen während des Reaktorbetriebes verursacht und ist in den Strukturen fest eingebunden. Die durch Ablagerung von Radionukliden auf den Oberflächen verursachte Kontamination stellt den geringeren Teil des Gesamtradioaktivitätsinventars.

Die Kontamination der Innenflächen und Einbauten des RDBmS beträgt etwa  $10^{11} \text{ Bq}$ , wovon  $9,14 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$  auf den Dampferzeuger entfallen sollen [HÖBE 2013]. Aufgrund von Brennelementschäden während des Reaktorbetriebes ist davon auszugehen, dass es im RDBmS-Innenraum auch Kontaminationen mit  $\alpha$ -Strahler gibt.

Nach der Stilllegung des Reaktors wurden die Außenflächen der Anlagenkomponenten auf unter  $0,37 \text{ Bq/cm}^2$  dekontaminiert [NOELL]. Nach der Beschreibung muss davon ausgegangen werden, dass dies auch für die Außenfläche des RDBmS gilt.

Auf Grundlage von Dosisleistungsmessungen im und am Reaktordruckbehälter nach der Abschaltung des Reaktors sowie der Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls wird für 2016 von  $1 \text{ Sv/h}$  im RDBmS und  $1 \text{ mSv/h}$  im Spalt zwischen RDB und Schildtank ausgegangen [HZG 2016].

### Abbau des RDBmS

Für den Abbau des RDBmS wird im Sicherheitsbericht folgende Reihenfolge angegeben [HZG 2016]:

- ◆ Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre,
- ◆ Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen,
- ◆ Ausbau des RDB-Deckels,
- ◆ Ausbau des Stützgerüsts,

- ◆ Ausbau des Dampferzeugers,
- ◆ Abbau der Kerneinbauten,
- ◆ Abbau der Einbauten im Schildtank,
- ◆ Abbau des RDB,
- ◆ Abbau des Schildtanks.

Diese Reihenfolge entspricht der in der Entwurfsplanung [HÖBE 2013] für den Abbau dargestellten und in der Kurzstellungnahme [INTAC 2015] hierzu positiv bewerteten Reihenfolge.

Für die Arbeiten nach Ausbau der Hauptkühlmittelpumpen soll der RDBmS zum Teil mit Wasser geflutet werden. Dadurch kann die Dosisleistung für das Personal und die Menge von durch die Trennarbeiten in die Luft freigesetzten Radionukliden reduziert werden.

Für die Zerlegung des RDBmS werden zum Teil manuelle handgeführte Abbaugeräte bzw. Abbauwerkzeuge verwendet [HZG 2016].



### 3. Prüfeempfehlung für Systemdekontamination

Aufgrund der in Kapitel 2 dargestellten Innenkontaminationen des RDBmS, der zum Teil handgeführten Zerlegung Vorort und des in § 6 StrlSchV vorgeschriebenen Minimierungsgebotes, nach dem auch unterhalb von Grenzwerten die Strahlenbelastungen so gering wie möglich zu halten sind, wurde von der intac GmbH die Prüfung der Möglichkeit einer Systemdekontamination des RDBmS vor dem Abbaubeginn empfohlen [INTAC 2015]:

*„Die Entwurfsplanung sieht keine Gesamtdekontamination des Kühlkreislaufes sowie des übrigen RDB-Innenraumes vor. Den vorliegenden Unterlagen ist auch nicht zu entnehmen, dass eine solche Dekontamination vor oder nach dem Ausbau des RDBmS aus der NS Otto Hahn durchgeführt wurde. Es ist deshalb davon auszugehen, dass mit einer solchen Dekontamination das Radioaktivitätsinventar deutlich verringert werden kann. Dadurch können bei Ausbau und Zerlegung sowie im Störfall Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Zerlegehallenatmosphäre und damit auch in die Umgebung verringert werden. Auch die Strahlenbelastung des Personals kann dadurch wahrscheinlich erheblich gesenkt werden.*

*Eine solche Primärkreisdekontamination mittels chemischen Abtrags ist für Leistungsreaktoren in der Bundesrepublik und international allgemein üblich und wird von der Kernenergieindustrie als Dienstleistung angeboten [BELDA 2015]<sup>1</sup>. Die Dekontamination wird mit mobilen Anlagen durchgeführt, wozu auch eine Ionentauscher-Komponente zur Bindung der radioaktiven Partikel gehört.*

#### **Empfehlung 4-2:**

*Es sollte geprüft werden, ob eine solche Primärkreis-Dekontamination durch einen der Anbieter auch für den RDBmS möglich ist und welcher Dekontaminationsfaktor unter Berücksichtigung der nicht durchfließbaren verschlossenen Dampferzeugerheizrohre damit erreicht werden könnte.“*

---

<sup>1</sup> Dies ist nur einer von mehreren Anbietern auf dem deutschen Markt.

## 4. Höfer & Bechtel zur Dekontamination des RDBmS

Die Firma Höfer & Bechtel wurde vom HZG mit der Prüfung einer Dekontamination beauftragt und gab hierzu die „Fachliche Stellungnahme zu einer FSD am Otto Hahn RDB“ ab [HÖBE 2017].

In der Stellungnahme wird zunächst die Ausgangssituation für den RDBmS dargestellt. Des Weiteren werden das Vorgehen bei einer Full System Decontamination (FSD) und ihr Nutzen für einen Rückbau beschrieben. Dann wird auf Probleme einer FSD eingegangen und eine Gegenüberstellung „Rückbau KKW / Zerlegung des RDBmS“ durchgeführt. Abschließend wird in einem Fazit das Ergebnis der Prüfung zusammengestellt.

In der hier vorgelegten Kurzstellungnahme wird die Wiedergabe der fachlichen Stellungnahme in diesem Kapitel 4 auf die Ergebnisse beschränkt. Bei der hier vorgenommenen Bewertung in Kapitel 5 werden die Inhalte der anderen Aspekte kurz angeführt. Für die ausführlichere Darlegung dieser Aspekte wird auf [HÖBE 2017] verwiesen. Im Fazit werden dort folgende Ergebnisse genannt, die nach Ansicht der Autoren gegen eine Dekontamination des RDBmS vor Beginn von Abbau und Zerlegung sprechen:

- a) Die Radioaktivität liegt im Wesentlichen durch Aktivierung vor, die durch eine FSD praktisch nicht erfasst wird.
- b) Die Zerlegung der hochradioaktiven Reaktoreinbauten erfolgt fernhantiert unter Wasser, eine FSD würde praktisch keine Dosisreduzierung bewirken. Lediglich für den Dampferzeuger würde die FSD Nutzen bringen. Dessen Aktivität beträgt jedoch nur 0,02 % der Gesamtradioaktivität.
- c) Die für die FSD erforderlichen Systeme sind beim RDBmS nicht mehr vorhanden und müssten extern bereitgestellt werden. Darüber hinaus müsste die Messtechnik für die Überwachung der FSD neu installiert werden.
- d) Der RDBmS müsste die Druckbehälterverordnung erfüllen.
- e) Das Volumen der radioaktiven Abfälle würde erhöht.
- f) Insgesamt kommt [HÖBE 2017] „nach Abwägung der Vor- und Nachteile“ zu dem Ergebnis, dass die zu erwartende zusätzliche Strahlenbelastung sowie die zu erwartende Erhöhung des radioaktiven Abfallvolumens durch die FSD nicht gerechtfertigt sind.

## 5. Bewertung der fachlichen Stellungnahme

### Ausgangssituation

Zur Beschreibung der Ausgangssituation im Kapitel 2 sind keine Anmerkungen erforderlich.

### Vorgehen bei FSD

In [INTAC 2015] wurde beispielhaft auf eine sogenannte Full System Decontamination (FSD) einer bestimmten Firma hingewiesen [BELDA 2015]. Die Vorgehensweise bei diesem Dekontaminationsprozess wird in [FISCHER 2015] detaillierter beschrieben. Auf diese Veröffentlichung nimmt die Beschreibung in [HÖBE 2017] Bezug. Dabei werden auch der erreichte Dekontaminationsfaktor von 39 (im Mittel) sowie, durch die Dekontamination verursacht, das Volumen von 9,8 m<sup>3</sup> radioaktiver Abfälle (Ionentauscherharze) und die Kollektivdosis von 86 mSv angegeben.

Es ist darauf hinzuweisen, dass Abfallvolumen und Kollektivdosis nicht auf eine Dekontamination des RDBmS übertragbar sind, sie dürften deutlich geringer sein. Die Angaben können deshalb nur als Hinweis verstanden werden.

In [HÖBE 2017] wird zwar darauf verwiesen, dass die Darstellung nur beispielhaft das grundsätzliche Prinzip einer FSD aufzeigt, es wird aber nicht Stellung genommen, ob existierende andere Dekontaminationsverfahren vergleichbar sind.

Im Rahmen des für diese Kurzstellungnahme möglichen Aufwandes können keine detaillierten Recherchen durchgeführt werden, sondern nur auf andere Dekontaminationsverfahren bzw. Vorgehensweisen hingewiesen werden:

- ◆ Das in [FISCHER 2015] beschriebene Dekontaminationsverfahren ist in abgewandelter Form auch für Einzelkomponenten und Teilsysteme anwendbar. Entsprechende Erfahrungen liegen beim Anbieter vor. Bei der Dekontamination von Dampferzeuger oder Druckhalter wurden nicht im Primärkreissystem enthaltene, zur Dekontamination notwendige Einrichtungen benutzt [TOPF 2015]. Die Autoren weisen jedoch auf einigen zusätzlichen Aufwand hin.
- ◆ Ein im Grundsatz ähnliches FSD-Verfahren eines anderen Anbieters wird in [LOEB 2013] beschrieben. Hier werden allerdings nur im zu dekontaminierenden System vorhandene Einrichtungen benutzt. Da es diese beim RDBmS nicht mehr gibt bzw. die Funktionsfähigkeit nicht gegeben sein wird, könnte das Verfahren ungeeignet sein. Andererseits wurden mit dem Verfahren auch schon Teilsys-

teme dekontaminiert. Eine endgültige Bewertung ist mit den vorliegenden Informationen nicht möglich.

- ◆ Ein weiteres chemisches Dekontaminationsverfahren wird für mittelgroße Systeme oder Komponenten eingesetzt [WEST 2015]. Hierzu liegen für eine Bewertung zu wenig Informationen vor.
- ◆ Offenbar wurden auch schon Dekontaminationsverfahren ohne Chemikalien zumindest für Teilsysteme eingesetzt. Mit Hochdruck Wasserstrahlen wurde das Volumenregelsystem eines Reaktors mit Komponenten und Rohrleitungen dekontaminiert [LOEB 2013]. Auch hier liegen zu wenige Informationen für eine Bewertung vor.

### Nutzen einer FSD

Der Nutzen einer FSD wird in [HÖBE 2017] vor allem für räumlich ausgedehnte Primärkreislaufsysteme gesehen, die „*im Wesentlichen ausschließlich durch Kontamination radioaktiv sind*“. Da der Rückbau der Rohrleitungssysteme ohne Fernhandlung durchgeführt werde, könne hier Dosis für das Rückbaupersonal eingespart werden. Außerdem fänden in den Räumen, in denen sich die Rohrleitungssysteme befinden auch andere Arbeiten statt.

Die Ausführungen sind bezogen auf die Stilllegung eines kommerziellen Leichtwasserreaktors für sich genommen richtig. Allerdings ist die Ausgangssituation beim RDBmS eine andere. Ausgehend von dieser Ausgangssituation ist zu betrachten, ob und wieviel Dosis eingespart werden kann. Das ist auch relevant, wenn die einsparbare Dosis absolut geringer ist.

### Probleme einer FSD

In [HÖBE 2017] wird als Problem gesehen, dass die als Kontamination auf den Oberflächen haftende Radioaktivität nicht vernichtet, sondern in als radioaktive Abfälle zu behandelnde Stoffe verlagert wird.

Hierzu ist festzustellen, dass dies ein Ziel der Dekontamination und nicht deren Problem ist. Die Dekontamination vor Abbau und Zerlegung radioaktiver Bauteile dient

- ◆ der Verringerung der Strahlenbelastung des Abbaupersonals,
- ◆ der Verringerung der bei Abbau und Zerlegung (findet nass und trocken statt) freigesetzten Radioaktivität und
- ◆ der Verringerung des Freisetzungsquellterms bei möglichen Störfällen.

Problematisiert wird in [HÖBE 2017] außerdem, dass die Dekontamination selber durch die erforderlichen Arbeitsschritte von Personal zu deren Strahlenbelastung beiträgt. Die Rechtfertigung dieser Strahlenbelastung sei zu prüfen.

Dieser Aussage ist uneingeschränkt zuzustimmen. Es muss eine Abwägung stattfinden, ob die Gesamtstrahlenbelastung des Personals mit oder ohne Gesamtdekontamination des RDBmS größer ist. Dabei muss auch die Verringerung der Strahlenbelastungen des Personals durch möglichen Wegfall späterer Dekontaminationsmaßnahmen berücksichtigt werden. Darüber hinaus muss in diese Abwägung einbezogen werden, welche Verringerung der Freisetzung radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb von Abbau und Zerlegung sowie im ungünstigsten Störfall durch die Dekontamination zu erreichen ist. Dies ist für die Minimierung der Strahlenbelastung von Personen aus der Bevölkerung und die Umwelt relevant.

#### Gegenüberstellung Rückbau KKW / Zerlegung des RDBmS

Nach [HÖBE 2017] trägt in Atomkraftwerken die Kontamination im ausgedehnten aktivitätsführenden Primärkreislaufsystem wesentlich zur Strahlenbelastung des Rückbaupersonals bei. Beim RDBmS sei die Strahlenbelastung jedoch wesentlich durch die Aktivierung bestimmt, die durch Dekontamination nicht wesentlich reduziert werden könne.

Diese Aussagen sind richtig. Sie berücksichtigen jedoch nicht, dass der RDBmS in seinem jetzigen Zustand die Ausgangssituation für eine Verringerung der Strahlenbelastung sein muss. Es ist auch nicht nur die Strahlenbelastung des Betriebspersonals relevant, sondern auch die Strahlenbelastungen für auf dem HZG-Gelände arbeitenden Personen aus der Bevölkerung. Auch der Freisetzungsquellterm möglicher Störfälle ist zu betrachten.

In [HÖBE 2017] wird ausgeführt, dass die Radioaktivität im kernnahen Bereich beim RDBmS genauso wie in einem Atomkraftwerk durch Aktivierung dominiert wird und diese durch FSD nicht entfernt wird.

Diese Aussage ist zutreffend.

Die Zerlegung des RDBmS findet nach [HÖBE 2017], wie in einem Atomkraftwerk, fernhantiert unter Wasser statt. Der Abbau von an den Reaktor angrenzenden Rohrleitungen und Systemen erfolgte beim RDBmS bereits bei dessen Stilllegung vor vielen Jahren.

Diese Aussagen sind zutreffend, dabei ist jedoch zu beachten, dass ein wesentlicher Teil der Komponenten und Systemteile, die sich bei einem Atomkraftwerk im Primär-

kreislauf außerhalb des Reaktors befinden, in den RDBmS integriert sind (z.B. Dampferzeuger, Hauptkühlmittelpumpen).

In [HÖBE 2017] wird auf die unterschiedliche Ausgangssituation bezüglich der für eine FSD erforderlichen Systeme hingewiesen. Bei einem Atomkraftwerk seien sie für die Durchführung der FSD noch betriebsbereit, während sie beim RDBmS seit 35 Jahren außer Betrieb bzw. gar nicht mehr vorhanden seien.

Diese Aussage ist zutreffend. Es gibt allerdings Dekontaminationsverfahren, bei denen die benötigten Systeme extern bereitgestellt werden können.

In [HÖBE 2017] wird angeführt, das HZG habe keine eigene Abwasseraufbereitungsanlage, weshalb bei einer FSD anfallende radioaktive Wässer zu einer externen Anlage transportiert werden müssten.

Dies wäre nur ein Argument gegen eine FSD, wenn sonst keine entsprechenden Wässer anfallen würden. Solche Wässer fallen jedoch auch bei der nach Sicherheitsbericht geplanten Vorgehensweise – u.a. zur Dekontamination des Stützgerüsts und der RDB-Wand – an [HZG 2016]. Es bleibt also lediglich die Frage nach der jeweiligen Menge des zu behandelnden Wassers. Ein solcher Vergleich wird jedoch in [HÖBE 2017] nicht angestellt.

### Fazit

Die in [HÖBE 2017] erzielten Ergebnisse sind bereits in Kapitel 4 dieser Kurzstellungnahme dargestellt. Im Folgenden erfolgt die Bewertung unter Bezugnahme auf die dortigen Aufzählungsindizes.

Zu a)

Der Bezug auf den hohen Anteil der Aktivierung an der Gesamtradioaktivität des RDBmS ist zur Beantwortung der Frage nach einer FSD nicht zielführend. Sie kann allenfalls als ein Abwägungsfaktor bezüglich der Strahlenbelastung des Personals berücksichtigt werden. Zunächst wäre festzustellen, wie viel der Kontamination durch eine FSD entfernt werden kann und welche Auswirkungen das während Abbau und Zerlegung auf Freisetzungen in die Luft und damit auf potenzielle Strahlenbelastungen von Personal und Personen auf dem HZG-Gelände sowie auf Störfallquellterme hat. Damit kann die mögliche Verringerung potenzieller Dosiswerte festgestellt werden und dies unter Berücksichtigung des Minimierungsgebotes der Strahlenschutzverordnung in eine Abwägung einbezogen werden.

Zu b)

Ein Teil der Abbau- und Zerlegearbeiten wird zur Abschirmung der durch die Aktivierung verursachten Direktstrahlung unter Wasser durchgeführt. Bei diesen Arbeiten ist auch die Freisetzung von Kontaminationen in die Luft reduziert. Es finden aber auch Abbau- oder Zerlegearbeiten statt, für die das nicht zutrifft. Als Beispiel wird in [HÖBE 2017] selbst den Dampferzeuger benannt, der sicher ein wesentliches Beispiel ist, weil er nach [HÖBE 2013] einen großen Teil der Kontaminationen beinhaltet. Für den Umgang und während dessen mögliche Störfälle wäre die Auswirkung einer Verringerung der Kontamination durch FSD zu betrachten. Auch hier ist der Verweis auf die Gesamtradioaktivität nicht unmittelbar hilfreich.

Zu c)

Aufgrund der lange zurückliegenden Außerbetriebnahme aller Komponenten des RDBmS ist es nachvollziehbar, dass alle für eine FSD notwendigen Systeme extern bereitgestellt werden müssten. Die Messtechnik zur Überwachung der FSD müsste neu installiert werden. Durch diese Tätigkeiten wird Strahlenbelastung für das damit beschäftigte Personal verursacht. Wie hoch die sein kann, wird in [HÖBE 2017] nicht abgeschätzt. Sie dürfte deutlich geringer sein als die dort angegebene Strahlenbelastung für die FSD nach [FISCHER 2015].

Zu d)

Der RDBmS besitzt diverse Öffnungen, die zum Ausbau aus dem NS Otto Hahn verschlossen wurden. Welche Qualität die Verschlüsse haben, ist nicht bekannt [ISE 2010]. Für die FSD, die in [HÖBE 2017] beispielhaft beschrieben ist, erfolgt eine Druckbeaufschlagung des Systems. Bei Anwendung auf den RDBmS wäre der Nachweis des Erhalts seiner Integrität (einschließlich aller Öffnungsverschlüsse) erforderlich. Der Aufwand hierfür dürfte nicht gering sein. Ob er so hoch wäre, dass allein dies den Ausschluss einer FSD bewirken würde, kann hier nicht beurteilt werden. Das ist aber genauso wenig auszuschließen, wie das der Nachweis nicht erbracht werden kann. Die Dekontamination von Systemen mit bereits länger zurück liegendem Betrieb wurde zwar schon durchgeführt, aber auch auf mögliche Probleme für eine Druckbeaufschlagung hingewiesen [TOPF 2015].

Zu e)

Die Behauptung, das Volumen von endzulagernden radioaktiven Abfällen wird sich durch eine FSD nicht verringern, sondern durch anfallende Sekundärabfälle erhöhen wird nicht belegt. Ohne FSD fallen bei der Handhabung und späterer Dekontamina-

tion der Abbauteile ebenfalls radioaktive Abfälle an. Es ist zwar möglich, dass das Volumen der Sekundärabfälle mit FSD größer ist, entscheidend ist aber wie groß die Differenz ist.

Zu f)

Es werden im Prinzip nur Nachteile im Falle einer FSD genannt. Mögliche Vorteile wurden nicht aufgeführt und offenbar auch gar nicht ermittelt. Die zusätzliche Strahlenbelastung des Personals durch eine FSD wird nicht quantitativ abgeschätzt und auch nicht den Strahlenbelastungen durch die in der geplanten Vorgehensweise späteren Dekontaminationsmaßnahmen sowie durch zusätzliche Inhalation von in die Luft übergegangene Kontamination gegenübergestellt. Zum radioaktiven Abfallvolumen siehe e).

Eine Abwägung im methodischen Sinn ist den Ausführungen der fachlichen Stellungnahme nicht zu entnehmen.



## 6. Gesamtbewertung

Die fachliche Stellungnahme zur Dekontamination des RDBmS enthält keine Abwägung des Für und Wider im methodischen Sinn. Es werden überwiegend Plausibilitätsargumente vorgebracht. Die Grundlage für manche Argumente ist wegen fehlender Begründungen nicht ohne weiteres nachvollziehbar.

In der fachlichen Stellungnahme wird nur auf eine bestimmte Methode zur „Full System Decontamination“ (FSD) Bezug genommen. Auf diese Methode wurde von *intac* bei der Empfehlung zur Prüfung einer RDBmS-Dekontamination jedoch nur als Beispiel unter Nennung eines Literaturzitates hingewiesen. In der Bundesrepublik Deutschland werden aber mehrere Methoden zur Systemdekontamination angeboten. Darunter auch solche, bei denen nicht – wie in der betrachteten – der gesamte Primärkreislauf mit Nachkühlsystemen dekontaminiert wird. Hinweise für eine solche Anwendung enthält auch das genannte Zitat. Möglicherweise kann eine RDBmS-Dekontamination auch mit geringerem Aufwand durchgeführt werden wie er für die beschriebene FSD erforderlich ist. Für eine abschließende Bewertung zur Dekontamination des RDBmS vor Beginn der Ausbau- und Abbauarbeiten wäre ein Eingehen auf andere Methoden oder Vorgehensweisen hilfreich gewesen.

Zur Durchführung einer Systemdekontamination wäre beim RDBmS die Einrichtung und Nutzung externer Komponenten (z.B. Pumpe) erforderlich. Ebenso müssten neue Messeinrichtungen zur Kontrolle der Dekontamination installiert werden. Dies kann jedoch kein Ausschlussgrund für eine Systemdekontamination sein.

Ein wichtiges Ziel der Dekontamination ist die Verringerung von realen und potenziellen Strahlenbelastungen. Dabei dürfen nicht nur Strahlenbelastungen für das Personal, sondern müssen auch solche für Personen aus der Bevölkerung (in diesem Fall vermutlich hauptsächlich auf dem HZG-Gelände ständig Arbeitende) betrachtet werden.

Für das Personal wird durch eine Gesamtdekontamination des RDBmS vor Beginn von Ausbau und Abbau eine zusätzliche Strahlenbelastung verursacht. Eine Abschätzung der Kollektivdosis hierfür liegt nicht vor. Demzufolge kann auch kein Vergleich dieser Kollektivdosis mit der Kollektivdosis erfolgen, die bei der geplanten Vorgehensweise durch spätere Dekontaminationsmaßnahmen verursacht wird. Dass die Strahlenbelastung bei einer vorherigen Systemdekontamination größer ist, kann nur vermutet werden. In der fachlichen Stellungnahme wird die Strahlenbelastung des Personals bei den späteren Dekontaminationsmaßnahmen nicht angesprochen. Das

im Vergleich zur Kontamination deutlich größere Radioaktivitätsinventar durch Aktivierung kann, wie z.B. die vorstehende Ausführung zeigt, nicht als Argument gegen eine Systemdekontamination herangezogen werden.

Inwieweit eine RDBmS-Gesamtdekontamination zu einer Verringerung kontaminationsbedingter Freisetzungen und damit zu einer zu berücksichtigenden Minimierung der Strahlenbelastungen außerhalb der Zerlegehalle führt, ist von den sonstigen Strahlenschutzmaßnahmen abhängig. Werden die in der Entwurfsplanung zum Abbau des RDBmS und im Sicherheitsbericht genannten Maßnahmen wie Abbau und Zerlegung soweit wie möglich unter Wasser, Einhausung des Abbau- und Zerlegebereichs sowie gezielte Absaugung bei Zerlegearbeiten konsequent durchgeführt, ist nach gegenwärtiger Einschätzung in Bezug auf diesen Aspekt keine RDBmS-Gesamtdekontamination zur weiteren Minimierung der Strahlenbelastung erforderlich.

Eine RDBmS-Gesamtdekontamination würde zur Verringerung des Freisetzungsquellterms bei bestimmten Störfallabläufen führen. Die Störfallanalyse zum Abbau des RDBmS war bisher nicht Gegenstand von sicherheitstechnischer Bewertung durch *intac*. Dies kann im Rahmen dieser Stellungnahme ebenfalls nicht erfolgen. Es kann jedoch festgestellt werden, dass aufgrund der Verteilung des Radioaktivitätsinventars und den durchzuführenden Handhabungen der Absturz eines Dampferzeugers zur größten Mobilisierung von Kontaminationen führen könnte. Dagegen soll laut Sicherheitsbericht Vorsorge getroffen werden. Sollten die Aussagen im Sicherheitsbericht zur Wirksamkeit der Maßnahmen zutreffend sein, ist auch in Bezug auf die Störfallfreisetzungsquellterme keine RDBmS-Gesamtdekontamination zur weiteren Minimierung der Strahlenbelastung erforderlich.

Die Durchführung einer auf chemischen Reaktionen beruhenden RDBmS-Gesamtdekontamination würde zum Anfall zusätzlicher radioaktiver Abfälle führen. In der fachlichen Stellungnahme wird über den projektbezogenen Umfang keine Angabe gemacht. Für eine Abwägung wäre außerdem der Abfallanfall bei den später auch von HZG geplanten Dekontaminationsmaßnahmen zu berücksichtigen. Abgesehen davon kann ein Abfallanfall von wenigen Kubikmetern nur ein schwaches Abwägungsargument sein.

Die in der fachlichen Stellungnahme betrachtete Systemdekontamination wird mit Chemikalien durchgeführt und es ist eine Druckbeaufschlagung des Systems erforderlich. Der RDBmS ist inzwischen seit mehr als 35 Jahre außer Betrieb. Aufgrund von Korrosionsvorgängen ist beispielsweise die Dichtheit von Schweißnähten infrage gestellt. Außerdem ist eine Vielzahl von Öffnungen vorhanden, deren Verschlüsse nach heutigen Anforderungen nicht qualitätsgesichert sein dürften. Deshalb ist es in

hohem Maße ungewiss, ob ein Integritätsnachweis für den RDBmS für eine entsprechende Druckbeaufschlagung und dem Einsatz von Chemikalien gelingt. Bereits die Prüfung der Öffnungsverschlüsse in der Zwischenlagersituation im Betonschacht dürfte Probleme bereiten. Ohne einen Integritätsnachweis wäre nicht sichergestellt, dass bei der Dekontamination keine größere Mengen kontaminierter Flüssigkeit in den Betonschacht laufen.

Insgesamt hat die Prüfung von Sinn und Möglichkeit einer Gesamtdekontamination des RDBmS vor Beginn der Abbau- und Zerlegearbeiten ergeben, dass keine Empfehlung für eine Systemdekontamination, unter den Randbedingungen, die in der fachlichen Stellungnahme beschrieben wurden, gegeben werden kann.

## 7. Literatur

- BELDA 2015 L. Sempere Belda et al. (Areva GmbH): „Sofortige oder spätere Dekontamination zu Stilllegungszwecken – Chooz A, KGU GKN 1 und KKI 1 – ein Vergleich der Erfahrungen“; Vortragsnummer 007, Tagungsband 12. Internationales Symposium KONTEC, 25.-27. März 2015
- FISCHER 2015 M. Fischer et al.: „Dekontamination des RDB inkl. Der Einbauten wie dampftrockner und Wasserabscheider sowie der angeschlossenen Hilfssysteme im deutschen Siedewasserreaktor ISAR 1“; atw Vol. 60 (2015), Issue 12, December
- HZG 2016 Helmholtz-Zentrum Geesthacht: „Sicherheitsbericht Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktorbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn“; Revision 2, 1 November 2016
- HÖBE 2013 Höfer & Bechtel: „Abbau des Reaktordruckbehälters mit Schildtank des NS Otto Hahn – Entwurfsplanung“; im Auftrag des Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 25.11.2013
- HÖBE 2017 Höfer & Bechtel: „Fachliche Stellungnahme zu einer FSD am Otto Hahn RDB“; im Auftrag des Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 10.02.2017
- INTAC 2015 *intac* - Beratung · Konzepte · Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: „Kurzstellungnahme Zerlegung des Reaktordruckbehälters des NS Otto Hahn und Betrachtung von Alternativen“; im Auftrag des Helmholtz-Zentrum Geesthacht in Abstimmung mit der Begleitgruppe „HZG im Dialog“, Juli 2015

- ISE 2010 ISE Ingenieurgesellschaft für Stilllegung und Entsorgung GmbH: „Machbarkeitsuntersuchung zum Transport des Reaktordruckbehälters (RDB) mit Schildtank des NS Otto Hahn vom Forschungszentrum GKSS, Geesthacht zum Zwischenlager Nord, Lubmin“; Dok.-Nr. 0909\_Abschlussbericht 20101025, im Auftrag der GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Rödermark, 25.10.2010
- LOEB 2013 A. Loeb et al.: „Primärkreisdekontamination im KWB Biblis Block A und B mit dem ASDOC\_D Prozess“; Vortragsnummer 107, Tagungsband 11. Internationales Symposium KONTEC, 13. - 15. März 2013
- SCHREINER 2014 P. Schreiner: „Konzept- und Entwurfsplanung für den Abbau des Reaktordruckbehälter mit Schildtank des NS Otto Hahn“; Vortragsfolien vom 24.06.2014
- SMSH 1981 Der Sozialminister des Landes Schleswig-Holstein: Genehmigung Nr. F 11/2/5-RS gemäß § 3 Strahlenschutzverordnung für die HAKONA, Kiel, 30. April 1981
- TOPF 2015 C. Topf et al. (Areva GmbH): „Immediate or Deferred Decontamination for Decommissioning – Chooz A, KKK, GKN 1, and KKI 1 – Comparative Experience“; Vortragsnummer 007, Tagungsband 12. Internationales Symposium KONTEC, Dresden, 25.-27. März 2015
- WEST 2015 Westinghouse Electric Company LLC.: “Intermediate System Chemical Decontamination Skid“; Informationsblatt, Stand Januar 2015

## Versicherung

Diese Kurzstellungnahme zur Dekontamination des Reaktordruckbehälters des NS Otto Hahn wurde nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Weisung hinsichtlich ihrer Ergebnisse erstellt.

Wolfgang Neumann  
**intac** GmbH