



Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen  
Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires  
Divisione principale della Sicurezza degli Impianti Nucleari  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

---

Datum: 19. Juli 1999

HSK 2/313

**Gutachten der HSK**  
**zum Gesuch des**  
**Paul Scherrer Institutes (PSI)**  
**um Stilllegung der abgestellten Reaktoranlage**  
**SAPHIR**

---

Telefon: 056/310 38 11 (Vermittlung)  
Telefax: 056/310 39 07

Postadresse  
adresse postale  
indirizzo postale  
post code

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen  
CH-5232 Villigen-HSK

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
1.1	Veranlassung.....	3
1.2	Ausgangslage und Status der Atomanlage SAPHIR.....	3
1.3	Erfahrungen beim Rückbau von Atomanlagen.....	4
1.4	Rechtliche Grundlage und Bearbeitungstiefe des Gutachtens.....	4
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung des Rückbaukonzepts .....</b>	<b>5</b>
2.1	Infrastruktur im Gebäude der Atomanlage SAPHIR.....	5
2.1.1	Wassersysteme .....	5
2.1.2	Lüftungsanlagen.....	5
2.1.3	Weitere Infrastruktur .....	5
2.2	Radiologischer Zustand der Anlage und Verwendungszweck der Räume vor dem Rückbau .....	6
2.3	Inventar der Abfallströme und Vorgehen zur Konditionierung.....	6
2.4	Teilschritt 1: Entfernen und Entsorgen nicht festverbundener Einrichtungen .....	7
2.5	Teilschritt 2: Entfernen und Entsorgen aller festverbundener Einrichtungen, Trockenlegung des Beckens.....	7
2.6	Teilschritt 3: Entfernen und Entsorgen der stark aktivierten Teile des Reaktorbeckens.....	7
2.7	Teilschritt 4: Entfernen und Entsorgen der baulichen Strukturen, KBL-Auslagerung, Freimessen der Restanlage .....	8
2.8	Teilschritt 5: Abbruch des Gebäudes und Rekultivierung des Areals .....	8
2.9	Strahlenschutz, Störfallbetrachtungen, Qualitätsmanagement und Organisation.....	8
<b>3</b>	<b>Beurteilung des Rückbaukonzepts .....</b>	<b>10</b>
3.1	Technische Machbarkeit des Rückbauprojektes.....	10
3.2	Entsorgung radioaktiver Abfälle.....	11
3.2.1	Konditionierung und innerbetriebliche Transporte .....	11
3.2.2	Auslagerung des Kernbrennstofflagers.....	13
3.2.3	Aufbewahrung und Zwischenlagerung der Abfälle.....	14
3.3	Technischer Strahlenschutz .....	15
3.3.1	Strahlenschutz-Instrumentierung .....	15
3.3.2	Freimessen von Materialien aus der kontrollierten Zone .....	17
3.3.3	Freimessen von Gebäude und Erdreich.....	18
3.4	Operationeller Strahlenschutz .....	19
3.4.1	Organisation des Strahlenschutzes .....	19
3.4.2	Strahlenschutzplanung.....	20
3.4.3	Technische Aspekte.....	21
3.5	Projektorganisation, Verantwortlichkeiten und Dokumentation .....	22
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>25</b>
4.1	Auflagen.....	25
4.2	Hinweise .....	26

# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung

Am 9. Dezember 1998 [2] stellte das PSI ein Gesuch nach Art. 4 Abs. 1 Bst. a des Atomgesetzes [1] um:

- a) die gesamte Atomanlage SAPHIR vollständig abzubauen und die anfallenden radioaktiven Stoffe zu entsorgen und
- b) zum gegebenen Zeitpunkt die entsprechende atomrechtliche Bewilligung [25,26] aufzuheben.

Dem Antrag des PSI war ein technischer Bericht [3] beigelegt, der das Konzept für den Abbau und die Entsorgung der Experimentier- und Reaktorkomponenten beschreibt, so dass die verbleibenden Gebäudeteile aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Gesetzgebung entlassen werden können (Konzept für den Rückbau der Atomanlage SAPHIR).

Nach Art. 7 des Atomgesetzes hat die Bewilligungsbehörde ein Gutachten einzuholen, das sich insbesondere darüber auszusprechen hat, ob das Projekt alle zumutbaren Massnahmen zum Schutz von Menschen, fremden Sachen und wichtigen Rechtsgütern vorsieht. Aufsichtsbehörde in Bezug auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz von Atomanlagen ist die HSK [24]. Sie wurde mit der Erstellung des Gutachtens beauftragt.

## 1.2 Ausgangslage und Status der Atomanlage SAPHIR

Für den Forschungsreaktor SAPHIR liegt eine Betriebsbewilligung aus dem Jahre 1960 vor [25], die 1983 im Zusammenhang mit der Leistungserhöhung auf 10 MW erweitert wurde [26]. Ende 1993 wurde der Forschungsreaktor SAPHIR vom PSI abgestellt, da von der Aufsichtsbehörde umfassende Nach- und Umrüstungen zur Erhöhung der Sicherheit verlangt worden waren. Im Mai 1994 entschied das PSI, den Forschungsreaktor nicht wieder in Betrieb zu nehmen [27]. Statt dessen wurden Konsolidierungsmassnahmen eingeleitet, die eine ausreichende Überwachung und einen sicheren Zustand der abgestellten Reaktoranlagen ermöglichen, ohne bestimmte Stilllegungs- respektive Rückbauvarianten vorwegzunehmen. Die entsprechenden Arbeiten und Massnahmen erfolgten unter der Aufsicht der HSK.

Die Ende 1996 abgeschlossenen Konsolidierungsmassnahmen wurden der HSK in einem Bericht [4] gemeldet und umfassten unter anderem:

- Entfernen bestrahlter Kernbrennstoffe aus der Gitterplatte und Massnahmen, so dass keine Brennelemente mehr geladen werden können (Blockierung der Gitterplatte) sowie Abbruch der Reaktorsteuerung
- Kollimatoren, Strahlrohrverschlüsse und Futterrohre wurden aus den Tangential- und Radialstrahlrohren ausgebaut, die Strahlrohre wurden mit einer Leckageüberwachung ausgerüstet
- Demontage des Reaktorkühlsystems und Umbau des Wasseraufbereitungssystems
- Nachrüstungen an der Lüftungsanlage Reaktorhalle
- Einbau einer neuen Leitstelle zur Überwachung der Anlage
- Nachrüstung der Brandmeldeanlage

Im Laufe des Jahres 1997 wurden die bestrahlten Kernbrennstoffe aus dem SAPHIR in die USA zurückgeführt.

Im Gebäude der Atomanlage SAPHIR befindet sich das zentrale Kernbrennstofflager (KBL) des PSI. In diesem sind eingelagert (entsprechend der Kernbrennstoffbuchhaltung):

- unbestrahlte Kernbrennstoffe des PSI,
- Kernbrennstoffe des Bundes in loser Form,
- kernbrennstoffhaltige Materialien aus dem Verantwortungsbereich des Bundes: Konfiskate, Restmaterialien von früheren Versuchen, Komponenten von schweizerischen Hochschulen.

Im Jahre 1998 wurden umfassende sicherungstechnische Nachrüstungen am KBL vorgenommen, wodurch der Sicherungssperimeter von der Gebäudehülle auf das KBL selbst und einen Kommandostand zurückgezogen werden konnte.

Im Zusammenhang mit der Konsolidierung der Atomanlage wurde ein neues Konzept für die kontrollierte Zone [5] geschaffen, das von der HSK freigegeben und vom PSI mit Ausnahme der für den Rückbau notwendigen Garderobe umgesetzt worden ist.

### **1.3 Erfahrungen beim Rückbau von Atomanlagen**

Das PSI hat beim bereits fortgeschrittenen Rückbau des Forschungsreaktors DIORIT umfangreiche technische und verfahrensmässige Erfahrungen gewonnen. So wurde in den Untergeschossen des DIORIT-Gebäudes das Entsorgungszentrum des PSI eingerichtet, das mit einer Induktionsschmelzanlage zur Behandlung aktivierter und kontaminierter Aluminiumkomponenten und mit einer Seilsäge zur Zerkleinerung aktivierter Grosskomponenten aus Beton und Metall ausgerüstet ist. Das PSI hat anlässlich der Konditionierung der Reaktortanks DIORIT I und DIORIT II sowie des Wasser schildes gezeigt, dass die Aluminiumschmelzanlage einwandfrei funktioniert und dass die aufgrund von sorgfältiger Planung ergriffenen Massnahmen zum Schutze des Personals und der Umgebung effektiv sind [6].

Die beim Rückbau DIORIT in Angriff genommenen Arbeiten mit der Seilsäge zur Zerlegung grosser aktivierter Betonkomponenten wurden vom PSI sorgfältig vorbereitet und laufen entsprechend der Planung ab.

### **1.4 Rechtliche Grundlage und Bearbeitungstiefe des Gutachtens**

Da beim Rückbau einer Atomanlage, nachdem die Kernbrennstoffe entfernt worden sind, nebst der prinzipiellen technischen Durchführbarkeit hauptsächlich Fragen des Strahlenschutzes des Personals und der Umgebung sowie Fragen der Entstehung und Verarbeitung von radioaktiven Abfällen beurteilt werden müssen, stützt sich die HSK bei ihrer Stellungnahme auf die Strahlenschutzverordnung (StSV) [7] und die in den Richtlinien zum Strahlenschutz (HSK R-07) [8] respektive zur Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle (HSK R-14) [9] festgelegten Kriterien ab.

Die Abteilung Strahlenschutz und Entsorgung (ASE) des PSI verfügt für einen Teil ihrer Dienste über ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem [10]. Die HSK geht daher in Anwendung von Art. 136 Abs. 6 StSV davon aus, dass der Bewilligungsinhaber die organisatorischen Pflichten (Erlassen von Vorschriften und Arbeitsanweisungen sowie Kompetenzregelungen nach Art. 132 StSV) erfüllt. Insbesondere auf dem Gebiet des Strahlenschutzes prüft die HSK daher lediglich, ob im Konzept geeignete Schutzziele und Randbedingungen für den Rückbau des SAPHIR festgelegt sind. Auf dem Gebiet der radioaktiven Abfälle prüft die HSK, ob die voraussichtlich bei der Stilllegung anfallenden Rohabfälle den Anforderungen entsprechend konditioniert werden können.

## **2 Zusammenfassung des Rückbaukonzepts**

Im folgenden Kapitel soll das Rückbaukonzept des Gesuchstellers [3] zusammengefasst werden. Das Ziel des Rückbaus ist, den abgestellten und konsolidierten Forschungsreaktor SAPHIR mit seinen Nebenanlagen in einem zeitlich und finanziell sinnvollen Rahmen zu beseitigen und schlussendlich aus der atomrechtlichen Aufsicht zu entlassen.

Das Rückbaukonzept unterteilt die Arbeiten in insgesamt fünf Teilschritte, wovon die ersten vier zur Entlassung des Gebäudekomplexes der Atomanlage SAPHIR aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Aufsicht führen sollen und der letzte Teilschritt im Rahmen eines Gesamtkonzepts zur Gestaltung des Areals des PSI Ost den Abbruch der Gebäudehülle vorsieht.

### **2.1 Infrastruktur im Gebäude der Atomanlage SAPHIR**

#### **2.1.1 Wassersysteme**

Im Reaktorbecken des SAPHIR befinden sich aktivierte und stark strahlende Komponenten und Experimentiereinrichtungen. Das Reaktorbecken ist daher zu Abschirmzwecken mit Wasser gefüllt. Um die vorgegebene Wasserqualität im Reaktorbecken bezüglich Leitfähigkeit und pH-Wert zur Verhinderung von unzulässiger Korrosion an der Stahlauskleidung und den Einbauten des Beckens einzuhalten, wurde ein Beckenreinigungskreislauf mit einem mechanischen Filter und einem Ionenaustauscher installiert [4]. Um verdunstendes Deionat zu ersetzen wurde die Demineralisationsanlage nachgerüstet. Sie ist auch mit dem Deionatsystem des PSI-Ost verbunden. Das Gebäude ist ferner mit Trinkwasser versorgt.

Es existieren drei Abwassersysteme: Meteo- und häusliche Abwässer werden in die entsprechenden Entsorgungssysteme des PSI eingeleitet. Abwässer aus der kontrollierten Zone gelangen in den Pumpensumpf, der periodisch in das System für radioaktive Abwässer des PSI-Ost entleert wird.

#### **2.1.2 Lüftungsanlagen**

Die Reaktorhalle und die von ihr aus erreichbaren Räume gehören zur kontrollierten Zone der Atomanlage SAPHIR. In ihnen herrscht ein gegenüber der Umgebung reduzierter Luftdruck. Die Räume werden mit einer Lüftungsanlage, bestehend aus Zuluft- und Abluftsystemen mit Abluftfiltern und Luftaktivitätüberwachungsgeräten, kontinuierlich belüftet. Die gefilterte Abluft wird bilanziert. Im Falle von erhöhter Radioaktivität in der Raumluft schaltet die Lüftung automatisch die Zuluftanlage ab und stellt auf Umluftbetrieb um, wobei zur Unterdruckhaltung eine reduzierte Luftmenge über das DIORIT-Kamin abgegeben wird (Notablufbetrieb).

#### **2.1.3 Weitere Infrastruktur**

Laboratorien und Werkstätten werden mit einem Druckluftsystem versorgt, das zudem der Klappensteuerung der Lüftungsanlage dient. Bei einem Druckabfall im System reicht der Restdruck aus, um die Lüftungsanlage auf Notabluf umzuschalten.

Die Anlage SAPHIR wird über zwei Niederspannungsnetze für Leistungs- und Kleinverbraucher versorgt, die durch das Notstromdieselnetz gespeist werden. Ferner steht die unterbrechungsfreie Stromversorgung PSI Ost zur Verfügung.

Mit Hinblick auf den bevorstehenden Rückbau wurden die Brandabschnitte und das Fluchtwegdispositiv gemäss dem revidierten Brandschutzkonzept SAPHIR unter Zustimmung des Eidgenössischen Arbeitsinspektorates II des Bundesamtes für Industrie, Gewerbe und Arbeit den heutigen betrieblichen Gegebenheiten angepasst.

## **2.2 Radiologischer Zustand der Anlage und Verwendungszweck der Räume vor dem Rückbau**

Nach dem Abtransport der bestrahlten Kernbrennstoffelemente in die USA überprüfte der Gesuchsteller den radiologischen Zustand der Anlage. Dabei hat er Listen aufgestellt, welche die aktuelle radiologische Situation betreffend Kontamination und Dosisleistung in jedem Raum und dessen momentane Verwendung aufzeigen. Ferner wurde die Dosisleistung im Reaktorbecken und an den aktivierten Komponenten detailliert gemessen und in Plänen zusammengestellt sowie der radiologische Zustand des Beckenwassers ermittelt.

Die Reaktorhalle und die von ihr abgehenden Räume der kontrollierten Zone werden momentan für Betriebsanlagen oder als Lager benutzt. Sie sollen im Zusammenhang mit dem Rückbau weiterhin als Lager, Verarbeitungs- und Verpackungsplatz oder aber als Aktivwerkstätten zur Vorkonditionierung dienen. Vorgesehen, aber noch nicht implementiert [12] ist eine HSK R-07-konforme Garderobe, über die während der Rückbauarbeiten der Zutritt zur kontrollierten Zone erfolgen soll.

Durch die HSK-Freigabe des Zonenkonzeptes [11] wurde die Benutzung von ausserhalb der kontrollierten Zone liegenden Büroräumlichkeiten im 1. Obergeschoss und im Erdgeschoss durch nichtberuflich strahlenexponierte Personen ermöglicht. Diese Räumlichkeiten werden auf erhöhte Dosisleistung überwacht, die sich durch Arbeiten in der Reaktorhalle ergeben könnten.

## **2.3 Inventar der Abfallströme und Vorgehen zur Konditionierung**

Der Gesuchsteller erstellte eine Inventarliste der zu erwartenden Rohabfälle, die Auskunft gibt über die Masse, das Material, erwarteter oder gemessener radiologischer Zustand, Bemerkungen betreffend die Konditionierung, Ort der Vorkonditionierung und in welchem Teilschritt das Material verarbeitet werden soll.

Der Gesuchsteller sieht vor, die Rohabfälle vor Ort im Reaktorbecken unter Wasser oder in einer Aktivwerkstatt, welche im Raum U2R009 eingerichtet wird, zu zerkleinern (Vorbehandlung) und nach Materialien sortiert in die Endlagergebinde oder Zwischenstapelbehälter einzubringen. Einzelne Abfälle müssen in anderen Anlagen des PSI Ost, zum Beispiel in den Hotzellen des Hotlabors, verarbeitet werden.

Für die Konditionierung wesentlich sind die „Entsorgungsanlagen DIORIT“, welche für grosse Lagergebinde die nötigen Zwischenstapel- und Konditionierungsmöglichkeiten bieten und die Konditionierung von aktivierten Aluminiumabfällen durchführen werden. Weitere Zwischenstapelkapazitäten für vorkonditionierte Rohabfälle befinden sich in Räumen der kontrollierten Zone des SAPHIR. Material, das nicht in der Atomanlage SAPHIR konditioniert werden kann, wird als innerbetrieblicher Transport zum Verarbeitungsort (Entsorgungsanlagen DIORIT, Hotlabor) überführt.

## **2.4 Teilschritt 1: Entfernen und Entsorgen nicht festverbundener Einrichtungen**

Dieser Teilschritt erfolgt im Rahmen der gültigen Betriebsbewilligung. Dabei werden alle nicht fest mit der Anlage verbundenen Komponenten, wie zum Beispiel die Beryllium-Reflektorelemente, Experimentier- und Hilfseinrichtungen, Einrichtungen der Reaktorinstrumentierung und so fort - nicht aber der Reaktor, bestehend aus Gitterplatte, Gitterplattentragmast, Strahlrohrköpfe usw. - nach Materialart und radiologischem Zustand getrennt den Entsorgungspfaden des PSI zugeführt.

Stark strahlende Komponenten, die im Reaktorbecken unter Wasser gelagert sind, werden zur Konditionierung ins Hotlabor gebracht. Die Beladung der Transportbehälter erfolgt unter Wasser.

## **2.5 Teilschritt 2: Entfernen und Entsorgen aller festverbundener Einrichtungen, Trockenlegung des Beckens**

In einer ersten Phase des zu bewilligenden Teilschrittes werden alle fest installierten Komponenten der Reaktoranlage, wie innerer Primärkreislauf, Strahlrohrhüte, Gittermast mit Gitterplatte und andere demontiert und nach Materialart und radiologischem Zustand getrennt der Entsorgung zugeführt. Die Demontage-, Zerkleinerungs- und Verpackungsarbeiten stark aktivierter Komponenten geschehen unter Wasser, wurden bereits während früheren Umbauarbeiten demonstriert und stellen aufgrund der Erfahrungen des Gesuchstellers kein technisches Problem dar.

Bevor das Reaktorbecken vollständig entleert wird, sollen stark aktivierte Strukturen, wie die Strahlrohraustritte und der Bereich des Reaktorkerns mit einer temporären Abschirmung versehen werden, damit die Dosisleistung in der Reaktorhalle nach dem Abpumpen des Wassers nicht übermässig ansteigt. Der radiologische Zustand des Reaktorbeckens wird durch Messungen bestimmt und das Becken falls erforderlich dekontaminiert. Das Beckenwasser wird über mechanische Filter geleitet und dem Aktiv-Abwassersystem des PSI-Areals Ost zugeführt.

Abschliessend wird das entleerte Reaktorbecken mit der bestehenden Poolabdeckung zugedeckt und über die Kühlwasserleitungen an das Abluftsystem angeschlossen. Auf diese Weise wird für die nachfolgenden Abbrucharbeiten eine gerichtete Luftströmung von der Reaktorhalle in das Becken hinein aufrecht erhalten.

## **2.6 Teilschritt 3: Entfernen und Entsorgen der stark aktivierten Teile des Reaktorbeckens**

Im dritten Teilschritt wird das Reaktorbecken von allen stark aktivierten Teilen befreit und für weitere Abbrucharbeiten vorbereitet.

Aufgrund der Erfahrungen, die während den Umbauarbeiten 1976 gewonnen wurden und basierend auf dem Strahlenatlas kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass die 5 radialen und das doppelseitig zugängliche tangentielle Strahlrohr die stärksten Strahlenquellen sind. Diese Strahlenquellen sollen mittels Kernbohrungen, die von der Reaktorhalle Richtung Becken geführt werden, grösstenteils entfernt werden. Die Bohrkerne werden dann mit einer Diamantsäge in geeignet grosse Stücke geschnitten und der Entsorgung zugeführt.

## **2.7 Teilschritt 4: Entfernen und Entsorgen der baulichen Strukturen, KBL-Auslagerung, Freimessen der Restanlage**

Mit Abschluss des vierten Teilschrittes sollen alle Strahlenquellen und Kontaminationen entfernt und das Gebäude für den konventionellen Abbruch vorbereitet sein. Der Teilschritt wird in die folgenden Phasen unterteilt:

1. Die vier im Zentrum der Reaktorhalle stehenden Säulen, welche das Gebäudedach tragen, werden abgerissen. Das Gebäudedach soll durch zwei auf der Dachoberseite aufgesetzte Querriegel unterfangen werden, wodurch die Krananlage in der Reaktorhalle erhalten bleibt.
2. Die Zwischenräume zwischen Reaktorbecken und Gebäude werden eröffnet und der darin enthaltene Wandkies entsorgt. Nach Ansicht des Gesuchstellers könnten geringe Mengen des Füllmaterials, bedingt durch Leckagen während der ersten Betriebsjahre, kontaminiert sein.
3. Basierend auf den Resultaten eines Probenahmeprogrammes wird das Reaktorbecken (Stahlauskleidung des Beckens, Armierungen und Beton) mit einem Nass-Schneidverfahren in handhabbare Fragmente zerlegt und entsorgt, wobei eine Trennung nach inaktiven und aktivierten bzw. kontaminierten Betonfragmenten vorgenommen werden soll.
4. Nach der Entfernung des Reaktorbeckens wird die Fundamentplatte des Beckens abgebrochen und, sofern dies nötig ist, das darunter liegende, aktivierte bzw. kontaminierte Erdreich entsorgt. Um ein genaues Bild über die radiologische Situation unterhalb der Fundamentplatte zu erhalten plant der Gesuchsteller, vor Beginn dieser Phase ein Probenahmeprogramm durchzuführen. Abschliessend werden die alten Drainageleitungen abgebrochen und das darunter liegende Erdreich auf Kontamination hin überprüft.
5. Spätestens nach der Entfernung der Fundamentplatte des Beckens muss das Kernbrennstofflager aus dem SAPHIR-Gebäude entfernt werden.
6. Zum Abschluss des vierten Teilschrittes sollen die restlichen, teilweise leicht kontaminierten Systeme wie Hallenlüftung und Abwasserleitungen entfernt und die Anlage freigemessen werden. Zu diesem Zeitpunkt sieht der Gesuchsteller die Widerrufung der atomrechtlichen Bewilligung vor.

## **2.8 Teilschritt 5: Abbruch des Gebäudes und Rekultivierung des Areals**

Es ist vorgesehen, das Gebäude der Atomanlage SAPHIR nach der Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Aufsicht mit konventionellen Mitteln abzubrechen, das Gelände zu verfüllen und zu rekultivieren.

## **2.9 Strahlenschutz, Störfallbetrachtungen, Qualitätsmanagement und Organisation**

Der Gesuchsteller sieht vor, während des Rückbaus zur Überwachung der Strahlenschutzvorschriften einen Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR zu bezeichnen. Diesem obliegt zudem die Mithilfe bei der Planung und Überwachung von Strahlenschutzmassnahmen. Seine Aufgaben und Kompetenzen werden für jeden Teilschritt schriftlich festgelegt.

Die Strahlenschutzplanung für den gesamten Rückbau wird von der Projektleitung in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR und der Sektion Betriebsstrahlenschutz erstellt und hat zum Ziel, unnötige Strahlenexposition des Personals zu vermeiden und nötige Expositionen so tief wie vernünftig machbar (Optimierung) zu halten, sowie die Menge an radioaktiven Abfällen und die Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung möglichst klein zu halten.



Die Freimessung von inaktiven Abbruchmaterialien wird entsprechend den Verfahren des QM-Systems der Abteilung Strahlenschutz und Entsorgung (ASE) abgewickelt. Zur Bewältigung von grossen Mengen wird erwogen, eine mobile und anerkannte Freimessanlage zu beschaffen. Die Restanlage soll mit einem umfassenden Messprogramm, in Abstimmung mit der ASE und der Aufsichtsbehörde, freigemessen werden.

Für die Strahlenüberwachung sieht der Gesuchsteller neben den üblichen  $\gamma$ -Dosisleistungspegelwächtern mit akustischer und optischer Alarmierung vor Ort und Messwertanzeige sowie -Registrierung in der Leitzentrale SAPHIR den Einsatz von tragbaren Messgeräten vor. Die Luftüberwachung erfolgt mit der bestehenden Aktivitätsüberwachung der Hallenluft und mit zusätzlichen mobilen Luftsammlern.

Das Gefährdungspotential der Anlage beruht nach dem Entfernen der Kernbrennstoffe praktisch ausschliesslich auf der unkontrollierten Freisetzung von radioaktiven Stoffen in Form von Aerosolen und Partikeln. Die sicherheitstechnische Untersuchung einer Reihe von möglichen Störfällen ergibt, dass der Absturz von Lasten oder der Brand in der Anlage radiologisch signifikant sein können. Dem ersten Störfall wird durch die Beachtung einschlägiger Regeln des konventionellen Arbeitsschutzes Rechnung getragen, wobei zusätzliche Schutzmassnahmen in den Arbeits- und Strahlenschutzplänen festgelegt sein werden. Dem zweiten Störfall wird durch gezielte Minimierung der Brandlasten bei periodischen Kontrollen des Anlageverantwortlichen begegnet.

Als QM-Massnahmen werden schriftliche Arbeitsanweisungen und Checklisten genannt, weiter werden die Verfahrensanweisungen des PSI für den Transport von radioaktiven Materialien und von Kernbrennstoffen, die Entsorgung radioaktiver Abfälle, des Strahlenschutzes und des QM-Systems der ASE angewendet. Der Arbeitsfortschritt soll laufend dokumentiert werden, und nach Abschluss eines Teilschrittes ist eine Berichterstattung an die Projektleitung, an die Direktion des PSI und an die Aufsichtsbehörde vorgesehen.

Während des Rückbaus der Anlage bleibt die Verantwortung für den sicheren Anlagenbetrieb beim verantwortlichen Anlageleiter, der koordinierende Aufgaben, Überwachungs- und Ausbildungspflichten wahrnimmt. Zudem ist der Anlageleiter für die Dokumentation und das Archiv der Atomanlage SAPHIR zuständig.

### 3 Beurteilung des Rückbaukonzepts

Die HSK geht bei der Beurteilung des Konzeptes des Gesuchstellers so vor, dass sie die abfall- und strahlenschutztechnisch relevanten Punkte der Angaben des Gesuchstellers bezüglich prinzipieller Machbarkeit und auf Konformität zur bestehenden Rechtsetzung überprüft.

Da die Abteilung Entsorgung und radiologischer Arbeitsschutz (ASE) des PSI über ein zertifiziertes Qualitätsmanagement-(QM)-System verfügt [10], geht die HSK in ihrer Beurteilung davon aus, dass Verfahren, welche unter der Kontrolle des QM-Systems durchgeführt werden, entsprechend den gesetzlichen und technischen Anforderungen nachvollziehbar geplant und abgearbeitet werden. Da das QM-System der ASE noch nicht die gesamte Tätigkeitspalette abdeckt, wird die HSK, wo erforderlich, ergänzende Hinweise anbringen oder Forderungen stellen.

Aus der Sicht der HSK sind für das Rückbauprojekt SAPHIR die Themen technische Machbarkeit, Entsorgung radioaktiver Abfälle, technischer und operationeller Strahlenschutz, Projektorganisation und Verantwortlichkeiten sicherheitsrelevant. Sie sollen im folgenden detaillierter untersucht werden.

#### 3.1 Technische Machbarkeit des Rückbauprojektes

Da ein Rückbauprojekt das oftmals fernbediente Entfernen, Zerlegen und Verpacken von zum Teil stark strahlenden Komponenten respektive den Abbruch von teilweise aktivierten Baustrukturen umfasst, stützt sich die Beurteilung der technischen Machbarkeit des Projektes primär auf die heutigen Möglichkeiten der konventionellen und nuklearen Bau- und Maschinentchnik.

##### Angaben des Gesuchstellers:

Für die fernbediente Zerlegung von Komponenten im Reaktorbecken verweist der Gesuchsteller auf einschlägige Erfahrungen bei den Erweiterungs- und Umbauarbeiten von 1976, bei der ähnliche Verfahren angewendet wurden. Grosse Betonstrukturen sollen mit Kernbohr-, Kreis- oder Seilsägeverfahren zerlegt werden, die teilweise beim Rückbau der Atomanlage DIORIT erfolgreich eingesetzt wurden.

Im 4. Teilschritt ist der Abbruch von vier tragenden Säulen in der Reaktorhalle vorgesehen. Zuvor soll das Gebäudedach und damit die Krananlage mit einem Queraufleger von aussen unterfangen werden. Damit bleibt die Krananlage auch nach dem Abbruch der Säulen benutzbar.

##### Beurteilung der HSK:

Betreffend die technische Machbarkeit des Projektes hat die HSK grundsätzlich keine Bedenken, da es sich bei den für den Einsatz vorgesehenen Verfahren allesamt um bekannte und teilweise im Rückbau von Atomanlagen respektive bei früheren Umbau- und Erweiterungsarbeiten des SAPHIR erprobte Verfahren handelt.

##### Hinweis 1:

Das Heraustrennen der Strahlrohrdurchführungen im Teilschritt 3 mittels Kernbohrungen ist sinnvoll, wobei der Durchmesser der Kernbohrung genügend gross sein soll. Es ist frühzeitig abzuklären, ob der vorhandene Arbeitsraum für die Bohrarbeiten ausreichend ist.

Auflage 1:

Um im vierten Teilschritt den Abbruch der vier Innenstützen zu ermöglichen, ist der Bau von zwei Überzügen über dem Flachdach vorgesehen. Die baustatischen Berechnungen sind spätestens zwölf Wochen vor Beginn dieser Abfangarbeiten der HSK zur Überprüfung und zur Freigabe einzureichen.

**3.2 Entsorgung radioaktiver Abfälle**

In diesem Abschnitt werden für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen relevante Aspekte des Rückbaukonzepts untersucht. Dabei soll hauptsächlich die Frage untersucht werden, ob für die Konditionierung, Zwischenstapelung und Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen technisch und rechtlich gangbare Wege aufgezeigt worden sind. Für die Entlassung des SAPHIR aus der atomrechtlichen Aufsicht bedeutend ist ferner die Entfernung des Kernbrennstofflagers.

**3.2.1 Konditionierung und innerbetriebliche Transporte**

Beurteilungsgrundlage für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen ist die HSK-Richtlinie R-14, welche generelle Anforderungen an die Herstellung, Verpackung und Dokumentation von radioaktiven Abfällen sowie an die anzuwendenden Freigabeverfahren stellt.

Angaben des Gesuchstellers

Beim Rückbau des Forschungsreaktors SAPHIR werden radioaktive Abfälle während der ersten vier Teilschritten anfallen. Grundsätzlich werden die radioaktiven Rohabfälle zu bestehenden Abfallgebindetypen konditioniert. Allenfalls erforderliche Ergänzungsspezifikationen mit ISRA-Formularen sollen der HSK zur Freigabe eingereicht werden, in Einzelfällen müssen neue Abfallgebindingespezifikationen hergestellt werden. Die Abfallgebindetypen (AGT), die zur Konditionierung der verschiedenen anfallenden Rohabfällen vorgesehen sind, werden in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tabelle 1: Abfallgebindetypen und Abfallgebindingemengen für die Konditionierung der anfallenden radioaktiven Rohabfälle.**

<b>Rohabfälle</b>	<b>Abfallgebindetyp</b>	<b>Erwartete Anzahl Gebinde</b>
Feste, nicht pressbare Abfälle	AGT2-MIF	10.5
Feste, pressbare Abfälle	AGT3-MIF	8
Schlämme	AGT1-MIF	1.4
Be/BeO-Reflektorelemente	Be/BeO-Reflektorelemente	1
Stahl/Beton	KC-T12-Stahl/Beton	20 bis 26
Aluminium	KC-T12-PALD	0.35
Stark aktivierte, pressbare Abfälle	AGT-HL11	2

Im ersten Teilschritt werden die mit der Reaktoranlage nicht fest verbundenen Einrichtungen entfernt und entsorgt. Die Beryllium-Reflektorelemente werden gemäss einer von der HSK bereits freigegebenen Spezifikation [13,14] im Hotlabor konditioniert. Als Verpackung wird ein MOSAIC-Behälter, Typ B(U), verwendet. Stark aktivierte Stahlkomponenten und Absorberstäbe werden als Hotlabor-Pressabfälle (AGT-HL11) betrachtet und über diesen Entsorgungspfad konditioniert. Aktivierte Aluminiumkomponenten werden mit der Aluminiumschmelzanlage im DIORIT in Betoncontainern (KC-T12-PALD) entsorgt. Schwachaktive Mischabfälle werden dem Entsorgungspfad der PSI-Betriebsabfälle zugeführt (AGT2-MIF und AGT3-MIF).

Der zweite Teilschritt umfasst die Entfernung und Entsorgung aller fest mit der Beckenstruktur verbundenen Einrichtungen. Dabei werden die aktivierten Aluminiumkomponenten zusammen mit den Aluminiumabfällen konditioniert, die während des ersten Teilschritts angefallen sind. Die zerlegten und demontierten metallischen Komponenten werden dem Entsorgungspfad der PSI-Betriebsabfälle zugeführt. Das Wasser aus dem Reaktorbecken wird filtriert und ins Aktiv-Abwassersystem des PSI-Areals Ost abgegeben. In den zwei ersten Teilschritten fallen Schlämme aus Dekontaminationsverfahren an, die in Abfallgebinden des Typs AGT1-MIF konditioniert werden.

Anlässlich des dritten Teilschritts werden stark aktivierte Teile des Reaktorbeckens entfernt und entsorgt. Die meiste Radioaktivität befindet sich an den Strahlrohr-Mündungen im Reaktorbecken. Die stark aktivitätshaltigen Stahl- und Betonteile werden in Kleincontainern (KC-T12-Stahl/Beton) einzementiert.

Im vierten Teilschritt werden die baulichen Strukturen entfernt und entsorgt. Die Radioaktivität enthaltenden Teilstücke werden dem Stahl/Beton-Entsorgungspfad zugeführt, radioaktivitätsfreie Teilstücke werden freigemessen und konventionell entsorgt. Die Fundamentplatte des Beckens, das darunterliegende Erdreich (Lockergestein) und der Wandkies, der in den Zwischenräumen zwischen Reaktorbecken und Gebäude enthalten ist, werden auf Aktivierung und Kontamination untersucht und gegebenenfalls als Zuschlagstoff für den Beton/Stahlpfad benützt. Nach Auslagerung des Kernbrennstofflagers (siehe Abschnitt 3.2.2) werden die teilweise leicht kontaminierten Systeme (verschiedene Komponenten der Lüftung und der Beckenwasserreinigung) abgebaut. Die anfallenden Abfälle werden als pressbare Betriebsabfälle konditioniert.

Der fünfte Teilschritt umfasst den Abbruch des Gebäudes und die Rekultivierung des Areals. In diesem Teilschritt werden keine radioaktive Abfälle anfallen.

Die Beladung der Abfallbinde erfolgt in der Experimentierhalle (2. Untergeschoss), im trockengelegten Reaktorbecken oder in der noch einzurichtenden Aktivwerkstatt (Raum U2R009). Da die Tragfähigkeit der Krananlage in der Atomanlage SAPHIR 100 kN beträgt, ist die Verwendung der KC-T12 Behälter eingeschränkt. Die Endkonditionierung dieser Behälter soll in den „Entsorgungsanlagen DIORIT“ stattfinden. Dazu sind innerbetriebliche Transporte von radioaktiven Stoffen notwendig, die entsprechend den allgemeinen Strahlenschutz-Bestimmungen des PSI [23] durchgeführt werden.

Zur Verfestigung der Abfälle wird HTS-Mörtel als Verfüllmörtel und ADDIMENT-Mörtel als Verschlussmörtel benützt.

### Beurteilung der HSK

Das Zurückgreifen auf bestehende Abfallgebindetypen für die Konditionierung der Rohabfälle ist eine zweckmässige Lösung. Somit wird eine Verzögerung des Rückbaus aufgrund von Freigabeverfahren für neue AGT vermieden. Allerdings wird die Zusammensetzung und der Aktivitätsgehalt der Rohabfälle eine Anpassung der bestehenden Spezifikationen erfordern. Ferner sind noch nicht alle vorgesehenen Abfallgebindetypen spezifiziert und ihre Produktion ist demzufolge nicht freigegeben (AGT1-MIF, AGT2-MIF und AGT-HL11). Entsprechend den Anforderungen von Art. 89 StSV kann die Konditionierung der SAPHIR-Abfälle erst beginnen, wenn die Produktion der vorgesehenen Abfallgebindetypen freigegeben ist.

#### Auflage 2:

Sämtliche für einen Teilschritt benötigten Spezifikationen und gegebenenfalls Ergänzungsspezifikationen von Abfallgebindetypen (AGT) müssen vor Beginn des entsprechenden Teilschrittes von der HSK freigegeben worden sein. Freigabeanträge sind rechtzeitig einzureichen.

Das PSI sieht zurzeit vor, die anfallenden Schlämme in Abfallgebinden des Typs AGT1-MIF zu verfestigen. Die HSK ist jedoch der Ansicht, dass für die Konditionierung solcher Abfälle der Typ AGT6-MIF in Betracht gezogen werden sollte, und zwar aus folgenden Gründen: Das PSI verfügt seit August 1995 über eine Freigabe des Abfallgebindetyps AGT6-MIF, während die Konditionierung von Schlämmen in Abfallgebinde des Typs AGT1-MIF noch nicht freigegeben ist. Zudem weist der AGT6-MIF günstigere Produkteigenschaften auf: mit dem zusätzlichen inaktiven Mantel aus Zementmörtel an den Innenwänden des Fasses wird die Festigkeit der Abfallgebinde erhöht und die Oberflächendosisleistung reduziert.

#### Hinweis 2:

Die HSK ist der Ansicht, dass das PSI für die Konditionierung von Schlämmen anstelle des vorgeschlagenen Abfallgebindetyps AGT1-MIF auf den Typ AGT6-MIF zurückgreifen sollte.

### **3.2.2 Auslagerung des Kernbrennstofflagers**

Für die Entlassung aus der atomrechtlichen Aufsicht müssen sämtliche von der Atomanlage herrührenden Gefahrenquellen beseitigt worden sein. Insbesondere müssen alle Kernbrennstoffe auf einen anderen Bewilligungsinhaber übertragen werden oder aber in ein anderes, bewilligtes Kernbrennstofflager überführt worden sein. Der Gesuchsteller hat demnach für die Auslagerung des Kernbrennstofflagers einen gangbaren Weg vorzuzeigen.

#### Angaben des Gesuchstellers

Unbestrahlte Kernbrennstoffe (SAPHIR-Brennelemente und kernbrennstoffhaltige Materialien) werden im zentralen Lager für unbestrahlte Kernbrennstoffe des PSI, das sich im SAPHIR-Gebäude befindet, aufbewahrt. Kernbrennstoffe niederer Anreicherung in loser Form aus Lucens werden in einem weiteren Lagerraum aufbewahrt [15]. Das PSI sieht vor, die unbestrahlten Brennelemente des SAPHIR zu verkaufen und die Kernbrennstoffe des Bundes einem schweizerischen KKW abzugeben. Die restlichen Mengen, die für Experimente im Hotlabor verwendet werden, können dann im Tresorraum des Hotlabor aufbewahrt werden.

Für den Fall, dass es dem PSI nicht gelingt, die Kernbrennstoffe wie vorgesehen zu verkaufen und abzugeben, wird eine Verlegung der Materialien in das baulich vorbereitete Kernbrennstofflager des

PSI im Keller des Gebäudes E des ZZL vorgesehen. Es ist fraglich, ob in diesem Fall nicht eine Erweiterung der atomrechtlichen Bewilligung des ZZL nötig ist.

Die Kernbrennstoffe können im jetzigen Lager des SAPHIR während 4 bis 5 Jahren bleiben; sie müssen spätestens beim Abschluss des Teilschrittes 4 entfernt werden. Sicherung und Überwachung sind während der Aufbewahrung der Kernbrennstoffe im SAPHIR bis zu diesem Zeitpunkt nach heutigem Stand der Technik gewährleistet.

#### Beurteilung der HSK

Die Übergabe der Kernbrennstoffe des Bundes an ein schweizerisches KKW und der Verkauf der unbestrahlten SAPHIR-Brennelemente an einen ausländischen Reaktor des gleichen Typs sind zweckmässige Lösungen. Falls das PSI keine Abnehmer findet, kann es sich auf die vorgeschlagene alternative Lösung stützen, nämlich die Aufbewahrung in einem bautechnisch vorbereiteten Kernbrennstofflager des PSI im ZZL, wobei die diesbezügliche Bewilligungssituation abzuklären bleibt.

Die sicherungstechnische Begutachtung des Kernbrennstofflagers ist Aufgabe der Sektion Nuklear-technologie und Sicherung (NS) des Bundesamtes für Energie (BfE), welche die durchgeführte Nachrüstung des Kernbrennstofflagers freigegeben hat [16].

#### Hinweis 3:

Beim Rückbau der Reaktoranlagen ist mit Erschütterungen des Gebäudes zu rechnen, die möglicherweise die Sicherungssysteme des Kernbrennstofflagers beeinflussen könnten. Das PSI muss diesem Umstand gebührend Rechnung tragen und allfällige Massnahmen mit der Sektion Nuklear-technologie und Sicherung (NS) des Bundesamtes für Energie (BfE) absprechen. Ebenso sind Verschiebungen von Materialien respektive Änderungen an der Sicherungseinrichtung vorgängig mit der Sektion NS abzusprechen. Der HSK sind solche Änderungen entsprechend der Richtlinie HSK R-25 zu melden.

### **3.2.3 Aufbewahrung und Zwischenlagerung der Abfälle**

Art. 75 respektive Art. 90 StSV verlangen, dass radioaktive Rohabfälle sowie vorkonditionierte und endkonditionierte Abfälle so aufzubewahren sind, dass sie vor unbefugtem Zugriff geschützt sind und dass keine unzulässige Strahlenexposition für Mensch und Umwelt resultiert. Die HSK prüft, ob diese Punkte im Rückbaukonzept beachtet wurden.

#### Angaben des Gesuchstellers

Beim Rückbau anfallende, nicht endkonditionierte Abfälle, deren Verarbeitung im SAPHIR stattfinden soll, werden im Wärmetauscherraum oder in der Reaktorhalle aufbewahrt.

Abfälle, die in der Entsorgungsanlage DIORIT konditioniert werden, sollen bis zu ihrer Verarbeitung in den Räumlichkeiten der Entsorgungsanlage DIORIT zwischengestapelt werden, wobei die Stapelkapazität etwa 6 Container vom Typ KC-T12 beträgt. Um diese Stapelkapazität einzuhalten, werden die im SAPHIR teilweise gefüllten Behälter in Tranchen zur Verarbeitung transportiert.

Die endkonditionierten Abfälle werden im Bundeszwischenlager (BZL) zwischengelagert.

### Beurteilung der HSK

Der Gesuchsteller zeigt Aufbewahrungsmöglichkeiten für die un- und vorkonditionierten radioaktiven Abfälle auf, ebenso wird die Zwischenlagerung der endkonditionierten Abfälle dargelegt.

Die Zwischenlagerung von konditionierten KC-T12-Containern im BZL ist mit der heutigen Bewilligung nicht möglich. Das PSI hat der HSK einen neuen Sicherheitsbericht für das BZL eingereicht, in welchem die Zwischenlagerung solcher Container berücksichtigt ist. Für diese Zwischenlagerung wird allerdings eine neue atomrechtliche Bewilligung für das BZL nötig sein [17]. Es wird erwartet, dass diese neue Bewilligung vorliegen wird, bevor konditionierte KC-T12-Container zur Einlagerung bereitstehen.

#### Auflage 3:

Falls KC-T12-Container vor Abschluss des Bewilligungsverfahrens für das Bundeszwischenlager konditioniert werden, muss das PSI für diese Container eine sichere vorübergehende Aufbewahrung aufzeigen. Diese Aufbewahrung muss von der HSK freigegeben werden.

#### Hinweis 4:

Falls die konditionierten KC-T12-Container nicht im BZL und nicht an einem anderen sicheren Ort am PSI aufbewahrt werden können, wäre eine vorübergehende Aufbewahrung im ZZL möglich.

## **3.3 Technischer Strahlenschutz**

In diesem Abschnitt sollen technische Aspekte des Strahlenschutzes beurteilt werden. Schwerpunktmässig werden die Strahlenschutz-Instrumentierung, die Freimessung von Materialien aus der kontrollierten Zone und das Freimessen von Gebäude und Erdreich untersucht.

### **3.3.1 Strahlenschutz-Instrumentierung**

Die im SAPHIR eingesetzten Strahlenmessgeräte müssen die folgenden Aufgaben erfüllen:

- Den Schutz des Personals gewährleisten, einerseits durch zeitgerechte Alarmierung bei erhöhtem Strahlenpegel, andererseits durch die Erfassung der durch die beteiligten Personen akkumulierten Individualdosen.
- Die Erfassung der Ortsdosisleistung im SAPHIR.
- Die Bilanzierung der aus dem SAPHIR erfolgenden Emissionen zum Nachweis der Einhaltung der für das gesamte PSI geltenden Abgabelimiten und im speziellen der für den SAPHIR geltenden Abgabekontingente. [18].
- Die Erfassung der Immissionen in der Umgebung des PSI. [19]

#### Angaben des Gesuchstellers

Die während des Betriebes der Atomanlage SAPHIR bereits eingesetzten Strahlenmessgeräte zur Überwachung der Aktivität in der Abluft und im Abwasser werden weiterhin verwendet.

Für die Überwachung der Aerosolaktivität in der Hallenluft steht eine im Rahmen der Konsolidierungsmassnahmen installierte Messstelle zur Verfügung. Die momentan im Bereich des Reaktorbeckens befindliche Probenahmestelle wird im Hinblick auf den Rückbau entsprechend den Anforderungen des radiologischen Arbeitsschutzes neu festgelegt.

Beibehalten bleibt ferner eine zweite Aerosolmessstelle, mit der die Abluft vor oder nach den Abluftfiltern gemessen werden kann und die bei erhöhter Aktivität automatisch die Umschaltung auf den notstromversorgten Umluftbetrieb vornimmt, wobei eine minimale Luftmenge zur Unterdruckhaltung über den Hochkamin DIORIT abgeführt wird.

Die Abwässer im Pumpensumpf werden mit einem am PSI üblichen Gerät kontinuierlich auf Radioaktivität hin überwacht. Beim Überschreiten eines Grenzwertes wird Alarm ausgelöst.

Die Arbeitsplätze für die Zerlegung von Aktivkomponenten und das Befüllen von Abfall-, Abschirm- und Transferbehältern können mit den bestehenden  $\gamma$ -Dosisleistungsmessgeräten überwacht werden. Zusätzlich werden an Arbeitsorten, die durch dieses  $\gamma$ -Dosisleistungsmesssystem nicht abgedeckt sind, fallweise  $\gamma$ -Pegelwächter eingesetzt.

Die für die Nutzung durch nichtberuflich strahlenexponierte Personen vorgesehenen Büroräumlichkeiten im SAPHIR-Gebäude werden mit den üblichen TLD-Anlagedosimetern quartalsweise und, entgegen den Angaben in [3], mit zwei neu installierten Dosisleistungsmessgeräten, die über eine optische und akustische Vor-Ort-Alarmierung verfügen [15], kontinuierlich auf  $\gamma$ -Strahlung überwacht.

Die wiederkehrenden Funktionskontrollen und Kalibrierungen der Strahlungsmessgeräte und die Personendosimetrie sind in das QM-System der ASE integriert.

#### Beurteilung der HSK

Die in Betrieb stehende Strahlenschutz-Instrumentierung ist gemäss den Unterlagen und den Ergebnissen einer Inspektion [15] durch die HSK für die Überwachung der radiologischen Lage in der Anlage während den Rückbauarbeiten geeignet. Sie wird bei Bedarf durch temporär installierte Pegelwächter und durch Messungen mit anderen Geräten, auch zur Erfassung von Oberflächen- und Luftkontaminationen, ergänzt. Nicht beruflich strahlenexponiertes Personal in den Büroräumlichkeiten ist durch die kontinuierliche Messung mit Vor-Ort-Alarmierung ausreichend vor unzulässigen Expositionen geschützt.

#### Hinweis 5:

Die kontinuierliche Messung der Dosisleistung mit Vor-Ort-Alarmierung im Bürotrakt muss während der ganzen Rückbauphase, bis und mit Teilschritt 4, in Betrieb stehen. Sollten bei der Handhabung von stark strahlenden Komponenten in den Büros unzulässige Dosisleistungen entstehen, so sind diese vorsorglich zu räumen und die Umgebung des SAPHIR muss verstärkt überwacht werden.

Die existierende Instrumentierung zur Abluftüberwachung und -Bilanzierung sowie die Überwachung und Bilanzierung der Abwässer entsprechen dem technischen Standard am PSI und sind ausreichend, die Bilanzierung der Abgaben während des Rückbaus der Anlage SAPHIR zu gewährleisten. Der Rückbau des SAPHIR kann im Rahmen der bewilligten Immissionen [18] und der Umgebungsüberwachung nach dem zugehörigen Reglement [19] durchgeführt werden.

Das PSI verfügt über eine von der HSK für ihren Aufsichtsbereich anerkannte Dosimetriestelle zur Erfassung von Personendosen.



### 3.3.2 Freimessen von Materialien aus der kontrollierten Zone

Für die Freigabe zur Weiterverwendung, Verwertung und Entsorgung von inaktivem Material aus dem Rückbau ist nachzuweisen, dass:

- Die freizugebenden Materialien Messwerte ergeben, so dass sie nicht in den Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung (Art. 1 und Anhang 2 StSV) fallen.
- Im Sinne von Ausnahmen die Kriterien gemäss Art. 2 Abs. 2 StSV erfüllt sind.
- Für feste radioaktive Abfälle die Bestimmungen von Art. 82 StSV erfüllt sind. (Art. 82 sagt, dass mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde feste radioaktive Abfälle ausnahmsweise an die Umwelt abgegeben werden dürfen, wenn die spezifische Aktivität unterhalb der 100-fachen Freigrenze liegt und durch eine Vermischung mit inaktiven Materialien sichergestellt werden kann, dass die Werte von Anhang 2 nicht überschritten sind.)

Will der Gesuchsteller bei der Weiterverwendung, Verwertung oder Entsorgung von Abfällen eine der Ausnahmeregelungen beanspruchen, so benötigt er dazu eine Freigabe der HSK.

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Freigaben zur Weiterverwendung, Verwertung und Entsorgung von inaktivem Material werden mittels des ordentlichen Verfahrens durch die Sektion Strahlenüberwachung der ASE abgewickelt und sind durch das QM-System abgedeckt. Für die arbeits- und zeitintensive Freimessung der grossen Abfallmengen ist der Einsatz einer mobilen, behördlich anerkannten Freimessanlage geplant. Ferner soll ein für die jeweils anstehenden Rückbauschritte ausgewähltes Probenahmeprogramm durchgeführt werden.

#### Beurteilung der HSK

Mit der aufgezeigten Vorgehensweise für die Datenbeschaffung über den radiologischen Zustand der Materialien sowie die Freimessung ist die HSK grundsätzlich einverstanden. Zudem verfügt der Gesuchsteller über ein akkreditiertes Radioanalytik-Labor.

Zur Freimessung grösserer Mengen von Materialien erwägt der Gesuchsteller, sich eine Freimessanlage anzuschaffen oder eine von den schweizerischen Kernanlagen zu mieten. Die HSK begrüsst diese Absicht. Sie macht darauf aufmerksam, dass Freimessschränke auf die auszumessenden Materialien hinsichtlich Radionuklide und Geometrien kalibriert werden müssen. Sie wird die Bestimmungen des Entwurfes der Richtlinie HSK R-47 [28], die in der zweiten Hälfte des Jahres 1999 in Kraft gesetzt wird, anwenden. An den Orten, an denen Freimessungen erfolgen sollen, muss der Strahlenuntergrund genügend tief und konstant sein. Die HSK wird sich vor Beginn der Rückbauarbeiten davon überzeugen, dass diese Bedingungen erfüllt sind.

#### Auflage 4:

Vor Beginn der Rückbauarbeiten sind der HSK jene Orte anzugeben, auf denen grosse Materialmengen freigemessen und bis zur HSK-Freigabe zwischengestapelt werden sollen.

### 3.3.3 Freimessen von Gebäude und Erdreich

Bei der Aufhebung von kontrollierten Zonen ist gemäss Art. 72 StSV folgendes zu beachten:

- Arbeitsbereiche, in denen der Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen eingestellt wird, und nötigenfalls auch die Umgebung solcher Bereiche mit allen Installationen und dem dort verbleibenden Material sind mindestens soweit zu dekontaminieren, dass die Kontaminationsrichtwerte (Anhang 3 Spalte 12 StSV) und die Immissionsgrenzwerte nach Art. 102 StSV nicht überschritten werden.
- Über die durchgeführten Massnahmen ist ein Bericht zuhanden der Aufsichtsbehörde zu erstellen.
- Der Bewilligungsinhaber darf die betroffenen Arbeitsbereiche nur nach Freigabe durch die Aufsichtsbehörde zu anderen Zwecken verwenden.

Die Freigabe der Gebäulichkeiten nach Art. 72 StSV ist eine wesentliche Voraussetzung, um die atomrechtliche Bewilligung der Anlage SAPHIR aufzuheben.

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Freimessung des Gebäudes wird nach restloser Entfernung aller radioaktiven Materialien erfolgen. Dazu wird ein umfassendes Messprogramm in Absprache mit der Behörde festgelegt.

Der Gesuchsteller hat in seinem Rückbaukonzept auf eine mögliche Aktivierung des Untergrundes durch Neutronen aus dem Reaktorkern hingewiesen. Ferner hat er eine Untersuchung über Leckagen aus dem Reaktorbecken während der ersten Betriebsjahre [20] angestellt. Als ungünstigster Fall wurde die Leckage im Juni 1962 näher betrachtet. Aufgrund der Betriebsprotokolle könnten damals insgesamt etwa 6,25 m<sup>3</sup> Wasser in das Beckenfundament und das umliegende Erdreich gelangt sein. Die Angaben zum Nuklidgemisch stützen sich auf die Anfangs 1966 gemessene Poolwasseraktivität mit den langlebigen Nukliden Te-99, Cs-134, Cs-137, Ru-106, Sr-90 und Sb-125. Danach wird die Gesamtaktivität der langlebigen Nuklide, die ins Erdreich geschwemmt wurden, mit maximal 160 MBq abgeschätzt. Um die Fragen betreffend die analytischen Messprobleme und die Vorgehensweise für die Probenahme im Fundament und im Erdreich zu behandeln wird zeitgerecht eine Arbeitsgruppe eingesetzt.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK erachtet das konzeptuell dargelegte Vorgehen im Hinblick auf die Freigabe des Gebäudes und des Erdreiches im heutigen Zeitpunkt als hinreichend.

#### Auflage 5:

Vor Beginn des Teilschrittes 5 „Abbruch des Gebäudes und Rekultivierung des Areals“ hat das PSI die Freigabe entsprechend Art. 72 StSV zur Aufhebung der kontrollierten Zone zu beantragen. Der Freigabeantrag muss einen Bericht beinhalten, der die Ergebnisse der Untersuchungen im Fundament und Erdreich sowie die gegebenenfalls durchgeführten Massnahmen detailliert darlegt.

#### Hinweis 6:

Die HSK empfiehlt dem Gesuchsteller, rechtzeitig vor der Freimessung der Anlagen zu berücksichtigen, dass bei zusätzlich erforderlichen Dekontaminationsmassnahmen eine geeignete Lüftungsanlage notwendig sein könnte. Dieser Umstand ist beim Abbruch der Lüftungsanlagen zu berücksichtigen.

### **3.4 Operationeller Strahlenschutz**

Für den Schutz des Personals ist ein funktionierender operationeller Strahlenschutz notwendig. In diesem Abschnitt äussert sich die HSK über die Organisation des Strahlenschutzes, die Planung von Strahlenschutzmassnahmen sowie zu einzelnen strahlenschutztechnischen Punkten des Rückbaukonzepts.

#### **3.4.1 Organisation des Strahlenschutzes**

Nach Art. 132 StSV hat der Bewilligungsinhaber auch die Pflicht, betriebsinterne Weisungen über Arbeitsmethoden und Schutzmassnahmen zu erlassen und schriftlich die Kompetenzen der einzelnen mit Strahlenschutzaufgaben betrauten Personen festzulegen.

##### Angaben des Gesuchstellers

Für die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften soll ein Strahlenschutzbeauftragter SAPHIR verantwortlich sein, der über vertiefte Anlagen- und Strahlenschutzkenntnisse verfügt. Der Strahlenschutzbeauftragte wird fachlich der Sektion Betriebsstrahlenschutz unterstellt sein; er wird von dieser unterstützt und kann auf die vorhandene Infrastruktur der ASE zurückgreifen. Er nimmt die folgenden Pflichten wahr:

- Überwachung sämtlicher strahlenschutztechnischer Belange während der Rückbauarbeiten
- Mithilfe beim Erarbeiten der Strahlenschutzplanung
- Veranlassung und Vorbereitungen der Freimessung von Materialien
- Dokumentation von Mess- und Analysewerten

Kompetenzregelungen und Aufgabenteilungen sollen vom Leiter der Gruppe Strahlenüberwachung Areal Ost schriftlich geregelt und für jeden Teilschritt ausgewiesen werden.

##### Beurteilung der HSK

Da die Abteilung ASE des PSI über ein zertifiziertes QM-System verfügt, geht die HSK entsprechend Art. 136 StSV davon aus, dass dem Art. 132 StSV im Bereich des PSI grundsätzlich gebührend Rechnung getragen ist. Die im Rahmen des Rückbauprojektes SAPHIR definierten Funktionen werden genauer untersucht.

Die Aufgaben, welche vom Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR übernommen werden, und seine Eingliederung in die Sektion Betriebsstrahlenschutz sind nach Ansicht der HSK ausreichend, um den Strahlenschutz des Personals zu gewährleisten. Gestützt auf die guten Erfahrungen beim Rückbau der Atomanlage DIORIT ist die HSK der Ansicht, dass der Strahlenschutzbeauftragte des Projektes mindestens eine Ausbildung als Strahlenschutztechniker aufweisen muss. Die schriftliche Festlegung von Kompetenzen und Abgrenzungen hat im Rahmen des Projektes „Rückbau SAPHIR“ vor Beginn der Rückbauarbeiten zu erfolgen.

##### Auflage 6:

Vor Beginn der Rückbauarbeiten hat das PSI einen, nach Möglichkeit anlageerfahrenen Strahlenschutz-Techniker namentlich zu bezeichnen, der die Funktion des Strahlenschutzbeauftragten übernimmt.

### 3.4.2 Strahlenschutzplanung

Art. 6 StSV verlangt, dass der Strahlenschutz nachvollziehbar optimiert wird und es müssen Massnahmen vorgesehen sein, um allfällige Störungen zu beheben oder aber die Strahlenquellen zu beseitigen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass hierzu eine Strahlenschutzplanung, zusammen mit einer laufend nachgeführten Jobdosimetrie, bestens geeignet ist.

#### Angaben des Gesuchstellers

Für die Strahlenschutzplanung werden die folgenden Ziele definiert:

- Vermeidung von unnötiger Bestrahlung
- Optimierung des Strahlenschutzes
- Angemessene Ausbildung im Strahlenschutz aller am Rückbau beteiligter Personen
- Möglichst wenig radioaktive Abfälle und Emissionen an die Umwelt

Die Strahlenschutzplanung soll entsprechend internen Merkblättern der ASE für jeden Teilschritt oder für jede grössere Einzelaktion von der Projektleitung in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR und der Sektion Betriebsstrahlenschutz erstellt werden.

#### Beurteilung der HSK

Das Rückbaukonzept für den SAPHIR gibt die Leitlinien für die vorgesehene Strahlenschutzplanung an und zeigt auf, wie das PSI diese im Rückbauprojekt verankern will. Die Ziele für die Strahlenschutzplanung stimmen inhaltlich mit Art. 6 StSV überein.

Konkrete erste Abschätzungen über die zu erwartenden Kollektivdosen für die einzelnen Teilschritte liegen noch nicht vor. Dem Konzept sind ein detaillierter Strahlenatlas und eine detaillierte Komponentenliste beigelegt, aus der sich erste Schlüsse herleiten lassen. Basierend auf diesen Angaben und einschlägigen Erfahrungen in anderen Anlagen kann davon ausgegangen werden, dass bei den ersten beiden Teilschritten, bei denen die Verpackung respektive die Konditionierung von stark strahlenden Komponenten unter Wasser oder aber in Hotzellen erfolgen soll und nur schwach strahlende Komponenten direkt bearbeitet werden, die Exposition des Personals bei Beachtung der üblichen Schutzmassnahmen niedrig gehalten werden kann.

Möglicherweise signifikantere Expositionen erwartet die HSK im dritten Teilschritt beim Ausbohren der Strahlrohre und dem Zertrennen der Bohrkerne, wo zum Teil Arbeiten wie das Zertrennen der Bohrkerne nahe an den starken Strahlenquellen durchgeführt werden müssen. Hier werden voraussichtlich detailliertere Optimierungsstudien notwendig sein, um eine möglichst geringe Exposition zu erreichen.

Der vierte Teilschritt ist bezüglich externer Exposition des Personals nicht mehr besonders signifikant. Je nach gemessener Aktivierung oder Kontamination der in diesem Teilschritt abzubrechenden Anlageteile ist dem Schutz des Personals vor Kontamination oder Inkorporation erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Nach Ansicht der HSK ist die Strahlenschutzplanung ein zentrales Instrument zur Kontrolle und Optimierung der Exposition des Personals und daher ist ihr bei der Arbeitsplanung ein entsprechendes Gewicht beizumessen. Die Organisation für den Rückbau SAPHIR sieht vor, dass der Projektleiter in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR und der Sektion Betriebsstrahlen-

schutz die Strahlenschutzplanung erstellt. Optimierung beinhaltet im Sinne des „Work Management“ alle Arbeitsschritte, also Arbeitsabläufe, Arbeitsmethoden, Werkzeuge und den eigentlichen Strahlenschutz. In diesem Sinne ist die HSK einverstanden, dass die Projektleitung für die Strahlenschutzplanung verantwortlich ist. Der Strahlenschutzbeauftragte muss aber bei der Planung und der Ausführung der Arbeiten ein Einspracherecht haben in jenen Angelegenheiten, die den Schutz des Personals direkt betreffen.

Ein Prozess „Strahlenschutzplanung“, welcher eine aktive Beteiligung der Experten für Strahlenschutz bei der Planung von Arbeiten vorsieht, ist im QM-System der ASE noch nicht vorhanden, soll aber implementiert werden [21]. Weiter hat die HSK beobachtet, dass eine laufend nachgeführte Jobdosimetrie bei der Durchführung der Arbeiten ein wesentliches Instrument zur Kontrolle der Strahlenschutzplanung ist.

#### Auflage 7:

Für den Rückbau des SAPHIR muss ein Prozess „Strahlenschutzplanung“ auf geeignete Art und Weise im QM-System der ASE eingebunden sein.

#### Auflage 8:

Während des Rückbaus des SAPHIR ist eine geeignete, laufend nachführbare Jobdosimetrie einzusetzen. Die HSK ist vor Beginn der Rückbauarbeiten über die geplante Jobdosimetrie zu informieren.

#### Auflage 9:

Rechtzeitig vor Beginn der einzelnen Teilschritte sind der HSK die Arbeits- und Strahlenschutzplanungen inklusive Dosisabschätzungen gemäss der Richtlinie HSK R-25 [29] sowie der Abschlussbericht über den vorangegangenen Teilschritt einzureichen. Die HSK behält sich vor, jederzeit weitere Optimierungsmassnahmen zu verlangen.

### **3.4.3 Technische Aspekte**

Obschon diese Stellungnahme das Rückbaukonzept nur bezüglich prinzipieller Machbarkeit untersucht, äussert sich die HSK zu ausgesuchten technischen Aspekten des operationellen Strahlenschutzes respektive des konventionellen Personenschutzes.

#### Angaben des Gesuchstellers

Im Hinblick auf die zwischenzeitliche Nutzung der konsolidierten Anlage SAPHIR und die Rückbauarbeiten wurde vom PSI ein Zonenkonzept SAPHIR [5] erstellt, das von der HSK freigegeben [11] und wie vorgesehen umgesetzt [12] worden ist. Die kontrollierte Zone verfügt über eine gefilterte und bilanzierende Lüftungsanlage mit der Möglichkeit, in einen Notabluft-Modus zu wechseln.

Der Gesuchsteller plant, während des 3. Teilschrittes eine gerichtete Luftströmung in das Reaktorbecken hinein aufrecht zu erhalten, indem das Becken abgedeckt und die nicht mehr benötigten Kühlwasseranschlüsse des Reaktorbeckens mit dem Hallenabluftsystem verbunden werden. So entsteht im Reaktorbecken ein relativer Unterdruck gegenüber der Reaktorhalle.

Für die radiologische Überwachung der Arbeitsplätze ist zusätzlich zur Anlageinstrumentierung der Einsatz von tragbaren Strahlenschutz-Messgeräten und temporär installierten Pegelwächtern vorgesehen. Weiter wird im Konsolidierungsbericht [4] darauf hingewiesen, dass die Innenflächen der

Wartetanks möglicherweise mit Beryllium kontaminiert sind, welches aus den defekten BeO - Reflektorelementen in das Reaktorwasser freigesetzt wurde.

#### Beurteilung der HSK

Das Zonenkonzept wurde von der HSK freigegeben und wird nicht weiter beurteilt. Allerdings ist der folgende Hinweis zu beachten:

##### Hinweis 7:

Vor Beginn der Rückbauarbeiten des zweiten Teilschrittes im SAPHIR ist die fehlende Garderobe einzubauen und das Zonenkonzept vollständig umzusetzen.

Der Gesuchsteller plant, während des dritten Teilschrittes eine Luftströmung entsprechend der Richtlinie HSK R-07 in Richtung höchster Kontamination einzurichten. Dabei bedient er sich der Hallenlüftung. Durch radioaktive Stäube, die möglicherweise mit dem Fortluftstrom mitgetragen werden, könnten sich die Lüftungskanäle erheblich kontaminieren und die Abluffilter stark belastet werden.

##### Hinweis 8:

Im Sinne der Optimierung von Strahlenschutzmassnahmen empfiehlt die HSK dem Gesuchsteller, die Abluft aus dem Reaktorbecken mit einem lokalen Luftfiltergerät nahe bei den Stützen der Kühlkreisläufe vor der Einkoppelung in das Lüftungssystem der Reaktorhalle zu reinigen.

Nebst einer radiologischen Kontamination muss nach Angaben des Gesuchstellers mit einer Berylliumkontamination zumindest in einem Teil der abzubrechenden Komponenten gerechnet werden. Da das Verhalten von Beryllium in Kreisläufen nur schwer voraussagbar ist, ist nach Ansicht der HSK während sämtlichen Rückbauarbeiten mit einem Freisetzungspotential von Beryllium zu rechnen. Um einen ausreichenden konventionellen Arbeitsschutz zu gewähren, ist die Berylliumproblematik in der Strahlenschutz-Planung ausreichend zu berücksichtigen.

##### Hinweis 9:

Um eine rasche Aussage über eine mögliche Berylliumkontamination zu haben, sollte das PSI den Zugriff auf oder den Zugang zu einer entsprechend qualifizierten chemischen Analytik vor Beginn der Rückbauarbeiten sicherstellen.

### **3.5 Projektorganisation, Verantwortlichkeiten und Dokumentation**

Die klare Regelung von Verantwortlichkeiten respektive die Festlegung einer Projekt- und Betriebsorganisation, welche jederzeit in der Lage ist, nebst dem Rückbau eine sichere Überwachung der Atomanlage SAPHIR zu garantieren, ist für die Durchführung des Rückbaukonzepts wesentlich. Ferner sollten die Schnittstellen zu anderen Entsorgungsprojekten des PSI gebührend berücksichtigt werden.

#### Angaben des Gesuchstellers

Das Projekt „Rückbau SAPHIR“ ist ein Teilprojekt der Projektsteuerung Baubotschaft 1999 des PSI. In direkter Linie zur Baubotschaft 1999 ist ein Projektkomitee eingesetzt, das die übergeordnete Koordination des Rückbaus innerhalb des PSI besorgt und durch den Abteilungsleiter ASE präsiert wird. Für die Planung und die operative Ausführung der Rückbauarbeiten ist die Projektleitung zuständig. Sie nimmt die notwendigen Querverbindungen zu internen und externen Fachstellen wahr. Im Organigramm der Projektorganisation stehen der Projektleitung Fachstellen des PSI

(Abfallgebinde / ELFB, Strahlenschutz, Technik / Infrastruktur), externe Fachstellen, ein Team für die Rückbauarbeiten und die Betriebsgruppe Anlage SAPHIR zur Verfügung.

Parallel zu den Rückbauarbeiten erfolgt die Anlageüberwachung, die durch einen verantwortlichen Anlageleiter und einem zugeteilten Anlageoperator wahrgenommen wird. Dazu werden Betriebsvorschriften geschaffen, die dem jeweiligen Stand der Rückbauarbeiten angepasst sind [22]. Der Anlageleiter übernimmt folgende Verantwortlichkeiten:

- Überwachung der Anlage und Koordination mit den Rückbauarbeiten
- Ausbildung und Instruktion des Rückbaupersonals bezüglich Anlagekenntnisse und konventionellem Arbeitsschutz
- Unterstützung des Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR in Belangen des Strahlenschutzes
- Archivierung der aufbewahrungspflichtigen Anlage- und Betriebsdokumente sowie der Dokumente zu den Rückbauarbeiten

Die eigentlichen Rückbauarbeiten werden durch eine noch zu bestimmende Arbeitsgruppe wahrgenommen, die mehrere fachkundige Mitarbeiter und einen Gruppenleiter umfasst.

Die Rückbauarbeiten sollen in einzelne Verfahrens- und Arbeitsschritte aufgeteilt und in schriftlichen Weisungen verbindlich festgelegt werden. Bei Abweichungen ist vorgesehen, das weitere Vorgehen mit den zuständigen Instanzen abzusprechen. Weiter werden die bereits im QM-System der ASE integrierten Massnahmen zur Anwendung kommen. Der Rückbau wird in einem Tagesjournal dokumentiert und am Ende eines jeden Teilschrittes wird ein Zwischenbericht verfasst.

### Beurteilung der HSK

Im Organigramm des Projektes „Rückbau SAPHIR“ ist das Projektkomitee mit übergeordneten Koordinationsfunktionen im PSI und die Projektleitung mit Führungsaufgaben zur Planung und Ausführung der Rückbauarbeiten hervorgehoben. Der Projektleitung zugeordnet sind verschiedene Fachstellen des PSI, darunter der Strahlenschutz, externe Fachstellen, die Arbeitsgruppe für die eigentlichen Rückbauarbeiten und die Betriebsgruppe der Anlage SAPHIR. Die HSK erachtet die Organisation als geeignet, um den Rückbau ordnungsgemäss durchzuführen; mit Ausnahme des Strahlenschutzes. In Kapitel 7 des PSI-Stilllegungsberichtes [3] wird erwähnt, dass für den Rückbau ein Strahlenschutzbeauftragter SAPHIR ernannt wird. Die HSK hat hier darauf hingewiesen, dass es sich dabei um einen Strahlenschutz-Techniker handeln muss (siehe Abschnitt 3.4.1). Im Organigramm des Rückbauprojektes muss der Strahlenschutzbeauftragte explizit ausgewiesen sein. Es genügt nicht, dass der Strahlenschutz nur unter den „Fachstellen des PSI“ aufgeführt wird.

### Auflage 10:

Vor Beginn der Rückbauarbeiten ist der HSK ein bereinigtes Organigramm vorzulegen, aus welchem die Stellung (Aufgaben und Kompetenzen) des Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR klar ersichtlich ist.

### Hinweis 10:

Im Bereich des Strahlenschutzes des PSI hat die HSK auf personelle Engpässe hingewiesen. Sie wird vor Beginn der Rückbauarbeiten am SAPHIR prüfen, ob für die Strahlenschutzaufgaben am gesamten PSI genügend qualifiziertes Personal zur Verfügung steht. Gegebenenfalls wird sie zusätzliches Personal verlangen.

Die Betriebs- und die Rückbauorganisation der Atomanlage SAPHIR sind in der gleichen Linienorganisation des PSI angegliedert (ASE), die nebst dem Rückbauprojekt SAPHIR unter anderem die Entsorgungsanlagen und den Rückbau DIORIT, die Versuchsverbrennungsanlage, das Abfalllabor und das BZL betreut. Daneben stellt die ASE den gesamten Strahlenschutz für das ganze PSI sicher. Die HSK erwartet, dass die Abwicklung des Projektes „Rückbau SAPHIR“ wesentliche finanzielle und vor allem personelle Ressourcen bindet. Weiter besteht ein Koordinationsbedarf mit dem Projekt „Rückbau DIORIT“, damit bei der Benutzung der Entsorgungsanlagen DIORIT keine Engpässe entstehen.

Hinweis 11:

Um einen möglichst verzögerungsfreien Ablauf des Rückbauprojektes SAPHIR zu erreichen, empfiehlt die HSK dem Gesuchsteller, frühzeitig die Verknüpfung des Rückbauprojektes SAPHIR mit dem Rückbau DIORIT und anderen benötigten Infrastrukturen vorzunehmen.

Die weiteren Massnahmen scheinen der HSK ausreichend zu sein, um einen sicheren Rückbau der Atomanlage SAPHIR zu ermöglichen.



## 4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die HSK hat die vom Gesuchsteller eingereichten Unterlagen [3] sowie ältere Dokumente entsprechend der Zielsetzung auf konzeptioneller Stufe geprüft und kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Der Gesuchsteller hat für die Atomanlage SAPHIR ein Rückbaukonzept eingereicht, das technisch mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln bewältigt werden kann.
2. Er hat aufgezeigt, dass für sämtliche anfallenden Rohabfälle prinzipiell Entsorgungspfade existieren und Verfahren zur Konditionierung vorhanden sind. Für die Zwischenlagerung von einigen endkonditionierten Abfallgebinden existieren zum jetzigen Zeitpunkt noch keine bewilligten bzw. freigegebenen Lagerstellen; dies muss rechtzeitig korrigiert werden. Für das im SAPHIR-Gebäude befindliche Kernbrennstofflager werden zwei Möglichkeiten aufgezeigt, wovon eine eventuell eine Erweiterung der atomrechtlichen Bewilligung des ZZL erfordert.
3. Beim Strahlenschutz hat er dargelegt, dass geeignete Mittel zur Überwachung von Anlage, Umgebung und Personal eingesetzt werden und dass Material und Anlage entsprechend dem Stand der Technik nachvollziehbar freigemessen werden können. Er hat eine Organisation für den Strahlenschutz vorgestellt, welche die Überwachung der Arbeiten und der Arbeitsplätzen erlaubt, und welche die Strahlenschutzplanung der Rückbauarbeiten besorgen kann.
4. Schliesslich hat er aufgezeigt, dass für den nachvollziehbaren Rückbau und den sicheren Betrieb der Atomanlage SAPHIR geeignete organisatorische Massnahmen ergriffen werden sollen.

Damit kommt die HSK zum Schluss, dass das vorgestellte Rückbaukonzept für die Atomanlage SAPHIR unter Berücksichtigung der Auflagen in Abschnitt 4.1 sowie der Hinweise in Abschnitt 4.2 durchführbar ist und die technischen Voraussetzungen für eine Entlassung des Forschungsreaktors SAPHIR aus der atomrechtlichen Aufsicht schafft.

### 4.1 Auflagen

1. Um im vierten Teilschritt den Abbruch der vier Innenstützen zu ermöglichen, ist der Bau von zwei Überzügen über dem Flachdach vorgesehen. Die baustatischen Berechnungen sind spätestens zwölf Wochen vor Beginn dieser Abfangarbeiten der HSK zur Überprüfung und zur Freigabe einzureichen (Abschnitt 3.1).
2. Sämtliche für einen Teilschritt benötigten Spezifikationen und gegebenenfalls Ergänzungsspezifikationen von Abfallgebindetypen (AGT) müssen vor Beginn des entsprechenden Teilschrittes von der HSK freigegeben worden sein. Freigabeanträge sind rechtzeitig einzureichen (Abschnitt 3.2.1).
3. Falls KC-T12-Container vor Abschluss des Bewilligungsverfahrens für das Bundeszwischenlager konditioniert werden, muss das PSI für diese Container eine sichere vorübergehende Aufbewahrung aufzeigen. Diese Aufbewahrung muss von der HSK freigegeben werden (Abschnitt 3.2.3).
4. Vor Beginn der Rückbauarbeiten sind der HSK jene Orte anzugeben, auf denen grosse Materialmengen freigemessen und bis zur HSK-Freigabe zwischengestapelt werden sollen (Abschnitt 3.3.2).

5. Vor Beginn des Teilschrittes 5 „Abbruch des Gebäudes und Rekultivierung des Areals“ hat das PSI die Freigabe entsprechend Art. 72 StSV zur Aufhebung der kontrollierten Zone zu beantragen. Der Freigabeantrag muss einen Bericht beinhalten, der die Ergebnisse der Untersuchungen im Fundament und Erdreich sowie die gegebenenfalls durchgeführten Massnahmen detailliert darlegt (Abschnitt 3.3.3).
6. Vor Beginn der Rückbauarbeiten hat das PSI einen, nach Möglichkeit anlageerfahrenen Strahlenschutz-Techniker namentlich zu bezeichnen, der die Funktion des Strahlenschutzbeauftragten übernimmt (Abschnitt 3.4.1).
7. Für den Rückbau des SAPHIR muss ein Prozess „Strahlenschutzplanung“ auf geeignete Art und Weise im QM-System der ASE eingebunden sein (Abschnitt 3.4.2).
8. Während des Rückbaus des SAPHIR ist eine geeignete, laufend nachführbare Jobdosimetrie einzusetzen. Die HSK ist vor Beginn der Rückbauarbeiten über die geplante Jobdosimetrie zu informieren (Abschnitt 3.4.2).
9. Rechtzeitig vor Beginn der einzelnen Teilschritte sind der HSK die Arbeits- und Strahlenschutzplanungen inklusive Dosisabschätzungen gemäss der Richtlinie HSK R-25 [29] sowie der Abschlussbericht über den vorangegangenen Teilschritt einzureichen. Die HSK behält sich vor, jederzeit weitere Optimierungsmassnahmen zu verlangen (Abschnitt 3.4.2).
10. Vor Beginn der Rückbauarbeiten ist der HSK ein bereinigtes Organigramm vorzulegen, aus welchem die Stellung (Aufgaben und Kompetenzen) des Strahlenschutzbeauftragten SAPHIR klar ersichtlich ist (Abschnitt 3.5).

## 4.2 Hinweise

1. Das Heraustrennen der Strahlrohrdurchführungen im Teilschritt 3 mittels Kernbohrungen ist sinnvoll, wobei der Durchmesser der Kernbohrung genügend gross sein soll. Es ist frühzeitig abzuklären, ob der vorhandene Arbeitsraum für die Bohrarbeiten ausreichend ist (Abschnitt 3.1).
2. Die HSK ist der Ansicht, dass das PSI für die Konditionierung von Schlämmen anstelle des vorgeschlagenen Abfallgebindetyps AGT1-MIF auf den Typ AGT6-MIF zurückgreifen sollte (Abschnitt 3.2.1).
3. Beim Rückbau der Reaktoranlagen ist mit Erschütterungen des Gebäudes zu rechnen, die möglicherweise die Sicherungssysteme des Kernbrennstofflagers beeinflussen könnten. Das PSI muss diesem Umstand gebührend Rechnung tragen und allfällige Massnahmen mit der Sektion Nukleartechnologie und Sicherung (NS) des Bundesamtes für Energie (BfE) absprechen. Ebenso sind Verschiebungen von Materialien respektive Änderungen an der Sicherungseinrichtung vorgängig mit der Sektion NS abzusprechen. Der HSK sind solche Änderungen entsprechend der Richtlinie HSK R-25 zu melden (Abschnitt 3.2.2).
4. Falls die konditionierten KC-T12-Container nicht im BZL und nicht an einem anderen sicheren Ort am PSI aufbewahrt werden können, wäre eine vorübergehende Aufbewahrung im ZZL möglich (Abschnitt 3.2.3).
5. Die kontinuierliche Messung der Dosisleistung mit Vor-Ort-Alarmierung im Bürotrakt muss während der ganzen Rückbauphase, bis und mit Teilschritt 4, in Betrieb stehen. Sollten bei der Handhabung von stark strahlenden Komponenten in den Büros unzulässige Dosisleistungen

- entstehen, so sind diese vorsorglich zu räumen und die Umgebung des SAPHIR muss verstärkt überwacht werden (Abschnitt 3.3.1).
6. Die HSK empfiehlt dem Gesuchsteller, rechtzeitig vor der Freimessung der Anlagen zu berücksichtigen, dass bei zusätzlich erforderlichen Dekontaminationsmassnahmen eine geeignete Lüftungsanlage notwendig sein könnte. Dieser Umstand ist beim Abbruch der Lüftungsanlagen zu berücksichtigen (Abschnitt 3.3.3).
  7. Vor Beginn der Rückbauarbeiten des zweiten Teilschrittes im SAPHIR, ist die fehlende Garderobe einzubauen und das Zonenkonzept vollständig umzusetzen (Abschnitt 3.4.3).
  8. Im Sinne der Optimierung von Strahlenschutzmassnahmen empfiehlt die HSK dem Gesuchsteller, die Abluft aus dem Reaktorbecken mit einem lokalen Luftfiltergerät nahe bei den Stützen der Kühlkreisläufe vor der Einkoppelung in das Lüftungssystem der Reaktorhalle zu reinigen (Abschnitt 3.4.3).
  9. Um eine rasche Aussage über eine mögliche Berylliumkontamination zu haben, sollte das PSI den Zugriff auf oder den Zugang zu einer entsprechend qualifizierten chemischen Analytik vor Beginn der Rückbauarbeiten sicherstellen (Abschnitt 3.4.3).
  10. Im Bereich des Strahlenschutzes des PSI hat die HSK auf personelle Engpässe hingewiesen. Sie wird vor Beginn der Rückbauarbeiten am SAPHIR prüfen, ob für die Strahlenschutzaufgaben am gesamten PSI genügend qualifiziertes Personal zur Verfügung steht. Gegebenenfalls wird sie zusätzliches Personal verlangen (Abschnitt 3.5).
  11. Um einen möglichst verzögerungsfreien Ablauf des Rückbauprojektes SAPHIR zu erreichen, empfiehlt die HSK dem Gesuchsteller, frühzeitig die Verknüpfung des Rückbauprojektes SAPHIR mit dem Rückbau DIORIT und anderen benötigten Infrastrukturen vorzunehmen (Abschnitt 3.5).

HAUPTABTEILUNG  
FÜR DIE SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

Würenlingen, den 16. Juli 1999

W. Jeschki  
Stellvertretender Direktor

## Referenzen

- [1] Bundesgesetz vom 23. Dezember 1959 über die friedliche Verwendung der Atomenergie (Atomgesetz, SR 732.0)
- [2] PSI-Brief EM01;/LE01, „Gesuch um Stilllegung der abgestellten Reaktoranlage SAPHIR am PSI“ vom 9. Dezember 1998
- [3] PSI-TM-23-98-27, Rev. 1; „Forschungsreaktor SAPHIR: Stilllegung und Rückbau der Atomanlage“, R. Christen, 9. Oktober 1998
- [4] PSI-TM-40-96-04, „Konsolidierungsbericht SAPHIR“, H. Heyck, 16. Dezember 1996
- [5] PSI-AN-23-98-21, Freigabeantrag für bauliche Änderungen im Rahmen des Zonenkonzepts der konsolidierten Atomanlage SAPHIR, J. Kovacs, 25. April 1998
- [6] PSI AN 23-98-31, Entsorgung Reaktortank DIORIT 1, M.B. Zahner, W. Schmid, 18. Juni 1998 und  
PSI AN 23-98-52, Entsorgung Reaktortank DIORIT 2, SU-Daten, M.B. Zahner , W. Schmid, 25. September 1998
- [7] Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV, SR 814.501)
- [8] Richtlinie HSK R-07, „Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes“, Juni 1995
- [9] Richtlinie HSK R-14, „Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle“, Dezember 1988
- [10] Akkreditierungen des Eidgenössischen Amt für Messwesen, Akkreditierungsnummern SIS 034, SIS 035, SIS 036, STS 173, SCS 075, vom 19. März 1997
- [11] HSK-Brief FM/SS-22980827a vom 27. August 1998, „Freigabe des neuen Zonenkonzepts im SAPHIR“
- [12] PSI-Brief LE01-572981208a vom 8. Dezember 1998, „SAPHIR - Umsetzung des neuen Zonenkonzepts“
- [13] HSK-Brief KF/ON-22980708a vom 8. Juli 1998, „Freigabe des Vorkonditionierverfahrens für den AGT 'Be/BeO-Reflektorelemente SAPHIR'“
- [14] HSK 2/286, „Beurteilung des Abfallgebindetyps 'Be/BeO-Reflektorelemente SAPHIR' des PSI zwecks Freigabe des Vorkonditionierverfahrens“, F. Kaufmann, 8. Juli 1998
- [15] HSK 2/308, „Konsolidierter Forschungsreaktor SAPHIR: Angemeldete Jahresinspektion im PSI am 19. April 1999“, S. Navert, J. Hammer, 14. Mai 1999
- [16] BfE-Brief Ru vom 2. April 1997, „Freigabe D1 für Kernbrennstofflager Saphir“
- [17] BfE-Brief 158/RD/Hb vom 7. Mai 1999, „Bewilligungsänderung für das BZL“
- [18] HSK-Bewilligung 6/97 für die Abgaben radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen und Villigen, 1. Januar 1998
- [19] Reglement für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts, Januar 1998

- [20] PSI-AN-96-99-23, „Stilllegung / Rückbau SAPHIR, Übersicht von aufgetretenen Beckenleckagen in den ersten Betriebsjahren“, R. Christen, vom 29. März 1999
- [21] HSK 2/301, „Besprechung PSI-ASE und HSK betreffend Einbindung der Strahlenschutz-Planung in das Qualitätsmanagementsystem der ASE-PSI“, S. Navert, 10. März 1999
- [22] PSI-AW-23-98-20, „Betriebsvorschrift umfassend die abgestellte Anlage SAPHIR, den Bürotrakt und das KBL“, K. Jegerlehner et al. vom 30. November 1998
- [23] PSI-AW-23-96-13, „Allgemeine Weisung für den Strahlenschutz am PSI“, A. Janett, 12. Juli 1996
- [24] Verordnung betreffend die Aufsicht über Kernanlagen vom 14. März 1983 (SR 732.22)
- [25] Betriebsbewilligung für Reaktoranlagen des Eidgenössischen Institutes für Reaktorforschung, heute PSI, vom 27. Juni 1960
- [26] Schreiben des Bundesamtes für Energiewirtschaft über die Leistungserhöhung des Reaktors SAPHIR, vom 23. Juni 1983
- [27] PSI-Brief EM01;48/BC01 vom 11. Juli 1994, „Stilllegung und Abbruch der Atomanlage SAPHIR“
- [28] Richtlinie HSK R-47, Prüfungen von Strahlenmessgeräten, März 1999
- [29] Richtlinie HSK R-25, Berichterstattung des Paul Scherrer Institutes sowie der Kernanlagen des Bundes und der Kantone, Juni 1998