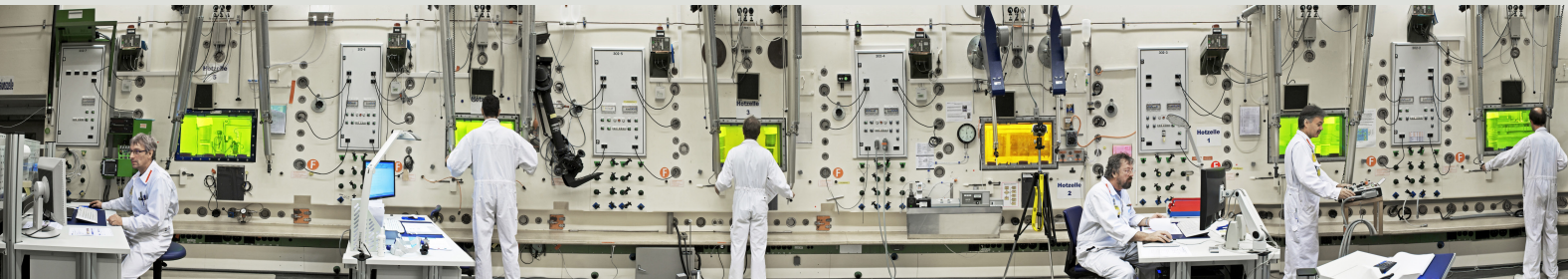




Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN  
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



## Gutachten zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts um Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN  
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

ENSI 22/800

# **Gutachten zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts um Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor**

März 2014



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1-1</b>
1.1	Veranlassung	1-1
1.2	Eingereichte Unterlagen	1-1
1.3	Beurteilungsgrundlagen des ENSI	1-1
1.4	Aufbau des Gutachtens	1-2
<b>2</b>	<b>Bestehende Bewilligungen und Erfüllung von Auflagen und Forderungen</b>	<b>2-1</b>
2.1	Bewilligungen	2-1
2.2	Erfüllung von Auflagen und Forderungen	2-2
2.2.1	Auflagen aus der Betriebsbewilligung	2-2
2.2.2	Stand der Forderungen aus den Freigaben zur Sanierung des Hotlabors in den Jahren von 1999 bis 2003	2-2
2.2.3	Wichtige Auflagen aus der Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem PSI	2-2
<b>3</b>	<b>Übersicht über die Anlage</b>	<b>3-1</b>
3.1	Standort	3-1
3.2	Aufgaben des Hotlabors	3-2
3.3	Übergeordnete Auslegungsmerkmale der Anlage	3-2
3.4	Sicherheitskonzept und wichtige Sicherheitseinrichtungen	3-2
3.4.1	Kapazität des Hotlabors	3-3
3.4.2	Begrenzung der Radioaktivität in den Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen	3-4
3.4.3	Spaltstoffinventare und Kritikalitätssicherheit	3-5
3.5	Wichtige organisatorische und technische Änderungen	3-6
3.5.1	Änderungen in der Organisation	3-6
<b>4</b>	<b>Organisation und Personal</b>	<b>4-1</b>
4.1	Organigramm und Verantwortungsstruktur	4-1
4.2	Sicherheitsbericht, übergeordnete PSI-Reglemente und Betriebsvorschriften des Hotlabors	4-2
4.3	Sicherheitsrelevante Organisationsstrukturen	4-3
4.3.1	Übersicht	4-3
4.3.2	Gruppenleitersitzungen	4-4
4.3.3	Dienstleistungen und Schnittstellen zu anderen Stellen des PSI	4-4
4.3.4	Notfallorganisation	4-5
4.4	Administrative Sicherheitsmassnahmen	4-6
4.4.1	Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen	4-6
4.4.2	Kernbrennstoff-Informationssystem	4-7
4.4.3	Quelleninventarisierungssystem	4-8

4.5	Qualitätsmanagementsystem	4-9
4.6	Störungsüberwachung, Meldewesen und Vorkommnisbearbeitung	4-10
4.7	Aus- und Weiterbildung	4-11
<b>5</b>	<b>Betriebsverhalten und Überwachung</b>	<b>5-1</b>
5.1	Bewertung von Vorkommnissen	5-1
5.2	Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung und Alterungsüberwachung	5-4
5.3	Konzept und Ergebnisse des operationellen Strahlenschutzes	5-4
5.3.1	Organisation des Strahlenschutzes	5-4
5.3.2	Kontrollierte Zone, Arbeitsbereiche, Quellenlager und Systembarrieren	5-5
5.3.3	Schutz- und Überwachungskonzept gegen Kontaminationsverschleppung, Personenkontamination und Inkorporation	5-7
5.3.4	Schutz- und Überwachungskonzept vor äusserer Bestrahlung	5-8
5.4	Radioaktive Emissionen und Umgebungsüberwachung	5-10
5.4.1	Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt	5-10
5.4.2	Umgebungsüberwachung	5-11
5.5	Entsorgung	5-12
5.5.1	Entstehung, Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle im Hotlabor	5-12
5.5.2	Buchführung und Berichterstattung über die radioaktiven Abfälle im Hotlabor	5-15
5.5.3	Stilllegung	5-16
5.6	Transport und Transfer/Verschiebung von Kernmaterialien und anderen radioaktiven Stoffen	5-16
5.6.1	Regelungen zur Abwicklung von Transporten und Transfers/Verschiebungen	5-16
5.6.2	Behälter für Transporte und Transfers/Verschiebungen	5-17
<b>6</b>	<b>Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten</b>	<b>6-1</b>
6.1	Klassierung und Freigabepflicht	6-1
6.2	Bautechnik	6-4
6.2.1	Gebäude	6-4
6.2.2	Grundwasserschutz und Massnahmen gegen Überflutung	6-5
6.2.3	Brand- und Blitzschutz	6-6
6.2.4	Flucht- und Interventionswege	6-7
6.3	Anlagentechnik	6-8
6.3.1	Unterdruckzellen	6-8
6.3.2	Lüftungssystem	6-9
6.3.3	Gebäudeleittechnik und Notrufanlage	6-12
6.3.4	Versorgungs- und Hilfssysteme	6-13
6.3.5	Strahlenmesstechnik	6-16
6.3.6	Abwassersystem inkl. Abwasserbehandlung	6-20

<b>7</b>	<b>Verhalten der Anlage bei Störfällen</b>	<b>7-1</b>
7.1	Grundlagen der Störfallanalysen	7-1
7.2	Inventare an radioaktiven Stoffen	7-2
7.3	Häufigkeit auslösender Ereignisse, Zuordnung zu Störfallkategorien	7-6
7.4	Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage	7-9
7.4.1	Interne Ereignisse der Störfallkategorie 1	7-10
7.4.2	Interne Ereignisse der Störfallkategorie 2	7-12
7.4.3	Interne Ereignisse der Störfallkategorie 3	7-15
7.5	Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage	7-16
7.5.1	Externe Ereignisse der Störfallkategorie 1	7-16
7.5.2	Externe Ereignisse der Störfallkategorie 2	7-17
7.5.3	Externe Ereignisse der Störfallkategorie 3	7-22
7.5.4	Auslegungsüberschreitende externe Ereignisse	7-25
<b>8</b>	<b>Gesamtbewertung</b>	<b>8-1</b>
8.1	Gesamtbewertung des PSI	8-1
8.2	Beurteilung des ENSI	8-1
8.2.1	Sicherheitskonzept	8-1
8.2.2	Organisation und Personal	8-2
8.2.3	Betriebsverhalten und Überwachung	8-2
8.2.4	Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten	8-3
8.2.5	Deterministische Störfallanalyse	8-3
8.2.6	Stand Abarbeitung der Forderungen	8-3
8.2.7	Kommentare der Eidgenössischen Kommission für nukleare Sicherheit zum Gutachtenentwurf vom August 2013	8-5
8.2.8	Schlussfolgerungen	8-6
<b>Anhang A:</b>	<b>Stand Abarbeitung der Forderungen</b>	<b>A-1</b>
<b>Anhang B:</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>B-1</b>
<b>Anhang C:</b>	<b>Gesetze und Verordnungen</b>	<b>C-1</b>
<b>Anhang D:</b>	<b>Richtlinien</b>	<b>D-1</b>
<b>Anhang E:</b>	<b>Referenzen</b>	<b>E-1</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 5.3-1:	Personendosisdaten des Hotlabors der Jahre 1997-2007 (TLD-Dosisangaben inkl. Inkorporationsdosen)	5-10
-------------	---	------

## Tabellenverzeichnis

Tab. 5.1-1:	Meldepflichtige Vorkommnisse im Hotlabor im Zeitraum 1983-2005	5-1
Tab. 6.1-1:	Sicherheitstechnisch klassierte Ausrüstungen und Bauwerke gemäss Gesuchsteller	6-1
Tab. 7.2-1:	Zusammensetzung der Kapazität des Hotlabors für die Periode 2012-2022	7-3
Tab. 7.2-2:	Auslegungsaktivitätsinventare für die Periode 2012-2022 für bestrahlte Materialien und unbestrahlte Spaltstoffe	7-4
Tab. 7.3-1:	Interne und externe Auslöseereignisse gemäss Sicherheitsbericht und nachgereichte Unterlagen zur Erdbebensicherheit	7-7
Tab. 7.4-1:	Maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung verursacht durch einen Brand im Hotlabor	7-14
Tab. 7.5-1:	Maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung nach einem Sicherheitserdbeben	7-24



# **1 Einleitung**

## **1.1 Veranlassung**

Das Hotlabor des Paul Scherrer Instituts (PSI) untersteht als Kernanlage der Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung.

Mit Brief vom 27. Januar 2005<sup>1</sup> an das Bundesamt für Energie ersucht das Paul Scherrer Institut (PSI) um eine Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor.

Gemäss Art. 72 Abs. 1 des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003 (KEG, SR 732.1) und Art. 73 der Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV, SR 732.11) hat das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) als vom Gesetz bezeichnete Aufsichtsbehörde (Art. 70 KEG) zu prüfen, ob das Hotlabor den gesetzlichen und behördlichen Anforderungen in Bezug auf die nukleare Sicherheit und Sicherung genügt. Die Beurteilung der Sicherung erfolgt in einem separaten Gutachten.

## **1.2 Eingereichte Unterlagen**

Mit dem Bewilligungsgesuch vom 27. Januar 2005<sup>1</sup> hat das PSI eine erste Fassung des Sicherheitsberichts<sup>2</sup> eingereicht. Mit Brief vom 26. Januar 2007<sup>3</sup> hat das PSI eine überarbeitete Fassung des Sicherheitsberichts<sup>4</sup> und weitere mitgeltende Dokumente nachgeliefert, in denen die vom ENSI verlangten Ergänzungen enthalten waren.

Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> reichte das PSI eine Aktennotiz<sup>6</sup> mit weiteren vom ENSI verlangten Informationen ein. Die im März 2012 revidierte Aktennotiz<sup>7</sup> enthielt unter anderem Angaben zur maximal gehandhabten Aktivität und zur Klassierung der Ausrüstungen im Hotlabor. Auch enthielt sie überarbeitete Erdbeben- und Brandstörfallanalysen.

Mit Brief vom 25. Juli 2012<sup>8</sup> hat das ENSI sämtliche im Gutachten in den Kapiteln 3 bis 7 formulierten Forderungen, nach Anhörung des PSI, verfügt. Der Stand der Abarbeitung dieser Forderungen ist im Anhang A dieses Gutachtens dokumentiert.

In diesem Gutachten wird unter dem Begriff Sicherheitsbericht, dessen überarbeitete Fassung vom 17. Januar 2007<sup>4</sup> verstanden. Bei den mitgeltenden Dokumenten (z. B. PSI-Reglemente und Betriebsvorschriften) berücksichtigt das ENSI in Abweichung zum Sicherheitsbericht vom Januar 2007 auch jüngste Versionen. Mitgeltende Dokumente werden, wenn sie im Gutachten berücksichtigt werden, referenziert.

Die eingereichten Dokumente decken formal die nach Art. 28 KEV verlangten Unterlagen ab. Dazu gehören die organisatorischen und technischen Dokumente nach Anhang 3 KEV und die Unterlagen für die Betriebsbewilligung nach Anhang 4. Da das Hotlabor seit über 40 Jahren im Betrieb ist, hat der Gesuchsteller die geforderten Unterlagen nach Anhang 4 zur Inbetriebnahme und auch die Fachkundenachweise für das Personal nicht eingereicht. Die Inbetriebnahmeprotokolle wurden vom ENSI bereits früher freigegeben und auch die Fachkundenachweise liegen dem ENSI vor. Ein Nachweis für den Versicherungsschutz ist für das Hotlabor nicht nötig, da der Bund als Inhaber des PSI gemäss Art. 17 Abs. 2 des Kernenergiehaftpflichtgesetzes vom 18. März 1983 (KHG, SR 732.44) nicht versicherungspflichtig ist. Die Übereinstimmung der Anlage mit der Baubewilligung wurde bereits in der Betriebsbewilligung von 1965 bestätigt, indem alle Auflagen aus der Baubewilligung von 1961 als erledigt beurteilt wurden.

## **1.3 Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Das ENSI stützt sich bei der Beurteilung der eingereichten Unterlagen auf die schweizerische Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung (vgl. Anhang B) sowie auf seine eigenen Richtlinien (vgl. Anhang C). Ergänzend werden, wo erforderlich, zusätzliche Beurteilungsgrundlagen und externe, im Auftrag des ENSI durchgeführte, Expertisen berücksichtigt.

Die im Einzelnen verwendeten Beurteilungsgrundlagen werden in den jeweiligen Kapiteln des Gutachtens referenziert oder es wird durch Angabe der SR-Nummer auf die systematische Sammlung des Bundesrechts verwiesen.

## **1.4 Aufbau des Gutachtens**

Das vorliegende Gutachten stellt den Stand der Begutachtung des Hotlabors am 25. Juli 2012, an dem das ENSI die in den Kapiteln 3 bis 7 formulierten Forderungen verfügte, dar. Die Ausnahmen sind das Kapitel 8.2.6, in dem der Stand der Abarbeitung der Forderungen beim Gutachtenschlussdatum dargelegt wird, das Kapitel 8.2.7, in dem auf die Hinweise der Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) eingegangen wird und das Kapitel 8.2.8, in dem die Schlussfolgerungen auf Basis aller bis zum Gutachtenschlussdatum vorliegender Erkenntnisse gezogen werden.

Im Gutachten werden die Aspekte der nuklearen Sicherheit des Hotlabors mit folgenden Schwerpunkten behandelt:

- Kapitel 2: Übersicht über die bestehenden Bewilligungen und die Einhaltung der Auflagen aus diesen Bewilligungen;
- Kapitel 3: Übersicht über den Aufbau und die Nutzung der Anlage sowie das zur Anwendung kommende Sicherheitskonzept;
- Kapitel 4: Darstellung und Beurteilung der Organisation und des Personals;
- Kapitel 5: Darstellung und Beurteilung des Betriebsverhaltens und der Überwachung;
- Kapitel 6: Darstellung und Beurteilung der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude, Systeme und Komponenten;
- Kapitel 7: Darstellung und Beurteilung des Verhaltens der Anlage bei Störfällen;
- Kapitel 8: Zusammenfassung der Beurteilungen.

Das ENSI kann bei Abklärungs- oder Verbesserungsbedarf und unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit zwischen Aufwand und Sicherheitsgewinn in seinen Gutachten befristete sowie unbefristete Auflagen vorschlagen (siehe dazu Kapitel 8). Unbefristete Aufslagenvorschläge betreffen Präzisierungen von gesetzlichen oder behördlichen Vorgaben, die in die betrieblichen Vorschriften aufzunehmen sind. Forderungen werden vom ENSI im Rahmen der Aufsicht über den Betrieb des Hotlabors verfügt.

## 2 Bestehende Bewilligungen und Erfüllung von Auflagen und Forderungen

### 2.1 Bewilligungen

Seit der Erteilung der Baubewilligung<sup>9</sup> im Jahre 1961 durch das Eidgenössische Post- und Eisenbahndepartement sowie der Betriebsbewilligung<sup>10</sup> im Jahre 1965 durch das Eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement wurden am Gebäude des Hotlabors zahlreiche Erweiterungen vorgenommen, die stets auf der Grundlage dieser atomrechtlichen Bewilligungen durch die Aufsichtsbehörde freigegeben wurden. In diesem Gutachten wird die Aufsichtsbehörde immer als Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) bezeichnet, auch wenn es sich um eine der Vorgängerorganisationen handelt.

Im Zuge der Inkraftsetzung der Strahlenschutzverordnung im Jahr 1994 (StSV, SR 814.501) wurden mehrere Bewilligungsvoraussetzungen geändert bzw. präzisiert, weshalb das ENSI eine Abklärung bezüglich der Gültigkeit der Betriebsbewilligung von 1965<sup>10</sup> forderte. Zudem wurde vereinbart, dass der Gesuchsteller nach einer grundsätzlichen Revision des Sicherheitsberichts eine Erneuerung der atomrechtlichen Betriebsbewilligung beantragt. Weitere wesentliche Änderungen der Bewilligungsvoraussetzungen betrafen die aus Art. 94 StSV resultierenden Vorschriften zur Störfallvorsorge. Das PSI stellte aufgrund seiner Störfallanalysen in den Jahren 1996 bis 1998 fest, dass eine Sanierung des Hotlabors nötig ist und beantragte daraufhin eine Freigabe für die Sanierungsmassnahmen<sup>11</sup>. Nach dem erfolgreichen Abschluss der Sanierung, die insbesondere verbesserte Schutzmassnahmen gegen Brand und die Nachführung der technischen Dokumente bewirkte, erstellte der Gesuchsteller als Gesuchsunterlage den Hotlabor-Sicherheitsbericht vom 28. Juni 2004<sup>2</sup>.

Als Übersicht sind die nach dem Atomgesetz vom 23. Dezember 1959 (AtG, SR 732.0) und dem Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG, SR 814.50) erteilten Bewilligungen chronologisch aufgelistet:

- Baubewilligung<sup>9</sup> nach AtG vom 7. August 1961
- Betriebsbewilligung<sup>10</sup> nach AtG vom 8. November 1965
- Baubewilligung zur Erweiterung des Radiochemietrakts<sup>12</sup> nach AtG vom 16. Februar 1968
- Bewilligung nach StSG „Arbeitsbereiche Typ B und C“<sup>13</sup> vom 15. Juli 2003
- Bewilligung nach StSG „Radioaktive Stoffe“<sup>14</sup> vom 15. Juli 2003
- Bewilligung nach StSG „Radioaktive Abgaben“<sup>15</sup> vom 15. Juli 2003
- Bewilligung nach StSG „Arbeitsbereiche Typ A“<sup>16</sup> vom 7. Februar 2006
- Bewilligung nach StSG „Röntgenanlagen“<sup>17</sup> vom 4. Juni 2009
- Bewilligung nach StSG „Ausfuhr (Versand) und/oder Einfuhr (Empfang) von radioaktiven Stoffen von und zu Kernanlagen“<sup>18</sup> vom 3. November 2009

Die nach dem Strahlenschutzgesetz erteilten Bewilligungen sind zeitlich begrenzt und müssen regelmässig erneuert werden. Sie gelten gesamthaft für alle Kernanlagen am PSI und nicht nur für das Hotlabor.

## **2.2 Erfüllung von Auflagen und Forderungen**

### **2.2.1 Auflagen aus der Betriebsbewilligung**

Die Betriebsbewilligung vom 8. November 1965<sup>10</sup> enthielt 13 Auflagen. Eine Auflage betraf die Installation eines Systems zur raschen Alarmierung und Information des Personals des Hotlabors bei Unfällen und Notlagen, insbesondere bei Bränden. Diese Auflage wurde im nachfolgenden Jahr erledigt.

Die zwölf anderen Auflagen betrafen den permanenten Betrieb des Hotlabors. Eine Auflage verlangt die Durchführung einer Gefahrenanalyse bei Arbeiten mit radioaktiven Substanzen. Als Ergebnis dieser Analyse muss eine obere Grenze, bei der ein als gefahrlos beurteilter Betrieb der Versuchsanlage bzw. Versuchszelle möglich ist, festgelegt werden. Weitere Auflagen betrafen die Bewilligungspflicht von Arbeiten mit Transuranen, die Durchführung der Arbeiten mit radioaktiven Substanzen gemäss den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung, die andauernde Gewährleistung eines einwandfreien technischen Zustands der Anlagen, die Durchführung von periodischen Prüfungen, die Kontrolle der Personendosen und der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt, die Verpackung und der Umgang mit den entstehenden radioaktiven Abfällen und die Freigabepflicht der Betriebsvorschriften sowie eine Übergangsregelung für den Betrieb des Hotlabors, bis die noch zu erstellenden Betriebsvorschriften freigegeben und der Sicherheitsbeauftragte seine Tätigkeit aufgenommen hat. Die Auflagen für den permanenten Betrieb der Anlage wurden während der gesamten Betriebsdauer eingehalten (siehe Sicherheitsbericht des Hotlabors, Kapitel 13.4.3. Erfahrungen mit Betriebsstörungen und Störfällen). Der Betrieb des Hotlabors wurde vom ENSI mit Inspektionen, Freigaben und Fachgesprächen sowie durch die Berichterstattung des PSI verfolgt und beaufsichtigt.

### **2.2.2 Stand der Forderungen aus den Freigaben zur Sanierung des Hotlabors in den Jahren von 1999 bis 2003**

Während der Sanierung des Hotlabors in den Jahren 1999 bis 2003 wurden vom ENSI insgesamt 30 Freigaben erteilt. Die Freigaben beinhalteten das Sanierungskonzept, die temporäre Auszonung von Gebäudeteilen, die Änderungen an der Gebäudestatik zur Verbesserung der Erdbebenbeständigkeit, den Brandschutz, die Strahlenschutzinstrumentierung, die kontrollierten Zonen einschliesslich der baulichen und technischen Anforderungen an die Zonen des Typs II und die Arbeitsbereiche des Typs A. Die dabei gestellten Forderungen wurden termingerecht erfüllt. Weitere Forderungen aus Inspektionen werden im Rahmen des Tagesgeschäfts und nicht in diesem Gutachten behandelt.

### **2.2.3 Wichtige Auflagen aus der Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem PSI**

In der Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem Paul Scherrer Institut<sup>19</sup> wird ein quellenbezogener Dosisrichtwert für den Standort bestehend aus PSI und ZZL von 0,3 mSv pro Jahr festgelegt. Davon darf das PSI in Form von radioaktiven Jahresabgaben 0,15 mSv pro Jahr und in Form von Kurzzeitabgaben 0,2 mSv/h pro Ereignis ausschöpfen. Dabei wird keine Kumulation der Dosis aus Jahres- und Kurzzeitabgaben angenommen. Die Direktstrahlung ausserhalb des umzäunten Areals darf, unter Berücksichtigung der Aufenthaltsdauer, für Personen zu keiner höheren Dosis als 0,1 mSv pro Jahr führen. Für das Abwasser darf die Konzentration in einem abgabebereiten Tank vor der Abgabe an die Aare maximal die 100-fache Freigrenze gemäss Anhang 3 Spalte 9 StSV betragen.

Die vorgeschriebenen Grenzwerte des PSI für die Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt und Direktstrahlung wurden durch das Hotlabor nie verletzt.

## 3 Übersicht über die Anlage

### 3.1 Standort

#### Angaben des PSI

Das Hotlabor steht auf dem PSI-Ost-Areal am Unterlauf der Aare. Der Standort gehört zur politischen Gemeinde Würenlingen.

Der untere Teil des Aaretals, in dem sich das PSI befindet, beginnt in einer etwa 900 m breiten Klus beim Zusammenfluss von Aare, Reuss und Limmat und endet in einer rund 600 m breiten Klus bei Koblenz und Felsenau, wo die Aare in den Rhein mündet. Die Talausrichtung ist Nord-Süd. Die Gesteine der Hügel sind Jurakalke, die im Tertiär aufgefaltet wurden. Der ebene Talgrund des unteren Aaretals wird im Gebiet um das PSI von einer 20 bis 40 m dicken alluvialen Ablagerungsschicht aus Lockergestein (Schotter) gebildet.

Die nächstgelegenen Ortschaften befinden sich in etwa 2 km Entfernung. Es sind dies die Gemeinden Villigen, Böttstein und Würenlingen.

#### Industrie und Verkehr

Das Paul Scherrer Institut liegt abseits der Hauptverkehrswege. Die Aare ist in diesem Bereich für Transportschiffe nicht schiffbar. Bezüglich dem Luftverkehr gibt es in 1,2 km Entfernung einen Start- und Landeplatz für Helikopter, in 10 km Entfernung den Regionalflugplatz Birrfeld und in 24 km Entfernung den Flughafen Zürich-Kloten.

#### Seismik

Das Gebiet des unteren Aaretals ist eine Region mit nur mässiger Erdbebenhäufigkeit und Intensität. In den letzten 1000 Jahren wurden hier keine Erdbeben mit Intensität grösser VI nach der 12-stufigen Europäischen Makroseismischen Skala EMS-98 registriert.

In der mit dem Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> eingereichten Aktennotiz<sup>7</sup> hat der Gesuchsteller die Erbensicherheit des Hotlabors neu beurteilt. In einer Beilage zu dieser Aktennotiz<sup>20</sup> hat er auf Basis des PEGASOS-Projekts (Probabilistische Erdbeben-Gefährdungsanalyse für die KKW-Standorte der Schweiz) neue Erbebengefährdungsannahmen für den Standort des Hotlabors abgeleitet und mit diesen Annahmen das Verhalten des Hotlabors bei Erdbeben untersucht (vgl. Kapitel 6.2 und Kapitel 7).

#### Hydrologie

Das Oberflächenwassersystem im Gebiet des Paul Scherrer Instituts wird von der Aare bestimmt. Der Grundwasserspiegel liegt bei 324 m ü. M. Das Terrain beim Hotlabor-Haupteingang hat eine Kote von 333,05 m. Die Mächtigkeit des Grundwasserstromes unter dem Areal beträgt 10 bis 15 m. Dessen Fliessgeschwindigkeit liegt bei 7 m pro Tag. Die Grundwasserströmung verläuft leicht quer zur Fliessrichtung der Aare.

#### Meteorologie

Die regionale Meteorologie ist typisch für die Region Nordschweiz/schweizerisches Mittelland. Der Jahresmittelwert der Temperatur beträgt 9,5 °C. Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit liegt bei 75 %. Pro Jahr werden 79 Tage mit Frost erwartet. Die Richtung der häufigsten Winde ist N-NE und S-SW. Typische maximale Windgeschwindigkeiten in der über 20-jährigen Kontrollperiode betragen auf dem Hochkamin PSI-Ost 100 bis 120 km/h. Im Falle des Orkanwindes Lothar Ende Dezember 1999 wurde eine Spitzengeschwindigkeit von 154 km/h ermittelt.

## **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Art. 8 KEV legt die Anforderungen für die Kernanlagen an den Schutz gegen Störfälle fest. Insbesondere bestimmen Standorteigenschaften die Gefährdungsannahmen für Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage (vgl. Art. 5 der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2)). In den Störfallanalysen wird mit der Einhaltung der Dosiswerte für die Bevölkerung gemäss Art. 94 StSV indirekt gezeigt, dass der Standort geeignet ist.

Zusätzlich stützt sich die Notfallplanung auf die Vorbereitungen des Bevölkerungsschutzes als Standorteigenschaft ab, die für jeden Einwohner einen Schutzplatz für den Katastrophenfall vorsieht.

## **Beurteilung des ENSI**

Die Standortfaktoren haben sich seit der Inbetriebnahme des Hotlabors im Jahre 1965 bis auf den Neubau des Zwischenlagers ZWILAG in unmittelbarer Nachbarschaft zum PSI-Areal nicht geändert.

## **3.2 Aufgaben des Hotlabors**

Das Hotlabor dient der angewandten Materialforschung an stark radioaktiven Proben und leistet Entwicklungsarbeiten zum Kernbrennstoff-Kreislauf. Hierzu werden verschiedenste mechanische, physikalische und chemische Verfahren zur Bearbeitung von Proben, sowie verschiedene Analyse- und Syntheseverfahren angewendet. Zu den Tätigkeiten sind zudem der Empfang und Versand sowie die Lagerung von radioaktiven Proben sowie die Vorkonditionierung von Abfällen zu zählen. Neben der Forschungsarbeit dient das Hotlabor der Ausbildung von Kernfachleuten.

## **3.3 Übergeordnete Auslegungsmerkmale der Anlage**

Das Hotlabor verfügt bei einer Grundfläche von ca. 2'560 m<sup>2</sup> über fünf brandschutz- sowie lüftungstechnisch geschlossene Gebäudetrakte. In den Abbildungen 6 bis 9 im Sicherheitsbericht ist die Anlage im Überblick dargestellt. Im Einzelnen ist das Hotlabor in einen Inaktivtrakt, Hotzellentrakt, Radiochemietrakt, eine Radiochemieerweiterung und ein Hotzellentrakt-Obergeschoss aufgeteilt. Der Bürotrakt im Obergeschoss des Hotlabors ist nicht Teil der Kernanlage.

In den Laborräumen befinden sich in der Regel mehrere Unterdruckzellen sowie Kapellen. Als Unterdruckzellen werden Handschuhboxen, mobile, mit Blei abgeschirmte Boxen (Bleizellen) und fest installierte Hotzellen (aus Stahl liner, Beton und/oder Schwerbeton gefertigte Gehäuse) bezeichnet.

Das Hotlabor ist in die Infrastruktur des PSI eingebunden. Wichtig für das Hotlabor sind die Fortluftstränge zum Hochkamin, der Hochkamin, die Abwasserrohre bis und mit der Kontrollkammer inklusive dem Vorfluterrohr in die Aare, die Strom- und Notstromversorgung, das Gebäudeleitsystem, die Versorgungskanäle und -tunnel sowie die Sicherungsmassnahmen ausserhalb des Hotlaborgebäudes, wie die Sicherheitszentrale und der Sicherheitsperimeter um das PSI-Ost-Areal.

## **3.4 Sicherheitskonzept und wichtige Sicherheitseinrichtungen**

In Anlehnung an den Sicherheitsbericht werden in diesem Kapitel das Sicherheitskonzept und die wichtigen Sicherheitseinrichtungen im Überblick beschrieben.

Zur Rückhaltung der radioaktiven Stoffe ist im Hotlabor das Barrierenprinzip realisiert. Offene radioaktive Strahlenquellen werden je nach Strahlentyp in Unterdruckzellen und Kapellen gehandhabt. Die Abluft dieser Zellen wird gefiltert an die Umgebung abgegeben. Zur Einhaltung der radiologischen Arbeitssicherheit des Personals sind innerhalb der Anlage, Trakte, Arbeitsräume, Kapellen und Boxen verschiedene Luftdruckniveaus realisiert. Es besteht ein Druckgefälle in Richtung höherer Aktivität. Bei der Handhabung von Gamma-Strahlenquellen sind zusätzlich Abschirmungen realisiert.

Zur Begrenzung der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung im Normalbetrieb und bei Störfällen werden die Aktivitäten der radioaktiven Stoffe im Hotlabor, in den einzelnen Gebäude-trakten, den Laboratorien, den Arbeitsräumen, den Lagerräumen, den Unterdruckzellen und den Kapellen limitiert. Auch werden durch die Mengenbegrenzung von spaltbaren Materialien (Spaltstoffe) und Modera-toren Kritikalitätsunfälle vermieden.

Durch Sicherheitsbetrachtungen/Gefahrenanalysen (vgl. Auflage aus der Betriebsbewilligung von 1965) und Strahlenschutzplanungen können bei neuen Experimenten Schwachstellen aufgedeckt und korrigiert werden.

Zur Beherrschung von Störfällen sind verschiedene Systeme installiert. Dazu gehören unter anderem die Unterdruckzellen, die Lüftungsanlagen, Teile des Gebäudeleitsystems, die Brand- und Blitzschutzsys-teme, die radiologische Raumluft, Raumabluft, Hotlaborabluft, Hochkaminfortluft und Abwasserüber-wachung, sowie Hilfssysteme wie die Notstromversorgung, das Druckluftsystem zur Steuerung der Klap-pen im Lüftungssystem, das Abwassersystem und die Behälter mit einer Bedeutung für die nukleare Si-cherheit und den Strahlenschutz.

### **3.4.1 Kapazität des Hotlabors**

Art. 21 Abs. 1 Bst. c KEG verlangt, dass in der Betriebsbewilligung die zulässige Reaktorleistung oder die Kapazität der Anlage festgelegt werden muss. Das ENSI versteht unter Kapazität die maximale Radioak-tivität, die im Hotlabor gehandhabt und gelagert werden darf, sodass unter Einhaltung von weiteren be-grenzenden Betriebsbedingungen (Technische Spezifikationen) die nukleare Sicherheit und die Siche-rung gewährleistet sind.

Der Nachweis der nuklearen Sicherheit muss anhand der Störfallanalysen erbracht werden. Dieser Nachweis wird in diesem Gutachten beurteilt (vgl. Kapitel 7). Die Erfüllung der Anforderungen an die Si-cherung erfolgte in einer separaten klassifizierten Stellungnahme.

#### **Angaben des PSI**

In der, mit dem Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> eingereichten, Aktennotiz<sup>7</sup> definiert der Gesuchsteller die Kapazität des Hotlabors mit einer Mengenbegrenzung im Bereich der Spalt- und Kernbrennstoffe und eine Aktivitätsbegrenzung im Bereich von anderen Stoffen.

Konkret begrenzt er die Lagerung und Handhabung von unbestrahlten Spaltstoffen auf 2 kg Pu und 1 kg U-235. Für die bestrahlten Brennstoffe gibt er eine Obergrenze von 150 kg an. Zusätzlich limitiert er die anderen Strahlenquellen auf  $10^{15}$  Bq und die Polonium-Isotope auf  $10^{12}$  Bq.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Art. 21 Abs. 1 Bst. c KEG verlangt, dass in der Betriebsbewilligung die zulässige Reaktorleistung oder die Kapazität der Anlage festgelegt werden muss.

#### **Beurteilung des ENSI**

Die Ergebnisse der Störfallanalysen (vgl. Kapitel 7) zeigen, dass, mit Ausnahme der Erdbebensicherheit, die nukleare Sicherheit des Hotlabors mit den durch die Kapazität definierten Mengen- und Aktivitätsbe-grenzungen, unter gewissen Annahmen zur Verteilung der radioaktiven Stoffe im Hotlabor (vgl. Kapitel 3.4.2) und den maximal zulässigen Spaltstoffmengen zur Vermeidung von Kritikalitätsunfällen (vgl. Kapi-tel 3.4.3), nachgewiesen ist. Auch beurteilt das ENSI den Nachweis der Erdbebensicherheit, als machbar. Entweder erbringt das PSI die geforderten Erdbebennachweise, gegebenenfalls mit einigen baulichen Ertüchtigungen, sodass die Gebäudetrakte mit Ausnahme von kleinen Rissen in der Gebäudehülle intakt bleiben, oder es schränkt die Radioaktivität im Erdgeschoss der gefährdeten Trakte entsprechend ein (vgl. Forderung 3.4-3 und Auflage 2 dieses Gutachtens), sodass auch bei grösseren baulichen Schäden nach einem Sicherheitserdbeben der Schutz der Bevölkerung nachgewiesen werden kann.

Zusätzliche Beschränkungen erfolgen aufgrund der Anforderungen an die Sicherung. Das Hotlabor erfüllt die Anforderungen an die Sicherung zur Lagerung und Handhabung von Materialien der Kategorie II gemäss Anhang 2 KEV. Dies bedeutet, dass die Gesamtmenge von unbestrahltem Plutonium kleiner 2 kg sein muss. Zusätzlich verlangt das ENSI, dass die Plutoniummenge im Erdgeschoss des Hotlabors maximal 750 g beträgt.

**Forderung 3.4-1:**

*Die gehandhabten und gelagerten radioaktiven Stoffe im Hotlabor (Kapazität) dürfen folgende Werte nicht überschreiten:*

Spaltstoffe (unbestrahlt)	2 kg Pu, davon maximal 0,75 kg im Erdgeschoss 1 kg U-235
Brennstoffe (bestrahlt)	150 kg
Andere Quellen	$10^{15}$ Bq
Polonium-Isotope	$10^{12}$ Bq

**Forderung 3.4-2:**

*Die Kapazität, d. h. die maximale Radioaktivität, die im Hotlabor gehandhabt und gelagert werden darf, muss bis Ende 2012 im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) festgeschrieben werden und ist permanent zu überwachen. Es ist darzulegen, wie die Überwachung erfolgt.*

**3.4.2 Begrenzung der Radioaktivität in den Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen**

**Angaben des PSI**

Neben der Kapazität des Hotlabors gibt es weitere Aktivitätsobergrenzen für die Hotzellen und Vorgaben für die maximal gehandhabten Aktivitäten auf Labortischen und in Kapellen.

**Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 8 Abs. 1 KEV müssen bei der Handhabung und Lagerung von radioaktiven Stoffen Schutzmassnahmen gegen Störfälle getroffen werden.

**Beurteilung des ENSI**

Wie die Analysen der Störfälle Erdbeben und Brände (vgl. Kapitel 7) zeigten, sind neben der Festlegung der maximal im Hotlabor gehandhabten und gelagerten Radioaktivität (Kapazität) weitere Beschränkungen der Radioaktivität in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen für die Gewährleistung des Schutzes gegen Störfälle unabdingbar. Dazu gibt es ausser den Spaltstoffmengengrenzen zur Verhinderung einer Kritikalität und den Aktivitätsobergrenzen für die Hotzellen, Labortische und Kapellen keine Vorgaben.

**Forderung 3.4-3:**

*Die Begrenzungen der Radioaktivität (Mengenbegrenzungen der Spalt- und Kernbrennstoffe und Aktivitätsbegrenzungen für alle anderen Stoffe) in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen müssen in Übereinstimmung mit den radiologischen Kriterien gemäss Art. 7 der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) sowie aus den Anforderungen gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 festgelegt werden und sind permanent zu überwachen. Es ist darzulegen, wie die Überwachung erfolgt.*



### 3.4.3 Spaltstoffinventare und Kritikalitätssicherheit

#### Angaben des PSI

Im Hotlabor werden mit Uran-, Thorium- und Plutoniumisotopen („Spaltstoffe“) Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum Brennstoffkreislauf durchgeführt. Der Umgang mit Spaltstoffen verlangt Massnahmen zum Ausschluss von Kritikalitätsstörfällen.

Das PSI legt in Kapitel 12.1 des Sicherheitsberichts dar, dass bei einem Kritikalitätsstörfall im Hotlabor mit ca.  $10^{18}$  Spaltungen zu rechnen sei, wobei 10-20 % innerhalb der ersten Sekunde pulsartig entstehen. Die hauptsächliche Gefahr gehe von der Neutronen- und Gammastrahlung aus, welche zu einer unzulässig hohen, möglicherweise letalen Bestrahlung der direkt betroffenen Mitarbeiter führen würde.

Um die Kritikalitätssicherheit zu gewährleisten, werden im Hotlabor verschiedene technische und administrative Massnahmen (siehe Kapitel 12.1 Sicherheitsbericht) angewandt, wie z. B.:

- Spaltstoffe dürfen nur in dafür bestimmten Einheiten, den Spaltstoffeinheiten („S-Einheiten“) gelagert oder gehandhabt werden.
- Für die Versuchs- und Spaltstoff-Lagereinheiten werden maximale Spaltstoffmengen festgelegt, die zu kontrollieren sind und nicht überschritten werden dürfen.
- Die maximal zulässigen Spaltstoffmengen betragen nur 45 % derjenigen Menge, die zur Kritikalität führen würde.
- Mit einer rechnergestützten Spaltstoffbuchhaltung (KBUCH)<sup>21</sup> wird die Einhaltung der örtlichen Spaltstoffmengengrenze kontrolliert (siehe auch Kapitel 4.4.2).
- Die Hotlabor-Betriebsvorschriften regeln detailliert das Vorgehen bei der Handhabung von Spaltstoffen.

Bei Versuchseinheiten ohne spezielle Kritikalitätsanalyse werden die kleinsten kritischen Massen (optimale Konzentration, Moderation und Geometrie) gemäss Handbuch zur Kritikalität<sup>22</sup> oder DIN 25403<sup>23</sup> zugrunde gelegt. Für besondere Spaltstoffgemische und geometrische Spaltstoffanordnungen in Versuchseinheiten wurden spezielle Kritikalitätsanalysen durchgeführt, deren Ergebnisse in den Hotlabor-Betriebsvorschriften dokumentiert sind.

Für Lagereinheiten gibt es ebenfalls gesonderte Kritikalitätsbetrachtungen. Dort sind grössere Spaltstoffmengen zulässig.

In den Spaltstoff-Tresoren befinden sich aktuell nicht benötigte Mengen unbestrahlter Spaltstoffe in speziellen Behältern. Die Anordnungen dieser Behälter bleiben auch beim Eindringen von Wasser oder Löschschaum in die Tresore unterkritisch.

Für das Brennstofftrockenlager zeigen spezielle Kritikalitätsanalysen eine Mindest-Unterkritikalität von 5 % ( $k_{\text{eff}} < 0,95$ ).

Mit der revidierten Weisung „Kontrolle über Kernmaterialien am PSI“<sup>24</sup> hat der Gesuchsteller neu den Experten für Kritikalitätsüberprüfung eingeführt. Dieser ist unabhängig von der Kernanlage (hier: Hotlabor) und beurteilt insbesondere Kritikalitätsberechnungen bei der Verwendung und Lagerung von Kernmaterialien.

#### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Das ENSI verlangt, dass bei der Lagerung, der Verschiebung oder bei Experimenten mit Kernmaterialien gemäss Art. 8 Abs. 1 KEV, gegen Störfälle (hier Reaktivitätsstörungen) Schutzmassnahmen zu treffen sind.

## Beurteilung des ENSI

Die Analysen zu möglichen Reaktivitätsstörungen (Kritikalitätsanalysen) sind in den Betriebsvorschriften referenziert. Eine vom Hotlabor unabhängige Überprüfung von Kritikalitätsberechnungen ist durch die Einführung eines vom Hotlabor unabhängigen Experten gewährleistet. Das ENSI hat die in den Betriebsvorschriften referenzierten Kritikalitätsanalysen schon früher beurteilt und akzeptiert. Die sich aus den Kritikalitätsanalysen ergebenden Vorgaben werden durch technische und administrative Massnahmen im Hotlabor eingehalten. Sie gelten weiterhin, da keine sicherheitsrelevanten Änderungen eingeführt worden sind. Somit sieht das ENSI die Forderung aus Art. 8 Abs. 1 KEV als erfüllt an.

## 3.5 Wichtige organisatorische und technische Änderungen

Im Folgenden sind die letzten wichtigen organisatorischen und technischen Änderungen, die am Hotlabor seit seiner Inbetriebnahme durchgeführt wurden, thematisiert.

### 3.5.1 Änderungen in der Organisation

Die letzte grosse organisatorische Änderung im Bereich Nukleare Energie und Sicherheit (NES) wurde 2008 durchgeführt. Das ehemalige Labor für Werkstoffverhalten wurde in zwei Organisationseinheiten eingeteilt. Die Abteilung Hotlabor (AHL) ist der verantwortliche Betreiber der Kernanlage Hotlabor und hat dafür die Hauptverantwortung übernommen, das Labor für Nukleare Materialien (LNM) ist weiterhin einer der ständigen Nutzer der Anlage Hotlabor. Daneben steht die Anlage Hotlabor als Benutzerlabor verschiedenen Benutzern des PSI für Arbeiten mit radioaktiven Materialien zur Verfügung. Diese erledigen ihre Arbeiten zum grossen Teil selbstständig, sind aber in sicherheitstechnischer Sicht dem Anlageleiter AHL unterstellt. Die Anlageleitung und die Betriebsleitung der Kernanlage wurden neu besetzt und rechtzeitig der Behörde gemeldet.

#### *Technische Änderungen*

Das Hotlabor wurde 1963 fertig gestellt. Folgende Gebäudeteile kamen nachträglich dazu:

- der zweigeschossige Radiochemieerweiterungstrakt;
- die Verlängerung der grossen Schleuse und das Abfalllager 305b;
- die Aufstockung des Hotzellentrakts (Laborräume) und des Inaktivtrakts für Büros und Aufenthaltsraum;
- die Büroaufstockung über dem südwestlichen Teil des Hotzellentrakts;
- der 3-Tonnen-Lift zwischen Erdgeschoss und Untergeschoss an der NW-Fassade des Hotzellentrakts;
- der Aktivlagerraum nördlich des Hotzellen-Arbeitsraumes und der Medien-Installationskorridor im Obergeschoss des Radiochemietrakts.

Neben dem Zubau von Gebäudeteilen wurde das Hotlabor seit seiner Inbetriebnahme mehrmals baulich verbessert und saniert. Die letzte grosse Sanierung geschah in den Jahren 1999 bis 2003. Dabei wurden unter anderem der Brandschutz, die Zu- und Ableitungen für Medien in den Radiochemie- und Radiochemieerweiterungstrakt, die Erdbebenbeständigkeit des Radiochemietrakts und die Betriebsüberwachung ertüchtigt.

## **4 Organisation und Personal**

### **4.1 Organigramm und Verantwortungsstruktur**

#### **Angaben des PSI**

Nach der Einreichung der revidierten Unterlagen zum Gesuch zur Erneuerung der Betriebsbewilligung am 26. Januar 2007 hat der Gesuchsteller, nach erfolgter Freigabe durch das ENSI, die Organisationsstruktur geändert<sup>25</sup>. Die Angaben im Sicherheitsbericht Kapitel 3 müssen nun wie folgt angepasst werden: Seit Anfang 2008 hat der Gesuchsteller den Betrieb der Anlage organisatorisch von deren Nutzung durch die Schaffung zweier neuer Organisationseinheiten getrennt. Seither wird der Hotlabor-Betreiber neu mit „Abteilung Hotlabor (AHL)“ bezeichnet, während die wissenschaftlichen Nutzer der Anlage in verschiedenen PSI-Organisationseinheiten organisiert sind. Die Hauptbenutzer der Anlage sind noch in der AHL, im Labor für Nukleare Materialien (LNM) und im Labor für Endlagersicherheit (LES) zu finden. Die drei Organisationseinheiten sind dem Forschungsbereich „Nukleare Energie und Sicherheit (NES)“ zugeordnet.

Gemäss dem Hotlabor-Betriebsreglement<sup>26</sup> bezeichnet der Gesuchsteller als „Personal des Hotlabors“ alle Mitarbeitenden, deren Arbeitsplatz in der Anlage Hotlabor situiert ist. Es umfasst somit die Mitglieder der AHL, die Forschungsgruppen des LNM und des Labors für Endlagersicherheit LES, die am PSI situierte Gruppe Fusion Technology Materials FTM-CRPP der EPFL und ein Team der Gruppe Entwicklungsprojekte SINQ. Die Leiter all dieser Gruppen sind dem Leiter AHL für sicherheitstechnische Belange unterstellt und ihm gegenüber verantwortlich.

Selbstständige Dauerbenutzer oder regelmässige Fremdbenutzer können nach Absprache mit dem Betriebsleiter oder mit für gewisse Räume zuständigen Gruppenleitern Einrichtungen selbstständig betreiben, sofern ein Strahlenschutzbeauftragter des PSI den Strahlenschutz gewährleistet. Sporadische Fremdbenutzer werden fachlich und bezüglich Sicherheit einem Hotlabor-Forschungsgruppenleiter unterstellt.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

In Kapitel 5 der Richtlinie ENSI-G07 sind die Anforderungen an die Aufbauorganisation festgelegt. In Art. 2 der Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK, SR 732.143.1), die Anforderungen an den Inhaber der Stelle für den technischen Betrieb.

#### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI hat die organisatorische Trennung in die Abteilungen AHL und LNM freigegeben. Diese Aufteilung zwischen Betrieb und Nutzung trägt dazu bei, die Verantwortung für die Sicherheit der Anlage klar vom Wunsch nach hoher Verfügbarkeit durch die Nutzer zu trennen.

Die organisatorischen Vorkehrungen zum Betrieb des Hotlabors sind klar geregelt. Die Verantwortung für die Sicherheit der Anlage ist klar definiert und die Aufgaben im Hotlabor sind verschiedenen Organisationseinheiten zugeordnet. Die entsprechenden Vorgaben der Richtlinie ENSI-G07 sind erfüllt. Die Verantwortung für die Sicherheit der einzelnen Versuchseinheiten wird in Sicherheitsbetrachtungen geregelt.

Der Leiter der Abteilung Hotlabor trägt die Verantwortung für die Anlagensicherheit und deren Sicherung. Er ist der in Art. 30 Abs. 4 KEV genannte Inhaber der Stelle für den technischen Betrieb. Die Anforderungen an den Leiter des Betriebs richten sich nach Art. 2 VAPK und sind erfüllt.

## 4.2 Sicherheitsbericht, übergeordnete PSI-Reglemente und Betriebsvorschriften des Hotlabors

### Angaben des PSI

Im Brief vom 26. Januar 2005 hat der Gesuchsteller die Gesuchsunterlagen entsprechend Art. 29 und Anhang 3 KEV bezeichnet. Im Brief vom 31. Oktober 2008 hat der Gesuchsteller diese Zuordnung für das Betriebsreglement revidiert und die jeweils jüngst in Kraft gesetzte Version der zugeordneten Weisungen angegeben. Diese Weisungen regeln einerseits die übergeordnete Sicherheitsorganisation des PSI einschliesslich der jeweiligen Zuständigkeiten und andererseits die Aufgaben und Vorschriften bezüglich Nuklearer Sicherheit, Strahlenschutz und weiteren Gefahren.

In der Zwischenzeit hat das PSI auf Verlangen des ENSI die Betriebsvorschriften in ein bei Änderungen freigabepflichtiges Betriebsreglement<sup>26</sup>, das auch die Technischen Spezifikationen enthält, und in bei Änderungen meldepflichtige Betriebsvorschriften<sup>27</sup> unterteilt. Mit Brief vom 18. Januar 2012<sup>28</sup> hat das ENSI die aktuell gültige Version des Betriebsreglements freigegeben. Der Gesuchsteller revidiert das Betriebsreglement jährlich. Die anderen übergeordneten freigabepflichtigen Dokumente werden nur bei Bedarf revidiert.

### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Der Art. 28 KEV benennt die Unterlagen, die der Gesuchsteller für eine Betriebsbewilligung einzureichen hat. Im Anhang 3 KEV wird die Betriebsdokumentation für eine Kernanlage definiert. Wobei in Art. 40 Abs. 1 Bst. c KEV der bei Änderungen freigabepflichtige Teil der Betriebsdokumentation festgelegt wird. Zusätzlich hat das ENSI in Kapitel 5.2 der Richtlinie ENSI-G07 Anforderungen an das Kraftwerksreglement und in der Beilage 4 der HSK-AN-6721<sup>29</sup> Anforderungen an den Inhalt der Technischen Spezifikation gestellt.

Gemäss Art. 41 muss der Bewilligungsinhaber die organisatorischen und technischen Dokumente nach Anhang 3 KEV während der gesamten Betriebsdauer der Kernanlage bis zum Abschluss der Stilllegung nachführen und dem aktuellen Stand der Kernanlage anpassen.

### Beurteilung des ENSI

Im Betriebsreglement und den übergeordneten Weisungen des PSI sind die gemäss KEV und Richtlinie ENSI-G07 verlangten organisatorischen Anforderungen für den sicheren Betrieb prinzipiell dargelegt. Im Gutachten berücksichtigt das ENSI in Abweichung zum Sicherheitsbericht vom Januar 2007 auch jüngste Versionen. Gemäss Art. 40 Abs. 1 Bst. c KEV sind inhaltliche Änderungen am Betriebsreglement, der Technischen Spezifikation, dem Notfallreglement und dem Strahlenschutzreglement freigabepflichtig. In Abweichung zur Zuteilung des PSI im Brief vom 18. August 2011<sup>28</sup> nimmt das ENSI bei diesen Dokumenten folgende Zuordnung:

- 1) Betriebsreglement im Sinne der KEV:
  - PSI-AW-43-10-01, Rev. 1: Betriebsreglement des Hotlabors<sup>26</sup>
  - PSI-AW-01-07-02, Rev. 2: Sicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz am PSI<sup>30</sup>
  - PSI-AW-01-08-03: Das Sicherheitskomitee<sup>31</sup>
  - PSI-AW-01-02-02, Rev. 3: Kontrolle über Kernmaterialien, KBUCH<sup>24</sup>
- 2) Technische Spezifikation:
  - Die Technische Spezifikation ist als ein Kapitel im Betriebsreglement<sup>26</sup> integriert.
- 3) Notfallreglement:
  - PSI-AW-NFO-98-01, Rev.3: Notfallorganisation (NFO) des PSI<sup>32</sup>

#### 4) Strahlenschutzreglement:

- PSI-AW-23-96-13 Rev. 4: Allgemeine Weisung für den Strahlenschutz am PSI<sup>33</sup>

Das ENSI stellt fest, dass nicht alle wichtigen sicherheitstechnischen Aspekte in dem bei Änderungen freigabepflichtigen Betriebsreglement<sup>28</sup> geregelt sind. Dazu gehören die Begrenzung und Überwachung der Radioaktivität und ihre Verteilung im Hotlabor (vgl. Auflage 3.4-1, Forderungen 3.4-2, 7.2-2, 7.2-3 und 7.2-4), die Festlegung der begrenzenden Betriebsbedingungen, der Grenzwerte und der Vorgaben für periodische Prüfungen für die klassierten Ausrüstungen und Bauwerke (vgl. Forderung 6.1-2).

Der Sicherheitsbericht muss den aktuellen Stand der Kernanlage beschreiben, deshalb erachtet es das ENSI als wichtig, dass der Gesuchsteller den Sicherheitsbericht alle 3 Jahre hinsichtlich Aktualität überprüft und gegebenenfalls anpasst.

#### **Forderung 4.2-1:**

*Der Gesuchsteller muss den Sicherheitsbericht des Hotlabors erstmals Ende 2014 und dann alle 3 Jahre hinsichtlich Aktualität überprüfen und gegebenenfalls anpassen.*

### **4.3 Sicherheitsrelevante Organisationsstrukturen**

#### **4.3.1 Übersicht**

##### **Angaben des PSI**

In der allgemeinen Weisung „Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz am PSI“<sup>30</sup> sind die Aufgaben und die Organisation der übergeordneten Sicherheitsfunktionen des Instituts für die folgenden Stellen festgelegt: Sicherheitsdelegierter, Sicherungsbeauftragter, Sicherheitsbeauftragter, Strahlenschutzsachverständiger, Umweltschutzbeauftragter und Gefahrgutbeauftragter. Zusätzlich wurde neu ein Sicherheitskomitee geschaffen, welches institutsweite Aspekte der Sicherheit koordiniert und behandelt sowie Vorkommnisse bearbeitet.

Gemäss den oben genannten Weisungen ist die Verantwortung bezüglich des Strahlenschutzes im Hotlabor auf verschiedene Stellen im PSI verteilt: Strahlenschutzsachverständige, mehrere Strahlenschutzbeauftragte, eine dem Hotlabor fest zugeteilte Strahlenschutzfachkraft, Fachstellen der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit.

Organisatorische Vorkehrungen zur Vermeidung einer Kritikalität und zur Verwaltung von Kernbrennstoff sind in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> des Hotlabors geregelt. Am PSI gibt es einen vom Hotlabor unabhängigen Experten für Kritikalitätsüberprüfungen.

Zur Bekämpfung von Betriebsstörungen steht eine Hotlabor-Notfallequipe bereit, welche in die PSI-Notfallorganisation eingebettet ist. Der Wachdienst des PSI führt ausserhalb der Normalarbeitszeit regelmässige Rundgänge im Hotlabor durch und kann bei Stör- oder Notfällen einen in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> des Hotlabors festgelegten Pikettdienst anbieten.

##### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Richtlinie ENSI-G07 regelt die Anforderungen an die Aufbauorganisation.

##### **Beurteilung des ENSI**

Das Hotlabor benutzt sowohl die übergeordnete PSI-Infrastruktur und weitere organisatorische Strukturen als auch die für das Hotlabor zutreffenden Betriebsvorschriften zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit. Durch die Verteilung gewisser Zuständigkeiten kann zwar eine gewisse Erschwerung in der Koordination von Abläufen entstehen. Aber aufgrund der in den letzten Jahren gemachten Erfahrung mit anderen Instituten des PSI kommt das ENSI zum Schluss, dass diese organisatorischen Strukturen angemessen

sen festgelegt und eingeübt sind, um den Anforderungen bezüglich Sicherheit zu genügen. Eine wesentliche administrative Massnahme sieht das ENSI in der Vorgabe aus den Betriebsvorschriften, dass die Sicherheitsbetrachtungen für Neueinrichtungen durch den Leiter der Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz genehmigt werden müssen. Hierdurch wird der Einbezug aller Fachstellen für die unterschiedlichsten Gefahren sichergestellt. Aus Sicht des ENSI sind die Vorgaben der Richtlinie ENSI-G07 erfüllt.

#### **4.3.2 Gruppenleitersitzungen**

##### **Angaben des PSI**

Gemäss dem Betriebsreglement<sup>26</sup> hat die Gruppenleitersitzung im Hotlabor eine wichtige Kontroll- und Kommunikationsfunktion bei der Planung, der Durchführung und dem Abschluss von Experimenten, ebenso bei Erneuerungen oder Änderungen an der Infrastruktur, bei der Bewertung des sicherheitstechnischen Zustands der Anlagen und des Betriebs sowie beim Erfahrungsrückfluss aus Betriebsstörungen und Vorkommnissen.

Gemäss dem QM-Handbuch erfolgt die sicherheitstechnische Berichterstattung innerhalb des Hotlabors in den Gruppen und an der Gruppenleitersitzung.

##### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Richtlinie ENSI-G07 regelt die Anforderungen an die Sicherheitskommission, an die Kommunikation und Information sowie an die Überprüfung und Bewertung der nuklearen Sicherheit.

##### **Beurteilung des ENSI**

PSI-übergreifende Organisationselemente, wie z. B. die Direktoriumssitzung oder die neu gegründete Sicherheitskommission verkörpern sinngemäss wesentliche Funktionen, die in den Kapiteln 5.10, 6.4 und 6.9 der Richtlinie ENSI-G07 von der Organisation einer Kernanlage gefordert werden. Nach Kenntnis des ENSI, gestützt auf Inspektionen, sind an der Gruppenleitersitzung neben den Betriebs- und Forschungsgruppenleitern, der Abteilungsleiter (Anlagenleiter), der Betriebsleiter und die für das Hotlabor zuständige Strahlenschutzfachkraft anwesend. Die Gruppenleitersitzung kann aus Sicht des ENSI die oben genannten Funktionen wertvoll ergänzen, da in diesem Gremium wichtige Sicherheitsbetrachtungen vor Ort erfolgen können. Die Sicherheitsfunktion der Gruppenleitersitzung ist im Betriebsreglement<sup>26</sup> Kapitel 4.3.2 und 5.2.2 verankert.

#### **4.3.3 Dienstleistungen und Schnittstellen zu anderen Stellen des PSI**

##### **Angaben des PSI**

Gemäss dem Sicherheitsbericht Kapitel 3 ist der Anlage Hotlabor eine Strahlenschutzfachkraft der Gruppe „Strahlenüberwachung Areal Ost“ fest zugeteilt. Sie ist der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit unterstellt und von ihrer Weisungsbefugnis her unabhängig von der Abteilung Hotlabor (AHL) und dem Labor für Nukleare Materialien (LNM).

Die wichtige Schnittstelle zur Sektion „Rückbau und Entsorgung“ (Sektion RBE) wird im Sicherheitsbericht sowie in der weiterführenden Weisung über die Entsorgung radioaktiver Abfälle<sup>34</sup> benannt.

##### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 28 und Anhang 3 KEV muss das Betriebsreglement die organisatorischen und personellen Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb dokumentieren.

## **Beurteilung des ENSI**

Für die Sicherheit des Hotlabors sind alle Dienstleistungen und Schnittstellen der Sicherheits-Organisationseinheiten des PSI wichtig. Das Hotlabor profitiert neben der Notfallorganisation von weiteren Organisationseinheiten des PSI.

Die Schnitt- und Verbindungsstellen sind in den übergeordneten PSI-Weisungen, den Betriebsvorschriften und weiterführenden Weisungen des Hotlabors aufgelistet. Aus Sicht des ENSI sind die Vorgaben der KEV an das Betriebsreglement erfüllt.

### **4.3.4 Notfallorganisation**

Der Betreiber ist verantwortlich für das rechtzeitige Erkennen eines Störfalls, das Ergreifen von Gegenmassnahmen in der Anlage und für die zeitgerechte Meldung an die Behörden. Mit einer Notfallorganisation, unterstützt durch Infrastruktureinrichtungen und Handlungsvorgaben in Form einer Notfalldokumentation, werden die Aufgaben des Notfallschutzes wahrgenommen. Dazu stehen ihr geeignete Einrichtungen zur Verfügung.

### **Angaben des PSI**

Gemäss Sicherheitsbericht Kapitel 3 wird zur raschen Begrenzung von Schäden bei Betriebsstörungen und Unfällen die Hotlabor-Notfallequipe eingesetzt. Sie ist Teil der PSI-Notfallorganisation. Die Hotlabor-Notfallequipe bestehend aus Einsatzleitung, Strahlenschutzfachkraft, Hausfeuerwehr, Sanitätsequipe und, ausserhalb der Normalarbeitszeit, dem Pikettdienst des Hotlabors (Hotlabor-Pikett). Die Hotlabor-Notfallequipe übernimmt selbstständig die erste Phase der Störfallbekämpfung und fordert je nach Ereignis und dessen Umfang die Unterstützung der Notfallorganisation des PSI an.

Die Betriebsorganisation und die sicherheitstechnische Chargenverteilung – einschliesslich der Hotlabor-Notfallequipe – sind im Betriebsreglement<sup>26</sup> und in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> beschrieben. Die Notfallorganisation (NFO) des PSI, deren gesetzliche Grundlagen, Zweck und Aufbau, Organisation, Alarmierung, und Verhaltensmassnahmen sind im Notfallreglement<sup>32</sup> (PSI-AW-NFO-98-01, Rev.3) beschrieben.

Die Überwachung des Hotlabors ausserhalb der Arbeitszeit erfolgt durch den PSI-Wachdienst. Der PSI-Wachdienst überprüft bei den Alarmen, ob es sich um Fehlalarme handelt. Bei echten Störungen in den Hotlabor-Anlagen bietet er das Hotlabor-Pikett auf, welches die Störung bearbeitet.

Ereignisse, die zu einer ernsthaften Gefährdung von Personen und Sachwerten führen können, erfordern das rasche Eingreifen der Hotlabor-Notfallequipe. Die Mitglieder der Equipe sind in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> namentlich aufgeführt.

In den jährlich durchzuführenden Institutsnotfallübungen wird periodisch auch ein Szenario mit einem Ereignis im Hotlabor gewählt. In den Jahren, in denen Ereignisse in anderen Bereichen des PSI als Grundlage für die Notfallübung dienen, führt das Hotlabor eine eigene interne Übung durch.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 30 Art. 1 Abs. f KEV ist die Betriebsorganisation so zu gestalten, dass sie die Verantwortung für die Notfallplanung und Notfallbereitschaft selbst wahrnehmen kann.

Im Anhang 3 KEV wird als Betriebsdokumentation ein Betriebs- und Notfallreglement verlangt.

Die Richtlinie ENSI-B11 verlangt, dass der Gesuchsteller jährlich eine Institutsnotfallübung zur Schulung und Überprüfung der Notfallorganisation durchzuführen hat.

## **Beurteilung des ENSI**

Ziel der Notfallvorsorge im Hotlabor ist es, eine Notfallorganisation zur Verfügung zu haben, die eine erfolgreiche Bewältigung aller für das Hotlabor massgeblichen Notfallsituationen gewährleistet.

Die Organisation und die Festlegung der Ereignisse, die den Einsatz der Hotlabor-Notfallequipe erfordern, sind in den Betriebsvorschriften festgelegt. Die Regelungen für die PSI-Notfallorganisation, die die Hotlabor-Notfallequipe unterstützt, sind in der Weisung über die Notfallorganisation (NFO) des PSI<sup>32</sup> festgelegt.

Die Hotlabor-Notfallequipes und das Hotlabor-Pikett sind mit den Arbeitsabläufen, den Räumlichkeiten und den möglichen Störungen im Hotlabor vertraut. Dies gilt auch für den ausserhalb der Normalarbeitszeit zum Einsatz kommenden Wachdienst. Zusätzlich werden jährlich Notfallübungen im Hotlabor durchgeführt.

Bei Störungen an Einrichtungen des Hotlabors wird das Hotlabor-Pikett aufgeboden und bei Notfällen die Hotlabor-Notfallequipe bzw. die PSI-NFO alarmiert.

Aus Sicht der ENSI erfüllt das Hotlabor die Anforderungen an die Notfallvorsorge.

## **4.4 Administrative Sicherheitsmassnahmen**

### **4.4.1 Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen**

#### **Angaben des PSI**

Gemäss Sicherheitsbericht Kapitel 1.8 dienen Sicherheitsbetrachtungen dem Aufdecken und Korrigieren von Schwachstellen, welche bei denkbaren Störfällen zur Freisetzung von Radioaktivität führen könnten. Schriftliche Sicherheitsbetrachtungen und/oder Strahlenschutzplanungen werden erstellt, wenn gewisse formulierte Risiken vorhanden sind. Die Freigabe von Strahlenschutzplanungen erfolgt durch die Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit (ASI). Die Freigabe von Sicherheitsbetrachtungen für Neueinrichtungen und Arbeitstechniken, deren Risiken nicht aus Analogie zu bereits existierenden Experimentiereinrichtungen abgeschätzt werden können, erfolgt durch das ENSI.

In den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> Kapitel 4 wird beschrieben, wann welche Sicherheitsbetrachtungen und/oder Strahlenschutzplanungen von wem zu erstellen sind. Für Neueinrichtungen, welche nicht im Rahmen der Betriebsvorschriften abgedeckt sind, muss die Sicherheitsbetrachtung schriftlich erfolgen und von der Leitung der ASI genehmigt werden. Diese bestimmt, ob die Sicherheitsbetrachtungen zusätzlich vom ENSI zu genehmigen sind. Als Kriterien für das Erstellen einer schriftlichen Sicherheitsbetrachtung werden verschiedene mögliche radiologische Auswirkungen, die Möglichkeit von Bränden und Explosionen sowie an anderer Stelle auch die Kritikalitätsgefahr genannt. Aufgrund von Sicherheitsbetrachtungen können auch Weisungen für einmalige Arbeiten erstellt werden. Sicherheitsbetrachtungen sind durch einen vom Abteilungsleiter bestimmten Mitarbeitenden zu überprüfen und durch den für das Hotlabor zuständigen Gruppenleiter des Betriebsstrahlenschutzes zu genehmigen.

Im Kapitel 4.4 der Betriebsvorschriften<sup>27</sup> ist der Umfang der Sicherheitsbetrachtungen dargelegt.

Als Hintergrundinformation hat der Gesuchsteller dem ENSI eine Liste der relevanten Sicherheitsbetrachtungen zugesendet. Von den insgesamt 54 Sicherheitsbetrachtungen sind 13 Versuchseinheiten zugeordnet und 12 sind als Strahlenschutzplanungen überschrieben. Der Rest beinhaltet Bedienungsanleitungen, Arbeitsvorschriften oder Kritikalitätsbetrachtungen.

Da erst seit ungefähr 15 Jahren Sicherheitsbetrachtungen erstellt werden, fehlen diese für einige seit vielen Jahren bestehenden Versuchseinheiten. Dem PSI ist die nachträgliche Erstellung von Sicherheitsbetrachtungen unwichtig, weil mit dem langjährigen, störfallfreien Betrieb dieser Einrichtungen gezeigt werden konnte, dass die angewandten Vorsichtsmassnahmen und Sicherheitsvorkehrungen für die entsprechenden Experimente ausreichen.



Eine unabhängige Überprüfung der Sicherheitsbetrachtungen durch Sicherheitsfachleute ausserhalb der Hotlabororganisation bezüglich konventioneller Gefahren ist nicht vorgesehen.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Der Art. 33 Bst. c KEV verlangt eine systematische Sicherheits- und Sicherungsbewertung im Bereich des Strahlenschutzes und radioaktiver Abfälle.

In Kapitel 3.2 der Richtlinie ENSI-G15 wird die Anwendung von Dosisplanungszielen und Strahlenschutzplanungen zur Optimierung der Dosen geregelt.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Erstellen von Sicherheitsbetrachtungen, wie auch deren Genehmigung, Umsetzung und Überwachung ist ein wesentlicher Prozess zur Gewährleistung der Sicherheit im Hotlabor. Aufgrund der vom Hotlabor aufgestellten Kriterien müssen vor der Inbetriebnahme von Anlagen und Einrichtungen, die durch das ENSI freizugeben sind, Sicherheitsbetrachtungen erstellt werden. Damit setzt der Gesuchsteller die Vorgaben des Art. 33 KEV nach systematischen Sicherheitsbetrachtungen im Bereich des Strahlenschutzes für Neueinrichtungen und Änderungen seit einigen Jahren in einer betriebsinternen administrativen Massnahme um.

Der Umfang der Sicherheitsbetrachtungen wird jährlich bezüglich notwendiger Verbesserungen überprüft und gegebenenfalls angepasst. In der Betriebsvorschrift<sup>27</sup> für die Erstellung und Genehmigung von Sicherheitsbetrachtungen sind die Festlegung der Aufgaben und die Verantwortungsdelegation klar geregelt.

Für die vor mehr als 15 Jahren installierten Versuchseinrichtungen gibt es weder Sicherheitsbetrachtungen noch Freigaben durch das ENSI. Der bisherige sichere und störungsfreie Betrieb dieser Anlagen zeigt, dass die Sicherheitsvorkehrungen sowie die laufenden Vorsichtsmassnahmen ausreichen. Das ENSI kann nachvollziehen, dass eine nachträgliche Erstellung von schriftlichen Sicherheitsbetrachtungen in vielen Fällen nicht verhältnismässig wäre. Das ENSI geht aber davon aus, dass bei neuen, sicherheitsrelevanten Erkenntnissen, beispielsweise bei jeder Ergänzung der für Sicherheitsbetrachtungen anzuwendenden Checkliste, auch die seit vielen Jahren bestehenden Versuchseinrichtungen einer Überprüfung bezüglich des neuen Aspekts unterzogen wurden und werden.

Aus den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> geht hervor, wann im Rahmen von Sicherheitsbetrachtungen eine Strahlenschutzplanung zu erstellen ist. Die Angabe der für eine Strahlenschutzplanung wesentlichen Aspekte ist aber nicht abschliessend. Der Verweis auf die Weisung VASU10 der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit, in der der Inhalt einer Strahlenschutzplanung vorgegeben ist, fehlt.

### **Forderung 4.4-1:**

*Zur Strahlenschutzplanung ist bis Ende 2012 an geeigneter Stelle in den Betriebsvorschriften die Berücksichtigung der Weisung VASU10 der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit vorzuschreiben.*

## **4.4.2 Kernbrennstoff-Informationssystem**

### **Angaben des PSI**

In Kapitel 12.2 des Sicherheitsberichts wird die wichtigste administrative Massnahme zum sicheren Umgang mit Kernbrennstoffen beschrieben, das Kernbrennstoff-Informationssystem (KBUCH). Dieses rechnergestützte System enthält die in den Betriebsvorschriften festgelegten Mengenbegrenzungen der einzelnen S-Einheiten (Versuchseinheiten und Spaltstofflagereinheiten), die ausgeführten Spaltstoffverschiebungen und den aktuellen Stand der verbuchten Spaltstoffmengen. Die aktuellen Mengen werden in einem jährlichen Inventar ermittelt und mit dem Buchungsstand verglichen.

Das System KBUCH<sup>21</sup> wurde im Dezember 1999 definitiv in Betrieb genommen. Es löste das bisherige Programm SPABU ab.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Das ENSI legt den Art. 8 KEV, der Schutzmassnahmen gegen Störfälle aufgrund von Reaktivitätsstörungen verlangt, und den Art. 134 StSV, der die Inventarführungs- und Berichterstattungspflichten für den Umgang mit radioaktiven Strahlenquellen regelt, zugrunde.

### Beurteilung des ENSI

Die Spaltstoffbuchhaltung ist die wichtigste administrative Massnahme zur Überwachung der Mengengrenzung bezüglich Kritikalitätssicherheit. Nach einer Inspektion am 03.12.1999 erteilte das ENSI die Betriebsfreigabe für die Spaltstoffbuchhaltung mit dem Programm KBUCH. Anhand einer weiteren Inspektion am 12. Februar 2004 konnte sich das ENSI davon überzeugen, dass das Kernbrennstoff-Informationssystem KBUCH ein verlässliches Werkzeug zur Sicherstellung der Mengengrenzungen in den Spaltstoffeinheiten darstellt und verantwortungsvoll genutzt wird. Schon am 30. Juni 2004 stellte der Gesuchsteller fest, dass durch unkorrektes Verbuchen im KBUCH Fehler bei kleinen Spaltstoffmengen entstanden sind, die durch mehrere Massnahmen in Zukunft vermieden werden sollten. Im Jahr 2011 hat man vier Buchungsfehler aus den Jahren 2003 und 2005, die wegen einer Lücke in der Programmierung von KBUCH entstanden sind, entdeckt. Da eine Korrektur der Software kurzfristig nicht möglich war, wurden zusätzliche administrative Massnahmen für die Vermeidung von solchen Fehlern eingeführt. Das ENSI beurteilt die inzwischen getroffenen Massnahmen zur Vermeidung von Buchungsfehlern als angemessen.

Wie bereits in Kapitel 3.4 vom ENSI gefordert, müssen die Spaltstoffmengengrenzen im Betriebsreglement<sup>26</sup> (Technische Spezifikation) dokumentiert sein. Das ENSI beurteilt das KBUCH als Teil des Betriebsreglements.

#### 4.4.3 Quelleninventarisierungssystem

##### Angaben des PSI

Gemäss den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> wird zur Buchführung und Inventur offener Strahlenquellen, die keine Kernbrennstoffe sind, für jeden Raum im Hotlabor sowie für jede Schublade des Isotopenlagers ein Buchführungsblatt geführt, auf dem jede eingebrachte oder entfernte Probe zu registrieren oder auszutragen ist. Dabei werden durch die vorgefertigte Maske alle relevanten Informationen abgefragt. In den Betriebsvorschriften sind die Kriterien für die Buchführung und die jährliche Inventur festgelegt. Radioaktive Quellen innerhalb von Unterdruckzellen werden erst oberhalb einer Aktivität von  $10^4$  LA registrierungspflichtig. Proben ausserhalb von Unterdruckzellen (z. B. in Kapellen) sind registrierungspflichtig, wenn die Kontaktdosisleistung  $\geq 1$  mSv/h beträgt. Auf der Basis der Buchführungsliste erstellt das Hotlabor mindestens einmal jährlich eine Inventarliste. Diese wird mit dem Jahresbericht des Hotlabors an das ENSI geschickt.

Geschlossene Quellen werden durch den Quellendienst des Betriebsstrahlenschutzes registriert. Das Betreiben des Quellendienstes ist in einer allgemeinen Weisung<sup>35</sup> detailliert dargestellt. Das Inventar des Quellendienstes, inklusive der im Hotlabor aufbewahrten geschlossenen Quellen, wird jährlich dem ENSI gemeldet.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

In Art. 134 StSV sind die Inventarführungs- und Berichterstattungspflichten für den Umgang mit radioaktiven Strahlenquellen geregelt.

### Beurteilung des ENSI

Angesichts der Aktivitätsmenge aller tatsächlich vorliegenden radioaktiven Stoffe (ca.  $10^9$  LA am Stichtag 29.10.2004) und der Anzahl der Ausgangsmaterialien, Proben, Probenreste und Abfälle (einige tausend) hatte das ENSI eine generelle Buchführung aller offenen Quellen mit einer Aktivität grösser als die Bewilligungsgrenze LA aus technischen wie organisatorischen Gründen als unverhältnismässig bewertet<sup>36</sup>.

Dabei wurde die Tatsache berücksichtigt, dass der überwiegende Anteil der Radioaktivität in Unterdruckzellen oder Behältern lagert und sich zum Grossteil in einem festen, schwer flüchtigen Zustand befindet.

Anlässlich einer Inspektion am 29. Oktober 2004 zur Buchführung der offenen Quellen im Hotlabor hatte das ENSI mehrere Forderungen gestellt, worauf der Gesuchsteller die Betriebsvorschriften ergänzte. Die Erfüllung der Forderungen wurde anlässlich einer Inspektion am 14. April 2005 vom ENSI bestätigt<sup>37</sup>. Die Buchführung von Quellen ist neu im Betriebsreglement<sup>26</sup> Kapitel 8.1.2 und in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> Kapitel 5.11 geregelt.

Das im Jahr 2006 eingeführte System zur Buchführung und Inventur entspricht den Anforderungen. Auf der Grundlage dieses Systems wurde dem ENSI das Radioaktivitätsinventar der einzelnen Labors und Lager erstmals im Jahresbericht 2007 des Hotlabors gemeldet. Mit den Vorgaben im Anhang II.8 der Betriebsvorschriften werden diejenigen Quellen erfasst, welche nicht durch das KBUCH, durch die Abfallsammelkarten oder beim Quellendienst des Betriebsstrahlenschutzes registriert sind. Beim Fachgespräch vom 3. Dezember 2009<sup>38</sup> bestätigte der Gesuchsteller, dass sich das Quelleninventarisierungssystem im Betrieb des Hotlabors bewährt hat. Die Vorgaben für die Buchführung und Inventarisierung der geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen des Quellendienstes in der Weisung<sup>35</sup> sind bezüglich Verantwortungsdelegation, Standortmeldung, Umgang sowie Zustandskontrollen ausreichend.

## 4.5 Qualitätsmanagementsystem

### Angaben des PSI

Das Hotlabor verfügt über ein Qualitätsmanagementsystem nach ISO-9001, das im Mai 1999 durch den TÜV-Schweiz zertifiziert wurde. Letztmals hat die Firma SwissTS im November 2012 bestätigt, dass das kontinuierlich erneuerte Managementsystem die Anforderungen der Norm 9001:2008 erfüllt. Das QM-Handbuch nennt fünf Prozesse:

- Verantwortung der Leitung;
- Qualitätsmanagementsystem;
- Management von Ressourcen;
- Realisierung von Dienstleistungen;
- Messung, Analyse und Verbesserungen;

welche je in einer Weisung beschrieben sind (AW-43-06-05 bis AW-43-06-09)<sup>39, 40, 41, 42, 43</sup>. Diese enthalten die Prozessbeschreibungen, die zuständigen Stellen und weitere mitgeltenden Dokumente.

### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

In der Richtlinie ENSI-G07 Kapitel 4.4 wird ein Managementsystem gefordert, welches die Anforderungen IAEA Safety Standards, Safety Requirements No. GS-R-3<sup>44</sup>: „The Management System for Facilities and Activities“ erfüllt.

### Beurteilung des ENSI

Mit dem ISO-Zertifikat sind die Anforderungen an die Struktur des Managementsystems erfüllt. Das QM-Handbuch beschreibt die wichtigsten Inhalte des Systems. Aspekte der nuklearen Sicherheit betreffen insbesondere die Bereiche Spaltstoffe und Strahlenschutz. Verbindungen zu übergeordneten Sicherheitsfunktionen (z. B. Transport radioaktiver Materialien) sind im QM-System geregelt. Aus Sicht des ENSI sind die für das Hotlabor zutreffenden Anforderungen aus IAEA Safety Requirements No. GS-R-3<sup>44</sup> erfüllt.

## 4.6 Störungsüberwachung, Meldewesen und Vorkommnisbearbeitung

### Angaben des PSI

Gemäss Sicherheitsbericht werden verschiedene Überwachungssignale in den Kontrollraum geführt und per EDV registriert. Alarmer werden ebenso signalisiert, registriert und während der Arbeitszeit durch das Betriebspersonal behandelt.

Aufgrund einer Inspektion zur Störungsbearbeitung, -meldung und -dokumentation hat das ENSI gefordert, dass der Gesuchsteller die bisherige Praxis der Störungsbearbeitung und -dokumentation überprüft und wo notwendig verbessert<sup>45</sup>. Das PSI hat die Erfassung von Störungen im Alarmjournal im Hinblick auf eine Auswertung der Ursache angepasst. Hierzu wird zu jedem Eintrag ein Störungsrapport eingeführt. Mit diesem wird sichergestellt, dass

- die Betriebsleitung über die Störungsbearbeitung durch das Hotlabor-Pikett ausserhalb der Normalarbeitszeit informiert wird;
- die getroffenen Massnahmen und die Störungsursache dokumentiert werden;
- die Auswertung und die damit verbundenen Optimierungen in den Prozess einfließen.

Weiter ist der Ablauf der Störungsbehandlung sowohl für die Normalarbeitszeit als auch für Piketteinsätze in einem Flussdiagramm festgelegt und ins QM-System eingebunden.

In der Betriebsvorschrift<sup>27</sup> Kapitel 10 wird der Ablauf der Störungsmeldung und Störungsbearbeitung im Rahmen der Weisungen für den Pikettdienst des Hotlabors ebenfalls beschrieben. Hierbei wird die NFO-Alarmierung näher behandelt.

In der Weisung PSI-AW-01-08-03<sup>31</sup> werden die Aufgaben des Sicherheitskomitees erläutert. Hauptaufgaben dieses Komitees sind, Vorkommnisse am PSI zu analysieren, Lehren daraus zu ziehen, Massnahmen zu definieren und deren Umsetzung zu überwachen. Insbesondere sollen menschlich-organisatorische Ursachen untersucht werden.

### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Gemäss Art. 7 Bst. a KEV sind beim Betrieb von Kernanlagen bewährte oder nachweislich hochqualitative Verfahren insbesondere für Erfahrungsauswertungen einzusetzen.

In Art. 30, Abs. 3 KEV wird ein Gremium verlangt, das Ereignisse und Befunde mit Ursachen im Bereich menschlicher Faktoren analysiert, Massnahmen vorschlägt und deren Umsetzung überwacht.

Gemäss Art. 36, Abs. 3 KEV muss der Bewilligungsinhaber die Betriebserfahrungen vergleichbarer Anlagen verfolgen und die Bedeutung für die eigene Anlage beurteilen.

### Beurteilung des ENSI

Anlässlich einer Inspektion im Dezember 2007 stellte das ENSI fest, dass ein formalisierter interner Meldeweg und ein Verfahren zur Analyse und Auswertung nur partiell existieren<sup>45</sup>. Aus diesem Grund wurde bei den Vorgaben zum Arbeitsablauf bei der Störmeldung und Störungsbearbeitung Verbesserungsbedarf erkannt und das Hotlabor aufgefordert, die bisherige Praxis der Störungsbearbeitung, -meldung und -dokumentation zu überprüfen und allfällig zu verbessern, damit die Erfahrungen aus Ursachenanalyse, Beurteilung der Auswirkungen und Störungsbehebung lückenlos in den weiteren Betrieb der Anlage einfließen können. Das Hotlabor hat in der Folge seine Prozesse angepasst, sodass aus Sicht des ENSI die entsprechenden internen Abläufe im Hotlabor sichergestellt sind und Art. 7 Bst. a KEV erfüllen.

Das in Kapitel 4.6 der allgemeinen Weisung „Sicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz am PSI“<sup>30</sup> erwähnte Sicherheitskomitee entspricht dem gemäss Art. 30 KEV vom Bewilligungsinhaber einzusetzende Gremium, das Ereignisse und Befunde mit Ursachen im Bereich menschliche Faktoren analysiert, Massnahmen vorschlägt und deren Umsetzung überwacht. Das PSI hat in einem Fachgespräch dem

ENSI die Arbeitsweise dieses Gremiums dargelegt und das ENSI hat festgestellt, dass die Vorgaben in Art. 30 der KEV erfüllt sind.

Art. 36 KEV fordert von den Kernanlagen, dass sie die Betriebserfahrungen vergleichbarer Anlagen verfolgen und die Bedeutung für die eigene Anlage beurteilen. Im Managementsystem des Hotlabors und den weiteren eingereichten Unterlagen ist kein solcher Prozess beschrieben.

**Forderung 4.6-1:**

*Das PSI hat bis Ende 2012 einen Prozess zu definieren, der beschreibt, wie externe Betriebserfahrung erfasst, bewertet und die für die eigene Anlage relevanten Ergebnisse umgesetzt werden.*

## **4.7 Aus- und Weiterbildung**

### **Angaben des PSI**

Die Anforderungen an die Ausbildung des Personals des Hotlabors sind im QM-Handbuch „Ressourcen“<sup>41</sup> geregelt.

Aufgrund der notwendigen Kenntnisse für die zu erfüllende Funktion wird im persönlichen Gespräch zwischen Mitarbeitenden und Vorgesetzten der Aus- und Weiterbildungsbedarf ermittelt und festgelegt. Aus diesen Festlegungen resultiert ein Ausbildungsprogramm, zu dessen Einhaltung die Mitarbeitenden verpflichtet sind. Die Mitarbeitenden des Hotlabors führen in einer übergreifenden Datenbank Buch über die durchgeführten Schulungen.

Bestimmte, einfache strahlenschutztechnische Aufgaben im Normalbetrieb werden durch Strahlenschutzbeauftragte des Hotlabors wahrgenommen. Die erforderliche Ausbildung gemäss Strahlenschutzausbildungsverordnung dieses Personals erfolgt durch die PSI-Schule für Strahlenschutz sowie am praktischen Beispiel im Rahmen der Einarbeitung in die Aufgaben der Hotlabor Arbeitsgruppe.

Die Aus- und Weiterbildung der im Hotlabor eingesetzten Strahlenschutzfachkraft, die bezüglich Weisungsbefugnis der Abteilung „Strahlenschutz und Sicherheit“ (ASI) unterstellt ist und unabhängig vom Hotlabor fungiert, wird gemäss dem QMH der ASI geplant und überwacht.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

In Art. 19, Art. 22 und Art. 35 der Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen vom 9. Juni 2006 (VAPK, SR 732.143.1) sind Anforderungen an die Qualifikation, Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung des Personals von Kernanlagen festgelegt. Dies betrifft insbesondere den technischen Leiter, den Betriebsleiter, die Kernbrennstoffverantwortlichen und den Sachverständigen für nukleare Sicherheit.

Die Anforderungen an die Anerkennung von Ausbildungen im Strahlenschutz für das Personal von Kernanlagen sind in der Strahlenschutzausbildungsverordnung vom 15. September 1998 (StSAV, SR 814.501.261) und der Richtlinie ENSI-B13 geregelt. Dies betrifft insbesondere die Strahlenschutzsachverständigen, die Strahlenschutztechniker und Strahlenschutzfachkräfte sowie die Strahlenschutzbeauftragten.

Gemäss Art. 96 Abs. 4 StSV muss der Bewilligungsinhaber dafür sorgen, dass das Personal regelmässig über die Verhaltensregeln instruiert, in den Sofortmassnahmen ausgebildet und mit dem Standort und dem Gebrauch der Mittel vertraut gemacht wird.

### **Beurteilung des ENSI**

Komplexe und übergeordnete Strahlenschutzaufgaben werden durch vollamtliches Strahlenschutzpersonal der ASI ausgeführt. Die Ausbildung der für das PSI insgesamt zuständigen Strahlenschutzsachverständigen, Strahlenschutztechniker und Strahlenschutzfachkräfte wird durch die Abteilung Strahlen-

schutz und Sicherheit koordiniert. Das ENSI erhält jährlich einen Bericht über den Ausbildungsstand des vollamtlichen Strahlenschutzpersonals der ASI. Demnach haben alle für den Strahlenschutz vollamtlich verantwortlichen Personen an den erforderlichen, anerkannten Ausbildungs- und Weiterbildungskursen erfolgreich teilgenommen.

Aufgrund des höheren Gefährdungspotentials in den Arbeitsbereichen Typ A sind für strahlenschutzrelevante Tätigkeiten nicht nur eine Ausbildung zum Selbstschutz gemäss Art. 2 StSAV sondern auch der Nachweis der Sachkunde gemäss Art. 3 StSAV vorgeschrieben. Die Ausbildung der Strahlenschutzbeauftragten, d. h. der BAG-Sachverständigenkurs K420 für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen in Arbeitsbereichen Typ B und C zusammen mit der hotlaborspezifischen Fortbildung (Kurs 423 der PSI-Strahlenschutzschule) sowie deren regelmässige Wiederholung alle zwei Jahre, erfüllt diese Vorgabe vollständig.

Für das weitere Personal, welches keine für andere Personen gefährlichen Tätigkeiten durchführt, ist als Strahlenschutz Ausbildung die oben genannte Instruktion in Sicherheit und Strahlenschutz sowie in Arbeitshygiene, die allgemein für neue PSI-Mitarbeiter als übliche Strahlenschutz Einführung zu Beginn der Tätigkeit stattfindet, vorgesehen. Das ENSI akzeptiert dies als für den Selbstschutz ausreichende Belehrung gemäss Art. 2 StSAV.

Alle am Hotlabor ständig beschäftigten Personen nehmen zudem jährlich an einem Sicherheitsseminar teil, welches vom Hotlabor selbst organisiert wird.

## 5 Betriebsverhalten und Überwachung

### 5.1 Bewertung von Vorkommnissen

#### Angaben des PSI

Das PSI stellt im Kapitel 13.4.3 des Sicherheitsberichts 13 meldepflichtige Vorkommnisse aus den Jahren 1983 bis 2005 dar. Bei diesen Vorkommnissen sind zusammenfassend der Ablauf, die Auswirkungen und die daraus gezogenen Erkenntnisse und Folgemassnahmen dargestellt.

#### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Gemäss Anhang 6 KEV muss der Betreiber in einem Ereignis- und Folgemassnahmenbericht das Vorkommnis angemessen untersuchen, bewerten und plausible Folgemassnahmen ableiten.

#### Beurteilung des ENSI

In dem vom PSI betrachteten Zeitraum von 1983 bis 2005 gab es, neben den im Sicherheitsbericht behandelten Vorkommnissen, weitere 15 meldepflichtige Vorkommnisse, die analysiert und aus denen Verbesserungsmassnahmen abgeleitet wurden. Eine Übersicht über die Vorkommnisse einschliesslich deren Ursachen und Auswirkungen ist in der Tab. 5.1-1 dargestellt. Die Häufigkeit der meldepflichtigen Vorkommnisse ist im betrachteten Zeitraum etwa gleich geblieben.

Der Ablauf, die Auswirkungen und der beschriebene Erfahrungsgewinn sind bei den 13 im Sicherheitsbericht beschriebenen Vorkommnissen nachvollziehbar dargelegt. Das PSI kann damit nachweisen, dass es diese Vorkommnisse angemessen untersucht, bewertet und plausible Folgemassnahmen abgeleitet hat.

Tab. 5.1-1: Meldepflichtige Vorkommnisse im Hotlabor im Zeitraum 1983-2005

Datum	Ereignis	Direkte/ursprüngliche Ursache (soweit angegeben)	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
24.05.1983	Verpuffung mit Eröffnung einer Handschuhbox	Mängel bei der Auslegung der Anlage sowie bei den Betriebsvorschriften	Inkorporation bei drei Personen (1 Sv, >100 mSv), Kontamination mehrerer Labors, Sachschaden
04.10.1986	Brand eines Fotoentwicklungsgeräts in der Dunkelkammer Hotlabor	Überhitzung einer Elektronik	Sachschäden, keine radiologischen Auswirkungen
13.11.1987*	Ungeplante Umschaltung der Lüftungsanlage im Hotlabor <sup>46</sup>	Blitzschlag	Keine Auswirkungen
09.10.1989*	Kühlwassereinbruch in Hochtemperatur-Sinter-Ofen mit Uranoxid <sup>47</sup>	Alterungseffekt	Kontamination und Schaden an der Anlage. Keine Personengefährdung. <sup>48</sup>
23.08.1990*	Verwechslung einer Probe und ungenügende Kontrollmessung <sup>49</sup>	Fehlhandlung, Missachtung von Vorschriften	Inkorporation (1,6 mSv) und Personenkontamination (1 CS)
07.01.1992*	Leckage beim Hantieren einer versprödeten Plastikflasche <sup>50, 51</sup>	Alterungseffekt	Personenkontamination (>1000 CS, 13 mSv Folgedosis)

Datum	Ereignis	Direkte/ursprüngliche Ursache (soweit angegeben)	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
29.10.1992*	Ausfall der Lüftung, Hilfsabluft war in Betrieb <sup>50</sup>	Alterungseffekt an Wasserleitung führt zu Leckage, dies zu Kurzschluss an Kompressoren und letztendlich zum Ausfall der Steuerdruckluft	Keine Freisetzung, keine unzulässige Abgabe radioaktiver Substanzen, geringer Sachschaden
15.04.1993*	Pu-Kontamination einer Person mit Verletzung <sup>52, 53</sup>	Fehlhandlung bei Reinigungsarbeiten, Schnitt mit Glasscherbe	Kontamination einer Person mit Wunde (2 CS Pu oder Am)
20.04.1993*	Kontaminationsverschleppung beim Auspacken von Komponenten <sup>54</sup>	Fehlende Kontrollmessungen, unvollständiges Tenue, Missachtung Betriebsvorschriften, lückenhafte Betriebsvorschriften	Kontamination zweier Personen (ca. 10 CS Co-60, Zr-95, Mn-54) Inkorporation (Folgedosis 0,05 mSv), 0,015 mSv/h an Overalls, 3-4 CS an Privatkleidung, Kontamination des Raums
07.06.1993*	Ausfall Fortluftüberwachung	Technischer Defekt einer Pumpe	Keine unzulässige oder unkontrollierte Abgabe radioaktiver Stoffe
13.07.1993	Kompletter Ausfall der Lüftung	Totaler Netzausfall auf PSI-Ost-Areal durch Unterbrechung des Notdiesels, Auslegungsfehler	Sachschaden durch Ausfall der Vakuumpumpen, keine radiologischen Auswirkungen
07.12.1994*	Überdruck in Unterdruckzellen mit Freisetzung von radioaktiven Stoffen in das Labor <sup>55</sup>	Betriebsstörung Gasreinigungsanlage, Auslegungsfehler und Fehlmanipulation	Kontamination des Labors (4 CS Alpha), keine Inkorporation
11.01.1995	Unkontrollierte Abgabe von Radioaktivität an die Umwelt bei Bauarbeiten	Überflutung durch Niederschlag, ungenügende Abdichtung der Zonengrenze, Lücke in Strahlenschutzplanung	Kontamination ausserhalb des Hotlabors
18.01.1995	Überschreitung der max. zulässigen Spaltstoffmenge durch Fehler in der Spaltstoffbuchhaltung	Verletzung der Betriebsvorschriften, Missverständnis, Mangel an Informationen, Mangel am Spaltstoffbuchhaltungssystem	Keine Personen- oder Sachschäden, (es gibt keine Informationen wie nah man einem Reaktivitätsstörfall war)
02.05.1996*	Kontaminationszwischenfall beim Öffnen einer Büchse bei Aufräumarbeiten <sup>56</sup>	Ungenügend bezeichnete Büchse, Missachtung von Betriebsvorschriften, fehlende Kontrollmessungen, Alterungseffekte	Kontamination von 4 Personen, Inkorporation einer Person (Folgedosis 2,8 mSv), grossflächige Kontamination in der Anlage
12.04.1997*	Brandalarm wegen Lager Schaden an Abluftventilator <sup>57</sup>	Technischer Defekt	Keine radiologischen Auswirkungen
27.05.1997	Alkoholbrand in Metallographiezelle	Kombination von Lösungsmittel mit Heizgeräten, Alterungseffekte an Kabelisolation	Sachschaden in der Box, keine Freisetzung von Radioaktivität, keine Personenexposition
29.01.1999	Kontaminationsverschleppung beim Entfernen einer Transportflasche von der Metallographiebox	Auslegungsfehler bei Doppeldeckelschleusen, unterlassene Kontrollmessungen	Inkorporation bei 4 Personen (max. 1,4 mSv), Kontamination des Labors
01.04.1999*	Befund einer unzulässigen Dosis auf einem persönlichen Dosimeter <sup>58</sup>	Missachtung von Betriebsvorschriften	Die tatsächliche Personendosis kann nicht grösser als 1 mSv gewesen sein.



Datum	Ereignis	Direkte/ursprüngliche Ursache (soweit angegeben)	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
13.05.1999*	Eingeschränkte Verfügbarkeit des Notstromdiesels <sup>59</sup>	Überflutung durch Aarehochwasser, Verstopfung der Kühlung	Keine Auswirkungen
04.04.2001*	Kontaminationszwischenfall bei Umbauarbeiten <sup>60</sup>	Unpassender Inkorporationsschutz, ungenügende Strahlenschutzplanung	Inkorporation bei 3 Personen (max. Folgedosis 0,4 mSv)
30.06.2004*	Fehler in der Spaltstoff-Buchhaltung, tatsächlich erfolgte Verschiebungen und Transporte sind in der Buchhaltung nicht nachgeführt worden <sup>61</sup>	Unkorrekte Benutzung der KBUCH-Datenbank	Marginaler Einfluss auf die Sicherheit, da nur Kleinmengen verschoben wurden, es wurde keine Spaltstoffmengengrenze überschritten
12.10.2004	Bruch des Flügelrades eines Hotzellen-Abluftventilators	Alterungseffekte	Sachschaden, Kontamination eines Raums, keine Personenexposition, keine unzulässigen oder unkontrollierten Abgaben
Zum wiederholten Mal. Letztmalig: 05.02.2005	Kontaminationsverschleppung durch schadhafte Boxenhandschuhe	Alterungseffekte, unterlassene Kontrollen	Geringe Inkorporationsdosen weit unterhalb der Dosisgrenzwerte
Zum wiederholten Mal. Letztmalig: 03.07.2005	Überflutung innerhalb kontrollierter Zonen	Alterungseffekte, fehlerhafte Montage	Geringer Sachschaden, keine Freisetzung bzw. Kontaminationsverschleppung, kein Personenschaden
29.08.2005	Bersten einer Glasflasche mit Ätzlösung	Fehlende Sicherheitsbetrachtung	Sachschaden, keine Freisetzung radioaktiver Stoffe

\* meldepflichtige Vorkommnisse, die nicht im Sicherheitsbericht aufgeführt sind

Die meisten Ursachen für die Vorkommnisse sind bei Alterungseffekten, ungenauer bzw. lückenhafter Planung von Arbeitsabläufen, Mängel bei der Auslegung, sowie bei Missachtung von Vorschriften zu finden. Obwohl nach den meisten Vorkommnissen Folgemaßnahmen vom Hotlabor ergriffen und dabei z. B. die Betriebsvorschriften und das Instandhaltungsprogramm ständig verbessert und ergänzt wurden, sieht das ENSI systematischen Verbesserungsbedarf bei der Alterungsüberwachung, der Erstellung von Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen sowie bei der Umsetzung von Vorschriften inklusive der Kontrolle. (vgl. Kapitel 4.4.1, Kapitel 5.2)

Bei den Vorkommnissen, die den Einschluss radioaktiver Stoffe sowie die Begrenzung der Strahlenexposition betrafen, ist im betrachteten Zeitraum die Verpuffung mit Eröffnung einer Handschuhbox am 24. Mai 1983 zu verzeichnen gewesen, welches eine direkte Gefährdung der Gesundheit von Personen durch Strahlenexposition bewirkte. Die unkontrollierte Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umgebung bei Bauarbeiten (Vorkommnis vom 11. Januar 1995) ergab wegen der geringen Aktivität und lokalen Begrenzung auf dem PSI-Überwachungsareal keine Gefährdung von Personen. Bei allen weiteren gemeldeten Vorkommnissen innerhalb des Hotlabors wurde niemand einer unzulässigen Strahlenbelastung ausgesetzt.

Bezüglich Kritikalitätssicherheit ist die am 18. Januar 1995 entdeckte Überschreitung der max. zulässigen Spaltstoffmenge durch Fehler in der Spaltstoffbuchhaltung von sicherheitstechnischer Bedeutung gewesen. Die Kritikalitätssicherheit hat sich aufgrund der gewonnenen Erfahrungen verbessert, indem administrative Massnahmen zur lückenlosen Spaltstoffbuchhaltung und deren qualitätsgesicherte Überwachung weiterentwickelt wurden. Die wichtigsten Lehren aus den PSI-externen Kritikalitätsunfällen in Brennstoff-Verarbeitungsprozessen sind im Sicherheitsbericht erwähnt und in den Sicherheitsmassnahmen berücksichtigt.

## **5.2 Konzept und Ergebnisse der Instandhaltung und Alterungsüberwachung**

### **Angaben des PSI**

Das PSI legt im Sicherheitsbericht Kapitel 9.2.1 dar, dass die Betriebsgruppe des Hotlabors die Betriebsanlagen vorbeugend und nachhaltig überwacht, wartet und erneuert. Dazu wird ein Instandhaltungs- und Wartungsprogramm (SAMA) eingesetzt. Mit diesem Programm werden die regelmässigen Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten geplant, überwacht und dokumentiert. Alterungsüberwachungsmaßnahmen, die aus Hotlabor-Betriebsstörungen resultieren, sind in SAMA integriert.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Art. 32 KEV verlangt, systematische Programme für die Instandhaltung der sicherheits- und sicherungsrelevanten Ausrüstungen zu erstellen und die festgelegten Massnahmen durchzuführen.

In Art. 35 KEV werden die Anforderungen der Alterungsüberwachung und in Art. 36 KEV die Anforderungen an die Auswertung der Betriebserfahrung definiert.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI beurteilt das eingesetzte Instandhaltungs- und Wartungsprogramm (SAMA) als geeignetes Werkzeug für die Planung, Überwachung und Dokumentation der durchgeführten Instandhaltungs- und Wartungsprogrammarbeiten. Alterungseffekte und daraus abgeleitete Massnahmen werden im Rahmen von SAMA mitbehandelt. Das ENSI akzeptiert das Vorgehen des Hotlabors, dass sowohl die vorbeugenden Massnahmen Ersatz, Reparatur, Wiederholungs- und Funktionsprüfungen der Wartung und Instandhaltung als auch die aus den Alterungsmechanismen abgeleiteten Massnahmen in einem gemeinsamen Programm (SAMA) behandelt und durchgeführt werden.

Für die Maschinenteknik sowie die Elektro- und Leittechnik bedeutet dies, dass alle SK4- und 0E-klassierten Komponenten bzw. Systeme in SAMA erfasst und wo notwendig ergänzende Massnahmen definiert werden. Für die Bautechnik ist die Alterungsüberwachung für die Gebäude der Bauwerksklasse 2 (BK II) im Rahmen des Instandhaltungs- und Wartungsprogrammes zu behandeln (siehe Tab. 6.1-1).

Weiterhin erfolgt auch ein regelmässiger Austausch der Betriebserfahrungen des PSI-Hotlabors mit den europäischen Partnerinstituten, die ähnliche Anlagen betreiben. Jährlich werden dazu spezielle Meetings durchgeführt. Gute Erfahrungen, die auf den Betrieb im PSI-Hotlabor zutreffen, werden in SAMA übernommen. Das ENSI begrüsst die gute Vernetzung des PSI-Hotlabors im Rahmen der Instandhaltung und Alterungsüberwachung.

## **5.3 Konzept und Ergebnisse des operationellen Strahlenschutzes**

### **5.3.1 Organisation des Strahlenschutzes**

#### **Angaben des PSI**

Der Betreiber des Hotlabors ist die Abteilung Hotlabor (AHL). Das Strahlenschutzpersonal ist in seiner Weisungsbefugnis unabhängig vom AHL. Die Strahlenschutzfachkräfte und Strahlenschutztechniker sind der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit (ASI) unterstellt. Sie betreuen die Benutzer des Hotlabors und garantieren einen lückenlosen operationellen Strahlenschutz inklusive der Anwendung einer angemessenen Arbeitstechnik. Der operationelle Strahlenschutz richtet sich nach den allgemeinen Strahlenschutzweisungen des PSI, den Vorschriften der ASI sowie den jeweils aktuellen Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen. Einfachere Strahlenschutzaufgaben im Routinebetrieb werden durch speziell dafür ausgebildete Strahlenschutzbeauftragte des Hotlabors bewältigt.

Bei neuen Versuchsanlagen und Arbeitstechniken werden Strahlenschutzplanungen im Rahmen der in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> geforderten Sicherheitsbetrachtungen durchgeführt.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Beurteilung des ENSI stützt sich auf Art. 6, Art. 16 StSG und Art. 10, Art. 16, Art. 18 StSV sowie Art. 7, Art. 30, Art 31 KEV. Ferner kommt die Richtlinie ENSI-B13 „Ausbildung und Fortbildung des Strahlenschutzpersonals“ zur Anwendung.

Die gesetzlichen Vorgaben verlangen übergreifend, dass nur sachkundige Personen Tätigkeiten mit ionisierender Strahlung ausüben dürfen. Ferner müssen zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit beim Betrieb von Kernanlagen geeignete Organisationsstrukturen vorhanden sein.

Die Notwendigkeit von Strahlenschutzplanungen zur Optimierung der Dosen ist in der Richtlinie ENSI-G15 angesprochen.

### **Beurteilung des ENSI**

Seit der Inbetriebnahme des Hotlabors hat das ENSI zahlreiche Inspektionen im Hotlabor und Fachsitzen mit dem PSI durchgeführt und dabei festgestellt, dass die administrativen und technischen Strahlenschutzarbeiten professionell und vorschriftsmässig durchgeführt werden. Die Ausbildung und Organisation des Strahlenschutzpersonals erfüllt die gesetzlichen Vorgaben.

Die Strahlenschutzplanungen, die als Teil der Sicherheitsbetrachtungen bei neuen Versuchsanlagen und Arbeitstechniken durchzuführen sind (vgl. dazu auch Kapitel 4.4.1) haben sich bewährt. Sie stellen sicher, dass die Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponiertes Personal eingehalten werden. Sie erfüllen die Anforderungen der Richtlinie ENSI-G15 und die Grundsätze der Optimierung gemäss Art. 6 StSV.

## **5.3.2 Kontrollierte Zone, Arbeitsbereiche, Quellenlager und Systembarrieren**

### **Angaben des PSI**

Gemäss Kapitel 11 des Sicherheitsberichts liegt das Hotlabor-Gebäude mit allen Ein- und Ausgängen im überwachten Bereich des Betriebsareals. Die Gebäudetrakte sind strahlenschutztechnisch als eine zusammenhängende kontrollierte Zone konzipiert. Der Übertritt vom Eingangsbereich in die kontrollierte Zone erfolgt durch zwei Herren- und eine Frauengarderobe.

Die kontrollierte Zone wurde entsprechend den gelagerten und gehandhabten Radionukliden und Aktivitäten, dem potentiellen Oberflächen- und Luftkontaminationsgrad und den Ortsdosisleistungen gemäss den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-07 unterteilt. Alle Verkehrsflächen und Laborräume der kontrollierten Zone sind als Zonentyp II klassiert. Die Laborräume, in denen mit offenen radioaktiven Strahlenquellen umgegangen wird, sind als Arbeitsbereiche Typ A gemäss der Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen vom 1. Januar 1997 (VUORS, SR 814.554) ausgeführt.

Die Einteilung als Zonentyp II begründete der Gesuchsteller mit dem gegenüber anderen Bereichen am PSI deutlich erhöhten Kontaminationsrisiko. Ebenso kann damit der Unterschied bezüglich der Tenuevorschriften den PSI-Mitarbeitern, welche in unterschiedlichen Anlagen am PSI tätig sind, besser begründet werden. Das PSI beurteilt diese Einteilung mit der langjährigen Betriebserfahrung als notwendig, sicherheitsgerichtet und ALARA-konform.

In den kontrollierten Zonen herrscht eine Unterdruckstaffelung von Bereichen mit tiefer Kontamination zu Bereichen mit höheren Kontaminationen. Die Unterdruckzellen weisen den tiefsten Unterdruck auf (siehe Kapitel 6.3.1 dieses Gutachtens).

Wichtige Komponenten, die die Integrität der Zonengrenzen gewährleisten, werden periodisch auf ihre Funktionstüchtigkeit kontrolliert. Hierfür werden mit dem SAMA-Programm Aufträge an die zuständigen Hotlabor-Mitarbeiter erteilt.

Im Hotlabor gibt es sechs Lagerräume für radioaktive Stoffe. Kontaminierte Gegenstände und sperriges radioaktives Material dürfen, nachdem es gemäss Betriebsvorschriften verpackt wurde, nur in den im Kapitel 5.8.3.1 der Betriebsvorschrift<sup>27</sup> festgelegten Räumen und Einrichtungen gelagert werden.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Beurteilung stützt sich auf Art. 1 - 3, 37, 58-60, 69-71, 75, 82 und 102 StSV, die Definition der kontrollierten Zone (Anhang 1 StSV) und den Geltungsbereich der StSV (Anhang 2 StSV).

In der VUORS und der Richtlinie HSK-R-07 sind die Anforderungen an die Schutz- und Überwachungsmaßnahmen von kontrollierten Zonen definiert.

Die Anforderungen an Lagerräume sind in Art 59, Art. 69-70, Art. 75 StSV und Art. 10, Art. 15 VUORS geregelt.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Zonenkonzept des Hotlabors entspricht den Anforderungen der StSV, Richtlinie HSK-R-07 und der VUORS. Die kontrollierte Zone des Hotlabors umfasst alle Räume, in denen die radiologischen Bedingungen dies erfordern. Die Begründung des PSI für die Einstufung der gesamten kontrollierten Zone als Zonentyp II ist nachvollziehbar und wird unter den gegebenen Umständen vom ENSI akzeptiert, obwohl dies im Vergleich zu den Kernkraftwerken aussergewöhnlich ist.

Aufgrund von zahlreichen Vorkommnissen in Kernanlagen weltweit haben die schweizerischen Kernkraftwerke ihre Zonen- und Systemgrenzen systematisch überprüft und mit betriebsinternen Vorgaben, basierend auf Zonen- und Barrierenkonzepten, verglichen. Die dabei gesammelten Erfahrungen ergaben, dass trotz qualitätssichernder Massnahmen bei Planung, Errichtung, Änderung und Betrieb Schwachstellen an den Zonengrenzen und Systembarrieren festgestellt wurden. Die vom PSI erstellte Liste der periodisch kontrollierten Einrichtungen zur Gewährleistung der Integrität der Zonengrenzen<sup>62</sup> enthält zwar die wichtigsten Komponenten, ist jedoch nicht vollständig. Zudem kann aus den Angaben des PSI nicht abgeleitet werden, welches Konzept bei der Abgrenzung zwischen potentiell radioaktiven und inaktiven Systemen angewendet wird und ob das SAMA-Programm alle Barrieren vollständig abdeckt.

Aus diesem Grund sieht das ENSI eine systematische Überprüfung des Zonen- und Barrierenkonzepts, und gegebenenfalls daraus abgeleitete Nachbesserungen von Systemabgrenzungen und Durchdringungen in den Zonenaussengrenzen, als eine dem Stand von Wissenschaft und Technik angemessene Aufgabe an und stellt hiermit folgende Forderung:

#### **Forderung 5.3-1:**

*Das PSI hat bis Ende 2013 die baulichen und technischen Anforderungen der Bauwerke inkl. der Bauwerksabdichtungen sowie der Systeme an den Grenzen der kontrollierten Zone sowie an den Systemgrenzen aktiver zu inaktiver Systeme regelmässig und systematisch zu überprüfen und gegebenenfalls den Vorgaben entsprechend anzupassen. Diese umfassende Überprüfung ist periodisch, mindestens alle fünf Jahre, zu wiederholen.*

Die Periode von 5 Jahren wurde infolge der mit dem Forschungsbetrieb verbundenen häufigeren Änderungen gewählt. Die Lagerung von radioaktiven Materialien ist im Laufe der langjährigen Betriebserfahrung stetig verbessert worden, insbesondere wurden in den Betriebsvorschriften die Anforderungen an die Lagerung infolge der Auswertung von Vorkommnissen bezüglich Alterungseffekte, fehlende Kennzeichnungen und mangelhafter Kontrollmessungen präzisiert, sodass sie den Vorgaben entsprechen.

### 5.3.3 Schutz- und Überwachungskonzept gegen Kontaminationsverschleppung, Personenkontamination und Inkorporation

#### Angaben des PSI

Das Schutzkonzept zur Verhinderung von Inkorporationen besteht aus organisatorischen und technischen Schutzmassnahmen, insbesondere in der konsequenten Unterdruckstaffelung, dem Überwachungskonzept gegen Inkorporationen und der routinemässigen Inkorporationskontrolle, der das gesamte, beruflich strahlenexponierte Personal im Hotlabor entsprechend der individuellen Gefährdung unterzogen wird.

Die Benutzung dichter Unterdruckzellen für Arbeiten mit offenen radioaktiven Stoffen verhindert die Kontamination der Raumluft. Einer möglichen Überdrucksituation wird bei der Planung in schriftlichen Sicherheitsbetrachtungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Das Austreten von Kontaminationen beim Verschieben von Material aus den Unterdruckzellen wird durch technische Massnahmen, wie Zellenunterdruck, hohen Luftdurchsatz und ausgeklügelte Schleusentechnik, verhindert. Das Öffnen der Türen von Unterdruckzellen bedarf einer Dekontamination der Zelleninnenseite. Gemäss den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> ist jede Zelle mindestens mit einer Schleuse ausgestattet die es ermöglicht, das für den Normalbetrieb benötigte Material ein- und auszuschleusen, ohne dass dabei der Unterdruck in der Zelle wesentlich verringert wird. Bei Alpha- und Alpha/Beta/Gamma-Zellen muss für das Ausschleusen die Ausschweisstechnik oder das Doppeldeckelsystem verwendet werden. Die Vorgehensweise zur Verschiebung von Spaltstoffen innerhalb des Hotlabors ist in den Hotlabor-internen Vorschriften, wie z. B. den Betriebsvorschriften und dem KBUCH, dargelegt. Je nach Inhalationsgefahr dürfen kleine Aktivitätsmengen unter Beachtung der angeordneten Schutzmassnahmen auch ausserhalb der Unterdruckzellen gehandhabt werden.

Zum Überwachungskonzept gegen Inkorporationen von Alpha-Partikeln gehören die Raum- und Atemluftüberwachungen der Plutonium(Pu)-Labors. Die Raumluftüberwachung erfolgt kontinuierlich, wobei die Probenluft vor den Raum-Abluftfiltern entnommen und analysiert wird. Überschreitungen der Alarmschwelle werden vor Ort und auch im Kontrollraum signalisiert. Die Atemluftüberwachung erfolgt mittels Andockens des persönlichen Atemluftfilters an die jeweilige Arbeitsstelle (etwa 90 Andockstellen). Vor Arbeitsbeginn sind neue Filter in die Filterhalter einzulegen, die nach jedem Arbeitstag ausgewechselt und ausgemessen werden. Ausserhalb der Pu-Labors erfolgt die Atemluftüberwachung auf Alpha-Partikeln diskontinuierlich je nach Notwendigkeit. Es werden dafür mobile Laborluft-Sammler eingesetzt. Hinzu kommen die regelmässigen Kontaminationskontrollen von Wischtests auf Oberflächen, von Bodenwischtüchern und von der Atemluft mit Triplanfiltern durch das Strahlenschutzpersonal. Die Messprotokolle werden durch den Betriebsstrahlenschutz elektronisch archiviert.

Die Pu-Labors sind mit Monitoren zur Alpha-Kontaminationskontrolle ausgerüstet. Diese Monitore werden bedarfsweise beim Arbeiten an den Handschuhboxen sowie beim Verlassen der Arbeitsbereiche benutzt. Beim Verlassen des Trakts mit den Pu-Labors muss ein Alpha/Beta/Gamma-Hand-Fuss-Monitor betreten werden. Durch die vorgeschriebene Nutzung der Hand-Fuss-Monitore vor und in den Garderoben werden Personenkontaminationen und unbeabsichtigtes Verschleppen von Radioaktivität in die Umwelt beim Verlassen der kontrollierten Zone überwacht. Bei der Vorkontrolle wird das Personal auf Beta/Gamma- und bei der Endkontrolle auf Alpha/Beta/Gamma-Kontaminationen überprüft. Das PSI überprüft die Anschaffung eines Ganzkörpermonitors<sup>62</sup>, der vorrangig zur Kontaminationskontrolle bei Arbeiten mit erhöhtem Kontaminationsrisiko eingesetzt werden soll. Damit soll auch die Tauglichkeit als Zonenausgangsmontior getestet werden.

Die Zuständigkeiten für Beschaffung und Aufbewahrung von Schutzmitteln wie z. B. Handschuhe, Dichtungen, Lagerbehälter, Filter, Schutzanzüge und Atemschutzmasken, sind in den Aufgabenlisten der Betriebsgruppe und im SAMA-Programm festgelegt.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

In der VUORS und der Richtlinie HSK-R-07 sind die Anforderungen an die Schutz- und Überwachungsmaßnahmen von kontrollierten Zonen definiert. Gemäss Art. 19 VUORS muss am Ausgang der kontrollierten Zone, die Arbeitsbereiche des Typs A enthält, für die Überprüfung der Kontamination von Personen ein geeigneter Personenmonitor fest installiert sein.

## Beurteilung des ENSI

Seit der Inbetriebnahme des Hotlabors sind Aktivitätsfreisetzungen, die die Sicherheit des Personals gefährden, nur selten aufgetreten (vgl. Kapitel 5.1). Die technischen und administrativen Schutzmassnahmen sind folglich ausreichend. Der Vorrat an Schutzmitteln sowie deren Einsatztauglichkeit (Kontrolle der max. Verwendungsdauer) wird durch die Betriebsgruppe gewährleistet. Das Schutzkonzept erfüllt die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07 und der VUORS bis auf einen Aspekt. Das Aus- und Einschleusen von Materialien, Werkzeugen und Abfällen an den Unterdruckzellen ist eine strahlenschutztechnisch herausfordernde Tätigkeit, die trotz technischer Hilfsmittel in der Vergangenheit Anlass zu Kontaminationsverschleppungen und Inkorporationen gab. Durch die Erfahrung des Personals und durch die immer weiter entwickelte Schleusentechnik, wurden diese Tätigkeiten sicherer. Das ENSI beurteilt die Technik als ausreichend, sieht jedoch Handlungsbedarf bei der praktischen Ausbildung der Mitarbeitenden.

### Forderung 5.3-2:

*Das Ein- und Ausschleusen von Materialien, Werkzeugen und Abfällen an den Unterdruckzellen ist nur geübten Hotlabor-Mitarbeitenden zu erlauben. Unerfahrene Mitarbeitende sind an Mock-up-Schleusen zu instruieren und zu trainieren. Schwierige Ausschleuseprozeduren sind nur im Beisein einer Strahlenschutzfachkraft zu erlauben. Training und Wiederholungsschulung von Ein- und Ausschleusevorgängen sind zu dokumentieren. Diese Massnahmen sind bis Ende 2012 umzusetzen. Entsprechende Regelungen sind in den Betriebsvorschriften zu treffen.*

Das Überwachungskonzept gegen Kontaminationsverschleppung, Personenkontamination und Inkorporation hat sich grösstenteils bewährt. Die Garderobenräume sind klein und erlauben kein zügiges Ausschleusen grösserer Personengruppen aus der kontrollierten Zone. Das ENSI hat die bisherigen Hand- und Fussmonitore akzeptiert, da diese auch mit einer Kleidersonde ausgerüstet sind. Jedoch ist diese Personenkontaminationskontrolle umständlich und entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Das Vorhaben des PSI, einen Ganzkörpermonitor anzuschaffen, wird daher vom ENSI als zielgerichtete Anpassung gesehen.

## 5.3.4 Schutz- und Überwachungskonzept vor äusserer Bestrahlung

### Angaben des PSI

Laut den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> werden die Strahlenquellen in der kontrollierten Zone so abgeschirmt, dass auf allen Verkehrsflächen und in den Laborbereichen Gamma-Dosisleistungen vorherrschen, die einem Gebietstyp V gemäss Richtlinie HSK-R-07 entsprechen. Andere Gebietstyp-Einteilungen sind möglich. Sie werden entsprechend gekennzeichnet und verlangen besondere Zutritts-Voraussetzungen. Dies gilt insbesondere für die Bereiche um die Heissen Zellen.

Zur Überwachung der Ortsdosisleistungen sowie der arbeitsplatzspezifischen externen Dosis gehören die monatlichen Kontrollen der Beta/Gamma-Dosisleistungen durch das Strahlenschutzpersonal an 28 Stellen im Gebäude mit tragbaren Messgeräten. Hinzu kommen ortsfeste Dosisleistungsmessgeräte in allen Laborräumen, welche mit einer Alarmlogikeinheit für die akustische und optische Signalisierung ausgerüstet sind.

Die personenspezifische externe Dosis wird durch das Tragen von persönlichen Dosimetern überwacht. Die am PSI generellen Vorgaben zur Personendosimetrie sind in einer Verfahrensanweisung der ASI festgelegt. Gemäss dem Sicherheitsbericht trägt das Personal für Arbeiten, bei denen ausserordentliche

Strahlenexpositionen nicht ausgeschlossen werden können, zusätzliche Dosimeter (z. B. elektronische Personendosimeter mit Warn- und Alarmschwellen und/oder Fingerdosimeter). Diese arbeitsplatzspezifischen Vorgaben werden durch das Strahlenschutzpersonal vor Ort oder durch die Vorgaben in den Strahlenschutzplanungen bestimmt.

Die Auswertung der Dosimeter sowie die Dokumentation der Personendosen unterstehen der Personendosimetriestelle des PSI, welche eine Anerkennung des ENSI erhalten hat.

Die Neutronen-Dosis-Überwachung erfolgt mittels ortsfester Neutronendosimeter. Zusätzlich ist ein Neutronen-Dosisleistungsmessgerät im Hotzellen-Bedienungsgang installiert.

Gemäss Kapitel 11.6 des Sicherheitsberichts betrug die mittlere Jahresmitarbeiterdosis im Zeitraum von 1962 bis 2005 1,57 mSv/Jahr bei einer Personenkollektivdosis von 2279 mSv und 1452 Personenjahren. Bei ca. 10 % der beruflich strahlenexponierten Personen im Hotlabor sind Inkorporationsdosen zu verzeichnen gewesen, wobei diese im Vergleich zur externen Strahlenexposition klein sind.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

In der Richtlinie HSK-R-07 sind die Anforderungen an die Schutz- und Überwachungsmassnahmen von kontrollierten Zonen definiert. Die VUORS präzisiert diese für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen insbesondere für Arbeitsbereiche.

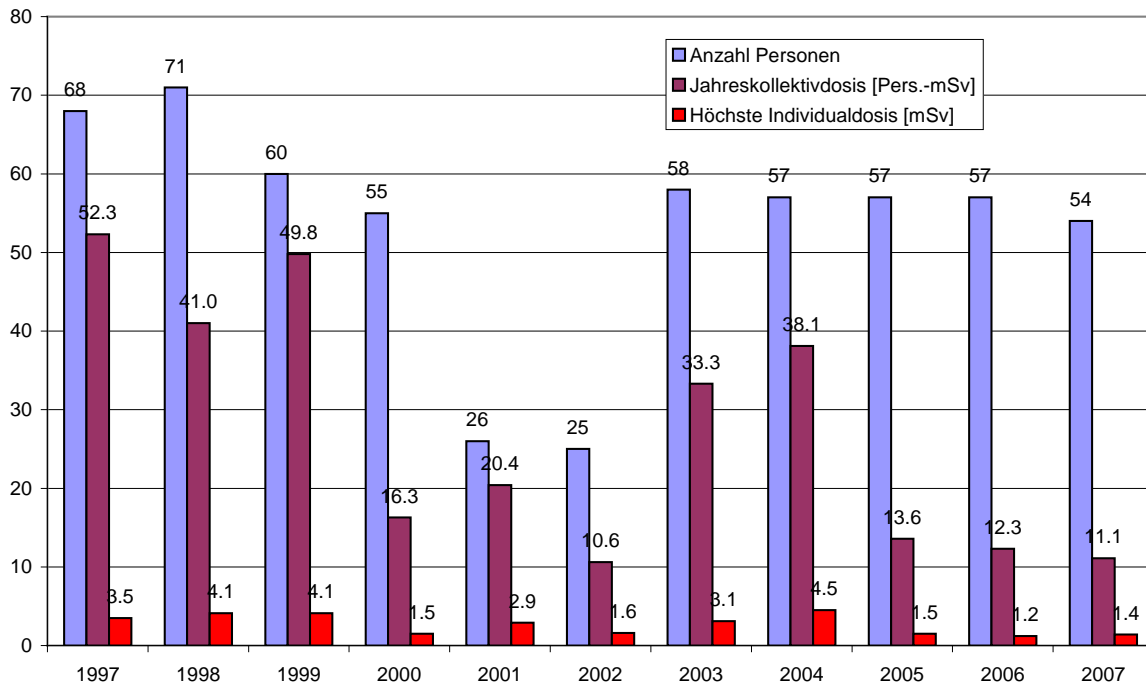
Im Weiteren stützt sich die Beurteilung auf Art. 6, 34, 35, 37, 42, 43 und 44 der StSV, die Verordnung über die Personendosimetrie vom 7. Oktober 1999 (Dosimetrieverordnung, SR 814.501.43) und die Richtlinie ENSI-B09 zur Erfassung und Meldung der Dosen des strahlenexponierten Personals.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Schutz- und Überwachungskonzept vor äusserer Bestrahlung erfüllt die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07 und der VUORS. Das Konzept hat sich bewährt. Dies zeigt auch die Analyse der gemeldeten Personendosen. Neben der vom PSI dargestellten Auswertung hat das ENSI insbesondere die Daten der letzten 10 Jahre analysiert. In Abb. 5.3-1 sind die gemeldeten Personendosen des Hotlabors in der Periode 1997-2007 aufgezeichnet. In diesem Zeitbereich gab es keine Überschreitung eines gesetzlichen Grenzwerts. Die niedrige Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen in den Jahren 2001 und 2002 ist durch die Sanierung des Hotlabors bedingt gewesen. In den Jahren 2000 bis 2002 war zeitweise die Hälfte der Räumlichkeiten des Hotlabors temporär aus der kontrollierten Zone herausgenommen worden, weshalb sich hier auch die Kollektivdosis gegenüber den Vorjahren verringert hat. Insgesamt ist eine Abnahme der Kollektivdosis in den betrachteten 10 Jahren zu erkennen. Auch die mittlere Personendosis in den Jahren 2005 bis 2007 von 0,22 mSv/Jahr liegt deutlich unter den Werten früherer Dekaden.

Die Ortsdosisleistungen lagen stets unter den zulässigen Vorgaben des PSI.

Abb. 5.3-1: Personendosisdaten des Hotlabors der Jahre 1997-2007 (TLD-Dosisangaben inkl. Inkorporationsdosen)



Die Vorgaben der Dosimetrieverordnung und der Richtlinie ENSI-B09 zur Erfassung und Meldung der Dosen des strahlenexponierten Personals werden eingehalten.

## 5.4 Radioaktive Emissionen und Umgebungsüberwachung

### 5.4.1 Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt

Die Bewilligung 6/2003<sup>15</sup> regelt die Abgaben von radioaktiven Stoffen über die Abluft und das Abwasser sowie die zulässige Direktstrahlung. Einzelheiten werden im Reglement für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und der Direktstrahlung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts<sup>19</sup> festgelegt (vgl. auch Kapitel 2.2.3).

Die Abluft des Hotlabors wird gemeinsam mit der Abluft aus anderen Kernanlagen (DIORIT, Abfalllabor, NAGRA-Labor) und Anlagen im Aufsichtsbereich des BAG (Zentrum für radiopharmazeutische Wissenschaft, Radonkammer) in den Hochkamin PSI-Ost eingeführt und an die Umgebung abgegeben.

In der Abwasseraufbereitung des Hotlabors werden nicht nur die radioaktiven Abwässer aus dem Hotlabor sondern alle radioaktiv kontaminierten Abwässer des PSI-Ost behandelt. Eine getrennte Bilanzierung entsprechend dem Entstehungsort der Abwässer wird nicht durchgeführt.

Bis Ende 1997 wurden vom ENSI für jede einzelne Abgabestelle des PSI Abgabelimiten festgelegt. Seit Anfang 1998 wurden diese Limiten aufgehoben. An deren Stelle tritt nun der quellenbezogene Dosisrichtwert. Zur Verhinderung einer Überschreitung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts wurden vom PSI für die einzelnen Abgabestellen zur Überwachung der Langzeitabgaben Dosiskontingente und zur Überwachung der Kurzzeitabgaben aktivitätsbasierte Interventionsschwellen festgelegt. Den Nachweis für die Einhaltung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts erbringt der Gesuchsteller mit Hilfe des vom ENSI validierten Computerprogramms ESS-41.

Seit der Inbetriebnahme des Zwischenlagers ZWILAG in der direkten Nachbarschaft zum PSI im Jahr 2000 wird der quellenbezogene Dosisrichtwert zwischen den Anlagen des PSI (0,15 mSv) und des ZZL (0,05 mSv) aufgeteilt.



### **Angaben des PSI**

Die Bilanzierung der über den Hochkamin abgegebenen Aerosolpartikel erfolgt nuklidspezifisch. Zusätzlich werden die Abgaben an Jod-Isotopen und Tritium bilanziert. Die Abgaben von Edelgasen aus Brennstäben werden von Fall zu Fall vor Ort im Hotlabor rechnerisch erfasst und bilanziert. Der Betriebsstrahlenschutz legt für alle Abgabestellen Dosiskontingente fest.

Das im Hotlabor aufbereitete radioaktive Abwasser wird in Kontrolltanks gesammelt. Von jedem vollen Tank werden repräsentative Proben erhoben, die quantitativ mittels Gammaskopie, Alpha- und Beta-Totalaktivität ausgewertet werden. Wenn das Ergebnis unter den festgelegten Grenzwerten liegt, werden die Tankfüllung über das Abwasserentsorgungssystem des PSI-Ost an die Aare abgegeben und die radioaktiven Abgaben bilanziert.

Die Bilanzierung wird von der Gruppe Radioanalytik und dem Betriebsstrahlenschutz durchgeführt. Die radioanalytischen Untersuchungen sind im QMH der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit als Verfahrensweisung<sup>63</sup> beschrieben und akkreditiert.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Beurteilungsgrundlagen für die Abgabelimitierung und die Überwachung der Emissionen radioaktiver Stoffe an die Umgebung sind Art. 7 und 80 StSV, die Richtlinien ENSI-G15 und HSK-G14 sowie das Abgabe- und Umgebungsüberwachungsreglement<sup>19</sup>.

Gemäss Art. 7 StSV entscheidet die Bewilligungsbehörde für welche Betriebe ein quellenbezogener Dosisrichtwert erforderlich ist und legt diesen fest.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Verfahren zur Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser am PSI erfolgt im Einklang mit der Bewilligung 6/2003<sup>15</sup> und dem Abgabereglement<sup>19</sup>.

Aus den Quartals- und Jahresberichten über die Emissionen des PSI geht hervor, dass in den Jahren 1998 und 1999 durch die Abgabestelle „Hochkamin“ 0,5 % resp. 0,3 % des quellenbezogenen Dosisrichtwerts für das PSI von damals 0,2 mSv ausgeschöpft wurden, seit dem Jahr 2002 lag die Ausschöpfung immer unterhalb von 0,2 % des maximal erlaubten Wertes von nunmehr 0,15 mSv. Bei den flüssigen Abgaben führten die gesamthaft vom PSI abgegebenen Aktivitäten in den Jahren 1998 bis 2007 immer zu Dosen kleiner als 0,1 % des quellenbezogenen Dosisrichtwerts.

## **5.4.2 Umgebungsüberwachung**

### **Angaben des PSI**

Das PSI meldet in den Quartals- und Jahresberichten die Ergebnisse der Umgebungsüberwachung. Im Sicherheitsbericht Kapitel 11.5.3 ist das Umgebungsüberwachungskonzept zusammengefasst. Die Ortsdosisleistung rund um das Hotlabor wird von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit (ASI) gemäss deren Weisung AW-96-05-02<sup>64</sup> periodisch an verschiedenen Stellen überwacht. Zusätzlich wird über ein Dosimeternetz die Ortsdosis am Zaun des PSI-Überwachungsareals und in der Umgebung des PSI quartalsweise kontrolliert. Der Prozess ist im QM-Handbuch der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit als Verfahrensweisung Umgebungsdosimetrie<sup>65</sup> beschrieben und akkreditiert.

Die Immissionsmessungen sind Teil des Umgebungsüberwachungsprogramms, welches im Abgabereglement definiert ist. Das QM-Handbuch der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit beinhaltet einen akkreditierten Prozess zur radiologischen Untersuchung an Umweltproben<sup>66</sup>.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Beurteilungsgrundlagen für die Immission sind Art. 102 - Art. 104 StSV und das Abgabe- und Umgebungsüberwachungsreglement<sup>19</sup>.

## Beurteilung des ENSI

Die Überwachung hinsichtlich Direktstrahlung am Zaun und Immissionen aus radioaktiven Emissionen erfolgt für das gesamte PSI nach den Erfordernissen des Abgabereglements. Über die Messwerte wird dem ENSI quartalsweise berichtet. Die notwendigen Teilprozesse sind im QM-Handbuch der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit beschrieben und akkreditiert. Das ENSI hat anlässlich jährlicher Inspektionen die technischen und organisatorischen Massnahmen bei der Emissions- und Immissionsüberwachung überprüft. Die Überwachung wird nach dem Stand von Wissenschaft und Technik durchgeführt.

Weder bei den Ortsdosismessungen an Zaun und Umgebung, noch bei Aktivitätsmessungen auf Vaselineplatten, Luftfiltern, in Regenwasser oder Bodenproben ergaben sich gemäss den Quartals- und Jahresberichten der Jahre 1998 bis 2007 Immissionen, welche mit dem Betrieb des Hotlabors in Zusammenhang stehen.

## 5.5 Entsorgung

### 5.5.1 Entstehung, Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle im Hotlabor

#### Angaben des PSI

Zur Entstehung, Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle werden im Sicherheitsbericht in verschiedenen Kapiteln Aussagen gemacht. Im Folgenden sind diese zusammengestellt:

- Hinsichtlich der Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle ist die Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.
- Für bestimmte Abfallströme, die nicht ohne Vorbehandlung ans radioaktive Abfallwesen abgegeben werden können, wurden spezielle Konditionierungs-Einrichtungen aufgebaut.
- Das Untergeschoss enthält eine Abfallkonditionierungseinrichtung sowie Lagerräume für radioaktive Materialien und Geräte/Einrichtungen.
- Die Kellerhotzelle (HZ 6) dient der Vorbehandlung von festen radioaktiven Abfällen. Der Nordwestteil der Kellerhotzelle ist mit einer dünnen Wand lüftungsmässig abgetrennt. Diese Hotzelle 6a enthält den Auffangtank für die Hotzellenabwässer und eine Lagerwanne für in Kleingebinde abgefüllte flüssige radioaktive Abfälle.
- Das Abfalllager OHLA/305b dient der Zwischenstapelung von Abfallfässern und der Zusammenstellung von Abfall-Losen für die Abgabe und Konditionierung in der Sektion „Rückbau und Entsorgung“ (Sektion RBE) des PSI.
- Die radioaktiven Betriebsabfälle des Hotlabors werden gemäss den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-14 behandelt. Je nach Aktivität, physikalisch-chemischer Form und Abfallgeometrie werden diese Rohabfälle in eine grössere Zahl von Abfallkategorien unterteilt. Sie werden entweder im Hotlabor und/oder durch die Sektion RBE konditioniert und zwischengelagert. Neben den im Hotlabor anfallenden radioaktiven Abfällen nimmt der Gesuchsteller auch die schweizweit anfallenden Abfälle aus den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung entgegen. Je nach Aktivität dieser Abfälle muss deren (Teil-)Konditionierung ebenfalls im Hotlabor erfolgen.
- Feste Abfälle: Die festen Abfälle werden gemäss den Betriebsvorschriften des Hotlabors<sup>27</sup> und der internen Weisung AW-43-97-14<sup>34</sup> sortiert. Abfälle mit einer ODL  $\leq 5$  mSv/h werden an die Sektion RBE abgegeben. Abfälle mit einer ODL  $\geq 5$  mSv/h werden gemäss AW-43-99-19<sup>67</sup> im Hotlabor vorkonditioniert.

- Flüssige Abfälle: Zudem werden im Hotlabor die gesamten flüssigen schwach radioaktiven Abfälle aus dem PSI-Areal Ost gesammelt und aufgearbeitet. Die schwach radioaktiven und die potentiell kontaminierten Abwässer des PSI-Ost werden mittels Ultrafiltration gereinigt und nach einer Aktivitätskontrolle in die Kontrollkammer PSI-Ost abgegeben<sup>68</sup>. Die Filterschlämme der Ultrafiltration werden getrocknet und der Sektion RBE zur weiteren Konditionierung abgegeben. Alle flüssigen Abfälle und Konzentrate, die nicht über das System für schwach radioaktive oder kontaminierte Abwässer gereinigt werden können, müssen für die Abgabe verfestigt werden. Die stark radioaktiven Flüssigkeiten werden in der FIXBOX verfestigt.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 25 Abs. 2 StSG und Art. 30 Abs. 1 KEG ist mit radioaktiven Stoffen grundsätzlich so umzugehen, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen.

Radioaktive Abfälle sind gemäss Art. 54 Abs. 1 KEV möglichst rasch zu konditionieren, wobei das Ansammeln von unkonditionierten Abfällen im Hinblick auf periodische Konditionierungskampagnen gestattet ist. Zur Herstellung eines konditionierten Abfallgebindes ist gemäss Art. 54 Abs. 4 KEV eine Typen- oder Einzelgenehmigung des ENSI erforderlich. Die detaillierten Anforderungen an die Konditionierung von Abfallbinden sind in der Richtlinie ENSI-B05 (vormals HSK-R-14) festgelegt.

Die Richtlinie ENSI-G04 regelt die Zwischenlagerung (konditionierter) radioaktiver Abfälle.

Die durch das ENSI ausgestellte Bewilligung (HSK-Bewilligung 5/2003 vom 15. Juli 2003) für den Umgang mit radioaktiven Stoffen am PSI umfasst u. a. das Bearbeiten und das Lagern von radioaktiven Stoffen, wobei unter radioaktiven Stoffen sämtliche Stoffe, Gegenstände und Abfälle gemäss Art. 1 Abs. 1 StSV zu verstehen sind. Gemäss Auflage 1 dieser Bewilligung ist beim Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen die VUORS anzuwenden. Diese Verordnung legt u. a. auslegungsspezifische Anforderungen an Lagerstellen fest, und sie sieht operationelle Massnahmen hinsichtlich der Lagerung von offenen Strahlenquellen vor. Gefässe mit nicht konditionierten radioaktiven Abfällen, sowie die Räumlichkeiten, in welchen diese gelagert werden, fallen unter diese Bestimmungen.

Art. 69 StSV legt die Anforderungen an die Arbeitsbereiche für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen fest.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Kapitel 14 des Sicherheitsberichts enthält Angaben über die im Hotlabor entstehenden und/oder zu behandelnden Abfallströme, über die Lagerräumlichkeiten und teilweise über die Behandlung dieser Abfälle im Hotlabor. Es nimmt Bezug zu den Weisungen AW-43-89-11<sup>27</sup>, AW-43-97-14<sup>34</sup>, AW-43-99-19<sup>67</sup>, AW-43-06-03<sup>68</sup> und AW-43-07-02<sup>69</sup>, wo weitere Aspekte der Abfallsammlung, -behandlung, -lagerung bzw. -entsorgung behandelt werden. Zur Beurteilung musste das ENSI die einzelnen Referenzdokumente sowie weitere Unterdokumente sichten und auswerten; die Ergebnisse dieser Auswertung sind im Detail in der Aktennotiz ENSI 22/870 Rev. 1 vom 11. Mai 2012<sup>70</sup> dokumentiert. Die nachfolgende Bewertung erfolgt hinsichtlich der Aspekte der Abfallströme/Abfallgebände, der Abfall-Konditionierung und der Abfall-lagerung.

#### Abfallströme

Die radioaktiven Substanzen/Proben, die nicht inventarisiert werden und über die nicht Buch geführt wird, sowie die nicht weiter für den Experimentierbetrieb oder zur Beweissicherung notwendigen Materialproben, sind periodisch zu entsorgen [Betriebsvorschriften AW-43-89-11 Rev. 17]<sup>27</sup>. Die im Hotlabor entstehenden festen und flüssigen Betriebsabfälle sind in AW-43-97-14<sup>34</sup> und AW-43-99-19<sup>67</sup> beschrieben. Zusätzlich zu den eigenen Betriebsabfällen werden beim Hotlabor zwei weitere Abfallströme zur Behandlung angeliefert:

- MIF-Abfälle, die nicht in der Sektion RBE behandelt werden können, beispielsweise aufgrund zu hoher Dosisleistung<sup>4, 34</sup>; sowie

- sämtliche schwachaktive Abwässer aus dem PSI-Ost<sup>4, 68</sup>.

Die im Hotlabor entstehenden bzw. zu behandelnden Abfallströme sind aus Sicht des ENSI ausreichend beschrieben.

#### Abfallgebindetypen

Über die im Hotlabor hergestellten Abfallgebindetypen enthält der Sicherheitsbericht keine Angaben. Die verschiedenen Abfallgebindetypen (AGT) aus dem Hotlabor sind jedoch in Beilage 1 der allgemeinen Weisung über die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem Hotlabor<sup>34</sup> graphisch abgebildet. Aus den Hotlabor-Aktivitäten fallen fünf unterschiedliche PSI-AGT mit folgenden Bezeichnungen an: AGT 2, AGT 3, AGT 4, AGT 6 und AGT 11 sowie der FIXBOX-AGT, wobei der AGT 6 abgeschlossen ist und der AGT 11, der FIXBOX-AGT sowie ein Untertyp des AGT 2 im Hotlabor selbst hergestellt werden; die übrigen AGT werden in der Sektion RBE produziert. Das ENSI hat die AGT 2 und 3 beurteilt und genehmigt. Für die revidierten Spezifikationen des AGT 4 und des FIXBOX-AGT hat das ENSI eine Typenprüfung angeordnet. Die endkonditionierten Abfallgebinde werden in das Bundeszwischenlager BZL eingelagert.

Der AGT 11 gilt bislang formal als „nicht endkonditioniert“. Für diesen AGT hat das ENSI lediglich der Vorkonditionierung und Aufbewahrung im BZL zugestimmt<sup>71</sup>. Das PSI sieht nun aber vor, die Gebinde des AGT 11 in der jetzigen Form (Stahlzylinder mit verpressten bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfällen) unverändert, bis zur Endlagerung, im BZL in KC-T12-Containern zwischenzulagern. Das ENSI stellt fest, dass die Gebinde des AGT 11 unter diesen Umständen faktisch als endkonditionierte Gebinde zu betrachten sind, und dass dafür noch eine Endlagerfähigkeitsbescheinigung und eine Typengenehmigung erforderlich sind. Deshalb hat das ENSI das PSI aufgefordert, für diesen AGT die Spezifikation zu revidieren und einen Genehmigungsantrag beim ENSI zu stellen<sup>72</sup>.

#### Abfallkonditionierung

Feste, nicht pressbare Abfälle des Hotlabors werden als PSI-AGT 2 konditioniert; die Abfallstücke werden in 200-l-Fässer mit Mörtel verfüllt. Rohabfälle mit geringer ODL werden in der OP-Box bei der Sektion RBE konditioniert, Sperrgutabfall mit hoher ODL hingegen in der Hotzelle HZ4 des Hotlabors. Die Spezifikation des AGT 2<sup>73</sup> wurde vom ENSI beurteilt und freigegeben<sup>74, 75</sup>. Allerdings geht die AW-43-97-14<sup>34</sup> praktisch nicht auf diesen AGT ein.

Feste, schwachaktive pressbare Abfälle aus dem Hotlabor werden gemäss der Spezifikation TM-43-99-03 als PSI-AGT 3 konditioniert<sup>76</sup>. Dieser AGT wurde für schwachaktive, Pu-kontaminierte Pressabfälle geschaffen. Die Rohabfälle werden im Hotlabor wenn nötig zerkleinert und in 100-l-Fässer verpackt. Letztere werden im Abfalllabor der Sektion RBE verpresst und anschliessend in ein mit inaktivem Zementboden und Seitenarmierung vorbereitetes 200-l-Fass verpackt (4 Presslinge/Fass) und schliesslich mit Vergussmörtel vergossen. Das ENSI hat die Spezifikation beurteilt und die Herstellungsfreigabe erteilt<sup>77</sup>.

Feste, pressbare Pu-haltige und Pu-kontaminierte Abfälle aus den heissen Zellen sowie den Handschuhboxen des Hotlabors sollen fortan gemäss der revidierten und neu beurteilten Spezifikation des AGT 4 konditioniert werden<sup>78</sup>.

Ausschliesslich im Hotlabor hergestellt wird der AGT 11 (Verpressen und Verpacken von bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfällen in Stahlzylinder, gemäss AW-43-99-1967).

Im Hotlabor werden auch sämtliche schwachaktiven Abwässer des PSI-Ost behandelt. Die Behandlung der radioaktiven Abfälle aus der Abwasseraufbereitung ist in der AW-43-06-03 (Rev. 2)<sup>69</sup> bzw. AW-43-97-14 (Rev. 6)<sup>34</sup> und übergeordnet in den Betriebsvorschriften AW-43-89-11 (Rev. 17)<sup>27</sup> geregelt.

Schliesslich fallen im Hotlabor stark radioaktive Abfalllösungen insbesondere aus der Brennstoffanalytik an. Diese sollen im Hotlabor in der Fixbox-Anlage verfestigt werden. Im Hinblick auf die Konditionierung dieser Abfälle muss das PSI eine Typenprüfung durchführen<sup>79, 80</sup>.

Das ENSI stellt fest, dass die Aspekte der Abfallbehandlung hinreichend abgedeckt sind.

### Abfallagerung:

Die schwach radioaktiven Abfälle aus dem Hotlabor werden grundsätzlich an die Sektion RBE zur Konditionierung und Zwischenlagerung abgegeben. Das Abfalllager OHLA/305b dient der Zwischenstapelung von Abfallfässern und der Zusammenstellung von Abfall-Losen für die Abgabe und Konditionierung in der Sektion RBE.

Einzelne Abfallströme werden jedoch, wie in den vorgängigen Abschnitten dargelegt, auch im Hotlabor selbst behandelt/konditioniert. Die entsprechenden Rohabfälle werden in der Regel im Hinblick auf ihre Verarbeitung in diversen Räumlichkeiten des Hotlabors gesammelt und gelagert. Die Orte an denen feste radioaktive Abfälle gelagert werden sind in der AW-43-97-14<sup>34</sup> geregelt.

Bezüglich der Lagerung von flüssigen Rohabfällen im Hotlabor verweist das ENSI an dieser Stelle auf den Bericht der zu diesem Schwerpunkt am 28. Oktober 2009 durchgeführten Inspektion<sup>81</sup>; hier hatte das ENSI Verbesserungsbedarf festgestellt; den diesbezüglichen Forderungen ist der Gesuchsteller per Ende 2011 nachgekommen (ENSI-Geschäft 22/09/030).

Das ENSI stellt fest, dass die Bestimmungen gemäss Art. 54 KEV, wonach radioaktive Abfälle nur im Hinblick auf periodische Konditionierungskampagnen gesammelt werden dürfen, in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> korrekt abgebildet sind. Es ist vorgesehen, dass alle radioaktiven Abfälle mindestens einmal pro Jahr über die Sektion RBE zu entsorgen sind. Die Belange der Abfalllagerung sind somit hinreichend abgedeckt.

## **5.5.2 Buchführung und Berichterstattung über die radioaktiven Abfälle im Hotlabor**

### **Angaben des PSI**

Im Sicherheitsbericht sind zur Buchführung und Berichterstattung über die radioaktiven Abfälle keine Angaben zu finden.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 84 StSV ist der Inhaber radioaktiver Abfälle zur Buchführung verpflichtet; er muss seine Bestände kontrollieren sowie die für die weitere Behandlung massgebenden Aktivitäten und die Zusammensetzung dokumentieren. Über (offene) Strahlenquellen ist gemäss Art. 134 Abs. 1 und Abs. 2 StSV Inventar bzw. Buch zu führen.

Gemäss Richtlinie ENSI-B02 ist in den Jahres- und Quartalsberichten jeweils über die radioaktiven Abfälle zu berichten; neu sind auch die Rohabfälle eingeschlossen (Richtlinie ENSI-B02, Anhang 2, Tab. 2.3). In den Jahresberichten ist auch über das Inventar der Strahlenquellen zu berichten.

### **Beurteilung des ENSI**

Gemäss den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> (AW-43-89-11 Kapitel 5.10 und 5.11) ist eine Buchführung einerseits für Kernbrennstoffe und andererseits für offene Strahlenquellen zu führen, wobei zum Inventar der offenen Strahlenquellen auch kleine Mengeneinheiten an Kernbrennstoffen ( $\geq 10$  mg und  $\geq 10'000$  LA) zu zählen sind. Somit gibt es im Hotlabor zwei verschiedene Buchführungssysteme. Für die korrekte Buchführung der radioaktiven Abfälle sind die Abfallbeauftragten des Hotlabors zuständig [Betriebsreglement AW-43-10-03 Rev. 1 vom 28.03.2011]<sup>26</sup>. Obwohl im Betriebsreglement (sowie in den Betriebsvorschriften) immer noch ein eindeutiger Verweis auf die Richtlinie ENSI-B02 hinsichtlich der „Berichterstattung über die radioaktiven Abfälle“ fehlt, führt das Hotlabor nun in seinen Quartalsberichten (z. B. Q3/2009, AN-43-09-09) eine Abfall-Inventarliste.

Das ENSI kommt zum Schluss, dass der Gesuchsteller für die im Hotlabor gelagerten Abfälle seiner Buchführungspflicht gemäss Art. 84 StSV und seiner Berichterstattungspflicht gemäss Richtlinie ENSI-B02 seit 2011 hinreichend nachkommt.

### 5.5.3 Stilllegung

#### Angaben des PSI

Die Stilllegung wird im Sicherheitsbericht in Kapitel 15 behandelt; dort wird auf den Bericht zur Hotlabor-Stilllegung<sup>82</sup> verwiesen. Es wurde geschätzt, dass beim Rückbau des Hotlaborgebäudes maximal 500 m<sup>3</sup> endkonditionierte schwach- und mittelaktive Rohabfälle anfallen würden. Aus den Erfahrungen der Hotlabor-Sanierung in den Jahren 2000-2002 schätzt der Gesuchsteller jedoch, dass die früher ermittelte Abfallmenge von 500 m<sup>3</sup> signifikant unterschritten werden kann, da ein Grossteil der anfallenden Materialien mit entsprechendem Personalaufwand freigemessen werden kann.

#### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

In Art. 16 KEG wird als Voraussetzung für die Erteilung einer Baubewilligung ein Plan für die Stilllegung verlangt und gemäss Art. 22 KEG hat der Bewilligungsinhaber diesen Plan nachzuführen. Art. 42 KEV legt die Bestimmungen zur Nachführung des Stilllegungsplans fest.

#### Beurteilung des ENSI

Das PSI hat beim Rückbau zweier Forschungsreaktoren, sowie bei der Sanierung des Hotlabors, wertvolle Erfahrungen gesammelt. Das ENSI stellt aber fest, dass der aus dem Jahre 1992 stammende Stilllegungsplan den dabei gewonnenen Erkenntnissen nicht Rechnung trägt und den Kriterien aus Art. 42 KEV nicht genügt.

#### Forderung 5.5-1:

*Der Stilllegungsplan TM-43-92-22 ist im Sinne von Art. 22 Abs. 2 Bst. k KEG sowie Art. 42 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. a und c KEV bis Ende 2017 nachzuführen. Insbesondere ist das beim Rückbau des Hotlabors erwartete Abfallvolumen aufgrund der im Sicherheitsbericht genannten Sanierungserfahrungen neu darzulegen. Ebenso sind die mobilen Experimentiereinrichtungen in die Abschätzung des endkonditionierten Abfallvolumens mit einzubeziehen.*

## 5.6 Transport und Transfer/Verschiebung von Kernmaterialien und anderen radioaktiven Stoffen

### 5.6.1 Regelungen zur Abwicklung von Transporten und Transfers/Verschiebungen

#### Angaben des PSI

Die Transporte von Strahlenquellen von und zur Anlage Hotlabor erfolgen in zertifizierten und länder-spezifisch validierten Transportbehältnissen. Die Hotlabor-interne Abwicklung solcher Transporte erfolgt nach den qualitätsgesicherten Regeln VART01<sup>83</sup> und AW-96-06-03<sup>84</sup>. Für die Abwicklung von Radionuklid-Transporten von und zur Anlage Hotlabor wurden die Regeln mit einer internen Weisung und mit Checklisten ergänzt.

Die Abwicklung von Transporten radioaktiver Stoffe ist im QM-System des Hotlabors als eigener Prozess ausgewiesen, welcher die Schnittstelle zur Verfahrensanweisung VART01<sup>83</sup> „Versand und Empfang radioaktiver Stoffe“ des gesamten PSI bildet.

Die Betriebsvorschriften<sup>27</sup> regeln im Detail den Umgang mit Spaltstoffen und radioaktiven Abfällen.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Art. 3 Bst. c und Art. 28 Bst. a StSG, Art. 76 und Art. 77 StSV sowie Art. 16 VUORS legen die Anforderungen an Transporte ausserhalb und innerhalb des Betriebsareals von Kernanlagen fest. In der Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GGBV, SR 741.622) werden die Anforderungen für die Einsetzung, die Pflichten und Kompetenzen des Gefahrgutbeauftragten geregelt.

## Beurteilung des ENSI

Das PSI besitzt die Bewilligung Nr. 09/2009 des ENSI für die Ausfuhr (Versand) und/oder Einfuhr (Empfang) von radioaktiven Stoffen von und zu Kernanlagen<sup>18</sup>. Sie ist gültig bis 31. Dezember 2019.

Der Umgang (darunter fallen definitionsgemäss auch Transporte und Transfers) mit Spaltstoffen und radioaktiven Abfällen ist in den Betriebsvorschriften AW-43-89-11<sup>27</sup> geregelt. Die Buchhaltungspflichten im Zusammenhang mit Transporten und Transfers von Kernmaterialien am PSI sind in der AW-01-02-02<sup>24</sup> „Kontrolle über Kernmaterialien am PSI“ geregelt. Die Anweisungen des PSI zu Transport und Transfer radioaktiver Materialien sind in VART01<sup>83</sup> bzw. VASU14<sup>85</sup> festgelegt. Zur Beurteilung musste das ENSI die einzelnen Referenzdokumente sowie weitere Unterdokumente sichten und auswerten; die Ergebnisse dieser Auswertung sind in ENSI 22/870 Rev. 1 vom 11. Mai 2012<sup>70</sup> dokumentiert.

Das ENSI kommt zum Schluss, dass die getroffenen Massnahmen zur sicheren Abwicklung der PSI-internen und externen Transportvorgänge ausreichend sind. Das ENSI stellt jedoch fest, dass die aktuellen Festlegungen zum „Transport radioaktiver Stoffe“ in den Betriebsvorschriften nicht abdeckend sind; auch fehlt dort jeglicher Bezug zur VART01<sup>83</sup> sowie zur VASU14<sup>85</sup>.

### Forderung 5.6-1:

*Die Betriebsvorschriften des Hotlabors sind bis Ende 2013 betreffend Abwicklung von Transporten und Transfers zu revidieren. Dabei sind insbesondere auch die Bezüge zu sämtlichen zutreffenden PSI-internen Anweisungen (z. B. VASU14 und VART01) zu berücksichtigen.*

## 5.6.2 Behälter für Transporte und Transfers/Verschiebungen

### Angaben des PSI

Die Transporte von Strahlenquellen von und zur Anlage Hotlabor erfolgen in zertifizierten und länderspezifisch validierten Transportbehältnissen. Stark gamma-strahlende Proben werden innerhalb des Hotlabors mit Hilfe abgeschirmter Transportflaschen verschoben.

Zum Transfer von radioaktiven Proben von einer Bearbeitungsstation zur nächsten stehen spezielle Techniken z. B. ein Transferbehälter mit Abschirmung zur Verfügung.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

ADR/SDR legen die massgebenden Vorschriften des Bundes für die Beförderung gefährlicher Güter auf den für Motorfahrzeuge geöffneten Strassen fest; darin enthalten sind auch die entsprechenden Vorschriften für die einzusetzenden Transportbehältnisse. Gemäss Art. 76 Abs. 5 StSV müssen sich der Versender und der Transporteur vergewissern, dass die Transportbehälter oder Verpackungen den massgebenden Vorschriften entsprechen und gewartet werden. Art. 16 VUORS legt die Anforderungen an die Verpackungen und Behälter für den Transport von radioaktiven Stoffen im Betriebsareal fest.

## Beurteilung des ENSI

### PSI-extern eingesetzte „Transportbehälter“:

Die PSI-QMH-Checkliste CLAHL10<sup>86</sup> listet die im Hotlabor für den nationalen/internationalen Strassen-transport eingesetzten Transportbehälter auf. Diese Liste bildet die, gemäss den massgebenden Vorschriften des Bundes für die Beförderung gefährlicher Güter auf den für Motorfahrzeuge geöffneten

Strassen, zulässigen Transportbehälter ab und gibt deren aktuellen Status wieder (freigegeben/gesperrt); ferner zeigt diese Liste für jeden aufgelisteten Behälter das Datum der Zertifikatsgültigkeit bzw. der nächsten WKP sowie die für die Behälter verantwortlichen PSI-Mitarbeiter an. Die Behälterliste ist zweckmässig und aktuell. Für jeden Behältertyp führt der Gesuchsteller Prüfnachweis-/Checklisten.

Die in der Liste CLAHL10<sup>86</sup> abgebildeten und mit „freigegeben“ bezeichneten Behälter sind grundsätzlich für den Transport radioaktiver Stoffe auf den für Motorfahrzeuge geöffneten Strassen geeignet.

#### PSI-intern verwendete „Transportbehälter“:

In den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> sind auch die Verantwortlichen für die beiden, im Sicherheitsbericht beschriebenen und für den Hotlabor-internen Einsatz bestimmten Transportflaschen aufgeführt. Die Handhabung dieser Flaschen ist in den zwei Arbeitsanweisungen AW-43-01-01<sup>87</sup> und AW-43-01-02<sup>88</sup> geregelt. Weitere, für den Hotlabor- bzw. werksinternen Gebrauch bestimmte Transportbehälter, wie beispielsweise der zur/zum Lagerung/Transfer hochaktiver Brennstofflösungen bestimmte Transportwagen oder die zum Transfer bestrahlter Brennstabsegmente bestimmte „NEURAP-Wechselflasche“, sind weder im Sicherheitsbericht noch in den Betriebsvorschriften aufgeführt; es ist auch nicht klar, ob es für diese Behälter Prüfnachweise und Handhabungsanweisungen gibt.

Für die im Hotlabor selbst oder im PSI-Betriebsareal bestimmten Transportbehälter ist zwar keine Zulassung oder Bauartbestätigung nach Gefahrgutrecht erforderlich, sie müssen aber den Anforderungen der VUORS genügen.

Das ENSI stellt fest, dass die eingereichten Unterlagen keine Übersicht über die im Zusammenhang mit dem Betrieb des Hotlabors PSI-intern (für Transfers und Verschiebungen) eingesetzten Transportbehälter enthalten, und dass für diese Behälter nicht konsequent Prüfnachweise und Handhabungsanweisungen geführt werden. Diesen Sachverhalt hatte das ENSI bereits anlässlich einer am 28. Oktober 2009 durchgeführten Schwerpunktinspektion festgestellt; eine entsprechende Forderung wurde bereits an den Gesuchsteller gestellt (siehe Inspektionsbericht ENSI 22/850 vom 24.11.2009). Diese Forderung wird nun wie folgt präzisiert:

#### **Forderung 5.6-2:**

*Zu sämtlichen für den internen Gebrauch bestimmten Transportbehältern des PSI, die beim Betrieb des Hotlabors zum Einsatz kommen bzw. sich im Verantwortungsbereich des Hotlabors befinden, ist bis Ende 2012 eine Übersicht zu erstellen mit Angaben über Herstellung, Qualifizierung, Einsatzzweck, Wartungsvorschriften, Zustand und Datum der letzten technischen Überprüfung sowie verantwortliche Stelle oder Person (bzw. Eigentümer). Diese Liste ist jährlich zu aktualisieren und dem ENSI zuzustellen.*



## 6 Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten

### 6.1 Klassierung und Freigabepflicht

#### Angaben des PSI

Die mit dem Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> eingereichte Aktennotiz<sup>7</sup> enthielt eine Liste mit der Klassierung der mechanischen und elektrischen Ausrüstungen sowie der Bauwerke des Hotlabors (vgl. Tab. 6.1-1). Basis für die Klassierung war, wie im Fachgespräch vom 26. Januar 2011<sup>89</sup> vereinbart, die sinn-gemässe Anwendung der Anforderungen der Richtlinie ENSI-G01.

Tab. 6.1-1: Sicherheitstechnisch klassierte Ausrüstungen und Bauwerke gemäss Gesuchsteller

	Sicherheits- klasse		Erdbeben- klasse	Bauwerks- klasse
Hotzellen 1-6	SK4		EK II	
Abgeschirmte Zellen	SK4		EK II	
Handschuhboxen	SK4		EK II	
LES-Boxenkette	SK4		EK II	
Notfortluftventilator mit Steuerung	SK4	0E	EK II	
Brandschutzklappen	SK4	0E	EK II	
Abluft Filterbänke im Raum OHLA 033 (Raum- und Zellenluft)	SK4		EK II	
Hilfssystem für Notfortluft (Druckluftspeicher)	SK4		EK II	
Aktivabwasser Sammel tanks und Zulauftank im Hotlabor	SK4		EK II	
Diesel-Notstromversorgung des Hotlabors	SK4	0E	EK II	
Ortsfeste Raumluftüberwachungsgerä te	SK4	0E	EK II	
Ortsfeste Dosisleistungsüberwa-chungsgerä te	SK4	0E	EK II	
Abluftüberwachung Hotlabor	SK4	0E	EK II	
USV-Anlagen 3+4		0E	EK II	
Brandmeldeanlage		0E	EK II	
Notrufanlage		0E	EK II	
Not- und Fluchtwegbeleuchtung	SK4	0E	EK II	
MSRI (Leitsystem)		0E	EK II	
Hotzellentrakt			EK II	BK II
Radiochemietrakt			EK II	BK II
Radiochemieerweiterungstrakt			EK II	BK II

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Anhang 4 Abschnitt 3 KEV verlangt eine Klassierung von Ausrüstungen und Bauwerken aufgrund ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz. In der Richtlinie ENSI-G01 sind Vorgaben für die Klassierung der Ausrüstungen von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren gemacht, die sinngemäss auch auf das Hotlabor angewendet werden können.

Änderungen an klassierten Ausrüstungen und Bauwerken sind gemäss Art. 40 KEV freigabepflichtig. In der Richtlinie HSK-A04 wird diese Freigabepflicht präzisiert.

## Beurteilung des ENSI

Das ENSI hat die sicherheitstechnische Einstufung der Ausrüstungen und Bauwerke in Tab. 6.1-1 unter sinngemässer Anwendung der Anforderungen in der Richtlinie ENSI-G01 und den Annahmen in der deterministischen Störfallanalyse mit folgenden Ergebnissen geprüft:

- Die Lüftungsanlagen (Zuluft-, Abluft und Fortluftsysteme) und deren zugehörige Hilfssysteme sind für den bestimmungsgemässen Betrieb des Hotlabors erforderlich und besitzen eine strahlenschutztechnische Bedeutung im Hinblick auf die Rückhaltung und kontrollierte Abgabe radioaktiver Stoffe. Entgegen der Einstufung des PSI sind daher alle Lüftungsanlagen im Hotlabor (Zuluft-, Abluft- und Fortluftsysteme) einschliesslich ihrer Hilfssysteme (Druckluftversorgung, Notstromversorgung) der Sicherheitsklasse SK4 zuzuordnen.

Darüber hinaus kreditiert der Gesuchsteller die Lüftungsanlagen bei der Analyse von verschiedenen Störfällen (z. B. Brand und Explosionen, Absturz von Lasten, Betriebserdbeben usw.). Hieraus folgt zwar eine höhere sicherheitstechnische Bedeutung der Lüftungsanlagen, aus der unmittelbar aber noch keine höheren Anforderungen abzuleiten sind, sodass die Klassierung der Lüftungsanlagen in SK4 beibehalten werden kann.

Die vom PSI vorgelegte Klassierung der mechanischen Komponenten der Lüftungssysteme ist aus Sicht des ENSI nur schwer nachvollziehbar, da die Funktionen der einzelnen Lüftungssysteme Zuluft, Abluft, Fortluft und Notfortluft auch unter Zuhilfenahme des Sicherheitsberichts nicht ausreichend beschrieben sind. Damit werden die Sicherheitsklassierung der Ausrüstungen sowie die Beurteilung des Umfangs der zu klassierenden Ausrüstungen erschwert.

- Die Transportflaschen sowie der Transportwagen sind aufgrund ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in die Sicherheitsklasse SK4 zu klassieren. Diese Ausrüstungen dienen zum Transfer von hochaktiven, alpha-haltigen und teilweise stark gammastrahlenden radioaktiven Stoffen bzw. von Brennstoff-Abfalllösungen innerhalb des Hotlabors. Sie können mehr als 10'000 LA Aktivität enthalten und werden auch ausserhalb von Labors des Typs A eingesetzt.
- Die Fixbox ist als eine Einheit zu klassieren. Bei der Fixbox handelt es sich im Sinne von Anhang 4, Kapitel 3.1 Bst. d KEV um eine Ausrüstung, die Aktivität enthält, und die für die Aufarbeitung von flüssigen radioaktiven Substanzen dient. Zudem betrachtet das ENSI die Fixbox als eine Ausrüstung, welche für den Betrieb des Hotlabors zwingend erforderlich ist, da die Abfalllösungen aus der Brennstoffanalytik ausschliesslich über diesen Weg entsorgt werden können. Diese Abfalllösungen weisen ein hohes radiotoxisches Potenzial sowie zum Teil auch hohe Ortsdosisleistungswerte auf. Entsprechend ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz ist die Fixbox auf Grundlage von Ziff. 4.1.4 Bst. g der Richtlinie ENSI-G01 der Sicherheitsklasse SK4, 0E und der Erdbebenklasse EK II zuzuordnen.
- Sämtliche Messeinrichtungen, die die Abgaben radioaktiver Stoffe aus dem Hotlabor in die Umgebung überwachen, sind gemäss Richtlinie HSK-G13 der Sicherheitsklasse SK4, 0E und der Erdbebenklasse EK II zuzuordnen. Dazu gehören die Abluftüberwachung Hotlabor (Strangüberwachung), Fortluftüberwachung Hochkamin PSI-Ost und die Abwasserüberwachungen im Entsorgungssystem.

- Der Schlammseparator der Aktiv-Abwasseranlage ist aufgrund seiner Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz der Sicherheitsklasse SK4, 0E und Erdbebenklasse EK II zuzuordnen. Dieser Sachverhalt wurde bereits in der ENSI-Freigabe vom 7. Juni 2010<sup>90</sup> beurteilt und festgehalten.
- Die elektrischen Komponenten von SK4-Ausrüstungen müssen gemäss Ziff. 4.2.2 Bst. b der Richtlinie ENSI-G01 elektrisch 0E-klassiert sein, sofern deren Versagen die Funktionsfähigkeit der mechanischen Ausrüstungen beeinträchtigen können.

**Forderung 6.1-1:**

*Bezüglich der vom PSI eingereichten Klassierung von mechanischen und elektrischen Ausrüstungen und Bauwerken stellt das ENSI folgende Forderungen:*

- *Die Komponenten aller Lüftungsanlagen (Zuluft-, Abluft- und Fortluftsysteme) einschliesslich ihrer Hilfssysteme (Druckluftversorgung, Notstromversorgung) sind den Sicherheitsklassen SK4 bzw. 0E und der Erdbebenklasse EK II zuzuordnen.*
- *Die Transportflaschen sowie der Transportwagen sind in die Sicherheitsklasse SK4 einzuteilen.*
- *Die Abluftüberwachung Hotlabor (Strangüberwachung), die Fortluftüberwachung Hochkamin PSI-Ost und die Abwasserüberwachungen im Entsorgungssystem sind in die Sicherheitsklasse SK4, 0E und die Erdbebenklasse EK II einzuteilen.*
- *Die Fixbox und der Schlammseparator der Aktiv-Abwasseranlage sind in die Sicherheitsklasse SK4, 0E und die Erdbebenklasse EK II einzuteilen.*
- *Die elektrischen Komponenten von SK4-Ausrüstungen müssen elektrisch 0E klassiert werden, sofern deren Versagen die Funktionsfähigkeit der mechanischen Ausrüstungen beeinträchtigen können. Das PSI hat eine entsprechende Analyse durchzuführen.*

*Die Forderungen sind bis Ende 2013 umzusetzen.*

In den dem ENSI vorliegenden Unterlagen sind für die klassierten Ausrüstungen nur wenige Angaben zu den sicherheitstechnischen Betriebsgrenzen (z. B. minimaler und maximaler Druck in den Unterdruckzellen) enthalten. Eine Checkliste für die Zusammenstellung wichtiger Betriebsgrenzen ist in der Auflistung in der Beilage 4 der HSK-AN-6721<sup>91</sup> gegeben, die sinngemäss verwendet werden kann.

**Forderung 6.1-2:**

*Der Gesuchsteller muss bis Ende 2013 die Liste mit den klassierten Ausrüstungen und Bauwerken in das Betriebsreglement (Technische Spezifikation) aufnehmen. Zusätzlich sind im Betriebsreglement die begrenzenden Betriebsbedingungen, die Grenzwerte und die Vorgaben für periodische Prüfungen für diese klassierten Ausrüstungen und Bauwerke zu formulieren. Zu jeder Betriebsgrenze ist auf diejenigen Dokumente zu verweisen, in denen diese begründet bzw. hergeleitet sind.*

In den dem ENSI vorliegenden Unterlagen sind für die klassierten Ausrüstungen nur wenige Angaben zur technischen Auslegung und Ausführung sowie der Betriebsweise enthalten.

**Forderung 6.1-3:**

*Die Auslegungsgrundlagen und die Ausführungsunterlagen für die klassierten elektrischen und mechanischen Ausrüstungen (bis Ende 2014) und Bauwerke (bis Ende 2013) sind zu ergänzen und bei Änderungen an diesen Ausrüstungen und Bauwerken nachzuführen.*

Änderungen an klassierten Ausrüstungen und Bauwerken sind gemäss Art. 40 KEV freigabepflichtig. In der Richtlinie HSK-A04 sind diese Freigabepflicht und das Freigabeverfahren präzisiert.

## 6.2 Bautechnik

### 6.2.1 Gebäude

#### Angaben des PSI

In Kapitel 4 des Sicherheitsberichts ist das Hotlabor-Gebäude ausführlich beschrieben. Die Kernanlage Hotlabor ist in die vier durch Fugen getrennten Bauten Inaktivtrakt, Hotzellentrakt, Radiochemietrakt und Radiochemieerweiterungstrakt gegliedert. In der Regel besteht die tragende Baustruktur aus Stahlbeton. Eine Ausnahme bildet das Obergeschoss des Radiochemie- und Radiochemieerweiterungstrakts (Installationskorridor), welches als Stahlbau ausgeführt wurde. Die vorhandenen Mauerwerkswände sind in der Regel nicht tragend. Seit der Erstellung des zweigeschossigen Altbaus 1963 wurden mehrere Erweiterungen, Aufstockungen und bauliche Verbesserungen realisiert. Im Rahmen einer Sanierung in den Jahren 2000 bis 2002 wurden lokale Deckenverstärkungen mittels Klebebewehrung durchgeführt sowie, durch den Einbau von zwei Betonwänden in den Längsfassaden des Radiochemietrakts, die Erdbebensicherheit in Gebäudelängsrichtung erhöht. Die 2 cm breiten Fugen zwischen den Trakten sind mit Hartschaumplatten gefüllt.

Der Hotzellentrakt steht in einer wasserdicht isolierten Betonwanne und besitzt eine massive Bodenplatte. Im zentralen Bereich dieses Trakts befinden sich die Hotzellen, ein Wasserbecken (Pool) und eine Trockenlagerbucht. Dieser Bereich (Hotzellenblock) weist aus Abschirmgründen Wandstärken von bis 1,5 m auf. Die Wände und Deckenelemente der Hotzellen sind aus Barytbeton gefertigt und mit Stahlblech ummantelt. Der nördliche Teil des Obergeschosses des Hotzellentrakts wird konzeptionell als eigener Trakt betrachtet (Bezeichnung: Hotzellentrakt Aufstockung).

Die Stahlbetonwände und -stützen des Radiochemietrakts und des Radiochemieerweiterungstrakts sind auf Streifen- bzw. Einzelfundamenten gelagert, mit dazwischenliegender dünner Beton-Bodenplatte. Diese wurde in einigen Bereichen zur Abtragung erhöhter Nutzlasten verstärkt. Im Untergeschoss befinden sich unter anderem Lagerräume und ein Abfallkonditionierungsraum mit radioaktiven Materialien. Das Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts hat fensterlose bzw. mit Panzerglas-Fenstern ausgestattete Laborräume (Plutonium- und Actiniden-Verarbeitung). Das Obergeschoss (Installationskorridor) ist eine mit Wand- und Dachelementen ausgekleidete Stahltragkonstruktion.

#### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Die Bemessung der Bauwerke erfolgte nach den zurzeit der Planung geltenden Normen des SIA.

#### Beurteilung des ENSI

Eine Spezifikation der bautechnischen Auslegungskriterien entsprechend einer Projektbasis liegt dem ENSI nicht vor. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Gebäude bzw. die Erweiterungen und Umbauten nach den jeweils bei deren Planung gültigen Baunormen des SIA als konventioneller Industriebau ausgelegt wurden. Veränderliche Nutzlasten können im Normalbetrieb insbesondere durch die Aufstellung von schweren mobilen und festinstallierten Abschirmungen oder die Verschiebung und Lagerung von schweren Abschirmbehältern auftreten. In einigen Fällen wurde vor der statischen Belastung der jeweiligen Räume eine Beurteilung der Statik vom PSI punktuell durchgeführt und vom ENSI freigegeben. Eine generelle Beurteilung der Bauwerke gegenüber statischen Einwirkungen während dem Normalbetrieb ist jedoch nicht möglich, da im Sicherheitsbericht diesbezüglich keine Dokumente und Berechnungen referenziert werden.

#### **Forderung 6.2-1:**

*Die bei der Bemessung der Gebäude zugrunde gelegten Lastfälle und Lastfallkombinationen (im Normalbetrieb und bei Erdbeben) sind bis Mitte 2013 darzulegen. Das PSI hat für sämtliche Räume eine maximale Nutzlast festzulegen und Nutzlastpläne zu erstellen. Bei allen neuen Vorhaben sind in den Sicher-*

heitsbetrachtungen die Nutzungspläne mitzubersichtigen. Dies ist folglich in die Checkliste für Sicherheitsbetrachtungen, die Teil der Betriebsvorschriften ist, aufzunehmen.

#### **Forderung 6.2-2:**

*Bei Vorhaben, die eine Überschreitung der maximalen Nutzlasten oder eine relevante Änderung der Tragstruktur zur Folge haben, ist eine Freigabe der erforderlichen bautechnischen Massnahmen durch das ENSI zu beantragen. Eine entsprechende Regelung ist bis Ende 2012 in das Betriebsreglement (Technische Spezifikation) aufzunehmen.*

Generell besteht kein erkennbarer Grund, die statische Eignung der Bauwerke im Normalbetrieb bei Beibehaltung der bisherigen Nutzlasten in Frage zu stellen.

Verlangt wurden seitens des ENSI bautechnische Nachweise der Erdbebensicherheit im Rahmen von Störfallbetrachtungen. Daraufhin wurde vom PSI der Bericht „Untersuchung der Tragstruktur unter Erdbebeneinwirkung“<sup>92</sup> erstellt und vom ENSI auf Plausibilität überprüft. Mit dem Bericht „Beurteilung der Erdbebensicherheit“<sup>20</sup> liegt jetzt eine neue Beurteilung der Erdbebensicherheit unter Berücksichtigung der aktuellen Gefährdung vor. Diese hält aber einer detaillierten Überprüfung nicht stand (siehe Kapitel 7.5.2.3, Kapitel 7.5.3.2).

### **6.2.2 Grundwasserschutz und Massnahmen gegen Überflutung**

Der Grundwasserschutz einer Kernanlage dient zwei Schutzziele:

- dem Schutz der Bevölkerung durch die Rückhaltung von möglicherweise radioaktiven Flüssigkeiten aufgrund Kernanlagen-interner Leckagen;
- dem Schutz der Kernanlage vor Schäden durch steigendes Grundwasser.

Daneben sind Schutzmassnahmen vor externer Überflutung durch extreme Niederschläge oder erhöhtem Wasserstand der Aare erforderlich und die Auswirkungen interner Überflutung zu thematisieren.

#### **Angaben des PSI**

Gemäss Kapitel 2.2 und Kapitel 4 des Sicherheitsberichts dient eine mit Bitumen ausgekleidete und damit wasserdicht isolierte Betonwanne im Hotzellentrakt als Schutz des Grundwassers vor dem Eintrag radioaktiver Flüssigkeiten. Im Radiochemietrakt bestehen die Bodenbeläge aus fugenlos verschweisstem PVC. Die in der Bodenwanne des Radiochemietrakts verlaufenden Abwasserleitungen sind in mit Kunstharz ausgekleideten, kontrollierbaren Halbschalen mit Gefälle zum Zulauftrakt im Hotzellentrakt eingebettet. Türschwellen sowie Rampen an den Schleusen verhindern ein Austreten von Flüssigkeiten. Alle internen Überschwemmungen fliessen in Richtung Pumpensumpf im Hotzellentrakt und werden im Abwassertank gesammelt. Eine interne Überschwemmung aufgrund eines Wasserleitungsbruchs würde im Radiochemietrakt durch am Boden der Räume 024 und 028 angebrachten Wasserwächter rasch detektiert und durch Alarm im Kontrollraum angezeigt.

Der tiefste Punkt der Betonwanne im Hotzellentrakt liegt auf 325,8 m. Die Oberkante der Betonwanne liegt auf 329,7 m. Der höchste gemessene Stand des Grundwasserspiegels wird mit 325,68 m ü. M. angegeben. Diese Kote des maximal zu erwartenden Grundwasserspiegels ist aus einem Bericht des Eidgenössischen Instituts für Reaktorforschung EIR-TM-SU-123<sup>93</sup> entnommen und bezieht sich auf einen Beobachtungszeitraum zwischen 1959 und 1970.

Mit diesen getroffenen baulichen Vorkehrungen wird sichergestellt, dass weder Grundwasser ins Gebäude eindringen noch kontaminierte Flüssigkeit ins Erdreich gelangen kann.

Gegen äussere Überflutung ist das Hotlabor primär durch die Umgebungsterrainhöhe von ca. 333 m ü. M. geschützt. Für das Areal PSI-Ost wird eine maximale Überschwemmungshöhe von 330,8 m bei einem Stauwehrbruch des Axpo Power AG Kraftwerks Wildegg-Brugg angenommen. Eine Rückstauung der Kanalisation ausserhalb des Hotlabors kann die Zuluftanlage im Raum 022 und den nebenan

liegenden Materialschacht unter Wasser setzen. Die hier anschliessenden Notausgänge aus der kontrollierten Zone lassen unbedeutende Wassermengen in die Zone eintreten. Diese werden im Pumpensumpf des Hotzellentrakts gesammelt und in die Abwassertanks gepumpt.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

In der KTA 2207<sup>94</sup> werden Anforderungen an den Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser formuliert.

Art. 5 VUORS verlangt für Arbeitsbereiche des Typs A eine durchgehende und undurchlässige Verkleidung an Wänden und Boden.

### **Beurteilung des ENSI**

Die technischen Massnahmen für den Grundwasserschutz sowie Wassereintritt durch externe Überschwemmungen sind in den Unterlagen des PSI bis auf wenige Ausnahmen ausführlich beschrieben. Angaben zur Instandhaltung und Wartung der Gebäudetrennfugen fehlen. Die Gebäudetrennfugen sind jedoch Bestandteil der Grenzen der kontrollierten Zone und sind daher gemäss Forderung 5.3-1 in das SAMA-Programm aufzunehmen.

Ob die Möglichkeit einer externen Überschwemmung des Elektroschaltraums 014 im Inaktivtrakt und eines dadurch bedingten Abschaltens der elektrischen Energieversorgung des Hotlabors weitere technische Massnahmen erfordern, wird im Kapitel 7.5.2.2 dieses Gutachtens beurteilt. Ebenso werden die Auswirkungen eines Wassereintritts in die Zuluftanlage im Raum 022 im selben Kapitel überprüft.

Die vom PSI vorgestellten internen Überschwemmungsszenarien mit Wasserleitungsbruch zeigen, dass sowohl im Hotlabor Erdgeschoss als auch im Radiochemietrakt Untergeschoss Wasserhöhen von höchstens einigen Zentimetern auftreten würden. Sicherheitsrelevante Betriebsanlagen (Ventilatoren, Pumpen) sind dadurch in ihrer Funktion nicht betroffen, da sie ausnahmslos auf mindestens 10 cm hohen Sockeln montiert sind.

Das ENSI sieht eine mögliche Schwachstelle in der Vertiefung der Betonwanne des Hotzellentrakts im Bereich des Pools. Da die Abdichtung nicht zugänglich und damit nicht prüfbar ist, kann ein unerkanntes Entweichen von Wasser aus dem Pool ins Grundwasser nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund verschiedener Vorfälle in anderen Kernanlagen sind alle Wasserbecken zur Lagerung von radioaktiven Stoffen ohne Leckageüberwachung nicht mehr zulässig. Da der Pool derzeit nicht genutzt wird, ist vor dessen Wiederinbetriebnahme folgende Forderung zu erfüllen.

#### **Forderung 6.2-3:**

*Die Wiederinbetriebnahme des Pools als Nasslager für abgebrannte Brennstoffproben ist freigabepflichtig. Bei Nutzung als Nasslager ist eine geeignete Leckageüberwachung zu installieren. Eine entsprechende Regelung ist bis Ende 2012 in das Betriebsreglement (Technische Spezifikation) aufzunehmen.*

### **6.2.3 Brand- und Blitzschutz**

#### **Angaben des PSI**

Im Kapitel 10 des Sicherheitsberichts ist der Brandschutz beschrieben.

Der bauliche Brandschutz dient zur Brandeingrenzung. Das Bauwerk Hotlabor ist unter Berücksichtigung der Nutzung in Brandabschnitte unterteilt. Die Einteilung entspricht den Vorgaben der VUORS. Die tragende Struktur hat einen Feuerwiderstand von R90, die brandabschnittsbildenden Wände und Decken besitzen einen Feuerwiderstand von EI 90. Türen, welche Brandabschnitte trennen, besitzen je nach Anforderung einen Feuerwiderstand von EI 60 oder EI 30. Brandabschnitte, welche Arbeitsbereiche enthalten, besitzen einen Feuerwiderstand von mindestens E 60 nach aussen ins Freie. Die Auffangwanne im Untergeschoss dient auch als Löschwasserauffangbecken. Das Auffangvolumen ist hinreichend.

Der technische Brandschutz umfasst die Bereiche Branderkennung und stationäre Löschanlagen. Das Hotlabor wird durch eine Brandmeldeanlage überwacht. Der Elektro-Verteilraum und das Pu-Labor 212a enthalten je eine stationäre Gaslöschanlage. Im Gebäude sind 6 Nasslöschposten vorhanden. Zudem sind im Bereich der Hotzellen zwei grosse, mobile Staub- bzw. CO<sub>2</sub>-Löcher stationiert.

Die organisatorischen Massnahmen beinhalten die Massnahmen zur Brandverhütung sowie die vorbereitenden Massnahmen zur Brandbekämpfung. Im Hotlabor sind hinreichend Löschdecken und Handfeuerlöcher installiert. In den Arbeitsbereichen Typ A ist die Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten in Mengen grösser als zwei Liter untersagt.

Die Alarmierung der Hotlabor-Notfallorganisation, die erlaubten Brandbekämpfungsmassnahmen und die dabei einzuhaltenden Vorsichtsmassnahmen sind in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> des Hotlabors festgehalten. Auch verfügt der Gesuchsteller über eine schlagkräftige Betriebsfeuerwehr der Stufe 4. Ausserhalb der Arbeitszeit oder bei grösseren Ereignissen können die speziell ausgebildeten Feuerwehren Würenlingen und Villigen, gegebenenfalls zusätzlich die Stützpunkte Baden und Brugg aufgeboden werden.

Das Hotlabor-Gebäude ist mit einer periodisch überprüften Blitzschutzanlage versehen.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

In der Richtlinie HSK-R-50 und in der VUORS sind die Anforderungen an die Brandschutzmassnahmen definiert.

### **Beurteilung des ENSI**

Für die Begutachtung und Abnahme des Brandschutzes des Hotlabors sind hinsichtlich der generellen und konventionellen Belange das Aargauische Versicherungsamt (AVA) und das Amt für Wirtschaft und Arbeit, Aargau (AWA) zuständig. Das ENSI beurteilt den Brandschutz in Bezug auf die Belange der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes, d. h. ob und wie sich ein lokaler Brand auf eine mögliche radioaktive Freisetzung auswirken würde.

Die Massnahmen des Brandschutzes sollen sicherstellen, dass ein Brand in den Anlagen des Hotlabors keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen ausserhalb der Strahlenschutz-zonen haben kann und dass die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften (Schutz des Personals und der Feuerwehrleute bei einem Einsatz) auch bei einem Brand in der Anlage gewährleistet wird. Zur Erreichung dieser Zielsetzungen wurde das Hotlabor in den vergangenen Jahren brandschutztechnisch ertüchtigt (Abschluss der Nachrüstung 2002).

Die im Hotlabor vorhandenen brandschutztechnischen Vorkehrungen sowie die Einteilung der Brandabschnitte entsprechen der Richtlinie HSK-R-50 und der VUORS.

Das ENSI beurteilt die im Hotlabor getroffenen baulichen, technischen und betrieblichen Brandschutzmassnahmen als geeignet, um bei einem Brand eine genügende Rückhaltung von radioaktiven Stoffen zu gewährleisten (vgl. Kap. 7.4).

Die Blitzschutzvorschriften nach kantonalem Recht sind für das Hotlabor eingehalten.

## **6.2.4 Flucht- und Interventionswege**

### **Angaben des PSI**

In Kapitel 10.5 des Sicherheitsberichts wird dargelegt, dass die Fluchtwege allen Personen ein rechtzeitiges und gesichertes Verlassen des Hotlabors ermöglichen sollen. In der Weisung über die Zu- und Ausgänge des Hotlabors (AW-43-95-03 Rev.1)<sup>95</sup> sind hierzu einige Details erläutert und die Notausgänge in Grundrissen eingezeichnet.

Die Fluchtwege sind markiert. Bei einem Stromausfall garantiert die Notstromversorgung ein sicheres Verlassen des Gebäudes. Für den totalen Stromausfall sind zusätzlich alle Fluchtwege mit batteriebetriebenen, abnehmbaren Notlampen auf Wandträgern montiert, die sich bei Stromausfall automatisch

einschalten. Zusätzlich sind Fluchtwege und Notausgänge mit Fluchtwegleuchten, die von einer zentralen Notlichtanlage mit Strom versorgt werden, gekennzeichnet.

Dem ENSI liegen Pläne der PSI-Feuerwehr mit Rettungs- und Angriffswegen vor, die auch als Fluchtwege benutzt werden können.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Zur Beurteilung der Fluchtwege hat das ENSI die Richtlinien der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) und die Richtlinie HSK-R-07 verwendet.

### **Beurteilung des ENSI**

Die PSI-Weisung AW-43-95-03<sup>95</sup> wurde im April 2007 revidiert. Zusammen mit den Einsatzplänen der PSI-Feuerwehr sind damit die Anforderungen der Richtlinien der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) und die Richtlinie HSK-R-07 erfüllt. Gemäss den Plänen sind die Fluchtwege ausreichend.

## **6.3 Anlagentechnik**

### **6.3.1 Unterdruckzellen**

#### **Angaben des PSI**

Um die Freisetzung, Verschleppung und Inkorporation von radioaktiven Stoffen zu verhindern, werden im Hotlabor die Arbeiten vorwiegend in Unterdruckzellen durchgeführt (Kapitel 11.3 Sicherheitsbericht). Je nach Strahlenart der gehandhabten radioaktiven Stoffe sind die Unterdruckzellen technisch unterschiedlich ausgeführt:

- Reine Alpha-Strahler werden in Handschuhboxen gehandhabt.
- Für den Umgang von Materialien mit schwacher Beta-/Gamma-Strahlung werden Unterdruckzellen mit Stahl- oder Bleiabschirmung (Bleizellen), die meist auch mit Manipulatoren ausgestattet sind, verwendet.
- Für Materialien mit starker Beta-/Gamma-Strahlung wurden im Erdgeschoss des Hotzellentrakts fünf Hotzellen mit fest installierten Abschirmungen aus Barytbeton gebaut. Die zulässigen Aktivitäten, wurden nach dem Ausmessen der Zellen mit einer starken Kobaltquelle und basierend auf einer maximalen Dosisleistung ausserhalb der Abschirmung von 25  $\mu\text{Sv/h}$  festgelegt. Sie betragen  $4 \cdot 10^{15}$  Bq Spaltproduktaktivität für die Zelle Nr. 1 und  $4 \cdot 10^{13}$  Bq Co-60-Aktivität für die Zellen Nr. 2 bis 5.

Die zu beachtenden Vorschriften beim Aufbau der Unterdruckzellen inklusive der Abschirmung von Experimentiereinrichtungen sind detailliert in den Betriebsvorschriften Kapitel 6.1 und Kapitel 6.2 beschrieben. Es werden 46 Einzelaspekte aufgelistet, welche bei der Auslegung von Unterdruckzellen zu beachten sind.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Art. 59 StSV regelt die Anforderungen an die Abschirmung von Strahlenquellen in Bezug auf Orte ausserhalb der kontrollierten Zone.

Das ENSI beurteilt die Unterdruckzellen auf Basis der DIN 25407<sup>96</sup>, DIN 25409<sup>97</sup>, DIN 25412<sup>98</sup>, DIN 25420<sup>99</sup> und der DIN 25488<sup>100</sup>.



## Beurteilung des ENSI

In der Vergangenheit aufgetretene Störfälle und Betriebsstörungen zeigten, dass die sicherheitstechnische Auslegung bestimmter Experimentiereinrichtungen nicht ausreichend war. Diese Betriebserfahrungen zum Bau und Betrieb von Unterdruckzellen sind in die Betriebsvorschriften<sup>27</sup> eingeflossen. Der Verweis auf internationale Normen ist in der Technischen Mitteilung „Boxenspezifikation“ TM-43-88-31, welche in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> genannt ist, hergestellt. Diese Vorschriften für die Auslegung von Unterdruckzellen und Abschirmungen sowie für den Betrieb unterstützen die Erstellung der Sicherheitsbetrachtungen, die Planung, die Konzeptkontrolle und die Abnahme von Unterdruckzellen.

Die Auslegung sowie die Instandhaltung der Hotzellen und den zugehörigen Komponenten während des Betriebs haben sich bewährt.

### 6.3.2 Lüftungssystem

#### Angaben des PSI

Die Hauptaufgaben des Hotlabor-Lüftungssystems sind die stetige Belüftung (Klimatisierung), die Unterdruckhaltung mit gerichteter Luftströmung und die Feinstfiltration der Abluft (Sicherheitsbericht Kapitel 5). Dadurch werden ein Ansammeln von radioaktiven und anderen schädlichen Aerosolen in den Arbeitsräumen und deren unkontrollierter Austritt ins Freie verhindert.

Lüftungstechnisch ist das Gebäude in fünf Lüftungszonen unterteilt: Inaktiv-, Radiochemie-, Radiochemieerweiterungs- und Hotzellentrakt sowie seine Aufstockung. Jede dieser Zonen hat eine eigene Zuluft- und diverse Abluftanlagen. Ein Umluftbetrieb ist nicht möglich.

In den Zuluftanlagen sind Vorfilter und grossflächige Feinfilter eingebaut, um eine möglichst geringe Belastung durch inaktiven Staub zu erreichen.

Je nach Raumgruppe werden unterschiedliche Luftwechsel (LW) angestrebt: Betriebs-/Lagerräume bis zu 8 LW/h, Laborräume 5 bis 15 LW/h und in den Boxen und Hotzellen bis zu 30 LW/h.

Das Prinzip der Luftströmung entgegen dem Aktivitätsgefälle wird eingehalten und erfolgt durch Abstufung des Unterdrucks. In den Räumen werden folgende Unterdruckwerte in Pascal (Pa) angestrebt: Inaktivtrakt 10 bis 20 Pa, Hotzellentrakt inkl. Aufstockung 40 bis 60 Pa, Radiochemietrakt 60 bis 80 Pa, Boxen und Hotzellen 200 bis 400 Pa.

Die gesamte Lüftungsanlage wird vollautomatisch gesteuert und überwacht. Die Bedienung der Anlage beschränkt sich daher auf Vorwahländerungen, Behebung von Störungen und Funktionskontrollen. Um zu gewährleisten, dass die Anlage dauernd in Betrieb ist, müssen die Steuerung, Überwachung und Regulierung bestimmten Anforderungen entsprechen. So werden z. B. die Stromversorgungen über Notstromgruppen und USV-Netze sichergestellt. Von allen Fortluftventilatoren muss immer mindestens ein Ventilator in Betrieb sein. Im Anforderungsfall, d. h. wenn ein Fortluftventilator ausser Betrieb genommen wurde und der andere wegen einer Störung ausfällt, hält ein Not-Fortluftventilator einen Mindestdruck im Gebäude aufrecht.

Die Gebäude-Unterdrucksicherung wird über den Fortluftkanal gewährleistet. Um eine Übertragung des Kanaldrucks (bis 2500 Pa bei Fortluftbetrieb Stufe 2 und bis 600 Pa bei Stufe 1) auf das Gebäude vorzubeugen, ist jeder einzelne Trakt mit einem Differenzdruckschalter ausgerüstet, der auf 500 Pa Schalldruck eingestellt ist und bei Ansprechen die sofortige Umschaltung in die nächst tiefere Betriebsart bewirkt.

Die Vorgabe, dass die Unterdruckzellen dauernd einen Unterdruck aufweisen müssen, wird mit Hilfe der Lüftungssteuerung, redundanten Ventilatoren und einer Notstromversorgung (Kapitel 6.3.4.1 dieses Gutachtens) gewährleistet. Die Unterdruckregulierung erfolgt durch Differenzdruck-gesteuerte Drosselklappen in den Hauptzuluftkanälen. Die Abluftanlagen arbeiten mit konstantem Volumen-Durchfluss. Jede Abluftanlage hat auf der Saugseite eine Handdrosselklappe zur Luftmengeneinstellung und auf der Druckseite eine pneumatisch betätigte Abschlussklappe, die dafür sorgen, dass die Ablufführung so ge-

staltet ist, dass die den Raum verlassende Luft nicht in diesen oder in andere Räume zurückströmen kann. Die Handschuhboxen-Abluftventilatoren sind abluftseitig mit automatischen Regelklappen zur Unterdruckhaltung ausgerüstet.

Beim Ein- resp. Ausschalten eines Ventilators wird die entsprechende, pneumatisch angetriebene Abluftklappe geöffnet resp. geschlossen.

Die Abluftleitungen stehen innerhalb des Gebäudes im Normalbetrieb auf ihrer ganzen Länge unter Unterdruck und gewährleisten so die Gebäude-Unterdruckhaltung.

Die Qualität der im Hotlabor eingesetzten Filteranlagen wird wie folgt überwacht: monatliche Messung des Differenzdruckes über Filterzellengruppen, halbjährliche Prüfung des Rückhaltevermögens mittels Partikelzählung, ständige Überwachung der Fortluft auf mitgeführte Radioaktivität. Die während der Lebensdauer akkumulierte Aktivität ist meist sehr klein. Mögliche Partikel werden schon an den Ausgangsfiltern der Hotzellen, Kapellen oder Handschuhboxen abgeschieden, sodass die Zellenabluft- und Raumabluftfilter die Funktion nachgeschalteter Sicherheitsfilter haben. Alle kontaminierten Filter werden im Abfalllabor der Sektion Rückbau und Entsorgung endkonditioniert.

### Abluftanlagen

Die gesamte Abluft wird in vier verschiedenen Systemen entsprechend dem möglichen Kontaminationsgrad via zwei Absolutfilterbatterien dem Fortluftventilatorenpaar zugeführt und von diesem via Hochkamin an die Atmosphäre abgegeben.

Im Zellenabluftstrang wird die Abluft der Handschuhboxen, Kapellen und Hotzellen gesammelt und über Feinstfilterbänke (Zellenabluftfilter) an die Fortluft abgeführt. Zum Überwinden der Widerstände in den Zusatzfiltern der Kapellen-, Handschuhboxen- und Hotzellenabluft sind hier zusätzliche Abluftventilatoren vor dem Sammelkanal zum Zellenabluftfilter eingebaut. Alle Abluftventilatoren sind doppelt ausgeführt, wobei der jeweils stillstehende als automatische Reserve bei Ausfall des laufenden wirkt.

Die Raumabluft des Radiochemietrakts und des Hotzellentrakts wird über separate Filterbänke (Raumabluftfilter) der Abluft zugeführt. Die gesammelte Abluft aus dem Hotlabor wird nach einer Alpha/Beta-Aerosolaktivitätsmessung (Strangüberwachung) über den Fortluftventilator an den Kamin abgegeben.

Die Abluftsysteme sind dauernd in Betrieb. Tagsüber ist die Fortluft auf Stufe 2, nachts und am Wochenende auf Stufe 1 geschaltet.

Im Folgenden werden die vier Abluftsysteme separat beschrieben:

### Raumabluftsystem

Die gesamte Abluft, soweit diese nicht durch Kapellen oder Versuchszellen abgezogen wird, führt direkt zu einer gemeinsamen Filtergruppe von grossflächigen, hitzebeständigen Feinstfilterzellen. Der Abscheidegrad der Filter beträgt 99,99 % für 0,1 bis 0,3  $\mu\text{m}$ -Partikel. Für das Wechseln der Filter der Lüftungsanlage wird ein spezielles Vorgehen gewählt, welches Austreten von radioaktivem Staub aus dem Filter oder dem Kanal in den Raum verhindert.

### Kapellenabluftsystem

Über das Kapellenabluftsystem wird der grösste Teil der Luft aus den Radiochemielabors abgesogen. Jede Kapelle besitzt ein über dem Schiebefenster angeordnetes Lufteintrittsgitter, durch welches als Bypass, je nach Stellung des Fensters, eine kleinere oder grössere Luftmenge in die Kapelle strömt. Dadurch werden Chemikaliendämpfe sowie gas- und staubförmige aktive Stoffe wirksam fortgeführt und ihre Verbreitung verhindert. Die Abluft der Kapellen wird im Untergeschoss vereinigt und durch zwei parallel geschaltete Feinstfilter gereinigt. Bei diesen Filtern handelt es sich um Glasfaserpapierzellen, eingebaut in Caissons mit je fünf Filterzellen, um diese kontaktfrei auswechseln zu können.

### Handschuhboxen-Abluftsystem

Ein geringer Teil der Raumabluft dient als Zuluft für die Handschuhboxen sowie die Stahl- und Bleizellen. Die Abluft aus diesen Boxen bzw. Zellen wird in den Zellenabluftstrang mittels Ventilatoren eingeleitet. Am Luftein- und Luftaustritt sind Feinstfilter aus Zellulosepapier bzw. Glasfaserpapier installiert, um eine Freisetzung in das Labor bei Ausfall des Unterdrucks in den Zellen bzw. das Mitschleppen von Radioaktivität in das angeschlossene Abluftkanalsystem zu verhindern. Die Filter lassen sich fernbedient in der Handschuhbox bzw. Bleizelle selbst auswechseln.

### Hotzellenabluftsystem

Beim Hotzellenabluftsystem erfolgt das Einströmen der Luft in die Hotzellen über Glasfaserfilter aus dem Bedienungsgang. Die Zellenabluft wird ebenfalls durch grossflächige Feinstfilter gereinigt. Die Abluftfilter lassen sich mit Hilfe eines Werkzeuges mit dem Power-Manipulator oder Zellenkran fernbedient auswechseln.

## **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Art. 11 der Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen (VUORS) wird als Beurteilungsgrundlage für die Belüftung, Abluft und Filter herangezogen (mindestens fünf Luftwechsel für Arbeitsbereiche Typ A, Luftströmung an Kapellen mindestens 0,5 m/s, Unterdruckstaffelung, Redundanz und Notstromversorgung, Brandschutzklappen, minimaler Unterdruck in Zellen 50 Pa, ständig kontrolliert).

Art. 12 VUORS dient als Beurteilungsgrundlage für Abluft und Filter (Abluftleitung innerhalb des Gebäudes unter Unterdruck oder gasdicht, Filter direkt am Ausgang Kapellen- und Zellenabluft, Filter für die gesamte Abluft aus Arbeitsbereichen Typ A, Überprüfung der Wirksamkeit).

Neben den Anforderungen der VUORS stellt die KTA 3601<sup>101</sup> an Lüftungstechnische Einrichtungen der Lüftungsklasse 2 bei sinngemässer Anwendung auf das Hotlabor ähnliche zum Teil ergänzende technische Anforderungen.

## **Beurteilung des ENSI**

Im dem vom PSI eingereichten Sicherheitsbericht wird detailliert über die Zuluft-, Abluft- und Fortluftanlagen, die Brandschutzsteuerung der Lüftung, die Gebäude-Unterdrucksicherung und Filteranlagen berichtet. Es wird dargelegt, dass die Arbeitsbereiche und Lagerstellen ausreichend belüftet sind und in den Arbeitsbereichen mindestens 5 LW/h erreicht werden. In den Räumen mit grösserer Kontaminationsgefahr ist der Unterdruck höher als in den Räumen mit geringerer Kontaminationsgefahr.

Alle Unterdruckzellen sind mit Filtern (an den Zuluft- und Abluftanschlüssen) ausgerüstet. Die gesammelte Abluft aus dem Hotlabor wird nach einer Alpha/Beta-Aerosolaktivitätsmessung (Strangüberwachung) über den Fortluftventilator an den 70 m hohen Kamin geleitet. Über diesen Kamin wird neben der Hotlabor-Abluft auch noch die Abluft von weiteren Anlagen des PSI-Ost abgegeben. Die radioaktiven Stoffe in der Fortluft des Kamins werden kontinuierlich überwacht und bilanziert (vgl. Kapitel 6.3.5). Aufgrund der langjährigen Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass das Rückhaltevermögen der vorhandenen Filtersysteme für die derzeit im Hotlabor gehandhabten flüchtigen radioaktiven Stoffe ausreichend ist. Beim Neubau bzw. Umbau von Unterdruckzellen sowie vor dem erstmaligen Einsatz potentiell flüchtiger Stoffe, bei denen noch keine Betriebserfahrung im Hotlabor besteht, sind in den Sicherheitsbetrachtungen die Rückhaltevermögen zu berücksichtigen. In der Betriebsvorschrift<sup>27</sup> Kapitel 4.4.2 fehlt dieser Aspekt.

### **Forderung 6.3-1:**

*In den Sicherheitsbetrachtungen ist der Aspekt des Rückhaltevermögens der Filter unter Berücksichtigung der in der Unterdruckzelle eingesetzten flüchtigen Stoffe zu beurteilen. Dieser Punkt ist bis Ende 2012 in die Betriebsvorschriften aufzunehmen.*

Die Filter werden periodisch auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Gemäss der ab 2009 gültigen Richtlinie ENSI-B02 ist die Meldung jährlich erforderlich.

Das ENSI beurteilt sämtliche Vorgaben an das Lüftungssystem des Hotlabors mit Ausnahme der oben genannten Forderung als erfüllt.

### **6.3.3 Gebäudeleittechnik und Notrufanlage**

#### **Angaben des PSI**

Gemäss Kapitel 9 des Sicherheitsberichts werden die Einrichtungen des Hotlabors durch diverse technische Überwachungs- und Alarmierungssysteme, welche primär dem Schutz des Personals und der Umgebung dienen, überwacht.

Zu den technischen Überwachungssystemen des Hotlabors gehören die Brandmeldeanlage und die Steuer- und Überwachungsanlage mit den Teilbereichen:

- Raumüberwachung auf Radioaktivität;
- Überwachung des Unterdruckes;
- Funktionsüberwachung der Betriebsanlagen;
- Messwerterfassung;
- Alarmerfassung.

Alle Überwachungssysteme werden im Kontrollraum des Hotlabors zentral signalisiert. Die Betriebszustände und Alarme der Brandmeldeanlage werden zusätzlich auf dem Fernsignaltableau signalisiert. Ausserhalb der Normalarbeitszeit werden die Signale in der Sicherheitszentrale des PSI bearbeitet und es wird gegebenenfalls der Hotlabor-Pikettdienst aufgeboten. Mit dem Gebäudeleitsystem (GLS), einem digitalen Überwachungs- und Alarmierungssystem, werden die Daten zur Visualisierung und Archivierung aufbereitet. Im Kontrollraum sind auf zwei Arbeitsstationen die aktuellen Prozessdaten und Zustände anhand von Anlagenbildern kontinuierlich dargestellt. Folgende Betriebsanlagenbilder sind auf den Arbeitsstationen des GLS abrufbar:

- Zuluftanlagen des Inaktiv-, Radiochemie-, Radiochemieerweiterung-, Hotzellen- und des Hotzellenobergeschosstrakts;
- Abluftanlagen der Hotzellen, Kapellen und Handschuhboxen;
- Fortluftanlagen;
- Überwachung der Druckluftversorgung;
- Elektroversorgung;
- Raumüberwachung auf Radioaktivität;
- Überwachung der Notausgänge;
- Aktivabwasseraufbereitung.

Weitere raumbezogene Daten werden traktweise in Bildern auf dem jeweiligen Raumraster dargestellt:

- Raumüberwachung (Gamma-Dosisleistung und Alpha-Aktivität);
- Unterdrucküberwachung;
- Überwachung der Brandschutzklappengruppen.

Alle Messwerte werden kontinuierlich aufgezeichnet und archiviert.

Die Benutzung der Notrufanlage zur Alarmierung im Hotlabor funktioniert von allen Fest- und Funktelefonen durch die Wahl der Nummer 2222. Im Kontrollraum kann über eine zusätzliche Tischstation mit Prioritätsschaltung alarmiert werden. Über die Anlage können gruppenweise die Lautsprecher in den Räumen des Hotlabors angesteuert werden. Die Notrufanlage ist netzunabhängig und wird vom USV-Netz gespeist. Die Handhabung der Notrufanlage ist in der Betriebsvorschrift<sup>27</sup> geregelt.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Gebäudeleittechnik und die Notrufanlage müssen dem Stand der Technik entsprechen.

### **Beurteilung des ENSI**

Zur Information der Betriebszustände und Alarmierung im Gebäude des Hotlabors beurteilt das ENSI die Systeme der Gebäudeleittechnik und der Notrufanlage als geeignet.

## **6.3.4 Versorgungs- und Hilfssysteme**

### **6.3.4.1 Stromversorgung**

#### **Angaben des PSI**

Gemäss Kapitel 8 des Sicherheitsberichts wird das PSI mit einer Einspeisung aus dem 50-kV-Netz der Axpo Power AG versorgt. Im Gebäude WTSA (PSI-West) wird diese über zwei Transformatoren, auf die interne 16-kV-Versorgung des PSI transformiert. Für den Ausfall des 50-kV-Netzes steht zusätzlich eine Reserveeinspeisung aus dem 16-kV-Netz des Aargauischen Elektrizitätswerks zur Verfügung, welche die Möglichkeit bietet, direkt auf die 16-kV-Schiene im Gebäude WTSA einzuspeisen. Über eine Kabelverbindung wird die Kraft- und Wärmezentrale OKWA (PSI-OST) versorgt. Aus dieser erfolgt die Energieversorgung des Hotlabors. Die verschiedenen Kabel werden alle über den unterirdischen Kabelstollen in den Verteilraum 014 des Hotlabors geführt. Vom Verteilraum werden die diversen Unterverteilstationen versorgt.

Die Stromversorgung des Hotlabors wird über drei unterschiedliche Versorgungssysteme abgedeckt:

Die Normalstromversorgung des Hotlabors erfolgt ab der N-Schiene des OKWA, welche über die Transformatoren 1 bis 3 aus dem internen 16-kV-Netz versorgt wird. Diese Stromversorgung wird für allgemeine Verbraucher verwendet, welche keine Notstromversorgung benötigen (wie allgemeine Steckdosen, Beleuchtung, Klimaanlage, Sinteröfen usw.). Die Verbraucher ab dieser Schiene werden im Brandfall abgeschaltet.

Die Notstrom-Dieselnetz-Abgänge für das Hotlabor im OKWA-Gebäude erfolgen ab der Schiene des Notstromdiesels 1 (1470 kVA). Über drei Kabel werden die Notstromdieselschienen HL-ND1 bis HL-ND3 im Hotlabor versorgt. An diese Schienen sind die wichtigen Verbraucher mit Notstromberechtigung angeschaltet.

Als drittes Versorgungssystem werden über zwei Kabel von der batteriegepufferten unterbrechungslosen USV-Anlage der Kraft- und Wärmezentrale die USV-Netze USV1 und USV2 im Hotlabor gespeist. Dieses versorgt unterbrechungslos wichtige Kleinverbraucher in den Labors. Als weiteres im Hotlabor-Kontrollraum installiertes USV-Netz (USV3 und USV4) dient dieses der autonomen Notstromversorgung der Überwachung der Lüftung-, Brandschutz- und Sicherheitsanlagen. Diese autonome Notstromversorgung ist unter Berücksichtigung der Verbraucherleistung für eine Dauer von mindestens 15 Minuten ausgelegt.

Im Jahr 2009 wurde die Elektro-Hauptverteilung etappenweise erneuert und im Januar 2010 erfolgreich dem Betrieb übergeben. Mit der Erneuerung wurden gleichzeitig die Verbindungsleitungen von und zu der HV ab OKWA, sowie die Abgangskabel zu den Unterverteilungen im Hotlabor, wie auch das Erdungssystem erneuert.

## **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Im Abschnitt 2 der VUORS sind die Anforderungen an die Stromversorgung der Lüftungsanlage definiert. Die Anforderungen an die Stromversorgung der Strahlenschutzinstrumentierung sind in der Richtlinie HSK-G13 geregelt.

### **Beurteilung des ENSI**

Die Versorgung des Hotlabors mit elektrischer Energie ist durch drei unterschiedliche Versorgungsmöglichkeiten (16-kV-Einspeisung, Notstromdieselnetz und USV-Netz) sichergestellt. Die Verbraucher für Infrastruktur- und Betriebsanlagen sind entsprechend ihrer Priorität für die Sicherheit den verschiedenen Versorgungsnetzen zugeteilt.

Die Überwachungseinrichtungen des Hotlabors werden bei einem Stromausfall durch die autonome Notstromversorgung (USV und Notstromdiesel) hinreichend mit elektrischer Energie versorgt. Dadurch werden die Überwachungseinrichtungen des Hotlabors versorgt und die Alarmierung an die PSI-Loge ist sichergestellt.

Die Unterdruck-Haltung und -Staffelung der Lüftung ist bei Ausfall der Wechselstromversorgung nicht mehr gewährleistet. Die Brandmeldeanlage und die Brandschutzklappen werden durch die USV weiter versorgt. Bei Ausfall der Versorgungsspannung schliessen die Brandschutzklappen durch den Feder-speicherantrieb automatisch. Die Filterbänke verhindern, dass Aktivität ausserhalb der Gebäude freigesetzt wird.

Das ENSI beurteilt daher die Ausführung der Stromversorgung des Hotlabors als geeignet, um auch bei einem Ausfall eine genügende Rückhaltung von radioaktiven Stoffen zu gewährleisten.

#### **6.3.4.2 Druckluftsystem**

### **Angaben des PSI**

Gemäss Kapitel 6 des Sicherheitsberichts dient die Druckluftversorgung hauptsächlich der pneumatischen Steuerung und Regelung von Lüftungsanlagen. Die ununterbrochene Versorgung und die Stabilität des Drucks werden durch vier Kompressoren, die mit Frischluft ausserhalb der kontrollierten Zone versorgt werden, gewährleistet. Diese vier Kompressoren werden durch zwei unabhängige Strom- und Kühlwassernetze gespeist. Durch die Öl- und Wasserdampffreiheit wird die Druckluft auch für die Spülung von Handschuhboxen und als Atemluft für Einsätze in fremdbelüfteten Strahlenschutzanzügen verwendet. Der Druck wird in allen Teilnetzen überwacht und Störungen werden im Kontrollraum angezeigt.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 6 StSV gilt der Strahlenschutz als optimiert, wenn u. a. das Auftreten von Störfällen in Betracht gezogen wurde. Der Bewilligungsinhaber muss geeignete Massnahmen zur Vermeidung von Störfällen treffen (Art. 94 StSV).

### **Beurteilung des ENSI**

Betriebsstörungen an Hilfssystemen, wie der Druckluftversorgung, haben im Hotlabor und in anderen ähnlichen Anlagen die Barrierenintegrität zerstört und in der Folge zu radiologischen Vorkommnissen geführt. Aus diesem Grund sind Auslegung und Instandhaltung dieser Systeme von sicherheitstechnischer Bedeutung.

Eine schematische Zeichnung des Druckluftsystems fehlt in den eingereichten Unterlagen. Es ist nicht beschrieben wie die Unterdruckzellen und die druckluftgesteuerten Ventile und Klappen reagieren, wenn Leckagen oder andere Störungen im Druckluftsystem auftreten. Zum Beispiel muss bei Überdruck in Unterdruckzellen die Druckluftzuleitung rasch geschlossen werden.

**Forderung 6.3-2:**

*Das PSI hat bis Ende 2013 aufzuzeigen, dass der gesamte oder ein partieller Ausfall des Druckluftsystems oder die Fehlfunktion von Komponenten dieses Systems die Integrität von klassierten Ausrüstungen, insbesondere Unterdruckzellen, nicht schwächen und zu keiner Freisetzung von radioaktiven Stoffen führt.*

**6.3.4.3 Gasversorgung****Angaben des PSI**

Zahlreiche Labors und Unterdruckzellen sind mit fest installierten Druckgasverteilstationen für spezielle Gase ausgestattet. Die Spezialgasnetze werden von einer Druckgas-Flaschenbatterie gespeist, die aus Sicherheitsgründen ausserhalb des Gebäudes platziert ist. In Tab. 3 des Sicherheitsberichts sind NH<sub>3</sub>, CO, Ar, He, N<sub>2</sub> und ZG (Zählgas) genannt.

Gemäss Kapitel 10.6.3 des Sicherheitsberichts erfordert die Benutzung von Druckgasflaschen in den Labors eine spezielle Bewilligung durch den Anlagenleiter oder den Betriebsleiter und wird restriktiv gehandhabt.

Einer möglichen Überdrucksituation (durch Druckluft- oder Gaseinspeisungen) in Unterdruck-Einrichtungen wird in schriftlichen Sicherheitsbetrachtungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Kapitel 6.1.22 der Betriebsvorschriften<sup>27</sup> ist vorgeschrieben, dass jede Unterdruckzelle mit Gasversorgung über abschliessbare Haupthähne an der Aussenseite verfügen muss. Zudem ist der Einbau von Druckwächtern mit Abschaltung der Zufuhr vorgesehen. Gemäss den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> sind die Mitarbeiter bei Arbeitsabschluss verpflichtet zu überprüfen, dass die Hähne fest geschlossen sind.

**Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Gemäss Art. 6 StSV gilt der Strahlenschutz als optimiert, wenn u. a. das Auftreten von Störfällen in Betracht gezogen wurde. Der Bewilligungsinhaber muss geeignete Massnahmen zur Vermeidung von Störfällen treffen (Art. 94 StSV).

**Beurteilung des ENSI**

Die Aufstellung der Druckgasflaschen ausserhalb des Gebäudes ist sicherheitsgerichtet. Die Vorgaben in den Betriebsvorschriften<sup>27</sup> sind aus der Sicht des ENSI ausreichend um eine Überdrucksituation in den Unterdruckzellen zu verhindern.

Die Voraussetzungen für die spezielle Bewilligung durch den Anlagenleiter oder den Betriebsleiter zur Benutzung von Druckgasflaschen in den Labors ist in der Betriebsvorschrift beschrieben.

Gefahren durch den Einsatz von Flüssig-Stickstoff, z. B. zur Kühlung, werden weder im Sicherheitsbericht noch in den Betriebsvorschriften behandelt. Durch die Handhabung von Flüssig-Stickstoff kann in geschlossenen Systemen Überdruck entstehen, die Sauerstoffkonzentration in der Atemluft gefährlich abnehmen und durch thermische Spannungen eine sehr schnelle Alterung von Schläuchen und Behältern erfolgen. Diese Störungen können zum Versagen von Barrieren führen.

**Forderung 6.3-3:**

*Das PSI hat bis Ende 2012 in den Betriebsvorschriften festzulegen, unter welchen Voraussetzungen flüssiger Stickstoff in den Laboratorien des Hotlabors verwendet werden darf und auf welche Mengen er zu begrenzen ist.*

#### **6.3.4.4 Krananlagen und Hebezeuge**

##### **Angaben des PSI**

Der Gesuchsteller hat als Hintergrundinformation eine Liste der Transportmittel im Hotlabor mit den jeweiligen Angaben der Dokumentenbezeichnungen der technischen Zeichnungen zusammengestellt. Insgesamt sind 9 Kräne, 1 Hubwagen, 1 Kraftmanipulator, 2 Lifte, 2 Gabelstapler und zwei Transportwagen sowie eine Verschiebebühne aufgelistet.

##### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Für die Auslegung und Herstellungsqualität der Krananlagen und Hebezeuge im Hotlabor des PSI gelten die gültigen Normen der Industrie in der Zeit der Fertigung der Komponenten. Bei Änderungen, welche die Funktion oder die Eigenschaften der Krananlagen und Hebezeuge derart verändern, dass sie von der gültigen Auslegungsbasis abweichen, sind die aktuell gültigen Normen und Standards der Industrie anzuwenden, z. B. KTA 1401<sup>102</sup> oder KTA 3902<sup>103</sup>/3903<sup>104</sup> oder DIN 18800<sup>105</sup>, DIN 15001-1<sup>106</sup> und DIN 15001-2<sup>107</sup>.

##### **Beurteilung des ENSI**

Die Krananlagen und Hebezeuge im Hotlabor sind gemäss den industriellen Anforderungen für Auslegung, Herstellung und Montage, die in der Zeit der Fertigung gültig waren, beschafft und eingebaut worden. Die Herstellungsunterlagen sind im Instandhaltungs- und Wartungsprogramm (SAMA) abgelegt und dokumentieren die anforderungsgerechte Fertigung und Montage.

Die Krananlagen und Hebezeuge sind in das Instandhaltungs- und Wartungsprogramm des Hotlabors einbezogen. Die Anlagen werden regelmässig gewartet, geprüft und ggf. repariert. Die Funktionstüchtigkeit der Krananlagen und Hebezeuge wird regelmässig überprüft und die Ergebnisse der Überprüfung werden dokumentiert. Das ENSI bewertet die Auslegung und Herstellungsqualität der Krananlagen und Hebezeuge als ausreichend und akzeptiert deren Überwachung im Rahmen des Programmes SAMA. Das ENSI beurteilt das eingesetzte Instandhaltungs- und Wartungsprogramm (SAMA) als geeignetes Werkzeug für die Planung, Überwachung und Dokumentation der durchgeführten Instandhaltungs- und Wartungsprogrammarbeiten (siehe Kapitel 5.2).

#### **6.3.5 Strahlenmesstechnik**

Zur Gewährleistung des Schutzes des Personals und der Umwelt müssen die radiologischen Verhältnisse innerhalb des Hotlabors und in der Umgebung sowie die Abgaben radioaktiver Stoffe nach aussen bekannt sein. Dazu sind spezielle Messgeräte notwendig, die folgende Aufgaben erfüllen:

- Das Erfassen von Messwerten über Radioaktivität und Strahlenfelder um aufzuzeigen, dass die Radioaktivitäts- und Strahlenpegel im erwarteten Rahmen liegen, dass das Hotlabor bezüglich Radioaktivität und Strahlenfelder in Übereinstimmung mit den Betriebsvorschriften und den spezifischen PSI-Weisungen betrieben wird und, dass bei Grenzwertüberschreitung Interventionen einzuleiten sind.
- Die Erfassung der radioaktiven Stoffe bei der Abgabe an die Umwelt.

##### **Angaben des PSI**

Gemäss den Kapiteln 9 und 11 des Sicherheitsberichts berücksichtigt die Auslegung der Strahlenschutzinstrumentierung folgende generelle Aspekte:

- Die Anzeige der Messwerte und die Signalisierung bei Grenzwertüberschreitung und Geräteausfall erfolgt vor Ort. Im Kontrollraum werden die Messwerte und Alarmierungszustände der fest installierten Messgeräte mit Hilfe des Gebäudeleitsystems angezeigt, registriert und ausserhalb der Betriebszeiten an die Sicherheitszentrale weitergeleitet. Eine Ausnahme davon ist



die Fortluftüberwachung des Hochkamins PSI-Ost, dort werden die Messwerte und Alarmzustände vor Ort angezeigt und die Alarmer direkt an die Sicherheitszentrale weitergeleitet.

- Die Messgeräte sind auf die Umgebungsbedingungen im Anforderungsfall ausgelegt.
- Die Messgeräte sind an eine Notstromversorgung angeschlossen.
- Die Messsysteme werden periodisch geprüft. Die Prüf- und Kalibriervorschriften sind in das Qualitätssicherungsprogramm des PSI integriert.

Im Einzelnen werden im Hotlabor folgende Strahlenschutzmesssysteme eingesetzt:

#### Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen

Alle Arbeitsräume innerhalb der kontrollierten Zone sind mit einem Gamma-Dosisleistungsmessgerät ausgerüstet (Sicherheitsbericht Kapitel 11.4.2).

Im Bereich des Trockenlagers und der Andockstellen für Brennstab-Abschirmflaschen im Hotzellen-Bedienungsgang ist ein Neutronen-Dosisleistungsmessgerät installiert. Alle Laborräume, in denen grössere Mengen von Spaltstoffen in Handschuhboxen bearbeitet werden, sowie der Hotzellen-Arbeitsraum werden mit ortsfesten Neutronendosimetern überwacht, die vierteljährlich ausgewertet werden (Sicherheitsbericht Kapitel 11.4.3).

#### Überwachung der Raumluft auf Alpha-Aerosole in den Plutonium-Labors

Gemäss Kapitel 11.3.2 Sicherheitsbericht wird die Überwachung der Raumluft mit Hilfe von zwei Messsystemen sichergestellt. Das eine System überwacht kontinuierlich die Raumluft der einzelnen Labors auf Alpha-Aerosole, während mit dem anderen die Atemluft direkt an den Arbeitsplätzen diskontinuierlich überwacht wird, an denen Plutonium-Leckagen möglich sind.

Die kontinuierliche Überwachung der Raumluft in den Plutonium-Labors 202, 212a, 212b, 213, 214, 215, 221b und 223 auf Alpha-Aerosole erfolgt mit Monitoren, die im Labor Probenluft aus dem Bereich der Ansaugung der Raum-Abluftfilter entnehmen. Jeder Monitor verfügt über eine individuelle Ansaugpumpe.

Die Atemluft der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die in den Plutonium-Labors 201, 202, 212a, 212b, 213, 214, 215 und 223 arbeiten, wird mit Hilfe von persönlichen Filtern diskontinuierlich überwacht. Die Filterhalter werden am Arbeitsplatz mit der Unterdruck-Ringleitung verbunden. Der Unterdruck in der Ringleitung wird über ein redundantes Gebläsesystem gewährleistet. Die Filter werden nach jedem Arbeitstag ausgewechselt und ausgemessen. Die Atemluftüberwachung der Plutonium-Labors gilt als Triagemessung für das beruflich strahlenexponierte Personal und erfolgt im Einklang mit der Dosimetrieordnung durch den Betrieb des Hotlabors.

#### Überwachung der Abluft aus dem Hotlabor (Strangüberwachung)

Gemäss Kapitel 11.5 des Sicherheitsberichts münden sämtliche gefilterten Abluftströme aus dem Hotlabor in den Sammelkanal zum Hochkamin PSI-Ost. In diesem Kanal erfolgt eine isokinetische Probenahme. Die Luftproben werden mit einem Beta/Gamma- und einem Alpha-Aerosol-Monitor überwacht. Parallel dazu ist eine Filterkapsel eingebaut, die wöchentlich gewechselt wird. Die Filter werden aber nur dann analysiert, wenn die Fortluft-Aktivitätsüberwachung des Hochkamins PSI-Ost erhöhte Werte aufweist.

#### Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe in der Fortluft des Hochkamins PSI-Ost

Die radioaktiven Abgaben aus dem Hotlabor werden zusammen mit den Abgaben aus anderen Anlagen über den Hochkamin PSI-Ost an die Umwelt abgegeben (Kapitel 11.5.1 des Sicherheitsberichts).

Zur Überwachung der radioaktiven Stoffe in der Fortluft des Hochkamins PSI-Ost werden kontinuierlich im Kamin isokinetisch Luftproben genommen. Die Luftproben werden mit einem Beta-Aerosol- und einem Jodmonitor überwacht. Zusätzlich wird eine Bilanzierungseinheit, bestehend aus einem Aerosol- und Jodfilter, sowie einer Tritiumauswaschflasche beprobt.

Die experimentelle Bestimmung der Gesamtübertragungsraten für das Probenahmesystem<sup>108</sup> ergab für Partikel mit einem Durchmesser von 1 µm einen Wert von über 95 %. Bei grösseren Partikeln mit einem Durchmesser von 10 µm bzw. 500 µm ergaben sich Werte von ungefähr 50 % bzw. 80 %.

Die Abgaben von Aerosolpartikeln über den Hochkamin PSI-Ost werden nuklidspezifisch bilanziert, ebenso wie diejenigen des separat gemessenen Abluftstrangs des Zentrums für radiopharmazeutische Wissenschaft, sodass durch Differenzbildung der Anteil, der von den Kernanlagen stammt, errechnet werden kann. Die Edelgasabgabe von Spaltgasen aus Brennstäben wird von Fall zu Fall vor Ort im Hotlabor rechnerisch erfasst und bilanziert.

#### Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe im Abwasser

Das im Hotlabor aufbereitete radioaktive Abwasser wird tankweise ab Kontrolltank über das Entsorgungssystem für radioaktive Abwässer des PSI-Osts in die Aare abgegeben. Vor der Abgabe wird aus dem Kontrolltank eine repräsentative Probe erhoben und quantitativ mittels Gammaskopie sowie bezüglich Alpha-Totalaktivität und Beta-Totalaktivität ausgewertet. Das Abwasser, dessen Aktivitätskonzentration unter dem im Abgabereglement<sup>19</sup> für das PSI festgelegten Grenzwert liegt, wird vom Strahlenschutz zum Abpumpen in die Aare freigegeben. Gleichzeitig wird die Bilanzierung der PSI-Ost-Abgaben an die Aare nachgeführt. Gegebenenfalls kann der Tankinhalt wieder der Abwasseraufbereitungsanlage zugeführt werden.

Während des Abpumpens wird die Gamma-Aktivität im Abwasser beim Durchlaufen der Kontrollkammer des Entsorgungssystems mit drei parallel arbeitenden Messeinrichtungen überwacht. Die einzelne Messeinrichtung besteht aus einer Ringschalen-Anordnung mit eingebautem NaJ-Detektor. Bei Überschreitung der Alarmschwelle wird die Entleerungspumpe automatisch gestoppt.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Das ENSI beurteilt die Messtechnik anhand der in der Richtlinie HSK-G13 formulierten Anforderungen. Das Messsystem zur Überwachung der Atemluft hinsichtlich Alpha-Aerosole wird zusätzlich mit den Anforderungen der Dosimetrieverordnung beurteilt. Für die Messsysteme zur Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Abgaben mit der Fortluft und dem Abwasser ist zusätzlich das Abgabereglement<sup>19</sup> für das PSI einzuhalten.

#### **Beurteilung des ENSI**

Das PSI plant die Messwerte aller wichtigen Strahlenmeseinrichtungen am PSI-Ost in einem zentralen Datenerfassungs- und Visualisierungssystem zu verwalten. Mit diesem System sollen alle Messwerte und Alarmzustände an einer zentralen Stelle online angezeigt und registriert werden. Die Übermittlung der Alarme mittels Gebäudeleitsystem bleibt von dieser Änderung unberührt. Mit dieser geplanten Änderung erfüllt die Strahlenmesstechnik in Bezug auf die oben aufgelisteten generellen Aspekte der Auslegung die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13.

Ein weiterer für die ganze Strahlenmesstechnik gültiger Aspekt ist ihre Dokumentation. Das ENSI vermisst im Bereich der Strahlenmesstechnik eine zusammenfassende Dokumentation. Sie ist für den langfristigen Wissenserhalt wichtig.

#### **Forderung 6.3-4:**

*Zur Strahlenschutzmesstechnik im Hotlabor ist die Dokumentation bis Ende 2013 zusammenfassend zu verbessern bzw. zu ergänzen. Dabei sind folgende Punkte zu beschreiben:*

- a) *Aufgabe der Messeinrichtung, Konzept der Überwachung und Messprinzip, Technische Beschreibung, vollständige technische Daten sowie Einsatz- und Umgebungsbedingungen, Kalibrierzertifikate einschliesslich einer Darlegung der Rückverfolgbarkeit auf Referenznormale, Messbereiche und Nachweisgrenzen, Ableitung und Begründung der Alarmwerte und aktueller Standortplan.*

- b) *Methoden zur Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft des Hochkamins PSI-Ost und dem Abwasser einschliesslich der erreichten Nachweisgrenzen. Zusätzlich eine Bewertung der Methoden hinsichtlich der Erfüllung des Abgabereglements.*

Im Einzelnen beurteilt das ENSI die Messsysteme wie folgt:

#### Ortsfestes System zur Überwachung der Ortsdosisleistungen

Das ortsfeste System zur Überwachung der Ortsdosisleistungen dient zur Information und Warnung von Personen, wenn die Ortsdosisleistung vorgegebene Werte überschreitet. Es erfüllt die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13.

#### Überwachung der Raumluft auf Alpha-Aerosole in den Plutonium-Labors

Die Messsysteme dienen zur Überwachung der Alpha-Aerosolaktivität in Raum- und Atemluft. Zusätzlich werden die Messsysteme zur Überwachung der Atemluft als einfache Messung (Triagemessung) zur Inkorporationsüberwachung durch den Betrieb verwendet. Sie erfüllen die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13. Insbesondere wurde vor der Inbetriebnahme der Alpha-Monitore nach dem Umbau des Hotlabors im Jahre 2002 die Gesamtübertragungsrate an einem Prototyp zu grösser als 50 % experimentell bestimmt. Auch erfüllt das Messsystem zur Überwachung der Atemluft die Anforderungen von Art. 33 der Dosimetrierverordnung an die geforderte Triagemessung zur Inkorporationsüberwachung durch den Betrieb.

#### Überwachung der Abluft aus dem Hotlabor (Strangüberwachung)

Das Messsystem dient zur Überwachung der Beta- und Alpha-Aerosolaktivität in der Gesamtabluft des Hotlabors. Es erfüllt bis auf eine Ausnahme die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13. Die Richtlinie verlangt die experimentelle Bestimmung der Gesamtübertragungsrate für Aerosole. Da das Messsystem gemäss Aussage des PSI als Redundanz zur Aktivitätsüberwachung der Fortluft über den PSI-Ost-Hochkamin verwendet wird, ist dieser Nachweis für alle Aerosolgrössen, die mit der Fortluft über das PSI-Ost-Hochkamin ausgestossen werden können, zu erbringen. Das Nachweisziel für die Gesamtübertragungsrate ist in diesem Falle 50 % anstatt 33 %. Aus diesen Gründen stellt das ENSI folgende Forderung:

#### **Forderung 6.3-5:**

*Für das Probenahmesystem der Abluftüberwachung des Hotlabors (Strangüberwachung) muss der experimentelle Nachweis erbracht werden, dass die Gesamtübertragungsrate für alle Aerosolgrössen, die mit der Fortluft des PSI-Hochkamins-Ost ausgestossen werden können, grösser als 50 % ist. Ansonsten ist das Messsystem bis Ende 2013 nachzurüsten.*

#### Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe in der Fortluft des Hochkamins PSI-Ost

Das Messsystem zur Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe im Hochkamin PSI-Ost erfüllt die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13.

Die Bilanzierung der Abgaben erfolgt gemäss den Vorgaben des Abgabereglements<sup>19</sup>.

#### Überwachung und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe im Abwasser

Das Vorgehen des PSI zur Bilanzierung der radioaktiven Abgaben mit dem Abwasser erfolgt entsprechend den Vorgaben des Abgabereglements<sup>19</sup>.

Die Messsysteme zur kontinuierlichen Überwachung der mit dem Abwasser abgegebenen radioaktiven Stoffe haben die Aufgabe bei Grenzwertüberschreitung die Abgabe automatisch zu stoppen und den zugehörigen Alarm zu signalisieren. Das ENSI beurteilt die Messsysteme als geeignet zur Erfüllung ihrer Aufgaben. Ihre Auslegungen erfüllen die Anforderungen der Richtlinie HSK-G13.

### 6.3.6 Abwassersystem inkl. Abwasserbehandlung

#### Angaben des PSI

Gemäss Kapitel 7 des Sicherheitsberichts gibt es im Hotlabor nebst dem Löschwasser und der Hotzellenabwässer, drei getrennte Abwasser-Sammelnetze, die streng voneinander getrennt sind: Das Meteorwassersystem (inaktiv), das Inaktiv-Abwassersystem und das schwach radioaktive Abwassersystem mit drei Aufbereitungsstrassen.

Das bei einem Feuerwehr-Löscheinsatz anfallende Löschwasser entspricht weitgehend dem Szenario einer internen Überschwemmung wegen Wasserleitungsbruch. Das Wasser fliesst zur niedrigsten Stelle des Gebäudes und wird in der Auffangwanne des Pumpensumpfes im Tankraum 037 der Abwasser-Aufbereitungsanlage gesammelt. Sollten die Sammel tanks des Hotlabors die anfallende Wassermenge nicht mehr aufnehmen können, wird das Wasser in die Sammelbehälter S9-S13 im DIORIT-Rückhaltebecken Aare (OALA) geleitet.

Die Not-Toiletten-Spülungen der kontrollierten Zone werden zusammen mit dem Abwasser des Inaktivtrakts in einer Sammelleitung ohne Kontrolle der Aktivität dem Inaktiv-Abwassersystem des PSI zugeführt.

Die bei der Gebäudereinigung anfallenden Schmutzwässer werden unkontrolliert in eines der an das aktive Abwassersystem des OHLA-Gebäudes angeschlossenen Lavabos gegeben. Diese Schmutzwässer werden wie schwachradioaktives Abwasser behandelt und dementsprechend gesammelt und gereinigt.

Jede Hotzelle verfügt über Ausgüsse und mindestens einen Bodenablauf. Das Hotzellenabwasser wird über entsprechende Sammelleitungen in einer Kellerhotzelle zusammengeführt und zu einem Kunststofftank in Zelle 6a geleitet. Das Niveau und die Aktivität des Tanks werden überwacht. Der Tankinhalt kann mit Druckluft in den Zulauftank 1 entleert und als schwach radioaktives Abwasser aufbereitet werden.

Stark radioaktive Alpha/Beta/Gamma-haltige Flüssigkeiten wie actiniden- und spaltprodukt-haltige Abfälle aus den Pu-Laboratorien und aus isolierten Hotzellen werden, gemäss Kapitel 14.2 des Sicherheitsberichts, in den abgeschirmten Zellen der zurzeit im Aufbau befindlichen FIXBOX-3-Anlage aufkonzentriert und in Kleingebinden einzementiert (siehe Kapitel 5.5.1.2).

Das schwach-radioaktive Abwassersystem ist in der Weisung über die „Technische Dokumentation Aktiv Abwasser Areal Ost“<sup>109</sup> detailliert beschrieben. Demnach wird fast das gesamte Abwasser aus der kontrollierten Zone des Hotlabors mit Ausnahme des Kühlwassers und der WC-Spülung in den Zulauftank 1 eingeleitet, der sich an der tiefsten Stelle des Hotzellentrakts befindet. Das schwach radioaktive Abwasser kann nur über den Weg der Abwasseraufbereitung in das Entsorgungssystem für radioaktiv kontaminierte Abwässer des PSI-Ost eingeleitet werden. Im Hotlabor werden auch schwach radioaktive Abwässer aus anderen Gebäuden des PSI-Ost verarbeitet.

Insgesamt gibt es im System für schwach-radioaktive Abwässer des Hotlabors drei Aufbereitungsstrassen. Die Abwässer werden je nach Ursprung in verschiedenen Sammel tanks aus Edelstahl gesammelt, bis sie von dort zur Aufbereitung weitergeleitet werden:

- Hotlabor-Abwässer (Sammeltanks S3 und S4);
- Abwässer aus der Aktiv-Wäscherei, der Verbrennungsanlage (Geb. OVAA), GENORA und aus den Forschungslabors (Geb. OFLG) (Sammeltanks S7 und S8);
- Kollektiv-Abwässer aus der Radiopharmazie und aus dem DIORIT-Gebäude. (Sammeltanks S5 und S6).

In zwei Ultrafiltrationsanlagen (UF2 und UF3) werden die Abwässer im Kreislauf über keramische Membranfilterrohre gepumpt. Das Filtrat wird kontinuierlich, je nach Herkunft des Abwassers, in einen der fünf Kontroll tanks geleitet. Jährlich werden etwa 1500 m<sup>3</sup> Wasser aufbereitet. Die Feststoffe werden im Kreis-

lauf mit der Zeit aufkonzentriert und durch einfaches Rückspülen entfernt. Zudem erfolgt eine halbjährliche Reinigung mit Säure. Der Feststoffanteil im Konzentrat beträgt etwa 80 kg pro Jahr.

Nach der Aufbereitung wird das gereinigte Wasser in entsprechende Kontrolltanks gefüllt. Für die Abgabe des aufbereiteten Wassers aus den Kontrolltanks ist die Sektion Betriebsstrahlenschutz zuständig (siehe Kapitel 5.4.1 und 6.3.5 dieses Gutachtens).

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Als Bewertungsgrundlagen verwendet das ENSI Art. 80 StSV, Art. 13 bis 14 VUORS, Art. 11 bis 17 und Anhang 3 der Gewässerschutzverordnung vom 29. Oktober 1998 (GschV, SR 814.201) sowie die KTA 1504<sup>110</sup>.

### **Beurteilung des ENSI**

Das Löschwasser fliesst aus allen Bereichen des Hotlabors in die Betonwanne des Hotzellentrakts, welches mit über 1000 m<sup>3</sup> ein genügend grosses Auffangvolumen darstellt. Die Entleerung der Betonwanne kann über die Abwasseraufbereitungsanlagen mit Kontrolltanks geführt werden, sodass die Kontrolle und Bilanzierung der radioaktiven Stoffe im Löschwasser vor der Ableitung in die Aare gewährleistet ist.

Über die Not-Toiletten in der kontrollierten Zone können unkontrolliert radioaktive Stoffe in das Inaktiv-Abwassersystem gelangen. Stand der Technik und Erfahrung ist, dass eine mögliche Ableitung von Abwässern aus der kontrollierten Zone in ein inaktives Abwassersystem eliminiert, zumindest aber streng kontrolliert wird.

#### **Forderung 6.3-6:**

*Das PSI hat bis Ende 2013 nachzuweisen, dass über die Not-Toiletten keine radioaktiven Stoffe in das inaktive und radiologisch nicht überwachte Abwassersystem des PSI gelangen können.*

Die in den Pu-Laboratorien und isolierten Hotzellen anfallenden hochradioaktiven Abwässer werden separat gesammelt und anschliessend in der FIXBOX weiterverarbeitet. Das vorherige Sammeln schwach radioaktiver Abwässer aus den Hotzellen in einem überwachten Kunststofftank (Niveau- und Aktivitätskontrolle) stellt eine geeignete Massnahme dar, um hohe Aktivitätseinträge in den Zuluftank 1 zu verhindern.

Aus den Gesuchsunterlagen ist nicht nachvollziehbar abzuleiten, ob alle Bodenabläufe ans Aktivabwassersystem angeschlossen sind. Dies ist in Forderung 5.3-1 zu behandeln.

Das Vorgehen zur Entsorgung des Schmutzwassers aus der Gebäudereinigung erfüllt die Anforderungen des ENSI. Es ist jedoch nicht formal geregelt.

#### **Forderung 6.3-7:**

*Das Vorgehen zur Entsorgung des Schmutzwassers aus der Gebäudereinigung ist bis Ende 2012 zu regeln.*

Die administrativen und technischen Massnahmen der drei Aufbereitungsprogramme für die schwach radioaktiven Abwässer des PSI sind aus Sicht des ENSI ausreichend, um eine unkontrollierte Abgabe von Aktivität in die Umwelt zu verhindern. Das ENSI hat die Inbetriebnahme der Reinigungsanlagen mit Inspektionen und Freigaben begleitet und ist zum Schluss gekommen, dass es sich um ein geeignetes Verfahren handelt, mit dem die Vorgaben aus der Strahlenschutzgesetzgebung wie auch der Gewässerschutzverordnung eingehalten werden können.

Zur Kontrolle von aufbereitetem Abwasser vor der Abgabe an die Aare siehe Kapitel 6.3.5 dieses Gutachtens.



## **7 Verhalten der Anlage bei Störfällen**

### **7.1 Grundlagen der Störfallanalysen**

Störfälle, die aufgrund der Erfahrung während der Lebensdauer einer Kernanlage zu erwarten oder nach menschlichem Ermessen nicht auszuschliessen sind, werden unter dem Begriff „Auslegungsstörfälle“ zusammengefasst.

Mit Hilfe der Störfallanalysen wird nachgewiesen, dass die Anlage durch das Eingreifen von sicherheitstechnisch wichtigen Systemen automatisch in einen sicheren Zustand überführt wird und keine schwerwiegenden Auswirkungen in der Umgebung auftreten. Dazu muss gezeigt werden, dass folgende Schutzziele jederzeit bei Auslegungsstörfällen gewährleistet sind:

- Kontrolle der Reaktivität;
- Kühlung der Kernmaterialien und der radioaktiven Abfälle;
- Einschluss der radioaktiven Stoffe;
- Begrenzung der Strahlenexposition.

Je nach erwarteter Eintrittshäufigkeit des Auslegungsstörfalls werden 3 Störfallkategorien unterschieden. Je höher die Eintrittshäufigkeit ist, desto höher sind gemäss Art. 94 StSV die Anforderungen an den Einschluss der radioaktiven Stoffe.

#### **Angaben des PSI**

Das PSI hat im Sicherheitsbericht eine deterministische Störfallanalyse vorgelegt, in der für ein Spektrum von Auslegungsstörfällen der Nachweis für die Einhaltung der Schutzziele dargelegt wird. Darüber hinaus verglich der Gesuchsteller die analysierten Auslegungsvorkommnisse mit Vorkommnissen, die seit Betriebsbeginn im Hotlabor auftraten.

Die Bestimmung der radiologischen Auswirkungen umfasste folgende Analysen:

- Bestimmung des Aktivitätsinventars aus dem mengenbezogenen Auslegungsinventar;
- Transport radioaktiver Stoffe innerhalb der Anlage bis zur Freisetzung in die Umgebung (Bestimmung des Quellterms);
- Ausbreitung der freigesetzten radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre und Ablagerung auf dem Boden;
- Berechnung der Dosis für eine Einzelperson aus der Bevölkerung.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Das ENSI stützt sich bei seiner Beurteilung der Störfallanalysen auf die Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2), die Richtlinie ENSI-A01 und bei der Beurteilung der Ausbreitungs- und Dosisrechnung auf die Richtlinie HSK-G14.

Gemäss Art. 2 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) sind die Schutzziele in jedem Fall eingehalten, falls die Dosiswerte nach Art. 94 Abs. 3-5 und Art. 96 Abs. 5 StSV eingehalten und zusätzlich gemäss Art. 4 KEG und Art. 9 StSG zur Begrenzung der Strahlenexposition alle Massnahmen ergriffen worden sind, die nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik geboten sind.

## Beurteilung des ENSI

Bei der Bestimmung der Eintrittshäufigkeiten der Auslegungsstörfälle wurden Einzelfehler nicht ausgewiesen. Art. 8 Abs. 4 KEV verlangt aber, dass zusätzlich zum auslösenden Ereignis ein unabhängiger Einzelfehler angenommen werden muss. Hierzu gelten die Anforderungen der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) und der Richtlinie ENSI-A01. Die Betrachtungen zum Einzelfehler wurden nicht störfall-spezifisch durchgeführt. Passive Komponenten müssen nachweislich eine hohe Qualität aufweisen und dürfen keinem latenten Schädigungsmechanismus unterliegen (ENSI-A01).

### **Forderung 7.1-1:**

*Die Störfallanalysen sind bis Ende 2013 um die Berücksichtigung des Einzelfehlers gemäss Art. 8 KEV und Richtlinie ENSI-A01 zu ergänzen. Wo Einzelfehler nicht relevant sind, ist dies nachvollziehbar zu begründen.*

Die Richtlinie HSK-G14 trat im Jahr 2008 in Kraft und wurde im Sicherheitsbericht vom Gesuchsteller bei der Ausbreitungs- und Dosisberechnung noch nicht berücksichtigt. Neu sind die Dosen auch für Kinder und Kleinkinder aufgeschlüsselt bezüglich der Expositionspfade (vgl. Anhang 5 der Richtlinie HSK-G14) zu berechnen.

### **Forderung 7.1-2:**

*Die Berechnungen der Folgedosen aus den untersuchten Störfällen sind gemäss aktueller Richtlinie HSK-G14 für alle Bevölkerungsgruppen aufgeschlüsselt bezüglich der Expositionspfade bis Ende 2013 durchzuführen.*

## 7.2 Inventare an radioaktiven Stoffen

Mit den zugrunde gelegten Inventaren an radioaktiven Stoffen für die Quelltermberechnungen hat der Gesuchsteller maximale Inventare für das Hotlabor, die einzelnen Trakte des Hotlabors, die Hotzellen, die Laboratorien und die Ausrüstungen festgelegt, mit denen er die Einhaltung der Dosiswerte gemäss Art. 94 StSV sicherstellen will. Als solche sind sie im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) festzuschreiben und ständig zu überwachen (vgl. Kapitel 3.4 mit Auflagen 3.4-1, 3.4-2, und Kapitel 7.2.1 mit Forderungen 7.2-2, 7.2-3, 7.2-4).

### **Angaben des PSI**

Die nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare für unbestrahlte Spaltstoffe (Polonium und U-235) und bestrahlte Materialien (Brennstoffe, Strukturmaterialien und Blei-Bismut) hat der Gesuchsteller im Sicherheitsbericht folgendermassen abgeleitet: Es besteht für unbestrahlte Spaltstoffe aus einer Menge von 2 kg Plutonium, wobei eine Nuklidzusammensetzung angenommen wird, wie sie für LWR typisch ist (Qualität P20), und 1 kg U-235. Das Auslegungsaktivitätsinventar für bestrahlte Materialien beinhaltet eine Menge von 150 kg bestrahltem LWR-MOX-Brennstoff mit einem Abbrand von 50 MWd/kgSM und einer Abklingzeit von vier Jahren nach Bestrahlungsende und 50 kg aktiviertem Stahl, dessen gesamte Aktivität mit  $10^{15}$  Bq Co-60 angenommen wird. Das nuklidspezifische Aktivitätsinventar des LWR-MOX-Brennstoffes wurde mit dem Rechenprogramm ORIGEN-2 (Version 08.01.1991) berechnet.

Da das ENSI in einer ersten Beurteilung festgestellt hat, dass die oben definierten Auslegungsaktivitätsinventare für die kommenden Jahre voraussichtlich nicht abdeckend sind, hat der Gesuchsteller in der mit dem Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> eingereichten Aktennotiz<sup>7</sup> die Kapazität des Hotlabors (vgl. Kapitel 3.4.1) festgelegt und das daraus abgeleitete nuklidspezifische Auslegungsinventar für bestrahlte Brennstoffe für die Periode 2012-2022<sup>111</sup> auf Basis der zu erwartenden Brennstofflieferungen und Rückführungen für die Periode 2012-2018 bestimmt. Es wurden verschiedene Abbrände, Abklingzeiten und Brennstofftypen angenommen und ein konservativ abdeckendes Testinventar ausgewählt (siehe Tab. 7.2-1).



Mit den Werten aus Tab. 7.2-1 wurde mittels ORIGEN-Rechnungen das nuklidspezifische Auslegungsaktivitätsinventar für die bestrahlten Brennstoffe berechnet (vgl. Tab. 7.2-2).

Tab. 7.2-1: Zusammensetzung der Kapazität des Hotlabors für die Periode 2012-2022

Kapazität		Menge	Charakterisierung (Abbrand bzw. Qualität)	Anteil am Brennstoffinventar
Brennstoffe (bestrahlt)	150 kg	135 kg UO <sub>2</sub>	80 GWd/tHM, 6 Monate Abklingzeit	25 %
			80 GWd/tHM, 1,5 Monate Abklingzeit	25 %
			80 GWd/tHM, 3 Jahre Abklingzeit	25 %
			80 GWd/tHM, 6 Jahre Abklingzeit	15 %
		15 kg MOX	62 GWd/tHM, 6 Monate Abklingzeit	5 %
			62 GWd/tHM, 6 Monate Abklingzeit	5 %
Strukturmaterial (50 kg bestrahlter Stahl)	10 <sup>15</sup> Bq Co-60			
Po-Isotope (200 kg bestrahltes Blei-Bismut)	10 <sup>12</sup> Bq Po-210			
Spaltstoffe (unbestrahlt)	2 kg Plutonium 1 kg U-235		Qualität P20	

Tab. 7.2-2: Auslegungsaktivitätsinventare für die Periode 2012-2022 für bestrahlte Materialien und unbestrahlte Spaltstoffe

Isotope	Auslegungsaktivitätsinventar für bestrahlte Brennstoffe und Materialien (150 kg Brennstoffe, 50 kg Stahl, 200 kg Blei-Bismuth)
Co-60	$1,00 \cdot 10^{15}$
Po-210	$1,00 \cdot 10^{12}$
Kr-85	$9,53 \cdot 10^{13}$
Sr-89	$1,14 \cdot 10^{14}$
Sr-90	$8,20 \cdot 10^{14}$
Y-90	$8,20 \cdot 10^{14}$
Zr-95	$4,64 \cdot 10^{14}$
Nb-95	$9,24 \cdot 10^{14}$
Ru-103	$1,60 \cdot 10^{14}$
Ru-106/Rh-106	$2,49 \cdot 10^{15}$
I-129	$9,53 \cdot 10^{13}$
Sb-125	$6,26 \cdot 10^{13}$
Cs-134	$1,58 \cdot 10^{15}$
Cs-137/Ba-137	$1,30 \cdot 10^{15}$
Ce-144/ Pr-144m	$2,89 \cdot 10^{15}$
Pr-144	$2,89 \cdot 10^{15}$
Pm-147	$7,14 \cdot 10^{14}$
EU-154	$8,59 \cdot 10^{13}$
EU-155	$3,13 \cdot 10^{13}$
Pu-238	$7,49 \cdot 10^{13}$
Pu-239	$2,16 \cdot 10^{12}$
Pu-240	$5,42 \cdot 10^{12}$
Pu-241	$1,21 \cdot 10^{15}$
Am-241	$6,51 \cdot 10^{12}$
Am-242	$1,37 \cdot 10^{11}$
Cm-242	$1,20 \cdot 10^{14}$
Cm-244	$2,01 \cdot 10^{14}$
U-235	$5,03 \cdot 10^{07}$
U-236	$2,54 \cdot 10^{09}$
U-238	$1,66 \cdot 10^{09}$
<b>Total</b>	<b><math>1,81 \cdot 10^{16}</math></b>

Isotope	Auslegungsaktivitätsinventar für unbestrahlte Spaltstoffe
Pu-238	$7,23 \cdot 10^{12}$
Pu-239	$3,09 \cdot 10^{12}$
Pu-240	$3,57 \cdot 10^{12}$
Pu-241	$4,35 \cdot 10^{14}$
Pu-242	$7,04 \cdot 10^{09}$
Am-241	$6,51 \cdot 10^{12}$
U-235	$8,14 \cdot 10^{07}$
<b>Total</b>	<b><math>4,56 \cdot 10^{14}</math></b>

Die Summe aus den Auslegungsaktivitätsinventaren für bestrahlte und unbestrahlte Materialien ergibt eine Gesamtaktivitätslimite im Hotlabor von  $1,86 \cdot 10^{16}$  Bq.

Mit den gleichen Annahmen rechnet der Gesuchsteller die Begrenzungen der Radioaktivität in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen in nuklidspezifische Teilauslegungsinventare um (vgl. Kapitel 3.4.2).

In einem Fachgespräch am 13. Februar 2012<sup>112</sup> stellte der Gesuchsteller ein Verfahren zur Überprüfung der Einhaltung der Kapazität und der daraus abgeleiteten nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare vor. Das Verfahren basiert auf einem Vergleich zwischen der oben abgeleiteten Gesamtaktivitätslimite und der aktuellen Gesamtaktivität im Hotlabor, wobei die aktuelle Gesamtaktivität der bestrahlten Brennstoffproben nicht mit ORIGEN-Rechnungen sondern mit Hilfe von vorausberechneten Kurven für verschiedene Bestrahl- und Abklingzeiten berechnet wird.

Mit diesem Verfahren lässt sich auch die Einhaltung der Begrenzung der Radioaktivität und deren abgeleiteten nuklidspezifischen Teilauslegungsaktivitätsinventare in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen überprüfen und überwachen. Ist die aktuelle Gesamtaktivität eines Trakts, einer Hotzelle, eines Labors oder einer Ausrüstung grösser als 60 % der zugehörigen Limite, führt der Gesuchsteller detaillierte Abklärungen durch.

Das PSI entwickelt ein EXCEL-Macro, mit dem die Überprüfung der Einhaltung der Kapazität, des Auslegungsinventars und der zulässigen Inventare von Labors, Boxen und Zellen jederzeit durchgeführt werden kann.

Das PSI plant, diese Überprüfung vierteljährlich und vorgängig bei Verschiebungen von grossen Aktivitäten, Spalt- und Brennstoffmengen innerhalb des Hotlabors sowie bei Transporten durchzuführen.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Die Ableitung der nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare aus der Kapazität des Hotlabors (vgl. Kapitel 3.4.1) und der nuklidspezifischen Teilauslegungsaktivitätsinventare aus den Begrenzungen der Radioaktivität in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen (vgl. Kapitel 3.4.2), muss in abdeckender Weise erfolgen, da es die Grundlage für die Störfallanalysen bildet. Die Einhaltung der nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare und deren Verteilung im Hotlabor müssen jederzeit überprüfbar sein. Dazu fordert Art. 31 Bst. b KEV u. a., dass die sicherheitsrelevanten Aufgaben in einem Management-Kreislauf zu erfassen und systematisch zu planen, durchzuführen, zu kontrollieren, zu dokumentieren, intern und extern periodisch zu überprüfen und anzupassen sind. Nach Art. 41 Abs. 1 KEV sind zudem die organisatorischen und technischen Dokumente während der gesamten Betriebsdauer nachzuführen und dem aktuellen Stand der Kernanlage anzupassen. Inhaltliche Änderungen in diesen Dokumenten sind nach Art. 40 Abs. 1 Bst. c Ziff. 4 KEV freigabepflichtig.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI hat die revidierten nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare und deren Ableitung überprüft<sup>111</sup> und festgestellt, dass sie für bestrahlte Brennstoffe auf realistischen Abbränden, Anreicherungen und Abklingzeiten basieren. Auch ein kleiner Anteil an MOX-Brennstäben wurde berücksichtigt. Das ENSI betrachtet die neuen Auslegungsaktivitätsinventare für die Periode 2012-2022 aufgrund der vom PSI abgeschätzten Lieferungen als abdeckend. Da sich in 10 Jahren die Eigenschaften des zu untersuchenden Brennstoffs ändern könnten, müssen bis spätestens 2022 die Auslegungsaktivitätsinventare überprüft und gegebenenfalls nach Freigabe durch das ENSI gemäss Art. 40 Abs. 1 Bst. c Ziff. 4 KEV und Art. 40 Abs. 4 KEV angepasst werden.

**Forderung 7.2-1:**

*Spätestens bis Ende 2021 sind die nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare neu zu überprüfen und gegebenenfalls nach einer Freigabe durch das ENSI anzupassen.*

Anhand der Erläuterungen des PSI im Fachgespräch vom 13. Februar 2012<sup>112</sup> hat sich das ENSI vergewissert, dass der Betreiber eine neue Methode zur Überprüfung der Einhaltung der für die Störfallanalyse zugrunde gelegten nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare und ihrer Verteilung im Hotlabor entwickelt hat. Mit dieser Methode ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt die Einhaltung der Gesamtaktivitätslimiten des Hotlabors, seiner Trakte, der Hotzellen, der Laboratorien und der Ausrüstungen zu überprüfen. Diese Methode ist aber nicht qualitätsgesichert und ist nicht Teil des freigabepflichtigen Betriebsreglements.

**Forderung 7.2-2:**

*Die Methode zur Überprüfung der Einhaltung der für die Störfallanalyse zugrunde gelegten Auslegungsaktivitätsinventare und seiner Verteilung im Hotlabor muss qualitätsgesichert werden und in das freigabepflichtige Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 aufgenommen werden.*

Da die Gesamtaktivitätslimiten des Hotlabors, seiner Trakte, der Hotzellen, der Laboratorien und der Ausrüstungen als Grundlage für die Störfallanalysen dienen, müssen sie im freigabepflichtigen Betriebsreglement verankert werden.

**Forderung 7.2-3:**

*Die Gesamtaktivitätslimiten des Hotlabors, seiner Trakte, der Hotzellen, der Laboratorien und der Ausrüstungen müssen im freigabepflichtigen Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 verankert werden.*

Die Überprüfung der Einhaltung des Aktivitätsinventars soll gemäss PSI nur vierteljährlich oder vorgängig bei Verschiebungen von grossen Aktivitäten, Spalt- und Brennstoffmengen innerhalb des Hotlabors und bei Transporten durchgeführt werden. Der Begriff „grosse“ Mengen an Aktivitäten, Spalt- und Brennstoffen ist vom PSI nicht definiert worden.

**Forderung 7.2-4:**

*Der Gesuchsteller hat die Verschiebungen von grossen Mengen an Aktivitäten, Spalt- und Brennstoffen, bei denen eine Überprüfung durchgeführt werden muss, quantitativ zu charakterisieren und bis Ende 2012 ins freigabepflichtige Betriebsreglement (Technische Spezifikation) aufzunehmen.*

## **7.3 Häufigkeit auslösender Ereignisse, Zuordnung zu Störfallkategorien**

### **Angaben des PSI**

In Kapitel 13 „Störfälle und Störfallanalysen“ des Sicherheitsberichts wird bei der Erläuterung der Störfallkategorien Bezug auf die Richtlinie HSK-R-100 genommen. Als Grundlage für die Störfallanalysen wurden im Sicherheitsbericht je zehn interne und externe Auslöseereignisse bezeichnet und basierend auf der Eintrittshäufigkeit gemäss der Richtlinie HSK-R-100 kategorisiert (vgl. Tab. 7.3-1).

Im Sicherheitsbericht werden zwei Erdbeben beschrieben, kategorisiert und die resultierenden Freisetzungen berechnet: eines mit der Intensität VI-VII (EMS-Skala) und eines mit der Intensität XII (EMS-Skala). Für das Erdbeben der Intensität VI-VII wurde eine horizontale Bodenbeschleunigung von 0,06 g angenommen und das Erdbeben der Störfallkategorie 2 zugeordnet. Das Erdbeben der Intensität XII wurde als auslegungsüberschreitend eingestuft. Ein weiteres Erdbeben (Intensität >VIII bis XII, horizontale Bodenbeschleunigung ungefähr 0,20 g) wird beschrieben, aber nicht eingeordnet. Die beiden letzteren Erdbeben werden in diesem Gutachten nicht behandelt, da der Gesuchsteller in der Zwischenzeit auf die Nachweisführung für eine Anlage mit geringem Gefährdungspotential gemäss Art. 22 KEV verzichtet

hat<sup>113,114</sup>. Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> hat der Gesuchsteller zusätzliche Untersuchungen zur Beurteilung der Erdbebensicherheit<sup>7,20</sup> nachgereicht. Darin wurde das Erdbebenverhalten des PSI-Hotlabors sowohl für ein Betriebserdbeben wie auch für ein Sicherheitserdbeben anhand aktueller Gefährdungskurven nochmals überprüft. Dabei wurde das Betriebserdbeben in Absprache mit dem ENSI als eine Erdbebeneinwirkung gemäss Norm SIA-261:2003<sup>115</sup> für die Bauwerksklasse BWK II festgelegt (entspricht einer Erdbeben-Wiederkehrperiode von ca. 800 Jahren). Hingegen wurde das Sicherheitserdbeben als ein Erdbeben mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $1 \cdot 10^{-4}$  pro Jahr definiert. Die entsprechenden Daten wurden aus den Gefährdungskurven, wie sie für die Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) vom nahegelegenen KKW Beznau verwendet werden, abgeleitet.

Im Rahmen einer Brandrisikoanalyse<sup>116</sup> wurden verschiedene Szenarien untersucht. Dabei wird zwischen Kleinbränden/Verpuffungen und Laborbränden unterschieden. Wesentlicher Unterschied zwischen diesen Szenarien ist, dass bei Kleinbränden/Verpuffungen lediglich das Lösungsmittel verbrennt, während es bei Laborbränden nach erfolgtem Flammensprung zur Verbrennung der übrigen Brandlasten im Labor kommt. Mottbrände entsprechen Vollbränden unter Sauerstoffmangelbedingungen. Mittels probabilistischer Methoden wird eine Eintretenshäufigkeit für Kleinbrände und Verpuffungen von höchstens  $3 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr ermittelt. Laborbrände (inklusive Mottbrände) treten mit einer geschätzten Häufigkeit von  $2 \cdot 10^{-4}$  bis  $1 \cdot 10^{-5}$  pro Jahr auf (Labor 208 resp. 214).

Tab. 7.3-1: Interne und externe Auslöseereignisse gemäss Sicherheitsbericht und nachgereichte Unterlagen zur Erdbebensicherheit

Ereignisart	Ereignistyp	Störfall-kategorie	Kapitel Sicherheitsbericht	Kapitel ENSI Gutachten
Interne Auslöseereignisse	1. Unfälle bei anlageninternen Bewegungen	1	13.4.1.1	7.4.1
	2. Unfälle als Folge von Fehlmanipulationen	1	13.4.1.2	
	3. Absturz von Lasten und Unfallfolgen	1	13.4.1.3	
	4. Versagen von Leitungen, Behältern und Anschlüssen	1	13.4.1.4	
	5. Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb.	1	13.4.1.5	
	6. Verlust der Versorgung (Wasser, Elektrizität)	1	13.4.1.6	
	7. Interne Überflutung	1	13.4.1.7	
	8. Laborbrände	2	13.5.1	7.4.2
	9. Laborexlosionen	2	13.5.2	
	10. Reaktivitätsexkursionen	3	13.6.1	7.4.3
Externe Auslöseereignisse	1. Explosion des Druckgasflaschenlagers	1	13.4.1.8	7.5.1
	2. Blitzschlag	1	13.4.1.9	
	3. Sturmböen	1	13.4.1.10	
	4. Brand der Öltanks an der Südwestecke des Hotlabors	2	13.5.3	7.5.2
	5. Überflutung von aussen	2	13.5.4	

Ereignisart	Ereignistyp	Störfall-kategorie	Kapitel Sicherheitsbericht	Kapitel ENSI Gutachten
	6. Flugzeugabsturz mit Kerosinbrand auf die Pu-Laboratorien	*	13.7.1	7.5.4
	7. Flugzeugabsturz mit Kerosinbrand auf das Trockenlager	*	13.7.2	
	8. Helikopterabsturz mit Kerosinbrand	*	13.7.3	
	9. Erdbeben der Intensität VI-VII auf der EMS-Skala Nachrechnung der Erdbebenfestigkeit gemäss SIA 261 (2003) und Bauwerksklasse II	2	13.5.5 **	7.5.2
	10. Sicherheitserdbeben	3	**	7.5.3

\*Auslegungsüberschreitende Störfälle

\*\*mit Brief vom 18. November 2011<sup>7</sup> nachgereichte Unterlagen zur Erdbebensicherheit

### Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Der Nachweis ausreichender Vorsorge gegen Störfälle im Hotlabor soll sinngemäss auf einem ähnlichen Sicherheitskonzept aufbauen wie dasjenige für Kernkraftwerke (Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) und Richtlinie ENSI-A01). Die vom Gesuchsteller getroffene Auswahl der auslösenden Ereignisse soll die Folgen aller denkbaren Betriebsstörungen und Auslegungsstörfälle abdecken. Die Zuordnung eines Störfalles zu einer Störfallkategorie ergibt sich aus der Häufigkeit des Auslöseereignisses. Demzufolge ist die Plausibilität der vom Gesuchsteller vorgenommenen Abschätzung der Häufigkeit zu prüfen.

Da zur Erdbebengefährdung neue Analysen vorliegen, werden an dieser Stelle die Beurteilungsgrundlagen näher ausgeführt. Mit dem Projekt PEGASOS wurde die Erdbebengefährdung an den Standorten der Kernkraftwerke von den Betreibern neu bestimmt. Die Resultate können bei der swissnuclear bezogen werden. Basierend auf den Erkenntnissen aus PEGASOS legte das ENSI im Juni 2005 verschärfte Erdbebengefährdungsannahmen als Eingabe in die Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) fest<sup>117</sup>. Diese entsprechen den PEGASOS-Gefährdungskurven mit um 20 % reduzierten Bodenbeschleunigungen. Gemäss der Richtlinie ENSI-A01 sind die Eintrittshäufigkeiten auslösender Ereignisse auf Basis der PSA zu bestimmen. Für das Hotlabor können die Beschleunigungen von standortnahen Kernanlagen, wie zum Beispiel dem KKW Beznau (KKB), verwendet werden.<sup>118</sup>

### Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller betrachtet ein umhüllendes Spektrum auslösender Ereignisse. Denkbare Ereignisse, welche nur in Kombination mit groben Fehlmanipulationen zur Freisetzung signifikanter Radionuklidmengen führen würden, werden nicht betrachtet.

Sieben interne und drei externe auslösende Ereignisse ordnet der Gesuchsteller der Kategorie 1 zu (Häufigkeit zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  pro Jahr). Im Lichte der internationalen Betriebserfahrung stimmt das ENSI dieser Zuteilung zu.

Das ENSI erachtet die für das Ereignis Laborbrand getroffenen Annahmen als abdeckend. Auch mit der Zuteilung von Laborexpllosionen zur Störfallkategorie 2 (Häufigkeit zwischen  $10^{-2}$  und  $10^{-4}$  pro Jahr) kann sich das ENSI einverstanden erklären. Angesichts der physikalischen und administrativen Vorsorgemassnahmen zur Vermeidung einer Reaktivitätsexkursion ist die Einteilung dieses Störfalles in die Kategorie 3 (Häufigkeit zwischen  $10^{-4}$  und  $10^{-6}$  pro Jahr) ebenfalls plausibel.

Mit der Zuteilung eines Brandes der Öltanks an der Südwestecke des Hotlabors in die Kategorie 2 kann sich das ENSI insofern einverstanden erklären, als für Brände mit höherer Eintretenshäufigkeit keine Auswirkungen auf die Integrität der Hotlabor-Gebäudehülle zu erwarten sind.

Dem ENSI liegen im Zusammenhang mit dem Rahmenbewilligungsgesuch für den Ersatz Kernkraftwerk Beznau Untersuchungen vor, die zeigen, dass, entgegen den Ausführungen im Sicherheitsbericht, der höchste Wasserstand der Aare nicht bei einem Bruch des Stauwehrs Wildegg/Brugg sondern beim 10'000-jährlichen Hochwasser zu erwarten ist.

#### **Forderung 7.3-1:**

*Der Pegelstand der Aare am Standort PSI/Hotlabor ist bis Ende 2012 für das 10'000-jährliche Hochwasser zu bestimmen.*

Im Sicherheitsbericht des Hotlabors wird für die Störfallkategorie II ein Erdbeben mit einer Häufigkeit von  $\geq 2,1 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr betrachtet (Wiederkehrperiode 475 Jahre), welchem gemäss SIA 261 (2003)<sup>115</sup> eine horizontale Bodenbeschleunigung der Baugrundklasse A (Fels) von 0,06 g zugeordnet ist. Diese Darstellung ist nicht korrekt. Für die angenommene Bauwerksklasse II (mit einem Bedeutungsfaktor  $\gamma_f$  von 1,2) ergibt sich eine Wiederkehrperiode von ca. 800 Jahren. Dieses Erdbeben liegt bezüglich Eintrittshäufigkeit im Bereich der Störfallkategorie 2. Die Erdbebenertüchtigungen des Radiochemietrakts im Jahr 2000 wurden nach der damals gültigen Norm SIA 160<sup>119</sup> ausgelegt. In der inzwischen in Kraft getretenen Norm SIA 261<sup>115</sup> sind die Erdbebeneinwirkungen gegenüber der alten Norm SIA 160<sup>119</sup> erhöht worden. Der Nachweis, dass die Baustruktur einem Erdbeben gemäss der Norm SIA 261 (2003)<sup>115</sup> standhält, reichte der Gesuchsteller mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> nach.

Gemäss internationaler Praxis und der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) sind bei externen, naturbedingten Störfällen für die deterministische Störfallanalyse Belastungen bis zu einer Häufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu berücksichtigen. Aus diesem Grunde hatte das ENSI verlangt, dass der Gesuchsteller für die Störfallkategorie 3 die Wirkung eines Erdbebens mit einer Häufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr mit verschärften Gefährdungsannahmen (Verwendung der Erdbebengefährdungskurven wie sie in den Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) für das Kernkraftwerk Beznau verwendet wird) auf das Hotlabor untersucht und dabei die arithmetischen Mittelwerte der Bemessungsspektren verwendet. Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> hat der Gesuchsteller die verlangten Untersuchungen<sup>7, 20</sup> nachgereicht. Den Nachweisen liegen die korrekten Beschleunigungswerte zugrunde. Im Rahmen der Studie PEGASOS Refinement Projekt (PRP) wird zurzeit eine Aktualisierung der PEGASOS-Studie durchgeführt. Nach Abschluss des PRP und Überprüfung der Ergebnisse durch das ENSI wird das ENSI die Erdbebengefährdungsannahmen neu festlegen. Auf dieser Grundlage sind dann die Erdbebensicherheitsnachweise neu zu erbringen.

Aufgrund ihrer sehr geringen Häufigkeit ( $< 10^{-6}$ /Jahr) sind die drei durch Flugzeug- respektive Helikopterabsturz ausgelösten Ereignisse richtigerweise als auslegungsüberschreitend eingeteilt.

## **7.4 Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage**

Ausgehend von den in Art. 1 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) genannten Schutzziele (Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Brennstäbe, Einschluss der Radioaktivität, Begrenzung der Strahlenexposition) zur Bewertung des Schutzes gegen Störfälle werden im Folgenden alle speziell im Hotlabor möglichen internen Auslöseereignisse systematisch aufgelistet und bewertet. Die Vollständigkeit des vom PSI betrachteten Störfallspektrums wurde vom ENSI in Kapitel 7.3 geprüft und für abdeckend beurteilt.

Die vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht aufgelisteten internen Ereignisse aus allen Kategorien (vgl. Tab. 7.3-1) werden in diesem Kapitel behandelt.

### 7.4.1 Interne Ereignisse der Störfallkategorie 1

#### Angaben des PSI

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht die im Folgenden aufgelisteten Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage in der Kategorie 1:

- Unfälle bei anlageninternen Bewegungen;
- Unfälle als Folge von Fehlmanipulationen;
- Absturz von Lasten und Unfallfolgen;
- Versagen von Leitungen, Behältern und Abschlüssen;
- Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb;
- Verlust der Versorgung (Wasser, Elektrizität);
- Interne Überflutung.

Die radiologischen Auswirkungen werden vom Gesuchsteller für das, als umhüllend für sämtliche Labor-Unfälle und andere Störfälle der Kategorie 1 angenommene, tatsächliche Ereignis „Verpuffung mit Eröffnung einer Handschuhbox vom 24. Mai 1983“ analysiert.

Für die übrigen Störfälle der Kategorie 1 wird angenommen, dass eine Freisetzung in die Umgebung von geringerer radiologischer Bedeutung ist, weil entweder Freisetzungen ausgeschlossen oder nur irrelevante Freisetzungen in das Gebäude möglich sind oder aufgrund der intakten Gebäudelüftungstechnik allfällige Freisetzungen in die Gebäudeluft nur gefiltert in die Umgebung gelangen können, weil eine Gebäudeeröffnung ausgeschlossen ist.

In den meisten oben genannten Störfällen werden Freisetzungen zum Teil aufgrund der verwendeten Verpackungen oder der Belastungen ausgeschlossen (Ausnahme: Unfälle als Folge von Fehlmanipulationen, Kleinbrände und Verpuffungen im Experimentierbetrieb). Zu einem anderen Teil werden als Störfallfolge zwar Kontaminationen von Labor und Personal nicht ausgeschlossen, aber die Gebäudehülle und die Lüftungsanlage bleiben bei den unterstellten Störfällen intakt. Somit können Freisetzungen in die Umgebung nur gefiltert stattfinden und deshalb nur zu irrelevanten (in Tab. 14 des Sicherheitsberichts durch Angabe von 0 mSv zum Ausdruck gebracht) oder sehr kleinen Dosen in der Umgebung führen.

So werden gemäss Sicherheitsbericht bei anlageninterner Verschiebung gamma-strahlende Radionuklide in Metall-, Glas- oder Plastikbehältnissen als Zusatzverpackungen vor der Eröffnung geschützt. Kleinproben von Alpha-Strahlern in Metall-, Glas- oder Plastikbehältern sind zudem durch dicke PVC-Boxenausweissäcke geschützt. Grosse Mengen von Alpha-Strahlern werden in Mehrfachverpackungen auf Wagen transportiert und so die Freisetzung verhindert. Anlageninterne Bewegungen mit stark gamma-strahlenden Proben werden mit Hilfe spezieller, abgeschirmter so genannter Transportflaschen durchgeführt, in denen das Probenmaterial in dicht verschraubten  $\alpha$ -Büchsen verpackt ist. Diese massiven Transportflaschen werden in keiner denkbaren Transport-Unfallsituation eröffnet. Das Andocken der Transportflaschen an die jeweiligen Boxen erfordert grosse Präzision, sodass bei fehlerhaftem Andocken Kontaminationen des Labors und von Mitarbeitern nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

Für den abdeckenden Störfall Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb weist die Brandrisikostudie<sup>116</sup> nach, dass ein Lösungsmittelbrand keinen Vollbrand entstehen lässt. Für solche Kleinbrände wurde eine Häufigkeit von  $< 3 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr ermittelt. Damit fallen sie in den Bereich der Störfallkategorie 2, werden jedoch im Kapitel Betriebsstörungen (Kapitel 13.4.1) behandelt und der Störfallkategorie 1 gem. Tab. 14 des Sicherheitsberichts zugeordnet.

Aus der Betriebserfahrung wird abgeleitet, dass eine Verpuffung zu einer Eröffnung einer Unterdruckzelle führen kann. Beim Eindampfen eines Abfallschlammes kam es aufgrund der Verpuffung der entweichenden Lösungsmittel zu einer Freisetzung von 2 g Plutonium aus der Handschuhbox, von denen vermutlich  $2 \cdot 10^{-6}$  g Plutonium über den Hochkamin an die Umwelt abgegeben wurden. Die ermittelte maximale Do-



sis für Einzelpersonen in der Umgebung wird mit  $3,5 \cdot 10^{-5}$  mSv im Abstand von 500 m vom Hotlabor angegeben.

Mit Brief vom 10. November 2009<sup>120</sup> lieferte der Gesuchsteller zudem ergänzende Angaben zur Verteilung der Inventare im Erd- und Untergeschoss.

Sollte trotz der Schutzmassnahmen ausserhalb der Arbeitszeit ein Kleinbrand oder eine Verpuffung in einer Experimentiereinrichtung eintreten, können diese Ereignisse ebenso eine Öffnung der Unterdruckzelle zur Folge haben und zu Kontaminationen des Labors führen. Aufgrund der Brandmeldeanlage wird der Brandabschnitt isoliert. Gelangen dennoch radioaktive Partikel in den Abluftstrang, werden diese auch im Brandfall in den mit Absolutfiltern bestückten Filterbänken zurückgehalten.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass ein abdeckendes Spektrum von Störfällen durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten radiologischen Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 1 ist deshalb nach Art. 94 Abs. 3 StSV nachzuweisen, dass ein einzelner Störfall eine zusätzliche Dosis von höchstens dem quellenbezogenen Dosisrichtwert von 0,2 mSv zur Folge hat.

### **Beurteilung des ENSI**

Der Störfall „Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb“ wird als radiologisch repräsentativer und abdeckender Störfall auch für die übrigen internen Störfallsituationen der Kategorie 1 behandelt. Angesichts der vom PSI geschilderten möglichen Störfallsituationen erscheint dieser Ansatz plausibel. Aus der über 40-jährigen Betriebserfahrung des Hotlabors ist die Verpuffung der weitaus folgenschwerste Laborzwischenfall gewesen (24. Mai 1983), der zu einer Reihe von Massnahmen wie die Abschaffung ammoniakalischer Waschlösungen geführt hat. Gemäss den nach Betriebsvorschriften<sup>27</sup> durchzuführenden Sicherheitsbetrachtungen werden entsprechende Betrachtungen u. a. von Brand und Explosionsgefahren gefordert, um einen Wiederholungsfall auszuschliessen. Für eine nachvollziehbare Dokumentation und Nachweisführung erachtet es das ENSI als erforderlich, dass der Gesuchsteller die durch den Störfall „Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb“ gesetzten Randbedingungen für den Betrieb (und damit auch für die übrigen Störfälle, die damit abgedeckt werden sollen) ausweist und deren Einhaltung verbindlich regelt. Dies ist bereits im Kapitel 3.4 mit den Forderungen 3.4-1, 3.4-2 und 3.4-3 behandelt worden.

In Bezug auf den Störfall „Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb“ geht das ENSI in Übereinstimmung mit dem PSI davon aus, dass der Brandabschnitt bei einem Kleinbrand und bei einer Verpuffung unversehrt bleibt. Die Dichtheit der Gebäudehülle wird nicht beeinträchtigt. Jedoch kann, insbesondere im Fall der Verpuffung, bis zur Schliessung der Brandschutzklappen ein geringer Anteil der luftgetragenen Aktivität in den Abluftstrang gelangen, wo sie durch Abluftfilter bis auf geringe Spuren zurückgehalten wird. Aufgrund der möglichen geringen Freisetzung nach aussen wird für den Störfall „Kleinbrände und Verpuffungen beim Experimentierbetrieb“ (Störfallkategorie 1) als Umhüllende vom PSI das Ereignis vom 24. Mai 1983 (Verpuffung mit Eröffnung einer Handschuhbox) behandelt. Nach Art. 94 StSV gilt für die Störfallkategorie 1 der quellenbezogene Dosisrichtwert von 0,2 mSv. Das ENSI hat sich anhand der vom Gesuchsteller nachgereichten Angaben<sup>120</sup> punktuell im Falle der Verpuffung davon überzeugt, dass die Einhaltung der Schutzziele für die Störfallkategorie 1 gezeigt werden kann, sofern eine Beschränkung des Inventars im Erdgeschoss auf maximal 100 g Pu in anderen Verpackungen als in massiven Stahlbehältnissen eingehalten wird und eine Gebäudeeröffnung ausgeschlossen werden kann.

Die Berechnungen des PSI wurden mit den isotopenspezifischen UDAK-Werten (Umrechnungsfaktoren Dosis aus abgegebener Aktivität für Kurzzeitabgaben) durchgeführt, welche standardmässig bei der Beurteilung von Aktivitätsabgaben im Normalbetrieb verwendet werden. Die Berechnungen des ENSI mit

dem vom Gesuchsteller angegebenen Quellterm ergeben eine maximale Dosis im ersten Jahr von  $4,1 \cdot 10^{-5}$  mSv in guter Übereinstimmung mit den Berechnungen des PSI.

#### 7.4.2 Interne Ereignisse der Störfallkategorie 2

##### Angaben des PSI

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht die im Folgenden aufgelisteten Störfälle mit Ursprung innerhalb der Anlage in der Kategorie 2:

- Laborbrände;
- Laborexpllosionen.

Er hat für die Laborbrände drei verschiedene Brandszenarien<sup>7</sup> untersucht, welche zu den radiologisch grösstmöglichen Störfallfolgen bei einem Brand führen:

- Brand im Pu-Labor (Handschuhboxen für unbestrahlte Spaltstoffe);
- Brand in einer abgeschirmten Analytikbox;
- Brand in einer Hotzelle.

Für einen Brand der Kategorie 2 wird vom Gesuchsteller angenommen, dass eine Freisetzung in die Umgebung nur von sehr geringer radiologischer Bedeutung ist, weil Freisetzungen ausgeschlossen oder nur irrelevante Freisetzungen möglich sind. Eine Gebäudeeröffnung durch Brand wird, nach der im Jahr 2000 durchgeführten Brandschutzsanierung, deterministisch ausgeschlossen. Eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt ist damit nur noch über Leckagen bei Türen, Brandschutzklappen und Medien-Durchbrüchen in andere Brandabschnitte möglich, von wo sie aber nur gefiltert in die Umgebung gelangen können, weil die Luftführung ausserhalb des vom Zwischenfall betroffenen Brandabschnittes normal aufrecht erhalten wird. Das Hotlabor hat administrative Vorbeugungsmassnahmen getroffen, um Brände und Verpuffungen sowie Explosionen in den Experimentiereinrichtungen (Unterdruckzellen) und in den Labors möglichst zu vermeiden. Die Massnahmen betreffen primär die Mengenbegrenzung von brennbaren gasförmigen und flüssigen Stoffen. Der befristete Einsatz von Druckgasflaschen benötigt eine spezielle Bewilligung. Um zu verhindern, dass in diesem Fall Gasflaschen im Falle eines Labor-Brandes beim Bersten zusätzliche Explosionsschäden verursachen können, schlägt der Gesuchsteller vor, sie in Sicherheitsschränken des Typs G30 aufzubewahren. Von dieser Regelung ausgenommen sind Druckdosen mit Inhalt kleiner als 2 Liter und einem Druck unterhalb von 15 bar. Als brennbares Gas wird im Hotlabor einzig Wasserstoff über festinstallierte Leitungen mit kleinem Durchmesser aus der Druckgasflaschenstation in die Labors eingeführt. Lösungsmittel werden nur in Kleinmengen eingesetzt. Ein entsprechender Luftdurchsatz in den Experimentiereinrichtungen soll sicherstellen, dass die unteren Explosionsgrenzen von Dämpfen oder Staubkonzentrationen nicht erreicht werden. Bei Bedarf können gewisse Boxeneinrichtungen mit Stickstoff inertisiert werden. Periodische Kontrollen elektrischer Verkabelungen stellen eine weitere Vorbeugungsmassnahme dar.

Sollte aber eine Explosion oder Verpuffung in einer Experimentiereinrichtung dennoch eintreten, können Mitarbeitende durch Trümmerteile verletzt und Einrichtungen beschädigt werden. Explosionsfolgen mit Gebäudeeröffnung können ausgeschlossen werden: Einerseits durch den Umstand, dass im Hotlabor nur im Gramm-, bis maximal im Kilogramm-Massstab gearbeitet wird, andererseits für den Pu-Trakt besondere Sicherungsmassnahmen getroffen wurden. Eine Ausbreitung von Explosionsgasen, Stäuben und Dämpfen aus dem betroffenen Arbeitsbereich in angrenzende Arbeitsbereiche und Fluchtwege ist über Türöffnungen und Medienkanäle realistisch anzunehmen. Aufgrund der weiterbetriebenen Lüftungsanlage werden diese Gase, Dämpfe und Stäube aber via Abluftkanäle und Abluftfilterbänke gereinigt und führen nicht zu Kontaminationen ausserhalb der Anlage.

Im Rahmen der Untersuchungen von Bränden in der Hotzellenkette stellte der Gesuchsteller fest, dass, abgesehen von den Hotzellen 2 und 6, die Hotzellen kaum Brandlasten enthalten. Die Abfallkonditionierungszelle HZ-6 enthält variable Mengen brennbarer Materialien, vor allem Kunststoffe, Zellulose

von Zellenreinigungen, Kabel etc. Diese Abfälle werden in verschlossenen Alphabüchsen aus Stahl in die HZ-6 transferiert und gestapelt. Aufgrund dessen wurde nur der Brand in der Hotzelle 2 radiologisch untersucht. Ausserhalb der aktiven Arbeitsphasen sind alle elektrischen Geräte in der Hotzelle stromlos. Während der Arbeitsphase in der Box ist immer ein Operateur im Einsatz. Ein Brand in der Zelle ohne sofortige Feststellung durch den Operateur ist deshalb sehr unwahrscheinlich.

Beim Brand in einer Hotzelle erfolgt gemäss Gesuchsteller keine Isolation des Brandabschnitts sondern die Abluftanlage läuft weiter und die Kunststoff-Abluft-Leitungen und HEPA-Filterkästen unterhalb der Hotzellenkette bleiben intakt, sodass die gesamte Aktivitätsabgabe über den Hochkamin des PSI-Ost erfolgt. Der Gesuchsteller hat die Absicht geäussert, dies durch eine Brandanalyse zu untermauern. Gleichwohl wurde die Möglichkeit des Versagens der Kunststoff-Abluftleitungen und der Filterkästen unterhalb der Hotzelle berücksichtigt.

Die Quellterme wurden mit der Standard-Methode des DOE-Handbuchs<sup>121</sup> gerechnet. Die bei einem Störfall zu erwartenden Freisetzungsteile berücksichtigen die chemische und physische Form der vorliegenden Inventare.

Die resultierenden Dosen für Personen in der Umgebung liegen für die Störfälle Brand deutlich unter der zulässigen Limite von 1 mSv für Störfälle mit einer Häufigkeit zwischen  $10^{-2}$  und  $10^{-4}$  pro Jahr (vgl. Tab. 7.3-1).

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass ein abdeckendes Spektrum von Störfällen durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten radiologischen Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 2 ist deshalb nach Art. 94 Abs. 4 StSV die Einhaltung eines Dosiswerts von 1 mSv für nicht beruflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung nachzuweisen.

### **Beurteilung des ENSI**

Beim Brand eines Labors ist eine Freisetzung über Undichtheiten von Türen, Brandschutzklappen und Medien-Durchbrüchen in andere Brandabschnitte möglich und nicht völlig auszuschliessen. Der Gesuchsteller hat in seinen radiologischen Untersuchungen der Brandfolgen mit dem ganzen beim Brand als luftgetragen, freiwerdenden Inventar gerechnet und keine Rückhaltewirkungen durch die brandschutztechnischen Absperrmassnahmen des betroffenen Brandabschnitts durch Brandschutzklappen angesetzt. Diese Betrachtungsweise ist als konservativ zu bewerten.

Durch die Berücksichtigung des gesamten im Labor vorhandenen Inventars wurde eine ausreichend konservative Abdeckung hinsichtlich der betroffenen Aktivitätsinventare erreicht. Der Gesuchsteller nahm keinen Kredit von dichten Stahl-Lagerbehältern für das Plutonium. Er hat für die Untersuchung des Brandes einer Analytikbox die Ausweitung zu einem Vollbrand des Labors nicht grundsätzlich ausgeschlossen und zur Sicherung der Konservativität die Freisetzungen als Folge eines Vollbrands des gesamten Laborraums untersucht. Der vom Gesuchsteller angesetzte Wert für Freisetzungsteile bei unbestrahltem Plutonium bezieht sich auf chemisch nicht reaktive Pulver von Plutonium. Für chemisch reaktive Verbindungen wird in der Literatur ein etwas grösserer Wert als umhüllend angegeben. Weil der Gesuchsteller diesbezüglich keine Unterscheidungen gemacht hat, verwendet das ENSI für seine Nachrechnungen konservativ den etwas grösseren Wert. Auch für die Freisetzungsteile bei Brand im Fall von bestrahltem Kernbrennstoff verwendet das ENSI marginal grössere Werte. Für die Filterwirkung wurde vom Gesuchsteller für den Abscheidegrad ein Wert von 99,95 % angesetzt, welcher einer zu erwartenden Filterwirkung für Filter der Klasse H13 nach DIN EN 1822 entspricht. Das ENSI verwendet entsprechend bisheriger Praxis einen Abscheidegrad von nur 99,9 % für Aerosole. Dieser Wert entspricht gängigen Vorgaben für Störfallfilter.

Der Gesuchsteller hat die Absicht geäußert, durch eine Brandanalyse zu bestätigen, dass die Kunststoff-Abluft-Leitungen und HEPA-Filterkästen unterhalb der Hotzellenkette intakt bleiben und die Lüftung funktioniert. Dafür sind die zulässigen Brandlasten in den Hotzellen nach Auffassung des ENSI noch festzulegen.

Der Gesuchsteller untersucht aufgrund der geringen Brandlasten und aufgrund der verwendeten Verpackungen (Alphabüchsen aus Stahl) den Brand radiologisch nur für die Hotzelle 2. Dies bedingt eine entsprechende Überwachung zur Sicherstellung dieser Randbedingungen durch den Gesuchsteller und ist daher entsprechend explizit im Betriebsreglement festzulegen.

**Forderung 7.4-1:**

*Die zulässigen maximalen Brandlasten in den Hotzellen sind bis Ende 2013 im Betriebsreglement festzulegen und auszuweisen. Der Nachweis, dass auch bei Brand in den Hotzellen die Abluft-Leitungen und die HEPA-Filterkästen sowie die Funktion der Abluft- und Fortluftanlage erhalten bleibt, ist zu führen.*

Das ENSI hat die Dosisberechnungen des PSI mit dem von ihm angegebenen Quellterm überprüft. Die Ergebnisse des PSI für die Folgedosen sind für seine unterstellten Brandquellterme konservativ und beinhalten offenbar eine konservative Ingestionszeit von 1 Jahr, obwohl gemäss Richtlinie HSK-G14 nur 2 Tage zu unterstellen sind. Für Nachweise der Einhaltung von Art. 94 StSV sind die Ergebnisse nach Expositionspfaden und nach Bevölkerungsgruppen getrennt auszuweisen. Die vom Gesuchsteller verwendeten Dosisfaktoren (UDAK-Werte) leisten dies nicht.

Aufgrund oben genannter Ausführungen hat das ENSI den Quellterm des PSI mit entsprechenden Faktoren skaliert. Damit ergeben sich höhere Dosen in der Umgebung als mit dem vom Gesuchsteller angegebenen Wert für den Quellterm. Aufgrund der zu verwendenden Integrationszeit von 2 Tagen ergibt sich insgesamt nur in einem Fall ein etwas grösserer Wert, sonst kleinere Werte. Alle Ergebnisse liegen deutlich unter dem zulässigen Dosiswert von 1 mSv für Störfälle der Kategorie 2 (vgl. Tab. 7.4-1).

Tab. 7.4-1: Maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung verursacht durch einen Brand im Hotlabor

<b>Maximale Dosis im ersten Jahr [mSv]</b> <i>Störfallkategorie 2 (maximal zulässig 1 mSv)</i>	<b>PSI-Analyse</b> AN-43-11-20 <sup>7</sup>	<b>ENSI-Analyse</b> 2 Tage Ingestion
Brand in den Handschuhboxen des Pu-Labors	2,3E-2	5,0E-2
Brand in der Analytik-Box bzw. Vollbrand im A-Labor	2,4E-2 4,2E-2	7,2E-3 1,3E-2
Brand in der Hotzellenkette	2,2E-1	5,6E-2

Betreffend der Ausführungen des PSI zu Explosionen ist das ENSI der Auffassung, dass die vom PSI getroffenen Vorkehrungen und Massnahmen technischer Art geeignet sind, um das Risiko von Explosionen von Stäuben und Flüssigkeiten durch den Experimentierbetrieb, welche zu einer Gebäudeeröffnung führen, zu mindern. Gemäss dem vom PSI dargelegten Schadensbild erfolgt eine Ausbreitung von Explosionsgasen, Stäuben und Dämpfen aus dem betroffenen Arbeitsbereich nur in angrenzende Arbeitsbereiche. Aufgrund dessen und des Weiterbetriebs der Lüftungsanlagen und Abluftfilterbänke sind nur geringfügige Kontaminationen ausserhalb der Anlage zu erwarten. Das ENSI ist jedoch der Auffassung, dass dafür die Möglichkeit einer Gebäudeeröffnung durch Versagen von Gasdruckflaschen weitestgehend ausgeschlossen werden muss. Dies ist nach Auffassung des ENSI möglich, indem gezeigt wird, dass Druckgasflaschen auch bei einem Brand entweder innerhalb der zulässigen Umgebungsbedingungen betrieben werden oder aber bei einem Versagen der Druckgasflasche der zulässige Druck im

Labor nicht überschritten wird (unkritische Grösse). Ansonsten ist die Verwendung von Druckgasflaschen innerhalb der Labors Typ A nicht zulässig.

#### **Forderung 7.4-2:**

*Für Druckgasflaschen, welche innerhalb der Labors Typ A eingesetzt werden, muss bis Ende 2013 nachgewiesen sein, dass im Brandfall entweder die zulässigen Umgebungsbedingungen nicht überschritten werden oder bei einem Bersten der Druckgasflasche der Versagensdruck des Labors nicht erreicht wird.*

### **7.4.3 Interne Ereignisse der Störfallkategorie 3**

#### **Angaben des PSI**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht den Störfall der Reaktivitätsexkursion in der Kategorie 3.

In Kapitel 13.6.1 Sicherheitsbericht schliesst der Gesuchsteller aufgrund der Spaltstoff-Mengenbegrenzung Reaktivitätsstörfälle nicht moderierter Systeme aus. Reaktivitätsstörfälle in moderierten Systemen (wässrigen Lösungen von Spaltstoffen) hält der Gesuchsteller aufgrund administrativer und technischer Massnahmen für höchst unwahrscheinlich (Häufigkeit kleiner  $10^{-4}$  pro Jahr). In den präparativen Plutoniumlabors des Hotlabors werden Spaltstoffmengen im Bereich von 100 g und Lösungen im Bereich von 1000 ml gehandhabt.

Unter Hinweis auf das GRS-Handbuch zur Kritikalität<sup>122</sup> legt der Gesuchsteller dar, dass bei einem hypothetischen Kritikalitätsstörfall im Hotlabor mit ca.  $10^{18}$  Spaltungen zu rechnen sei, wobei 10 % bis 20 % innerhalb der ersten Sekunde pulsartig entstehen. Die hauptsächliche Gefahr gehe von der Neutronen- und Gammastrahlung aus, welche im Abstand von einigen Metern zu letalen Dosen von mehr als 10 Sv der direkt betroffenen Mitarbeiter führen würde. Des Weiteren würden sich infolge der pulsartig freigesetzten Energiemenge von ca. 9 kWh die Spaltstofflösungen erhitzen und verpuffen.

Das PSI nimmt an, dass die Hotlabor-Abluftfilteranlagen während des Störfalls normal weiter funktionieren und deshalb allfällige aerosolförmige Spaltprodukte zurückhalten würden. Ferner wären aufgrund der Lüftungsverhältnisse gasförmige Radionuklide mit Halbwertszeiten  $\leq 20$  s grösstenteils zerfallen, bevor die gefilterte Luft den PSI-Hochkamin verlässt. Über den PSI-Hochkamin werden radioaktive Stoffe freigesetzt, die sich hauptsächlich aus Edelgasnukliden mit Halbwertszeiten  $> 20$  s und aus Jodnukliden zusammensetzen. Für die Jodnuklide wird eine Rückhaltung von ca. 50 % unterstellt. Basierend auf diesen Annahmen hat der Gesuchsteller die in die Umgebung freigesetzte Aktivität (Quellterm) ermittelt und gemäss Richtlinie HSK-R-41 die Störfalldosen für die Bevölkerung berechnet<sup>123</sup>. Die Störfalldosen liegen demnach im Bereich von 1 mSv.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Das ENSI beurteilt die Kritikalitätssicherheit anhand des GRS-Handbuchs zur Kritikalität<sup>122</sup> und den Quellterm anhand des NRC Regulatory Guides 3.35 (July 1979), der im Handbuch DOE HDBK 3010-94<sup>121</sup> zitiert ist. Weiterhin prüft das ENSI, ob der Dosiswert von 100 mSv für die Störfallkategorie 3 nach Art. 94 Abs. 5 StSV für nicht beruflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung eingehalten wird.

#### **Beurteilung des ENSI**

Anhand des GRS-Handbuchs zur Kritikalität<sup>122</sup> hat sich das ENSI davon überzeugt, dass die minimalen kritischen Massen moderierter Spaltstofflösungen (Pu-Konzentrationen unter 400 g Pu/l) bei ca. 500 g Pu liegen (100 % Pu-239). Aufgrund der Spaltstoff-Mengenbegrenzung im Hotlabor erachtet das ENSI einen Kritikalitätsstörfall mit Spaltstofflösungen als unwahrscheinlich.

Im nuklidspezifischen Quellterm für den Kritikalitätsstörfall mit  $10^{18}$  Spaltungen fehlen radiologisch wichtige Nuklide. Unter Zuhilfenahme spezieller Unterlagen (DOE-Handbuch<sup>121</sup>) hat sich das ENSI vergewissern können, dass der Quellterm dennoch für die vom PSI ausgewählten Krypton- und Xenonnuklide

konservativ ist. Die Rückhaltung von 50 % der ausgewählten Jodnuklide ist nach Ansicht des ENSI nicht ausreichend begründet.

Das ENSI hat die Folgedosis in der Umgebung mit dem vom PSI angegebenen Quellterm überprüft und einen Wert von 0,50 mSv ermittelt. Unterstellt man jedoch für die darin enthaltenen Jodanteile keine Rückhaltewirkung, so ergibt sich eine Jahresdosis von 0,83 mSv.

Aufgrund der Einstufung des Kritikalitätsstörfalls in die Störfallkategorie 3 ohne Einzelfehler wird ein Dosiswert von 100 mSv für Einzelpersonen der Bevölkerung eingehalten. Zu dieser Limite besteht dann ein grosser Abstand. Zur Forderung nach Berücksichtigung eines Einzelfehlers wird auf die Forderung 7.1-1 verwiesen.

## **7.5 Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage**

Ausgehend von den in Art. 1 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) genannten Schutzziele (Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Brennstäbe, Einschluss der Radioaktivität, Begrenzung der Strahlenexposition) zur Bewertung des Schutzes gegen Störfälle werden im Folgenden alle speziell das Hotlabor betreffenden externen Auslöseereignisse systematisch aufgelistet und bewertet. Die Vollständigkeit des vom PSI betrachteten Störfallspektrums wurde vom ENSI in Kapitel 7.3 geprüft und für abdeckend beurteilt.

Die vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht aufgelisteten externen Ereignisse aus allen Kategorien (vgl. Tab. 7.3-1) werden in diesem Kapitel behandelt.

### **7.5.1 Externe Ereignisse der Störfallkategorie 1**

#### **Angaben des PSI**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht die im Folgenden aufgelisteten Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage in der Kategorie 1:

- Explosion des Druckgasflaschenlagers;
- Blitzschlag;
- Sturmböen.

Die radiologischen Auswirkungen werden vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht nicht analysiert, weil angenommen werden kann, dass diese Störfälle nicht zu einer relevanten Freisetzung in die Umgebung führen.

Der Lagerplatz für Druckgasflaschen liegt ausserhalb des Hotlabors. Im Falle einer Explosion der Druckgasflaschen kann eine Zerstörung der fensterlosen aus armiertem Beton bestehenden Aussenwand durch eine Druckwelle ausgeschlossen werden. Die Druckwelle kann sich in den freien Halbraum ausbreiten und es kommt daher auch bei einem Versagen der Druckgasflaschen, aufgrund eines Brandes der Öltanks, nicht zu einer Beschädigung der Gebäudestruktur.

Auch eine Beschädigung von Laboreinrichtungen durch Blitzschlag hat aufgrund der Blitzschutzrichtungen keinen Einfluss auf die Barrierenfunktion des Gebäudes, sodass Freisetzungen in die Umgebung ausgeschlossen werden können. Allenfalls kann ein Blitzschlag zu einem kurzzeitigen Verlust der Versorgung in der Anlage führen. Das Hotlabor-Gebäude sowie der Büropavillon sind mit einer Blitzschutzanlage versehen, welche den AVA-Brandschutzvorschriften<sup>124</sup> entspricht. Diese Blitzschutzanlage dient zum Schutz von Personen und soll einen Brandausbruch bei einem Direkteinschlag in das Gebäude verhindern.

Sturmböen lassen wegen den dabei maximal erwarteten Windgeschwindigkeiten von 150 km/h bei den nur zweigeschossigen Hotlabor-Bauten keine relevanten Schäden erwarten. Herumfliegende Materialien führen nicht zu Gebäudeeröffnungen, da die Gebäude bis auf den Medien-Installationskorridor aus Stahlbeton und grösstenteils aus schusssicherer Fensterverglasung und dahinter liegender Rauchverglasung

bestehen. Sturmböen könnten allerdings zum Verlust der elektrischen Versorgung führen. Radionuklid-ausbreitungen aufgrund von Sturmböen können ausgeschlossen werden.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass ein abdeckendes Spektrum von Störfällen durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten radiologischen Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Gemäss Art. 5 der gleichen Verordnung sind für Explosionen Druck- und Hitzewelle, für Blitzschlag der Spannungseintrag in elektrische Einrichtungen und für extreme Wetterbedingungen auch Druck und Temperaturbelastung von Gebäuden zu berücksichtigen und zu bewerten. Für die Störfallkategorie 1 ist nach Art. 94 Abs. 3 StSV nachzuweisen, dass ein einzelner Störfall eine zusätzliche Dosis von höchstens dem für das PSI festgelegten quellenbezogenen Dosisrichtwert von 0,2 mSv zur Folge hat.

### **Beurteilung des ENSI**

Eine Explosion der Druckgasflaschen des Druckgasflaschenlagers wird vom Gesuchsteller nicht ausgeschlossen und in der Kategorie 1 behandelt, d. h. es wird mit einer Eintretenshäufigkeit zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  pro Jahr gerechnet. Die Aussagen im Sicherheitsbericht zu den Auswirkungen eines Versagens der Druckgasflaschen und der Behälter des Chemikalienlagers sind plausibel. Gemäss der Brandrisikoanalyse<sup>116</sup> ist bei einem Brand des Öltanks zwar mit einem Versagen der Druckgasflaschen zu rechnen, wobei aber die Gebäudestruktur gemäss der Brandrisikoanalyse nicht beschädigt wird. Angaben über Belastungen des Gebäudes (wie z. B. Druckwelle, Hitzewelle, Trümmerwirkungen) durch Versagen der Druckgasflaschen finden sich darin nicht. Jedoch haben eigene Berechnungen des ENSI gezeigt, dass der Widerstandswert der betroffenen Wände vergleichbar ist mit auf Explosion ausgelegten und geprüften Werten von Wänden bei einem Kernkraftwerk.

Bei Blitzschlag können gemäss Sicherheitsbericht Kapitel 13.4.1.9 Schäden an den elektrischen und leittechnischen Einrichtungen nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund eines Ausfalls der Lüftungsanlage oder anderer Komponenten erfolgen bei Blitzschlag keine unzulässigen Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung, da durch das Fail-Safe-Verhalten der Brandschutzklappen die Lüftung automatisch isoliert wird.

Für den Störfall Sturmböen sind die Aussagen des PSI plausibel: Eine Auslegung gegen Wind ist in Bau-normen vorgeschrieben, und wird daher unterstellt. Trümmerteile, welche vom Wind bis zum Installationskorridor im OG gehoben werden können, müssten entweder grossflächig oder leicht sein und beschädigen die Stahlblechkassetten des Installationskorridors nicht. Auch die Dachfenster des Hotzellen-trakts sind ausreichend sturmsicher (d. h. gegen Winddruck und umherfliegende Teile).

#### **7.5.2 Externe Ereignisse der Störfallkategorie 2**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht die im Folgenden aufgelisteten Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage in der Kategorie 2:

- Brand der Öltanks an der Südwestecke des Hotlabors;
- Überflutung von aussen;
- Erdbeben der Intensität VI – VII auf der EMS-Skala.

Die radiologischen Auswirkungen eines Erdbebens der Intensität VI – VII auf der EMS-Skala werden im Sicherheitsbericht analysiert. Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> hat der Gesuchsteller zusätzliche Untersuchungen zur Beurteilung der Erdbebensicherheit<sup>7,20</sup> nachgereicht. Darin wurde das Erdbebenverhalten des PSI-Hotlabors für das im Kapitel 7.3 definierte Betriebserdbeben überprüft.

Für die übrigen Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage der Kategorie 2 wird vom Gesuchsteller angenommen, dass eine Freisetzung in die Umgebung von geringer radiologischer Bedeutung ist, weil entweder Freisetzungen ausgeschlossen oder nur irrelevante Freisetzungen innerhalb des Gebäudes möglich sind.

### **7.5.2.1 Brand der Öltanks an der Südwestecke des Hotlabors**

#### **Angaben des PSI**

Die in der Nachbarschaft zu den Plutonium-Labors befindlichen zwei Öltanks verfügen über ein Inventar von je 1000 m<sup>3</sup> Heizöl (Kapitel 13.5.3 des Sicherheitsberichts). Sie stehen in einer Betonwanne, die als Auffangbecken für ein Tankinventar dient. Unfallszenarien, bei denen das Öl in Brand geraten kann, sind unwahrscheinlich. Da verlässliche Angaben fehlen, wird das Ereignis in die Störfallkategorie 2 eingestuft.

Ein Feuerwehreinsatz erfolgt nach 30 Minuten und ein Tankwannenbrand ist nach 1 bis 2 Stunden gelöscht. Die Tankanlage ist ausserdem mit einer Schaumlöschanlage ausgerüstet, mit welcher auch Brände in der Auffangwanne löschar sind.

Der Lagerplatz für Druckgasflaschen liegt ausserhalb des Hotlabors. Eine Zerstörung der Wand durch eine Druckwelle infolge Explosion der Druckgasflaschen wird ausgeschlossen (Kapitel 13.4.1.8 des Sicherheitsberichts), da sich die Druckwelle in den freien Halbraum ausbreiten kann.

Die Lösungsmittel im Chemikalienlager und der Grossteil der Druckgasflaschen des Gaslagers sind durch verschlossene metallische Schiebetüren vor der direkten Hitzewirkung des Öltankwannenbrandes geschützt. Bei länger dauernder Brandeinwirkung ohne Kühlung der metallischen Schiebetüren ist mit einer Entzündung verschiedener Chemikalien zu rechnen, ohne dass dabei die Gebäudestruktur des Hotlabors gefährdet wird.

Seit erfolgter Hotlabor-Sanierung 2000 verfügt das Labor 213 über R60-Fenster, welche deterministisch einem Tankwannenbrand Stand halten. Damit bleiben die Plutoniumlabors intakt, und es kann keine Abgabe von Radioaktivität gegen aussen erfolgen.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass der Störfall durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten Belastungen auf die Anlage, deren Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 2 ist nach Art. 94 Abs. 4 StSV nachzuweisen, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung höchstens 1 mSv beträgt.

#### **Beurteilung des ENSI**

Gemäss der Brandrisikoanalyse<sup>116</sup> liegt die Eintrittswahrscheinlichkeit für diesen Störfall in der Gröszenordnung um 10<sup>-4</sup> pro Jahr, sodass der Gesuchsteller diesen Störfall in die Störfallkategorie 2 einstuft. Die Einstufung in die Störfallkategorie wurde in Kapitel 7.3 bewertet.

Die Brandrisikoanalyse<sup>116</sup> hat die Ursachen für einen Brand in der Auffangwanne nicht untersucht. Es ist plausibel, dass die Integrität der dem Tankwannenbrand am stärksten ausgesetzten Bauteile (Betonwände) erhalten bleibt. Eine begrenzte lokale Schädigung wie Betonabplatzungen ist jedoch möglich.

Gemäss der Brandrisikoanalyse<sup>116</sup> ist bei einem Brand des Öltanks mit einem Versagen der Druckgasflaschen zu rechnen. Die Aussagen zu den resultierenden Folgen wurden in Kapitel 7.5.1 bereits bewertet.

Ein Übergreifen des Brandes auf den Installationskorridor kann nicht ausgeschlossen werden. Im Technischen Bericht Brandschutz<sup>125</sup> wird das Brandrisiko des Installationskorridors, der bei der Sanierung des



Hotlabors im Obergeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts errichtet worden ist, angesprochen. Der Installationskorridor ist radiologisch in die Zone Typ II eingestuft und mit Brandmeldern ausgerüstet. Die Installationen die zu den darunter liegenden Trakten führen, sind mit Brandschutzklappen gegen Rauch und Feuer mit einem Feuerwiderstand von 90 Minuten, gleich wie die Wände und Decken des Hotlabors, geschützt. Das ENSI hat im Jahr 2000 Schätzungen des PSI akzeptiert, wonach die zusätzliche Personendosis bei vollständiger Freisetzung des Aktivitätsinventars bei einem Vorkommnis mit  $7,1 \cdot 10^{-5}$  mSv/Jahr angegeben wird<sup>126</sup>. Demnach werden die zulässigen Dosiswerte eingehalten.

### **7.5.2.2 Überflutung von aussen**

#### **Angaben des PSI**

Der höchste Wasserstand ist bei einem Dammbuch des Stauwehrs der Axpo Power AG bei Wildegg/Brugg zu erwarten. Weil sich das Hotlabor auf einer Umgebungs-Terrainhöhe von ca. 333 m ü. M. befindet und als maximale Überschwemmungshöhe bei einem Stauwehrbruch 330,8 m erwartet wird, sind die Plutonium-Laboratorien des Erdgeschosses geschützt.

Das Untergeschoss könnte durch einen Rückstau über die Kanalisation betroffen sein: Der Raum 222 (Zuluftanlage Radiochemieerweiterungstrakt) und der benachbarte Materialschacht beim Notausgang NA1 könnten auf ein Niveau von bis zu 90 cm über dem Boden mit Wasser gefüllt sein. Die Zugänge ins Untergeschoss des Radiochemietrakts sind mit geschlossenen Fluchttüren ausgestattet, sodass nur wenig Wasser pro Zeiteinheit über die Türschwellen ins Untergeschoss des Radiochemietrakts treten können. Diese werden im Pumpensumpf des Hotzellentrakts gesammelt und in das Tanklager gepumpt, welches über die notwendige Aufnahmekapazität verfügt. Türschwellen verhindern, dass zuvor eingedrungenes Wasser in die Kanalisation zurückfliessen kann. Im Überflutungsfall des Elektroschaltraums 014 im Inaktivtrakt müsste die elektrische Energieversorgung des Hotlabors seitens der Kraft- und Wärmezentrale abgeschaltet werden. Die Überflutung des Kabelbodens im Elektroverteilraum ist durch interne Überschwemmung möglich, hat aber keine Abschaltungen durch Kurzschluss zur Folge, da alle offenen Klemmen höher als 15 cm über dem Boden montiert sind. Gemäss Kapitel 2.2 im Sicherheitsbericht liegt der unterste Punkt der wasserdicht isolierten Betonwanne des Hotzellentrakts 12 cm über dem höchsten gemessenen Grundwasserspiegel (325,7 m). Die Oberkante der Betonwanne liegt 4 m über dem höchsten gemessenen Grundwasserspiegel.

Radionuklidfreisetzungen aus Handschuhboxen im Untergeschoss sind ausgeschlossen, weil ihre untersten Handschuhöffnungen 1,2 m über dem Boden angeordnet sind.

Bei Überflutungen im Untergeschoss ist eine Radionuklid-Auslaugung von Bodenkontaminationen und von im Bodenbereich gelagerten (verpackten) kontaminierten Gegenständen nicht ganz ausgeschlossen. Das möglicherweise leicht kontaminierte Wasser wird aber im Pumpensumpf gesammelt und über die Abwasserreinigungsanlage gereinigt.

#### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass der Störfall durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten Belastungen auf die Anlage, deren Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 2 ist nach Art. 94 Abs. 4 StSV nachzuweisen, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung höchstens 1 mSv beträgt.

#### **Beurteilung des ENSI**

Die Ausführungen des PSI erscheinen plausibel. Die maximale Flutkote von 330,8 m am Standort basiert auf Angaben von 1970 und entspricht nicht mehr dem aktuellsten Kenntnisstand. Dies wurde bereits in Kapitel 7.3 bewertet und wird mit Forderung 7.3-1 verfolgt. Sollte sich mit Erfüllung der Forderung 7.3-1

herausstellen, dass die maximale Überschwemmungshöhe tatsächlich höher als bisher zu erwarten ist, ist der Störfall neu zu bewerten. Das ENSI erwartet für die stichhaltige Nachweisführung insbesondere Angaben darüber, wie gross die Wassermengen sein können, welche bei einer externen Überflutung in das Untergeschoss des Radiochemietrakts eindringen können.

#### **Forderung 7.5-1:**

*Der Gesuchsteller hat die gemäss aktuellen Gefährdungsannahmen auftretenden Belastungen der Anlage bei Überflutung zu aktualisieren und die Analyse des Störfalls bis Ende 2013 zu revidieren, falls höhere Werte als beim bisher unterstellten Dammbbruch des Stauwehrs der Axpo Power AG bei Wildegg/Brugg zu erwarten sind.*

#### **7.5.2.3 Erdbeben der Intensität VI - VII auf der EMS-Skala**

##### **Angaben des PSI**

Das Hotlabor wurde bei seiner Erstellung im Jahre 1963 entsprechend der damaligen Praxis nicht gegen Erdbeben ausgelegt. Jedoch wurden im Rahmen der Sanierungsarbeiten im Jahr 2000 die Bauten soweit nachgerüstet, dass sie einer Erdbebeneinwirkung nach der damals gültigen SIA-Norm 160<sup>119</sup> für die Bauwerksklasse II standhalten. Aufgrund der damals durchgeführten Studie führt dieses Erdbeben zu einer leichten Beschädigung in Form von Rissen in den Mauern und teilweise Eröffnung der Fenster. Die Stahlbetondecken im Unter- und Erdgeschoss können die Kräfte abtragen und stürzen nicht ein. Das nicht tragende Backsteinmauerwerk der Laborunterteilung ist nur zum Teil an den Decken fixiert. Daher könnten die Backsteinmauern bei der Beanspruchung aus der Ebene einstürzen. Die auftretenden Horizontalkräfte könnten innerhalb der Arbeitsbereiche zur Verschiebung schwerer beweglicher Massen führen, aufgrund derer einzelne Handschuhboxen eröffnet und die Arbeitsbereiche lokal kontaminiert werden könnten. Der Gesuchsteller geht davon aus, dass die Lüftungseinrichtungen (Motoren, Kanäle, Filterbänke) betriebstauglich bleiben und die weiterbetriebene Lüftung zu einem gerichteten Luftstrom führen wird. Aufgrund der kleinen Brandlast mit niedriger Zündtemperatur und dem Fehlen von Erdgasanschlüssen in den Laboratorien wird angenommen, dass kein Brand entsteht.

Dieses Schadensbild bedeutet, dass Radionuklide, die in Hotzellen, im Trockenlager, in den Tresoren sowie in individuellen Stahl- und Bleiabschirmungen lagern, nicht freigesetzt und auch aus fensterlosen Laboratorien nicht in die Umgebung emittiert werden. Für den Störfall ist daher nur das Nuklidinventar in den Plutoniumlaboratorien 214 und 215 des Erdgeschosses wesentlich. In diesen wird eine gemäss dem Gesuchsteller postulierte Menge von 100 g Plutonium in Handschuhboxen gelagert. Beim Beben werden 20 % der Boxen eröffnet und vom darin enthaltenen Plutonium werden 10 % der Verpackungen eröffnet. In diesen liegt das Plutonium zu 1 % staubförmig vor und nur 1 % davon wird durch eröffnete Fenster ins Freie gelangen. Mit diesen Annahmen wird folglich eine Pu-Menge von  $2 \cdot 10^{-4}$  g durch eröffnete Fenster an die Umgebung abgegeben, die für Einzelpersonen in der Umgebung zu einer maximalen Dosis im ersten Jahr von  $4 \cdot 10^{-2}$  mSv führen.

Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> hat der Gesuchsteller zusätzliche Untersuchungen zur Beurteilung der Erdbebensicherheit<sup>7, 20</sup> nachgereicht. Darin wurde das Erdbebenverhalten des PSI-Hotlabors sowohl für ein Betriebserdbeben wie auch für ein Sicherheitserdbeben nochmals überprüft. Dabei wurde das Betriebserdbeben in Absprache mit dem ENSI als eine Erdbebeneinwirkung gemäss Norm SIA-261:2003<sup>115</sup> für die Bauwerksklasse BWK II festgelegt. Diese Erdbebeneinwirkung gehört zu einer Erdbeben-Wiederkehrperiode von ca. 800 Jahren. Hingegen wurde das Sicherheitserdbeben als ein Ereignis mit Wiederkehrperiode von 10'000 Jahren in Übereinstimmung mit den Resultaten der PEGASOS-Studie, wie sie für das naheliegende KKW Beznau in den Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) angewendet wurden, definiert.

## Beurteilungsgrundlagen des ENSI

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass der Störfall durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten Belastungen auf die Anlage, deren Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 2 ist nach Art. 94 Abs. 4 StSV nachzuweisen, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung höchstens 1 mSv beträgt.

## Beurteilung des ENSI

Eine eher generelle Beurteilung<sup>127</sup> der Erdbeben-Überprüfung und -Nachrüstung erfolgte im Rahmen der Sanierung 2000-2002 durch das ENSI. Die Grundlage für diese Überprüfung war die zum Sicherheitsbericht mitgeltende Erdbebenanalyse aus dem Jahr 2000<sup>128</sup>. Als Auslegungsbasis wurde die Erdbebenwirkung nach Norm SIA 160<sup>119</sup> für die Bauwerksklasse II angewendet. Dabei konnte für den Hotzellenstrakt und für den Radiochemieerweiterungstrakt eine ausreichende Erdbebensicherheit nachgewiesen werden, wohingegen der Radiochemietrakt mittels zweier zusätzlicher Stahlbeton-Längswände in den Fassaden nachgerüstet werden musste. Weitere, detaillierte Erdbebenuntersuchungen und -beurteilungen erachtete das ENSI damals als unverhältnismässig.

Neuere Berechnungen und Einschätzungen zur Erdbebensicherheit der Gebäude und ausgewählter Einrichtungen (darunter auch nichttragender Bauteile) sind in den mitgeltenden Berichten<sup>92, 129</sup> vorhanden. Deren Ergebnisse werden im Sicherheitsbericht korrekt berücksichtigt. Wesentliche Folgerungen im Sicherheitsbericht zu möglichen Schäden und deren Auswirkungen basieren auf den Berichten<sup>92, 128, 129</sup>.

Das Schadensbild, basierend auf der Erdbebenanalyse aus dem Jahr 2000<sup>128</sup> nach der alten Norm SIA 160<sup>119</sup>, beschreibt eine nur leichte Beschädigung des Gebäudes mit teilweise eröffneten Fenstern. Bei der Störfallbetrachtung gibt der Gesuchsteller an, dass die Lüftung weiterhin funktioniert. Da diese aber nicht für Erdbeben ausgelegt ist, kann aus Sicht des ENSI nicht ohne weiteres von einer im Erdbebenfall weiter betriebsfähigen Lüftung ausgegangen werden. Auf Verlangen des ENSI hat der Gesuchsteller mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> zusätzliche Untersuchungen zur Beurteilung der Erdbebensicherheit<sup>7, 20</sup> nachgereicht. Darin wurde unter anderem das Erdbebenverhalten des PSI-Hotlabors für ein Betriebserdbeben überprüft. Das ENSI hat die umfangreichen und detaillierten, zusätzlichen Berechnungen<sup>20</sup> des PSI von einem Experten des ENSI auf Plausibilität überprüfen lassen. Aufgrund der diversen offenen Fragen betreffend die Methodik und die Nachweisführung kann das ENSI die günstige Einschätzung des Betreibers in Bezug auf Erdbebenverhalten der Bauten des Hotlabors im Falle eines Betriebserdbebens noch nicht bestätigen.

### **Forderung 7.5-2a:**

*Die Überprüfung der Erdbebensicherheit vom 6. Oktober 2011<sup>20</sup> ist entsprechend den Bemerkungen des Experten des ENSI<sup>130</sup> bis Ende September 2012 zu revidieren. Die Schlüsselaussagen zum Schadensbild beim Betriebserdbeben, die eine Grundlage für radiologische Nachweise bilden, müssen begründet und rechnerisch belegt werden.*

*Das ENSI erwartet vom PSI eine Qualitätssicherung der Erdbebenberechnung durch einen Spezialisten auf dem Gebiet der Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen. Der interne Prüfbericht ist dem ENSI ebenfalls zuzustellen.*

Die vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht für das Erdbeben der Stärke VI bis VII angegebenen Freisetzunganteile aufgrund des Schadensbildes wurden nicht begründet und lassen keinen Bezug zu einem physikalischen Modell erkennen. Somit können sie nicht als ausreichend konservativ beurteilt werden.

Das ENSI hat sich anhand der vom Gesuchsteller nachgereichten Angaben<sup>120</sup> davon überzeugen können, dass die Einhaltung des Schutzziels von 1 mSv plausibel aufgezeigt werden kann, sofern die in den nachgereichten Unterlagen<sup>120</sup> dargelegten Beschränkungen des Plutoniuminventars im Erdgeschoss eingehalten werden und eine Gebäudeeröffnung weitgehend ausgeschlossen werden kann. Gemäss den neuesten Untersuchungen des PSI zur Erdbebensicherheit<sup>5, 7, 20</sup> wird von einem maximalen Gesamtinventar im Erdgeschoss des Radiochemietrakts von 750 g Plutonium und einer Schadensfraktion von maximal 10 % ausgegangen. Das ENSI fasst diese Angaben dahingehend auf, dass damit lediglich maximal 10 % des vorhandenen Plutoniuminventars im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts ausserhalb von schützenden Verpackungen vorhanden sein dürfen.

Das ENSI hat die Berechnungen der Folgedosis für das Erdbeben der Stärke VI bis VII mit dem vom Gesuchsteller angegebenen Quellterm ebenfalls geprüft. Da im Sicherheitsbericht keine Angaben über die Nuklidzusammensetzung gemacht werden, wurde für die Berechnungen der radiologischen Folgen von derselben Zusammensetzung wie bei der Verpuffung ausgegangen (Kapitel 7.4.1 dieses Gutachtens). Die Berechnungen des ENSI ergeben eine maximale Dosis im ersten Jahr von  $3,9 \cdot 10^{-2}$  mSv in guter Übereinstimmung mit den Berechnungen des PSI. Die Ergebnisse der vom Gesuchsteller und des ENSI durchgeführten radiologischen Ausbreitungsrechnungen liegen damit um ca. eine Grössenordnung unterhalb des Dosiswertes von 1 mSv.

Gemäss den neuesten Untersuchungen des PSI zur Erdbebensicherheit<sup>7, 20</sup> beträgt die Folgedosis beim 10'000-jährlichen Erdbeben (Szenario 1, siehe 7.5.3 dieses Gutachtens) 0,18 mSv. Aufgrund der geringer ausfallenden Schäden beim Betriebserdbeben, insbesondere auch in Bezug auf Freisetzungspfade in die Umgebung (gefilterte Abluft, Fortluftkamin) konnte sich das ENSI unter Verwendung konservativer Schadensfraktionen und Freisetzunganteilen vergewissern, dass der Dosiswert von 1 mSv beim Betriebserdbeben eingehalten wird. Die Nachweispflicht obliegt dem Gesuchsteller.

#### **Forderung 7.5-3:**

*Es sind bis Ende 2013 die Folgedosen für das aktuelle Betriebserdbeben zu untersuchen und zu dokumentieren.*

### **7.5.3 Externe Ereignisse der Störfallkategorie 3**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht keine Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage in der Kategorie 3.

Mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> reichte der Gesuchsteller weitere Dokumente<sup>20</sup> mit vom ENSI verlangten zusätzlichen Informationen ein. Diese enthielten u. a. auch überarbeitete Erdbebenanalysen. Darin wurde ein Sicherheitserdbeben mit einer Häufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr bautechnisch und radiologisch untersucht.

#### **7.5.3.1 Sicherheitserdbeben**

##### **Angaben des PSI**

Der Gesuchsteller stützt sich auf neueste Untersuchungen zur Erdbebensicherheit<sup>20</sup> und führt an, dass im Fall eines Sicherheitserdbebens mit einer Wiederkehrperiode von  $10^4$  Jahren mit kleinen (< 1 mm) durchgehenden Rissen zu rechnen ist. Das Gebäude bleibt im Prinzip aber staubdicht. Die Tragsicherheit aller Gebäudetrakte (Inaktiv-, Hotzellen-, Radiochemie-, Radiochemieerweiterungstrakt) bleibt erhalten. Die Hotzellenkette, das Trockenlager und auch die Fenster bleiben intakt. Nichttragende Mauerwerkswände, welche die einzelnen Arbeitsbereiche Typ-A unterteilen, stürzen nicht ein. Ausnahmen mit Einsturzgefahr bilden die Trennwände zwischen den Arbeitsbereichen OHLA/306 bis OHLA/308, führen aber nicht zu einer Gebäudeeröffnung. Gemäss Aussagen des PSI werden Lüftungsanlage und Kran nicht beschädigt.

Der Gesuchsteller hat zwei Szenarien (S1 und S2) radiologisch untersucht, wobei für das Szenario S2 ungünstigere Annahmen getroffen wurden, wie z. B. grössere Schadensfraktionen für Materialien in der Hotzellenkette, grössere Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Raumluft sowie in die Umgebung. Aus dem zu erwartenden Schadensbild für das Beben wurden Quellterme und die resultierenden Dosen in der Umgebung ermittelt. Dazu wurde eine Verteilung der Aktivität angenommen, die gemäss der Betriebserfahrung einer konservativen, hohen Aktivitätsmenge ausserhalb der sicheren Lagerplätze (Tresor und Trockenlager) entspricht.

Die Folgedosen für die Quellterme der beiden Szenarien wurden gemäss der Richtlinie HSK-G14 berechnet. Die Störfalldosen betragen 0,18 mSv für Szenario 1 und 17,6 mSv für das Szenario 2.

Diese berechneten Folgedosen bestätigen die Einhaltung des Dosiswertes von 100 mSv.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Anhand der Störfallanalyse ist nachzuweisen, dass der Störfall durch die getroffenen Schutzmassnahmen wirksam beherrscht wird und damit die grundlegenden Schutzziele eingehalten werden. Für den Nachweis des ausreichenden Schutzes gegen durch Naturereignisse ausgelöste Störfälle sind gemäss Art. 5 Abs. 4 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) Gefährdungen mit einer Häufigkeit grösser gleich  $10^{-4}$  pro Jahr zu berücksichtigen und zu bewerten. Gemäss Art. 7 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) hat der Gesuchsteller für jeden angenommenen Störfall die Einhaltung der Dosiswerte nach Art. 94 Abs. 3-5 StSV nachzuweisen. Demzufolge ist die Nachvollziehbarkeit der vom Gesuchsteller dargestellten Belastungen auf die Anlage, deren Auswirkungen und die Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 und der technischen Kriterien nach Art. 8 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) zu prüfen. Für die Störfallkategorie 3 ist nach Art. 94 Abs. 5 StSV nachzuweisen, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen in der Umgebung höchstens 100 mSv beträgt.

### **Beurteilung des ENSI**

Der Gesuchsteller geht aufgrund der neuen Überprüfung der Erdbebensicherheit davon aus, dass die Bauten des Hotlabors bei einem Sicherheitserdbeben mit einer Wiederkehrperiode von  $10^4$  Jahren bis auf einige nichttragende Wände grundsätzlich unbeschädigt bleiben. Die Gebäudehülle sollte ebenfalls dicht bleiben.

Das ENSI hat die umfangreichen und detaillierten Berechnungen des PSI<sup>7, 20</sup> von einem Prüfexperten auf Plausibilität überprüfen lassen. Aufgrund diverser offener Fragen betreffend die Methodik und Nachweisführung kann die günstige Einschätzung des Erdbebenverhaltens der Bauten des Hotlabors im Falle eines Sicherheitserdbebens vom ENSI nicht bestätigt werden.

### **Forderung 7.5-2b:**

*Die Überprüfung der Erdbebensicherheit vom 6. Oktober 2011<sup>20</sup> ist entsprechend den Bemerkungen<sup>130</sup> des Prüfexperten des ENSI bis Ende September 2012 zu revidieren. Die Schlüsselaussagen zum Schadensbild beim Sicherheitserdbeben, die eine Grundlage für radiologische Nachweise bilden, müssen begründet und rechnerisch belegt werden.*

*Das ENSI erwartet vom PSI eine Qualitätssicherung der Erdbebenberechnung durch einen Spezialisten auf dem Gebiet der Baudynamik und des Erdbebeningenieurwesens. Der interne Prüfbericht ist dem ENSI ebenfalls zuzustellen.*

Bei der Störfallbetrachtung nimmt der Gesuchsteller entgegen der eigenen Aussagen aus der Überprüfung der Erdbebensicherheit an, dass die Lüftungsanlage beschädigt und ausser Betrieb ist. Diese Annahme betrachtet das ENSI als plausibel, da die Beurteilung der Erdbebensicherheit nur rein qualitativ erfolgte und nicht rechnerisch nachgewiesen wurde.

Der Gesuchsteller erwähnt keine Gefährdung des Hotlabors durch den 70 m hohen Fortluftkamin, der bei einem Sicherheitserdbeben aufgrund seiner Bauhöhe möglicherweise eine Gefahrenquelle für das Hotlaborgebäude darstellen könnte. Es wird aber im Sicherheitsbericht im Zusammenhang mit der extremen Windeinwirkung vermerkt (Kapitel 13.4.1.10 des Sicherheitsberichts), dass der Hochkamin auf dem PSI-Ost-Areal genügend Distanz zum Hotlabor aufweist. Eine überschlägige Kontrolle des ENSI kann diese Einschätzung bestätigen.

Das ENSI hat unter Vorbehalt der Bestätigung des Erdbebenverhaltens der Gebäude die vom Gesuchsteller eingereichten Angaben zum Quellterm<sup>7</sup> überprüft. Die angegebenen Freisetzungsteile wurden aufgrund des Schadensbildes begründet und nehmen Bezug auf Modelle, wie sie auch vom DOE-Handbuch<sup>121</sup> verwendet werden. Sie sind als ausreichend nachvollziehbar zu bewerten.

Der Gesuchsteller nimmt in seiner Analyse der Freisetzungen von radioaktiven Stoffen für das Szenario 1 durch feine Risse in der Gebäudehülle grösstenteils einen Leckagefaktor von 1 % an. Das ENSI verwendet aufgrund der schlechten Basis und der fehlenden Begründung für den Wert einen Sicherheitsfaktor von 5, d. h. es rechnet, dass 5 % der luftgetragenen Aktivität in die Umgebung freigesetzt wird. Für Freisetzungen aus dem Untergeschoss ist das ENSI ähnlich vorgegangen. Für das Szenario 2 hat der Gesuchsteller jedoch mit grösseren Leckagefaktor-Werten (10 %) für die Laborräume im Erdgeschoss gerechnet. Diesen Wert erachtet das ENSI als ausreichend konservativ, weil der Gesuchsteller mit der gesamten luftgetragenen Aktivität rechnet und nicht nur mit dem respirablen Anteil. Einzig für Freisetzungen aus dem Untergeschoss rechnet das ENSI mit insgesamt etwas (Faktor 1,4) grösseren Freisetzungen in die Umgebung als der Gesuchsteller.

Das ENSI hat die Dosisberechnungen des PSI mit dem von ihm angegebenen Quellterm überprüft. Die Ergebnisse des PSI für die Folgedosen sind für seine unterstellten Erdbebenquellterme konservativ und beinhalten offenbar eine konservative Ingestionszeit von 1 Jahr, obwohl nur 2 Tage gemäss Richtlinie HSK-G14 zu unterstellen sind. Für Nachweise der Einhaltung von Art. 94 StSV sind die Ergebnisse nach Expositionspfaden und nach Bevölkerungsgruppen getrennt auszuweisen. Die vom Gesuchsteller verwendeten Dosisfaktoren (UDAK-Werte) leisten dies nicht.

Aufgrund oben genannter Ausführungen hat das ENSI den Quellterm des PSI für das Szenario 2 mit entsprechendem Faktor skaliert. Damit ergibt sich eine ähnliche Dosis in der Umgebung wie für den vom Gesuchsteller angegebenen Wert für den Quellterm, die sich aufgrund der zu verwendenden Integrationszeit von 2 Tagen ergibt. Alle Ergebnisse liegen deutlich unter dem zulässigen Dosiswert von 100 mSv für Störfälle der Kategorie 3 (vgl. Tab. 7.5-1) und gelten vorbehaltlich der ausstehenden rechnerischen Belege zum vom PSI gezeichneten Schadensbild.

Tab. 7.5-1: Maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung nach einem Sicherheitserdbeben

<b>Maximale Dosis im ersten Jahr [mSv]</b> <i>Störfallkategorie 3 (maximal zulässig 100 mSv)</i>	<b>PSI-Analyse</b> AN-43-11-20 <sup>7</sup>	<b>ENSI-Analyse</b> 2 Tage Ingestion
Erdbeben Szenario 1	0,18	-
Erdbeben Szenario 2	17,6	14,4

#### **7.5.4 Auslegungsüberschreitende externe Ereignisse**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht die im Folgenden aufgelisteten Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage als auslegungsüberschreitend:

- Flugzeugabsturz mit Kerosinbrand auf die Pu-Laboratorien;
- Flugzeugabsturz mit Kerosinbrand auf das Trockenlager;
- Helikopterabsturz mit Kerosinbrand.

Die radiologischen Auswirkungen werden vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht für die Flugzeugabstürze analysiert.

Der Störfall Helikopterabsturz mit Kerosinbrand wurde nicht radiologisch analysiert. Vom Gesuchsteller wird angenommen, dass eine Freisetzung in die Umgebung nicht von radiologischer Bedeutung ist, weil die Pu-Labors ausreichend gegen die Folgen eines Helikopterabsturzes geschützt sind. Weil dieser Störfall richtig als auslegungsüberschreitend eingeteilt wurde (vgl. Kapitel 7.3), das Schadensbild und der Quellterm durch den Störfall des Flugzeugabsturzes als umhüllend beschrieben werden, wurde auf eine detaillierte Bewertung verzichtet.

##### **7.5.4.1 Flugzeugabsturz mit Kerosinbrand**

#### **Angaben des PSI**

##### Flugzeugabsturz auf Pu-Laboratorien:

Der Gesuchsteller unterstellt für den Flugzeugabsturz auf die Pu-Laboratorien das folgende Schadensbild: Das abstürzende Flugzeug zerstört zwei der vier Laboratorien im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts.

Dabei wird angenommen, dass die Gebäudestrukturen des Radiochemietrakts im Bereich der Pu-Laboratorien zerstört werden. Das Flugzeug durchschlägt die Decke (30 cm Beton) und den Boden (44 cm Beton) dieser Erdgeschoss-Laboratorien und zerstört auch die darunter befindlichen Labors im Untergeschoss des Radiochemietrakts. Nach erfolgter Zerstörung entzündet sich ein Kerosinbrand. Er dauert aufgrund der Abbrandrate von 4 mm/min 16 Minuten bei Brandtemperaturen von 800 °C. Dadurch werden bei diesem Störfall ca. 7 g Plutonium als Aerosole in die Höhe getragen und in der Umgebung verteilt. Dabei werden Personen in der Umgebung strahlenexponiert.

Das zu betrachtende Aktivitätsinventar für den Störfall Flugzeugabsturz auf die Pu-Laboratorien des Radiochemieerweiterungstrakts mit Kerosinbrand und die Plutonium-Freisetzunganteile sind im Sicherheitsbericht angegeben (Kapitel 13.2.1 Tab. 5 und Kapitel 13.7.1 Tab. 8). Das Plutonium liegt hauptsächlich in fester, schwer schmelzbarer, keramischer Form vor (Oxid oder Nitrid) und ist durch Natururan verdünnt. Andere chemische Formen wie Nitride, Carbide oder die reduzierten Metalle sind denkbar. Alle Verbindungen liegen bis zu hohen Temperaturen (mind. 2000 °C) in fester Form vor.

Die Abgabe der Aerosole erfolgt über die Gebäuderümpel auf einer angenommenen Freisetzungshöhe von 10,8 m. Durch den thermischen Auftrieb werden die radioaktiven Stoffe in die Höhe getragen. Die Berechnungen wurden mit dem Programm ESS-41 für verschiedene Brandgasraten durchgeführt. Sie ergeben mit realistischen Annahmen (Lebensmittelsperre nach einem Tag und eine minimale Abwindistanz von 500 m) für Einzelpersonen in der Umgebung eine maximale Dosis im ersten Jahr von 72,1 mSv. Die angenommene Freisetzungshöhe von 10,8 m entspricht den noch intakten Gebäudefasaden. Um den Effekt eines kompletten Gebäudeabsturzes abzuschätzen, wurden auch Berechnungen mit einer Freisetzungshöhe von 5 m durchgeführt. Die maximale Dosis erhöht sich dabei um 7 % auf ca. 77,2 mSv.

### Flugzeugabsturz auf Trockenlager:

Für die Abschätzung einer möglichen Plutonium- und Spaltproduktfreisetzung geht der Gesuchsteller davon aus, dass der Deckel des Trockenlagers zerstört wird und anschliessend im Trockenlager ein brennender Kerosinsee mit einer Fläche von 50 m<sup>2</sup> entsteht. Beim Volltreffer mit einem Turbinentriebwerk wird die ganze Deckenplatte des Trockenlagers eröffnet. Es resultiert ein Stanzkegel von mehreren Quadratmetern Fläche, welcher mit einer Restgeschwindigkeit von 10-20 m/s die Trockenlagerkanäle zusammendrückt. Dadurch werden die zähen Mehrfachumschliessungen der Brennstabsegmente und ausgebohrten Brennstoffe verbogen, zusammengepresst und teilweise aufgerissen.

Laut Bericht der Firma Wölfel<sup>131</sup> wurden hierzu zwei Absturzscenarien untersucht:

- Szenario 1: Absturz eines Militärflugzeugs auf den Deckel des Trockenlagers unter einem Winkel von 45° durch die Stirnwand der Kranhalle auf der Nord-West Seite;
- Szenario 2: Absturz eines Militärflugzeugs auf die Mitte der Seitenwand des Trockenlagers unter einem Winkel von 10° durch die Stirnwand der Kranhalle auf der Nord-West Seite.

Nach Szenario 1 wird das Flugzeug die Stirnwand durchdringen und mit einer Restgeschwindigkeit von 200 m/s unter 45° mit der vollständigen Masse von 20 Mg auf den Deckel des Trockenlagers auftreffen. Es ist von einer Zerstörung des Deckels unter verbleibender Stosskraft auszugehen. Dabei ist anzunehmen, dass Teile des Flugzeugs sowie des Deckels in das Trockenlager eindringen und Kerosin einfliesst.

Nach Szenario 2 muss das Flugzeug das vorgelagerte Erdreich, die Stirnwand der Kranhalle sowie die Decke über dem Untergeschoss und der Wand neben der Treppe durchdringen, wobei eine Abminderung der Masse des Flugkörpers von 15 % (3 Mg) für abgestreifte Teile angenommen wird. Die Abschirmung durch vorgelagerte Barrieren führt zu einer Geschwindigkeitsabminderung des Flugkörpers auf ca. 110 m/s, wobei jedoch zu erwarten ist, dass der Flugkörper Teile der zerstörten Bauteile vor sich her schiebt. Laut Bericht der Firma Wölfel<sup>131</sup> zeigt die Abschätzung, dass die Tragfähigkeit der Seitenwand des Trockenlagers zur Aufnahme der Reststosskraft ausreicht und daher Vollschutz gewährleistet ist.

Beim Flugzeugabsturz auf das Trockenlager werden ca.  $6,8 \cdot 10^{11}$  Bq Spaltprodukte und Actiniden in die Umgebung freigesetzt. Die Abgabe erfolgt über die Gebäudetrümmer auf einer angenommenen Höhe von 10,8 m. Durch den thermischen Auftrieb werden die radioaktiven Stoffe in die Höhe getragen. Die Berechnungen wurden mit dem Programm ESS-41 für verschiedene Brandgasraten durchgeführt. Sie ergeben mit realistischen Annahmen (Lebensmittelsperre nach einem Tag und eine minimale Abwinddistanz von 500 m) für Einzelpersonen in der Umgebung eine maximale Dosis im ersten Jahr von 27,5 mSv. Um den Effekt eines kompletten Gebäudeabsturzes abzuschätzen, wurden auch Berechnungen mit einer Freisetzungshöhe von 5 m durchgeführt. Die maximale Dosis erhöht sich dabei um 7 % auf ca. 29,4 mSv.

### **Beurteilungsgrundlagen des ENSI**

Störfallbetrachtungen zum Flugzeugabsturz sind gemäss Art. 5 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) vorzunehmen. Für jeden angenommenen Störfall ist der Nachweis der Einhaltung der radiologischen Kriterien nach Art. 7 der Verordnung zu erbringen. Für auslegungsüberschreitende Störfälle, d. h. für Störfälle mit Häufigkeiten kleiner als 10<sup>-6</sup> pro Jahr, ist kein einzuhaltender Dosiswert vorgeschrieben. Nach Art. 94 Abs. 7 StSV verlangt die Aufsichtsbehörde für Störfälle nach den Art. 94 Abs. 4 und 5 StSV sowie für Störfälle, deren Eintretenshäufigkeit kleiner ist als 10<sup>-6</sup> pro Jahr, deren Auswirkungen aber gross sein können, die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen. Gemäss Art. 101 StSV legt die Bewilligungsbehörde für Betriebe, bei denen infolge eines Störfalles der Dosisgrenzwert nach Art. 37 StSV überschritten werden kann, im Einzelfall fest, in welchem Umfang sie sich an der Vorbereitung und Durchführung von Notfallschutzmassnahmen in ihrer Umgebung beteiligen oder solche Massnahmen selber treffen müssen. Ein Austritt von radioaktiven Stoffen innert kurzer Zeit (<1 h) aus der Kernanlage, welcher vorsorgliche Schutzmassnahmen für die Bevölkerung in der Nähe der Kernanlage erfordert, stellt einen sogenannten „schnellen Störfall“ gemäss der Alarmierungsverordnung vom 5. Dezember 2003 (AV, SR 520.12) dar. Im Gegensatz zu Auslegungsstörfällen darf gemäss der Richtlinie HSK-R-41 und auch



gemäss ihrer Nachfolgerichtlinie HSK-G14 in diesem Fall von realistischen Annahmen für die Berechnung der Folgedosis ausgegangen werden, wenn die Eintretenswahrscheinlichkeit weniger als  $10^{-6}$  pro Jahr beträgt.

### **Beurteilung des ENSI**

Die radiologischen Folgen eines auslegungsüberschreitenden Flugzeugabsturzes auf das Hotlabor mit anschliessendem Kerosinbrand wurden im Sinne einer umhüllenden Abschätzung der Auswirkungen von extrem seltenen, schwersten Störfällen untersucht. Der Absturz eines Flugzeugs auf das Hotlabor ist ein auslegungsüberschreitender Störfall und ist deshalb für eine Auslegung nicht zu berücksichtigen. Dennoch sind Störfallbetrachtungen gemäss Art. 5 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) vorzunehmen. Aufgrund seiner Häufigkeit kommen die radiologischen Kriterien gemäss Art. 7 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) nicht zur Anwendung. Damit ist eine Einhaltung von Dosiswerten nach Art. 94 Abs. 3-5 der StSV nicht nachzuweisen. Das ENSI verzichtet deshalb auf eine tiefergehende, detailliertere Bewertung dieses Störfalls.

Die vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht für den Flugzeugabsturz angegebenen Freisetzunganteile aufgrund des Schadensbildes sind ohne Begründung gegeben und lassen keinen Bezug zu einem physikalischen Modell erkennen. Somit können sie nicht als ausreichend konservativ nachvollziehbar beurteilt werden. Da nach Angaben des PSI die Dosis für die Bevölkerung bei einem Flugzeugabsturz aber grösser als 1 mSv ausfällt, sind nach Ansicht des ENSI gemäss Art. 101 StSV Notfallschutzmassnahmen vorzubereiten. Für den Spezialfall des Flugzeugabsturzes auf das Hotlabor ist eine analoge Regelung wie sie für das ZZL bzw. BZL bereits existiert, angebracht.

### **Forderung 7.5-4:**

*Der Gesuchsteller hat bis Ende Juni 2013 eine Regelung in Kraft zu setzen, die vorschreibt, dass im Fall eines Flugzeugabsturzes auf das Hotlabor die Bevölkerung der umliegenden Gemeinden mit dem Verfahren „Schneller Störfall“ alarmiert werden. Dabei wird die Alarmierung der Bevölkerung der umliegenden Gemeinden (spezielle Gefährdungszone PSI/ZWILAG) sowie deren Information via Kanton sichergestellt.*



## **8 Gesamtbewertung**

### **8.1 Gesamtbewertung des PSI**

Das Hotlabor entstand in den Jahren 1961 bis 1963 im damaligen Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung um materialwissenschaftliche experimentelle Abklärungen an stark radioaktivem Probenmaterial durchzuführen und um diagnostische und therapeutisch nutzbare Radioisotope zu präparieren. Der 1964 mit dem Gesuch um Erteilung einer Betriebsbewilligung eingereichte Sicherheitsbericht wurde 2004 erstmals revidiert. Für bauliche Erweiterungen oder zu ersetzende Experimentier- und Betriebsanlagen wurden Sicherheitsberichte und Strahlenschutzplanungen erstellt, die von der Aufsichtsbehörde freigegeben wurden.

Als Ausführungsbestimmungen zum Anlagen-Sicherheitsbericht werden die Betriebsvorschriften jährlich überarbeitet und durch die Direktion des PSI genehmigt. Sie widerspiegeln die in 40 Betriebsjahren erworbene experimentelle Sicherheitserfahrung und -kultur und berücksichtigen die Anforderungen der neuen Kernenergiegesetzgebung.

Das Hotlabor wurde in den Jahren 2000-2002 strahlenschutztechnisch und vor allem brandschutztechnisch nachgerüstet.

Das Hotlabor dient heute hauptsächlich der angewandten Materialforschung an stark radioaktiven Proben, die im Wesentlichen aus Kerneinbauten von Kernkraftwerken, Forschungsreaktoren und den Targetstationen der PSI-Beschleunigeranlagen stammen.

Materialwissenschaftliche Untersuchungen an stark radioaktiven Proben und die Handhabung grösserer Mengen von Radionukliden bergen die Möglichkeit von Störfällen. Die Störfallanalysen zeigen, dass die Anforderungen des Art. 94 StSV eingehalten sind.

Die Anforderungen des ENSI im Hinblick auf den Schutz von Personal, Bevölkerung und Umwelt<sup>13, 14, 15, 16, 17, 18, 19</sup> sowie die Brandschutzauflagen des Aargauischen Versicherungsamtes werden heute von der Anlage erfüllt.

### **8.2 Beurteilung des ENSI**

Gemäss Art. 4 Abs. 1 KEG gilt als genereller Grundsatz für die Nutzung der Kernenergie, dass Vorsorge gegen eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe sowie eine unzulässige Bestrahlung von Personen im Normalbetrieb und bei Störfällen zu treffen ist. Die bei Normalbetrieb und Störfällen einzuhaltenen Dosisgrenzwerte und Dosiswerte sind in der StSV festgelegt.

#### **8.2.1 Sicherheitskonzept**

Zur Rückhaltung der radioaktiven Stoffe im Hotlabor ist das Barrierenprinzip realisiert. Offene radioaktive Strahlenquellen werden je nach Strahlentyp in Unterdruckzellen und Kapellen gehandhabt. Die Abluft aus diesen Zellen sowie die Raumabluft werden gefiltert an die Umgebung abgegeben. Zur Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung im Normalbetrieb und bei Störfällen sind die Mengen an radioaktiven Stoffen im Hotlabor, in den einzelnen Gebäudetrakten, Arbeitsbereichen, Unterdruckzellen etc. limitiert. Jedoch sind diese Aktivitätslimiten zurzeit noch nicht alle im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) festgelegt und deren Einhaltung wird auch nicht in allen Fällen systematisch überwacht. Das ENSI hat dazu Forderungen gestellt. Durch mengenmässige Beschränkungen von Spaltstoffmaterialien und Moderatoren werden Kritikalitätsunfälle vermieden. Durch Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen bei neuen Experimenten werden Schwachstellen aufgedeckt und korrigiert. Das ENSI beurteilt das vom PSI vorgestellte Sicherheitskonzept als dem Stand der Technik entsprechend.

### 8.2.2 Organisation und Personal

Die Organisation und die Betriebsvorschriften des Hotlabors sowie die übergeordneten Weisungen des PSI bilden einen geeigneten Rahmen für den sicheren Betrieb des Hotlabors und der Notfallvorsorge.

Das Hotlabor ist ISO-9001 zertifiziert und erfüllt die zutreffenden Anforderungen des IAEA Safety Requirements No. GS-R-3<sup>44</sup>.

Die Erstellung von Sicherheitsbetrachtungen und Strahlenschutzplanungen bei Neueinrichtungen von Experimenten, wie auch deren Genehmigung, Umsetzung und Überwachung ist ein wesentlicher Prozess zur Gewährleistung der Sicherheit im Hotlabor. Das Kernbrennstoffinformations- und Quelleninventarisierungssystem sind wichtige Hilfsmittel zur Gewährleistung der Sicherheit des Personals.

Im Bereich der Vorkommnisbearbeitung, der Strahlenschutzplanungen, der Auswertung von Notfallübungen und bei der Umsetzung der neuen Kernenergiegesetzgebung hat das ENSI Forderungen gestellt, die im Rahmen der laufenden Aufsicht bearbeitet werden. Auch fehlen im freigabepflichtigen Betriebsreglement (Technische Spezifikation) die begrenzenden Betriebsbedingungen, die Grenzwerte und die Vorgaben für periodische Prüfungen für die klassierten Ausrüstungen und Bauwerke. Das ENSI hat dazu Forderungen gestellt.

### 8.2.3 Betriebsverhalten und Überwachung

Während der letzten 45 Jahre kam es zu ungefähr 30 meldepflichtigen Vorkommnissen im Hotlabor. Die häufigsten Ursachen für die Vorkommnisse sind bei Alterungseffekten, ungenauer bzw. lückenhafter Planung von Arbeitsabläufen, Mängel bei der Auslegung sowie bei Missachtung von Vorschriften zu finden. 1983 kam es zu einer Verpuffung mit Eröffnung einer Unterdruckzelle. Dieses Vorkommnis führte zu einer unzulässigen Strahlenexposition des Personals. Obwohl nach den meisten Vorkommnissen Folge-massnahmen ergriffen wurden, sieht das ENSI Verbesserungsbedarf bei der Erstellung von Strahlenschutzplanungen und bei der Umsetzung von Vorschriften inklusive der Kontrolle. Entsprechende Forderungen, die im Rahmen der laufenden Aufsicht verfolgt werden, hat das ENSI formuliert.

Seit der Inbetriebnahme des Hotlabors hat das ENSI zahlreiche Inspektionen im Hotlabor und Fachsitzungen mit dem PSI durchgeführt und dabei festgestellt, dass die administrativen und technischen Strahlenschutzarbeiten professionell und vorschriftsmässig durchgeführt werden. Die Ausbildung und Organisation des Strahlenschutzpersonals erfüllen die gesetzlichen Vorgaben. Das Zonenkonzept entspricht den Anforderungen des ENSI. Jedoch verlangt das ENSI aufgrund der Erfahrungen in anderen Kernanlagen eine systematischere Überprüfung der Integrität der Zonengrenzen.

Das Schutz- und Überwachungskonzept vor äusserer Bestrahlung erfüllt die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07 und der VUORS. In den letzten zehn Jahren reduzierte sich die Kollektivdosis des Hotlaborpersonals von rund 50 Pers.-mSv pro Jahr auf 15 Pers.-mSv pro Jahr. Auch die mittlere Personendosis in den Jahren 2005 bis 2007 mit 0,22 mSv pro Jahr liegt deutlich unter den Werten früherer Dekaden.

Die radioaktiven Abgaben der Abgabestelle „Hochkamin PSI-OST“, in den unter anderem die Abluft des Hotlabors geleitet wird, führten seit 2002 zu einer Ausschöpfung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts von weniger als 0,2 %. Ähnliche Werte ergeben sich für die gesamthaft vom PSI abgegebenen flüssigen Aktivitäten.

Bei der Entsorgung der radioaktiven Abfälle des Hotlabors identifizierte das ENSI Abklärungsbedarf hinsichtlich der Schutz- und Überwachungsmassnahmen in den Lagerräumen für radioaktive Abfälle und einen Verbesserungsbedarf bei der Buchführung von radioaktiven Abfällen. Auch die Betriebsvorschriften für den Transport von Kernmaterialien und anderer radioaktiver Stoffe müssen überprüft und aktualisiert werden. Grundsätzlich sind im Bereich der Abfallentsorgung und Transporte die gesetzlichen Anforderungen erfüllt. Dasselbe gilt für den vorliegenden Stilllegungsplan. Das ENSI erachtet jedoch eine Überarbeitung des Plans als nötig, da nach Einschätzung des PSI aufgrund der Erfahrungen, die es beim Rückbau anderer Kernanlagen gemacht hat, die früher ermittelte Abfallmenge signifikant unterschritten wird.

#### **8.2.4 Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten**

Mit der Inkraftsetzung der neuen Kernenergiegesetzgebung müssen die sicherheitstechnischen Gebäude, Systeme und Komponenten klassiert werden. Im Wesentlichen wird die Klassierung durch die Randbedingungen und Ergebnisse der deterministischen Störfallanalyse bestimmt. Das PSI hat zur Klassierung der elektrischen und mechanischen Ausrüstungen sowie der Gebäude des Hotlabors einen Vorschlag gemacht. Das ENSI ist bis auf wenige Forderungen damit einverstanden. Eine weitere Forderung beinhaltet das Vorlegen der Auslegungsspezifikationen für die klassierten Ausrüstungen und Bauwerke.

Das Gebäude und die Anlagentechnik erfüllen bis auf wenige Verbesserungspotentiale die Anforderungen des ENSI.

#### **8.2.5 Deterministische Störfallanalyse**

Der Gesuchsteller legt in seinen Untersuchungen zu den Störfällen dar, dass die Gefahren aus dem Betrieb der Anlage als relativ klein angesehen werden können. Die hierzu verwendeten Argumente erscheinen plausibel. Verbesserungspotentiale wurden im Bereich der Störfälle Brand, Überflutung und Erbeben identifiziert. Auch muss das PSI die Störfallanalysen um die Berücksichtigung des Einzelfehlers ergänzen. Auf Verlangen des ENSI hat der Gesuchsteller mit Brief vom 18. November 2011<sup>5</sup> zusätzliche Untersuchungen zur Beurteilung der Erdbebensicherheit<sup>7, 20</sup> nachgereicht. Das ENSI hat die umfangreichen und detaillierten, zusätzlichen Berechnungen<sup>20</sup> des PSI von einem Prüfexperten auf Plausibilität<sup>132</sup> überprüfen lassen. Aufgrund der diversen offenen Fragen betreffend die Methodik und die Nachweisführung kann das ENSI die günstige Einschätzung des Betreibers in Bezug auf das Erdbebenverhalten der Bauten des Hotlabors im Falle eines Betriebsbebens und eines Sicherheitserdbebens noch nicht bestätigen<sup>132</sup>. Das ENSI hat dazu die Forderungen 7.5-2a und 7.5-2b formuliert.

Die Berechnungen zur Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umgebung der Anlage und ihrer resultierenden Folgedosen stimmen in den meisten Fällen gut mit den Rechnungen des ENSI überein. Jedoch hat das PSI die Folgedosen nicht gemäss aktueller Richtlinie HSK-G14 für alle Bevölkerungsgruppen und Expositionspfade aufgeschlüsselt. Das ENSI hat dazu eine Forderung formuliert. Für die Ermittlung der Quellterme beim Betriebserdbeben, d. h. für die in die Umgebung transportierte Menge radioaktiver Stoffe, stützt sich der Gesuchsteller auf Abschätzungen von Freisetzunganteilen ab, die teilweise auf nicht dokumentierte Erkenntnisse zurückgeführt werden. Auch dazu hat das ENSI eine Forderung gestellt.

#### **8.2.6 Stand Abarbeitung der Forderungen**

Mit Brief vom 25. Juli 2012<sup>8</sup> hat das ENSI sämtliche im Gutachten in den Kapiteln 3 bis 7 formulierten Forderungen nach Anhörung des PSI verfügt. Der Stand der Abarbeitung dieser Forderungen ist im Anhang A dieses Gutachtens dokumentiert. Im Folgenden geht das ENSI auf den Stand der Erfüllung der für die Erteilung einer Betriebsbewilligung wesentlichen Forderungen 3.4-3 und 7.5-2a/b ein.

##### **Forderung 3.4-3**

*Die Begrenzungen der Radioaktivität (Mengenbegrenzungen der Spalt- und Kernbrennstoffe und Aktivitätsbegrenzungen für alle anderen Stoffe) in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen müssen in Übereinstimmung mit den radiologischen Kriterien gemäss Art. 7 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) sowie aus den Anforderungen gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 festgeschrieben werden und sind permanent zu überwachen. Es ist darzulegen, wie die Überwachung erfolgt.*

**Stand der Abarbeitung:** Mit Brief vom 21. Dezember 2012<sup>133</sup> hat das PSI mitgeteilt, dass es im revidierten, zur Freigabe eingereichten Betriebsreglement unter anderem die Aktivitätsobergrenzen und Spaltstoffmengengrenzen für die einzelnen Laboratorien und Hotzellen festgelegt hat. Das ENSI hatte diese geprüft und Inkonsistenzen zu den Störfallanalysen festgestellt. Mit Brief vom 17. April 2013<sup>134</sup> und in einem Fachgespräch<sup>135</sup> hat das ENSI dem PSI das Ergebnis mitgeteilt. In der Zwischenzeit hat das PSI das entsprechende Kapitel des Betriebsreglements angepasst und mit Brief vom 31. Januar 2014<sup>136</sup> dem ENSI zur Prüfung zugestellt.

**Forderung 7.5-2a/b:**

*Die Überprüfung der Erdbebensicherheit vom 6. Oktober 2011<sup>20</sup> ist entsprechend den Bemerkungen des Prüfaxperten des ENSI<sup>130</sup> bis Ende September 2012 zu revidieren. Die Schlüsselaussagen zum Schadensbild beim Betriebserdbeben und Sicherheitserdbeben, die eine Grundlage für radiologische Nachweise bilden, müssen begründet und rechnerisch belegt werden. Das ENSI erwartet vom PSI eine Qualitätssicherung der Erdbebenberechnung durch einen Spezialisten auf dem Gebiet der Baudynamik und des Erdbebeningenieurwesens. Der interne Prüfbericht ist dem ENSI ebenfalls zuzustellen.*

**Stand der Abarbeitung:** Zur Abarbeitung der Forderung reichte das PSI mit Brief vom 13. September 2012<sup>137</sup> eine Revision der Erdbebensicherheitsanalyse<sup>138</sup> ein. Den Nachweis der Erdbebensicherheit für ein Betriebserdbeben beurteilt das ENSI als erbracht. Im Falle des Sicherheitserdbebens ist dies jedoch nicht der Fall. Insbesondere ist davon auszugehen, dass die Erbebensicherheit für den Hotzellentrakt nicht nachgewiesen werden kann. Jedoch bleiben nach aller Voraussicht die Hotzellen intakt. Für den Radiochemie-, den Radiochemieerweiterungs- und den Inaktivtrakt können die Nachweise eventuell noch erbracht werden. Das ENSI hat dem PSI diese Ergebnisse in einem Fachgespräch<sup>139</sup> schriftlich abgegeben und erläutert. In zwei weiteren Fachgesprächen<sup>140, 141</sup> wurde das zukünftige Vorgehen zur Nachweisführung festgelegt. In der Zwischenzeit hat das ENSI die vom Betreiber erbrachten Nachweise nochmals überprüft. Es kommt bei dieser Überprüfung zum Schluss, dass die Erdbebensicherheit für den Radiochemieerweiterungstrakt zwar gegeben wäre, dass jedoch seine Integrität bei einem Sicherheitserdbeben durch die fehlende Erdbebensicherheit und die voraussichtlich grossen Auslenkungen des angrenzenden Radiochemietraktes gefährdet ist. Aufgrund dieser neuen Erkenntnisse hat das ENSI verlangt, dass das PSI bis Ende April 2014 ein Konzept für die Erbringung der Erdbebenachweise einschliesslich der Einhaltung der Dosiswerte beim Sicherheitserdbeben mit Terminplanung vorlegt<sup>142</sup>.

Angesichts der Komplexität der durchzuführenden Berechnungen ist jedoch unklar, ob das PSI diesen Nachweis ohne bauliche Ertüchtigung, welche das PSI als sehr schwierig beurteilt, in absehbarer Zeit erbringen wird<sup>139</sup>. Aus diesem Grund hat das ENSI das Gefährdungspotential, ausgehend von einem plausiblen, jedoch noch nicht nachgewiesenen Schadensbild für das Hotlabor, nach einem Sicherheitserdbeben neu beurteilt. Als Ausgangspunkt für seine Analyse verwendet es das Szenario 2 (vgl. Tabelle 14) aus der PSI-Aktennotiz<sup>7</sup>. In diesem Szenario geht das PSI davon aus, dass das Hotlabor nach einem Sicherheitserdbeben stehen bleibt und die Gebäudehülle ausser kleinen Rissen intakt bleibt. Gestützt auf die Ergebnisse der Begutachtung<sup>139, 140, 141</sup> der Erdbebenanalysen des PSI unterstellt das ENSI konservativ, dass mit Ausnahme der Hotzellenkette sämtliche Räumlichkeiten des Erdgeschosses (Hotzellen-, Radiochemie- und Radiochemieerweiterungstrakt) nach einem Sicherheitserdbeben einstürzen und von einer rückhaltenden Gebäudewirkung kein Kredit genommen werden kann (LPF-Faktor = 1). Im Weiteren unterstellt das ENSI konservativ, dass beim Einsturz des Radiochemieerweiterungstrakts (Pu-Trakt) sämtliche Handschuhboxen im Erdgeschoss, in denen Pu und U-235 gehandhabt werden, betroffen sind und beschädigt werden (DR-Faktor = 1). Für die A-Labors im Erdgeschoss des Hotzellen- und des Radiochemietrakts, in denen die Brennstoffproben in fester, kompakter Form vorliegen und in massiven Bleizellen gehandhabt werden, erscheint die Annahme des PSI auch bei einem Einsturz des Gebäudes plausibel, sodass das vom PSI angenommene Schadensbild (DR-Faktor = 0,1) vom ENSI unverändert berücksichtigt wurde. Im Weiteren unterstellt das ENSI, dass das Untergeschoss des Hotlabors, das durch das Erdreich seitlich gestützt wird, intakt bleibt. Für diese Räumlichkeiten kreditiert das ENSI eine rückhaltende Gebäudewirkung, auch wenn die entsprechenden Nachweise vom PSI noch nicht erbracht wurden.

Unter diesen Annahmen resultieren aus den Werten von Tabelle 14 aus der PSI-Aktennotiz<sup>7</sup> als Folgedosen für die Bevölkerung rund 40 mSv aus den A-Labors des Hotzellen- und des Radiochemietrakts bzw. 1240 mSv aus dem Radiochemieerweiterungstrakt. Die vom Radiochemieerweiterungstrakt ausgehende Folgedosis kann auf 50 mSv reduziert werden, indem das entsprechende, dosisbestimmende Inventar von Pu-Isotopen auf 1/25 der den Berechnungen zugrunde gelegten 750 g im Erdgeschoss reduziert wird. Die von den übrigen Räumlichkeiten ausgehende Restdosis bleibt unverändert; sie beträgt weniger als 10 mSv. Mit diesen Einschränkungen kann das Gefährdungspotenzial des Hotlabors soweit reduziert werden, dass der Grenzwert von 100 mSv gemäss Art. 94 StSV im Falle eines Sicherheitserdbebens eingehalten werden kann. Dies bedeutet, dass das Pu-Inventar im Radiochemieerweiterungstrakt auf maximal 30 g beschränkt werden muss. Das ENSI hat im Rahmen der laufenden Aufsicht bereits eine entsprechende Verfügung<sup>143</sup> erlassen. Diese Beschränkung kann abhängig von der Nachweisführung des PSI betreffend Erdbebensicherheit (Forderung 7.5-2b) neu festgelegt oder aufgehoben werden. Sie entbindet das PSI keinesfalls von der Pflicht, einen den rechtlichen und behördlichen Vorgaben entsprechenden Nachweis für die Einhaltung des Dosiswerts beim Sicherheitserdbeben zu erbringen.

Aktuell nicht verwendete Pu-Mengen werden am PSI ausserhalb des Erdgeschosses des Radiochemieerweiterungstrakts in Inventarcontainern, die Pu-Mengen von mehr als 30 g enthalten können, gelagert. Diese Inventarcontainer können zurzeit nur im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts geöffnet werden. Damit diese Container inspiziert, analysiert und ihnen gegebenenfalls Proben entnommen bzw. zugeführt werden können<sup>144</sup>, muss es im Sinne einer Übergangsbestimmung möglich sein, nach Freigabe durch das ENSI grössere Pu-Mengen als 30 g im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts zeitlich beschränkt handhaben zu können. Diese Übergangsbestimmung soll für drei Jahre gelten. In dieser Zeit sollte es nach Ansicht des ENSI möglich sein, die Sicherheit des Erdgeschosses des Radiochemieerweiterungstrakts bei einem Sicherheitserdbeben nachzuweisen, das Erdgeschoss nachzurüsten oder alternative Handhabungsmöglichkeiten für grösseren Mengen pulverförmiger Pu-Isotope im Untergeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts zu schaffen, wobei dafür noch ein entsprechender Erdbebensicherheitsnachweis für das Untergeschoss zu erbringen ist.

### **8.2.7 Kommentare der Eidgenössischen Kommission für nukleare Sicherheit zum Gutachtenentwurf vom August 2013**

Die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) kann gemäss Art. 71 Abs. 3 KEG bzw. Art. 5 der Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit vom 12. November 2008 (VKNS, SR 732.16) zu Gutachten des ENSI Stellung nehmen. Gemäss VKNS kann sie sich in ihren Stellungnahmen auf ausgewählte Punkte beschränken. Nach üblichem Verfahren erfolgt diese Stellungnahme zuhanden der verfahrensführenden Behörde auf Basis des Gutachtens, welches die Aufsichtsbehörde zuhanden der Bewilligungsbehörde eingereicht hat. Im vorliegenden Fall ersuchte das ENSI um die Stellungnahme der KNS<sup>145</sup> auf Basis des fortgeschrittenen Entwurfs für das Gutachten vom August 2013<sup>146</sup>. Inhaltlich entspricht dieser Entwurf bis auf Kapitel 8.2.6, in dem der Stand der Abarbeitung der Forderungen aktualisiert wurde, und Kapitel 8.2.7 dem vorliegenden Gutachten. Zusammenfassend bewertet die KNS die Begutachtung des ENSI wie folgt<sup>147</sup>:

„Die Begutachtung durch das ENSI ist nach Ansicht der KNS vollständig. Die KNS unterstützt die vom ENSI erhobenen Forderungen und ergänzt einige mit zusätzlichen Hinweisen. Aus Sicht der KNS sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

1. Aufgrund der Bedeutung der Spaltstoffbuchhaltung als Instrument zur Gewährleistung der Mengenbegrenzung bezüglich Kritikalitätssicherheit sollte die Behebung des festgestellten Software-Fehlers im Programm zur Spaltstoffbuchhaltung (KBUCH) zeitnah innerhalb einer verbindlichen Frist erfolgen.
2. Aus dem Sicherheitsbericht des Hotlabors ist nicht ersichtlich, ob wirksam verhindert werden kann, dass im Aussenbereich des Hotlabors anfallendes, potenziell radioaktiv belastetes Löschwasser oberflächlich in die Aare fliesst. Die KNS empfiehlt, entsprechende Überlegungen einzubeziehen und gegebenenfalls Nachweise zu verlangen.

3. Die KNS regt an, die Organisation der Abfallbehandlung im Hotlabor und die damit verbundenen Abfallpfade nachvollziehbar zu dokumentieren.

Wenn die Forderungen des ENSI erfüllt und die Hinweise der KNS beachtet werden, hat die KNS keinen Einwand gegen die Erneuerung der Betriebsbewilligung; das mit dem Betrieb der Anlage verbundene Gefährdungspotenzial ist nach dem Urteil der KNS gering. Die aus dem Blickwinkel der Sicherheit anspruchsvolle betriebliche Umgebung und das nur langsame Vorankommen im Erneuerungsprozess für die Betriebsbewilligung legen eine enge Begleitung durch die Aufsichtsbehörde nahe.“

Im Folgenden geht das ENSI auf die obigen Hinweise der KNS ein:

1. Im Rahmen der Bearbeitung eines Vorkommnisses hat das ENSI 2012 die Forderung gestellt, dass das PSI ein Konzept zur Ertüchtigung des Programms zur Spaltstoffbuchhaltung (KBUCH) erarbeitet. Das vom PSI eingereichte Konzept für das Innovative KBUCH (IKB) wurde vom ENSI im Oktober 2013 akzeptiert und muss im Laufe des Jahres 2014 dem ENSI zur Freigabe vorgelegt werden. Mit der Ertüchtigung wird auch der von der KNS angesprochene Softwarefehler behoben.
2. Brände im Hotlabor werden beherrscht, indem das Hotlabor in diverse Brandabschnitte unterteilt ist. Der Feuerwiderstand der Brandabschnitte ist so bemessen, dass selbst bei einem Vollbrand in einem Brandabschnitt keine Brandausbreitung in benachbarte Brandabschnitte oder ins Freie erfolgt. Der Vollbrand des gesamten Hotlabors ist ein auslegungsüberschreitendes Ereignis mit einer Eintretenshäufigkeit von kleiner  $10^{-6}$  pro Jahr. Daher ist unter realistischen Annahmen davon auszugehen, dass im Aussenbereich des Hotlabors kein radioaktiv belastetes Löschwasser anfällt und oberflächlich in die Aare fliesst. Damit erübrigen sich die von der KNS geforderten Überlegungen und Nachweise zur Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser im Aussenbereich des Hotlabors.
3. Die Bereinigung und Konsolidierung der Betriebsvorgaben zum Umgang mit radioaktiven Abfällen im Hotlabor ist mittlerweile erfolgt. Betreffend die schwach- und mittelaktiven Abfälle hat das PSI die Weisung AW-43-97-14<sup>34</sup> überarbeitet. Das ENSI hat diese Version geprüft; sie widerspiegelt den aktuellen Stand abdeckend. Zur Entsorgung der teils hochaktiven Abfalllösungen aus der Brennstoffanalytik hat das PSI die Abfallgebindetypspezifikation und die Fixboxanlage dahingehend überarbeitet bzw. angepasst, dass das ENSI die Typenprüfung genehmigen konnte und diese Ende 2013 bereits eingeleitet wurde. Noch nicht erstellt ist die Spezifikation für die bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfälle (Abfallgebinde PSI-Typ 11). Das ENSI hat das PSI schriftlich zur Ausarbeitung dieser Spezifikation aufgefordert. Das PSI hat die Arbeiten aufgenommen und wird die Spezifikation bis Ende September 2014 fertigstellen und zur Genehmigung einreichen.

### 8.2.8 Schlussfolgerungen

Mit der Bewilligungserneuerung wird der Betrieb des Hotlabors, welcher seit der Erteilung der ursprünglichen Bewilligung im Jahr 1965 schrittweise geändert und erweitert wurde, auf eine neue, die aktuellen Gegebenheiten widerspiegelnde rechtliche Basis abgestützt. Dies bedeutet eine Klärung und damit zweifellos eine Verbesserung der gegenwärtigen Bewilligungssituation. Vor dem Hintergrund, dass die Begrenzung der Radioaktivität im Betriebsreglement nicht in rechtsgenügender Weise festgelegt ist und der Nachweis der Einhaltung des Dosiswerts für das Sicherheitserdbeben seitens des PSI offen ist, kann die Erneuerung der Bewilligung nicht vorbehaltlos empfohlen werden. Das ENSI beantragt, die Bewilligung mit Auflagen zu verbinden, die, anknüpfend an bereits im Rahmen der laufenden Aufsicht verfügbaren Forderungen (vgl. Anhang A und Kapitel 8.2.6), gewährleisten, dass beim Weiterbetrieb des Hotlabors die gesetzlichen Anforderungen vollumfänglich erfüllt werden.



**Auflagenvorschläge:****1. Auflage (vgl. Forderung 3.4-1 und 3.4-2)**

Die gehandhabten und gelagerten radioaktiven Stoffe im Hotlabor (Kapazität) dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

Spaltstoffe (unbestrahlt)	2 kg Pu, davon maximal 0,75 kg im Erdgeschoss 1 kg U-235
Brennstoffe (bestrahlt)	150 kg
Andere Quellen	$10^{15}$ Bq
Polonium-Isotope	$10^{12}$ Bq

**2. Auflage**

Die Menge der Pu-Isotope im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts wird bis auf weiteres auf maximal 30 g begrenzt.

Die Mengenbeschränkung der Pu-Isotope im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts kann abhängig von der Nachweisführung des PSI betreffend Erdbebensicherheit vom ENSI neu festgelegt oder aufgehoben werden.

Befristet bis Ende 2016 kann nach jeweiliger vorgängiger Freigabe durch das ENSI die Menge der Pu-Isotope im Erdgeschoss des Radiochemieerweiterungstrakts in begründeten Ausnahmefällen kurzzeitig erhöht werden.

**3. Auflage (vgl. Forderung 3.4-3)**

Die Begrenzungen der Radioaktivität (Mengenbegrenzungen der Spalt- und Kernbrennstoffe und Aktivitätsbegrenzungen für alle anderen Stoffe) in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen müssen in Übereinstimmung mit den radiologischen Kriterien gemäss Art. 7 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) sowie aus den Anforderungen gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) umgehend festgeschrieben und permanent überwacht werden.

**4. Auflage (vgl. Forderungen Kapitel 7)**

Das PSI hat umgehend die Störfallanalyse unter Berücksichtigung der Forderungen aus Kapitel 7 dieses Gutachtens zu aktualisieren. Dazu gehört insbesondere der Sicherheitsnachweis für das Sicherheitserdbeben.

**5. Auflage (vgl. Forderung 4.2-1)**

Das PSI muss den Sicherheitsbericht des Hotlabors erstmals Ende 2014 und dann alle 3 Jahre hinsichtlich Aktualität überprüfen und gegebenenfalls anpassen.

Die Betriebsvorschriften und das Betriebsreglement sind jährlich hinsichtlich Aktualität überprüfen und gegebenenfalls anpassen.

Brugg, den 21. März 2014

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Wanner', written in a cursive style.

Dr. H. Wanner

Direktor

## Anhang A: Stand Abarbeitung der Forderungen

<b>Übersicht über die Anlage</b>	<b>Stand Februar 2014</b>
<p><u>Forderung 3.4-1 (vgl. Auflage 1):</u>                      Die gehandhabten und gelagerten radioaktiven Stoffe im Hotlabor (Kapazität) dürfen folgende Werte nicht überschreiten:</p> <p>Spaltstoffe (unbestrahlt) kleiner als 2 kg Pu, davon maximal 0,75 kg im Erdgeschoss                      1 kg U-235</p> <p>Brennstoffe (bestrahlt) 150 kg</p> <p>Andere Quellen <math>10^{15}</math> Bq</p> <p>Polonium-Isotope <math>10^{12}</math> Bq</p>	<p>Auflage wird mit Forderung 3.4-2 eingehalten</p>
<p><u>Forderung 3.4-2 (vgl. Auflage 1):</u>                      Die Kapazität, d. h. die maximale Radioaktivität, die im Hotlabor gehandhabt und gelagert werden darf, muss bis Ende 2012 im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) festgeschrieben werden und ist permanent zu überwachen. Es ist darzulegen, wie die Überwachung erfolgt.</p>	<p>erledigt</p>
<p><u>Forderung 3.4-3 (vgl. Auflage 3):</u>                      Die Begrenzungen der Radioaktivität (Mengenbegrenzungen der Spalt- und Kernbrennstoffe und Aktivitätsbegrenzungen für alle anderen Stoffe) in den einzelnen Trakten des Hotlabors, den Hotzellen, den Laboratorien und den Ausrüstungen müssen in Übereinstimmung mit den radiologischen Kriterien gemäss Art. 7 der UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) sowie aus den Anforderungen gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 festgeschrieben werden und sind permanent zu überwachen. Es ist darzulegen, wie die Überwachung erfolgt.</p>	<p>Unterlagen nachgereicht</p>
<b>Organisation und Personal</b>	<b>Stand Februar 2014</b>
<p><u>Forderung 4.2-1:</u>                      Der Gesuchsteller muss den Sicherheitsbericht des Hotlabors erstmals Ende 2014 und dann alle 3 Jahre hinsichtlich Aktualität überprüfen und gegebenenfalls anpassen.</p>	<p>Termin noch nicht abgelaufen</p>
<p><u>Forderung 4.4-1:</u>                      Zur Strahlenschutzplanung ist bis Ende 2012 an geeigneter Stelle in den Betriebsvorschriften die Berücksichtigung der Weisung VASU10 der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit vorzuschreiben.</p>	<p>erledigt</p>
<p><u>Forderung 4.6-1:</u>                      Das PSI hat bis Ende 2012 einen Prozess zu definieren, der beschreibt, wie externe Betriebserfahrung erfasst, bewertet und die für die eigene Anlage relevanten Ergebnisse umgesetzt werden.</p>	<p>erledigt</p>

<b>Betriebsverhalten und Überwachung</b>	<b>Stand Februar 2014</b>
<p><u>Forderung 5.3-1:</u></p> <p>Das PSI hat bis Ende 2013 die baulichen und technischen Anforderungen der Bauwerke inkl. der Bauwerksabdichtungen sowie der Systeme an den Grenzen der kontrollierten Zone sowie an den Systemgrenzen aktiver zu inaktiver Systeme regelmässig und systematisch zu überprüfen und gegebenenfalls den Vorgaben entsprechend anzupassen. Diese umfassende Überprüfung ist periodisch, mindestens alle fünf Jahre, zu wiederholen.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 5.3-2:</u></p> <p>Das Ein- und Ausschleusen von Materialien, Werkzeugen und Abfällen an den Unterdruckzellen ist nur geübten Hotlabor-Mitarbeitenden zu erlauben. Unerfahrene Mitarbeitende sind an Mock-up-Schleusen zu instruieren und zu trainieren. Schwierige Ausschleuseprozeduren sind nur im Beisein einer Strahlenschutzfachkraft zu erlauben. Training und Wiederholungsschulung von Ein- und Ausschleusevorgängen sind zu dokumentieren. Diese Massnahmen sind bis Ende 2012 umzusetzen. Entsprechende Regelungen sind in den Betriebsvorschriften zu treffen.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 5.5-1:</u></p> <p>Der Stilllegungsplan TM-43-92-22 ist im Sinne von Art. 22 Abs. 2 Bst. k KEG sowie Art. 42 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. a und c KEV bis Ende 2017 nachzuführen. Insbesondere ist das beim Rückbau des Hotlabors erwartete Abfallvolumen aufgrund der im Sicherheitsbericht genannten Sanierungserfahrungen neu darzulegen. Ebenso sind die mobilen Experimentiereinrichtungen in die Abschätzung des endkonditionierten Abfallvolumens mit einzubeziehen.</p>	Termin nicht abgelaufen
<p><u>Forderung 5.6-1:</u></p> <p>Die Betriebsvorschriften des Hotlabors sind bis Ende 2013 betreffend Abwicklung von Transporten und Transfers zu revidieren. Dabei sind insbesondere auch die Bezüge zu sämtlichen zutreffenden PSI-internen Anweisungen (z. B. VASU14 und VART01) zu berücksichtigen.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 5.6-2:</u></p> <p>Zu sämtlichen für den internen Gebrauch bestimmten Transportbehältern des PSI, die beim Betrieb des Hotlabors zum Einsatz kommen bzw. sich im Verantwortungsbereich des Hotlabors befinden, ist bis Ende 2012 eine Übersicht zu erstellen mit Angaben über Herstellung, Qualifizierung, Einsatzzweck, Wartungsvorschriften, Zustand und Datum der letzten technischen Überprüfung sowie verantwortliche Stelle oder Person (bzw. Eigentümer). Diese Liste ist jährlich zu aktualisieren und dem ENSI zuzustellen.</p>	Nachforderungen noch offen

<b>Sicherheitstechnisch wichtige Gebäude, Systeme und Komponenten</b>	<b>Stand Februar 2014</b>
<p><u>Forderung 6.1-1:</u>            Bezüglich der vom PSI eingereichten Klassierung von mechanischen und elektrischen Ausrüstungen und Bauwerken stellt das ENSI folgende Forderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Komponenten aller Lüftungsanlagen (Zuluft-, Abluft- und Fortluftsysteme) einschliesslich ihrer Hilfssysteme (Druckluftversorgung, Notstromversorgung) sind der Sicherheitsklassen SK4 bzw. 0E und der Erdbebenklasse EK II zuzuordnen. Die Transportflaschen sowie der Transportwagen sind in die Sicherheitsklasse SK4 einzuteilen.</li> <li>- Die Abluftüberwachung Hotlabor (Strangüberwachung), die Fortluftüberwachung Hochkamin PSI-Ost und die Abwasserüberwachungen im Entsorgungssystem sind in die Sicherheitsklasse SK4, 0E und die Erdbebenklasse EK II einzuteilen.</li> <li>- Die Fixbox und der Schlammseparator der Aktiv-Abwasseranlage sind in die Sicherheitsklasse SK4, 0E und die Erdbebenklasse EK II einzuteilen.</li> <li>- Die elektrischen Komponenten von SK4-Ausrüstungen müssen elektrisch 0E-klassiert werden, sofern deren Versagen die Funktionsfähigkeit der mechanischen Ausrüstungen beeinträchtigen können. Das PSI hat eine entsprechende Analyse durchzuführen.</li> </ul> <p>Die Forderungen sind bis Ende 2013 umzusetzen.</p>	<p>Unterlagen eingereicht</p>
<p><u>Forderung 6.1-2:</u>            Der Gesuchsteller muss bis Ende 2013 die Liste mit den klassierten Ausrüstungen und Bauwerken im Betriebsreglement (Technische Spezifikation) aufnehmen. Zusätzlich sind im Betriebsreglement bis Ende 2014 die begrenzenden Betriebsbedingungen, die Grenzwerte und die Vorgaben für periodische Prüfungen für diese klassierten Ausrüstungen und Bauwerke zu formulieren. Zu jeder Betriebsgrenze ist auf diejenigen Dokumente zu verweisen, in denen diese begründet bzw. hergeleitet sind.</p>	<p>Unterlagen eingereicht</p>
<p><u>Forderung 6.1-3:</u>            Die Auslegungsgrundlagen und die Ausführungsunterlagen für die klassierten elektrischen und mechanischen Ausrüstungen (bis Ende 2014) und Bauwerke (bis Ende 2013) sind zu ergänzen und bei Änderungen an diesen Ausrüstungen und Bauwerken nachzuführen.</p>	<p>Ausrüstungen:            Termin nicht abgelaufen            Bauwerke:            erledigt</p>
<p><u>Forderung 6.2-1:</u>            Die bei der Bemessung der Gebäude zugrunde gelegten Lastfälle und Lastfallkombinationen (im Normalbetrieb und bei Erdbeben) sind bis Mitte 2013 darzulegen. Das PSI hat für sämtliche Räume eine maximale Nutzlast festzulegen und Nutzlastpläne zu erstellen. Bei allen neuen Vorhaben sind in den Sicherheitsbetrachtungen die Nutzungspläne mitzubedenken. Dies ist folglich in die Checkliste für Sicherheitsbetrachtungen, die Teil der Betriebsvorschriften ist, aufzunehmen.</p>	<p>erledigt</p>

<p><u>Forderung 6.2-2:</u></p> <p>Bei Vorhaben, die eine Überschreitung der maximalen Nutzlasten oder eine relevante Änderung der Tragstruktur zur Folge haben, ist eine Freigabe der erforderlichen bautechnischen Massnahmen durch das ENSI zu beantragen. Eine entsprechende Regelung ist in die Betriebsvorschriften bis Ende 2012 aufzunehmen.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 6.2-3:</u></p> <p>Die Wiederinbetriebnahme des Pools als Nasslager für abgebrannte Brennstoffproben ist freigabepflichtig. Bei Nutzung als Nasslager ist eine geeignete Leckageüberwachung zu installieren. Eine entsprechende Regelung ist in die Betriebsvorschriften bis Ende 2012 aufzunehmen.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 6.3-1:</u></p> <p>In den Sicherheitsbetrachtungen ist der Aspekt des Rückhaltevermögens der Filter unter Berücksichtigung der in der Unterdruckzelle eingesetzten flüchtigen Stoffe zu beurteilen. Dieser Punkt ist bis Ende 2012 in die Betriebsvorschriften aufzunehmen.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 6.3-2:</u></p> <p>Das PSI hat bis Ende 2013 aufzuzeigen, dass der gesamte oder ein partieller Ausfall des Druckluftsystems oder die Fehlfunktion von Komponenten dieses Systems die Integrität von klassierten Ausrüstungen, insbesondere Unterdruckzellen, nicht schwächen und zu keiner Freisetzung von radioaktiven Stoffen führt.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 6.3-3:</u></p> <p>Das PSI hat bis Ende 2012 in den Betriebsvorschriften festzulegen, unter welchen Voraussetzungen flüssiger Stickstoff in den Laboratorien des Hotlabors verwendet werden darf und auf welche Mengen er zu begrenzen ist.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 6.3-4:</u></p> <p>Zur Strahlenschutzmesstechnik im Hotlabor ist die Dokumentation bis Ende 2013 zusammenfassend zu verbessern bzw. zu ergänzen. Dabei sind folgende Punkte zu beschreiben:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Aufgabe der Messeinrichtung, Konzept der Überwachung und Messprinzip, Technische Beschreibung, vollständige technische Daten sowie Einsatz- und Umgebungsbedingungen, Kalibrierzertifikate einschliesslich einer Darlegung der Rückverfolgbarkeit auf Referenznormale, Messbereiche und Nachweisgrenzen, Ableitung und Begründung der Alarmwerte und aktueller Standortplan.</li> <li>b) Methoden zur Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft des Hochkamins PSI-Ost und dem Abwasser einschliesslich der erreichten Nachweisgrenzen. Zusätzlich eine Bewertung der Methoden hinsichtlich der Erfüllung des Abgabereglements.</li> </ol>	erledigt
<p><u>Forderung 6.3-5:</u></p> <p>Für das Probenahmesystem der Abluftüberwachung des Hotlabors (Strangüberwachung) muss der experimentelle Nachweis erbracht werden, dass die Gesamtübertragungsrate für alle Aerosolgrössen, die mit der Fortluft des PSI-Hochkamins-Ost ausgestossen werden können, grösser als 50 % ist. Ansonsten ist das Messsystem bis Ende 2013 nachzurüsten.</p>	Ertüchtigung eingeleitet, jedoch noch nicht abgeschlossen.

<p><u>Forderung 6.3-6:</u> Das PSI hat bis Ende 2013 nachzuweisen, dass über die Not-Toiletten keine radioaktiven Stoffe in das inaktive und radiologisch nicht überwachte Abwassersystem des PSI gelangen können.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 6.3-7:</u> Das Vorgehen zur Entsorgung des Schmutzwassers aus der Gebäudereinigung ist bis Ende 2012 zu regeln.</p>	erledigt
<p><b>Forderungen aus dem Kapitel Verhalten der Anlage bei Störfällen (vgl. Auflage 4)</b></p>	<b>Stand Februar 2014</b>
<p><u>Forderung 7.1-1:</u> Die Störfallanalysen sind bis Ende 2013 um die Berücksichtigung des Einzelfehlers gemäss Art. 8 KEV und Richtlinie ENSI-A01 zu ergänzen. Wo Einzelfehler nicht relevant sind, ist dies nachvollziehbar zu begründen.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 7.1-2:</u> Die Berechnungen der Folgedosen aus den untersuchten Störfällen sind gemäss aktueller Richtlinie HSK-G14 für alle Bevölkerungsgruppen aufgeschlüsselt bezüglich der Expositionspfade bis Ende 2013 durchzuführen.</p>	Unterlagen eingereicht
<p><u>Forderung 7.2-1:</u> Spätestens bis Ende 2021 sind die nuklidspezifischen Auslegungsaktivitätsinventare neu zu überprüfen und gegebenenfalls nach einer Freigabe durch das ENSI anzupassen.</p>	Termin nicht abgelaufen
<p><u>Forderung 7.2-2:</u> Die Methode zur Überprüfung der Einhaltung der für die Störfallanalyse zugrunde gelegten Auslegungsaktivitätsinventare und seiner Verteilung im Hotlabor muss qualitätsgesichert werden und in das freigabepflichtige Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 aufgenommen werden.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 7.2-3:</u> Die Gesamtaktivitätslimiten des Hotlabors, seiner Trakte, der Hotzellen, der Laboratorien und der Ausrüstungen müssen im freigabepflichtigen Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 verankert werden.</p>	wird mit den Forderungen 3.4-1 bis 3.4-3 erledigt
<p><u>Forderung 7.2-4:</u> Der Gesuchsteller hat die Verschiebungen von grossen Mengen an Aktivitäten, Spalt- und Brennstoffen, bei denen eine Überprüfung durchgeführt werden muss, quantitativ zu charakterisieren und ins freigabepflichtige Betriebsreglement (Technische Spezifikation) bis Ende 2012 aufzunehmen.</p>	erledigt
<p><u>Forderung 7.3-1:</u> Der Pegelstand der Aare am Standort PSI/Hotlabor ist bis Ende 2012 für das 10'000-jährliche Hochwasser zu bestimmen.</p>	erledigt

<p><u>Forderung 7.4-1:</u></p> <p>Die zulässigen maximalen Brandlasten in den Hotzellen sind bis Ende 2013 im Betriebsreglement festzulegen und auszuweisen. Der Nachweis, dass auch bei Brand in den Hotzellen die Abluft-Leitungen und die HEPA-Filterkästen intakt bleiben sowie die Funktion der Abluft- und Fortluftanlage erhalten bleibt, ist zu führen.</p>	<p>Unterlagen eingereicht</p>
<p><u>Forderung 7.4-2:</u></p> <p>Für Druckgasflaschen, welche innerhalb der Labors Typ A eingesetzt werden, muss bis Ende 2013 nachgewiesen sein, dass im Brandfall entweder die zulässigen Umgebungsbedingungen nicht überschritten werden oder bei einem Bersten der Druckgasflasche der Versagensdruck des Labors nicht erreicht wird.</p>	<p>Unterlagen eingereicht</p>
<p><u>Forderung 7.5-1:</u></p> <p>Der Gesuchsteller hat die gemäss aktuellen Gefährdungsannahmen auftretenden Belastungen der Anlage bei Überflutung zu aktualisieren und die Analyse des Störfalls bis Ende 2013 zu revidieren, falls höhere Werte als beim bisher unterstellten Dammbbruch des Stauwehrs der Axpo Power AG bei Wildegg/Brugg zu erwarten sind.</p>	<p>erledigt</p>
<p><u>Forderung 7.5-2a und Forderung 7.5-2b:</u></p> <p>Die Überprüfung der Erdbebensicherheit vom 6. Oktober 2011<sup>20</sup> ist entsprechend den Bemerkungen des Prüfexperten des ENSI<sup>130</sup> bis Ende September 2012 zu revidieren. Die Schlüsselaussagen zum Schadensbild beim Betriebs-erdbeben und Sicherheitserdbeben, die eine Grundlage für radiologische Nachweise bilden, müssen begründet und rechnerisch belegt werden.</p> <p>Das ENSI erwartet vom PSI eine Qualitätssicherung der Erdbebenberechnung durch einen Spezialisten auf dem Gebiet der Baudynamik und des Erdbebeningenieurwesens. Der interne Prüfbericht ist dem ENSI ebenfalls zuzustellen.</p>	<p>Nachforderungen noch offen</p>
<p><u>Forderung 7.5-3:</u></p> <p>Es sind bis Ende 2013 die Folgedosen für das aktuelle Betriebserdbeben zu untersuchen und zu dokumentieren.</p>	<p>Unterlagen eingereicht</p>
<p><u>Forderung 7.5-4:</u></p> <p>Der Gesuchsteller hat bis Ende Juni 2013 eine Regelung in Kraft zu setzen, die vorschreibt, dass im Fall eines Flugzeugabsturzes auf das Hotlabor die Bevölkerung der umliegenden Gemeinden mit dem Verfahren „Schneller Störfall“ alarmiert werden. Dabei wird die Alarmierung der Bevölkerung der umliegenden Gemeinden (spezielle Gefährdungszone PSI/ZWILAG) sowie deren Information via Kanton sichergestellt.</p>	<p>erledigt</p>



## Anhang B: Abkürzungsverzeichnis

AGT	Abfallgebindetyp
AHL	Abteilung Hotlabor des PSI
ALARA	As Low as Reasonable Achievable (so tief wie vernünftigerweise erreichbar)
ASI	Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit des PSI
BK	Bauwerksklasse (BK I und BK II gemäss Anhang KEV)
BZL	Bundeszwischenlager
E	Elektrische Klassierung (0E und 1E gemäss Anhang KEV)
EK	Erdbebenklasse (EK I und EK II gemäss Anhang KEV)
EMS	Europäische Makroseismische Skala
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
ESS-41	Programm zur Ausbreitungsrechnung radioaktiver Stoffe in der Umgebung
FIXBOX	Anlage zur Verfestigung flüssiger radioaktiver Abfälle
ISO	International Organization for Standardization
KBUCH	Kernbrennstoff-Informations-System
KBL	Kernbrennstofflager PSI
KKW	Kernkraftwerk
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
LES	Labor für Endlagersicherheit des PSI
LNM	Labor für Nukleare Materialien des PSI
LWR	Leichtwasserreaktor
MIF-Abfälle	Radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
MOX-BE	Mischoxid-Brennelement
NFO	Notfallorganisation
NES	Fachbereich Nukleare Energie und Sicherheit des PSI
LWR	Leichtwasserreaktor
OHLA	Gebäudebezeichnung des Hotlabors
OKWA	Kraft- und Wärmezentrale des PSI
ORIGIN	Rechenprogramm zur Bestimmung von Aktivitätsinventaren in einem Reaktorkern
PEGASOS	Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSI	Paul Scherrer Institut
PVC	Pollyvinylchlorid (Kunststoff)
QM	Qualitätsmanagement

---

QMH	Qualitätsmanagementhandbuch
RBE	Sektion Rückbau und Entsorgung
SAMA	Instandhaltungs- und Wartungsprogramm
S-Einheit	Versuchs- und Spaltstoffeinheit
SINQ	Swiss Spallation Neutron Source
SK	Sicherheitsklasse (SK1 bis 4 gemäss Anhang KEV)
SPABU	Spaltstoffbuchhaltungs-System
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
ZWILAG	Zwischenlager AG (Betreibergesellschaft des zentralen Zwischenlagers)
ZZL	Zentrales Zwischenlager

## Anhang C: Gesetze und Verordnungen

SR-Nummer	Titel
<b>520.12</b>	Verordnung über die Warnung, Alarmierung und Verbreitung von Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung (Alarmierungsverordnung, AV) vom 5. Dezember 2003
<b>732.0</b>	Bundesgesetz über die friedliche Nutzung der Atomenergie (AtG) vom 23. Dezember 1995 (aufgehoben seit 21. März 2003)
<b>732.1</b>	Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003
<b>732.11</b>	Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004
<b>732.112.2</b>	Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen vom 17. Juni 2009
<b>732.143.1</b>	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK) vom 9. Juni 2006
<b>732.16</b>	Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (VKNS) vom 12. November 2008
<b>732.17</b>	Verordnung über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung SEFV) vom 7. Dezember 2007
<b>741.621</b>	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR) vom 29. November 2002
<b>741.622</b>	Verordnung über Gefahrgutbeauftragte für die Beförderung gefährlicher Güter auf Strasse, Schiene und Gewässern (Gefahrgutbeauftragtenverordnung GGBV) vom 15. Juni 2001
<b>814.201</b>	Gewässerschutzverordnung (GSchW) vom 28. Oktober 1998
<b>814.50</b>	Strahlenschutz (StSG) vom 22. März 1991
<b>814.501</b>	Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994
<b>814.501.261</b>	Verordnung über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (StSAV) vom 15. September 1998
<b>814.501.43</b>	Verordnung über die Personendosimetrie (Dosimetrieverordnung) vom 7. Oktober 1999
<b>814.554</b>	Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen (VUORS) vom 21. November 1997



## Anhang D: Richtlinien

Richtlinie	Titel der Richtlinie	Datum
<b>A01</b>	Anforderungen an die deterministische Störfallanalyse für Kernanlagen: Umfang, Methodik und Randbedingungen der technischen Störfallanalyse	Juli 2009
<b>A04</b>	Gesuchsunterlagen für freigabepflichtige Änderungen an Kernanlagen	September 2009
<b>B01</b>	Alterungsüberwachung	August 2011
<b>B02</b>	Periodische Berichterstattung der Kernanlagen	März 2012
<b>B03</b>	Meldungen der Kernanlagen	März 2012
<b>B05</b>	Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle	Februar 2007
<b>B10</b>	Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung von Personal	Oktober 2010
<b>B11</b>	Notfallübungen	November 2007
<b>B13</b>	Ausbildung und Fortbildung des Strahlenschutzpersonals	November 2010
<b>G01</b>	Sicherheitstechnische Klassierung für bestehende Kernkraftwerke	Januar 2011
<b>G07</b>	Organisation von Kernanlagen	April 2008
<b>G13</b>	Strahlenschutzmessmittel in Kernanlagen: Konzepte, Anforderungen und Prüfungen	Februar 2008
<b>G14</b>	Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen	Dezember 2009
<b>G15</b>	Strahlenschutzziele für Kernanlagen	November 2010
<b>R-07</b>	Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Instituts	Juni 1995
<b>R-14</b>	Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle	März 2004 (aufgehoben seit Februar 2007)
<b>R-41</b>	Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen	Juli 1997 (aufgehoben seit Februar 2008)
<b>R-50/d</b>	Sicherheitstechnische Anforderungen an den Brandschutz in Kernanlagen	März 2003



## Anhang E: Referenzen

- <sup>1</sup> PSI-Brief vom 27. Januar 2005: Hotlabor-Sicherheitsbericht: Gesuch um Erneuerung der Betriebsbewilligung
- <sup>2</sup> PSI-TM-43-04-15: Sicherheitsbericht des Hotlabors, 28. Juni 2004
- <sup>3</sup> PSI-Brief vom 26. Januar 2007: Erneuerung der Betriebsbewilligung für das PSI Hotlabor
- <sup>4</sup> PSI-TM-43-04-15, Rev. 1: Sicherheitsbericht des Hotlabors, 17. Januar 2007
- <sup>5</sup> PSI-Brief vom 18. November 2011: Gutachten zur Erteilung einer aktualisierten Betriebsbewilligung für das Hotlabor, Erfüllung der Bewilligungsvoraussetzungen
- <sup>6</sup> PSI-AN-43-11-20: Projekt Gutachten Hotlabor, Erfüllung der Bewilligungsvoraussetzungen, 18. November 2011
- <sup>7</sup> PSI-AN-43-11-20, Rev. 1: Projekt Gutachten, Erfüllung der Bewilligungsvoraussetzungen, 6. März 2012
- <sup>8</sup> ENSI-Brief vom 25 Juni 2012: Verfügung: Forderungen aus dem Entwurf des Gutachtens zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor
- <sup>9</sup> Eidgenössisches Post- und Eisenbahndepartement: Bewilligung für den Bau eines Hotlaboratoriums, 7. August 1961
- <sup>10</sup> Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsministerium: Betriebsbewilligung für das Hotlabor, 8. November 1965
- <sup>11</sup> PSI-Brief vom 17. Juli 1998: Gesuch um Konzeptfreigabe für das Nachrüstungs- und Erweiterungsprojekt Hotlabor
- <sup>12</sup> Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsministerium: Betriebsbewilligung für die Erweiterung des Radiochemietrakts des Hot-Labors, 16. Februar 1968
- <sup>13</sup> HSK-Bewilligung 4/2003 nach StSG: Bewilligung für die Einrichtung und den Betrieb von Arbeitsbereichen der Typen B und C, kontrollierten Zonen der Typen I, II und III und Gebieten der Typen V, W, X und Y im Aufsichtsbereich der HSK am Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen, 15. Juli 2003
- <sup>14</sup> HSK-Bewilligung 5/2003 nach StSG: Bewilligung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen im Aufsichtsbereich der HSK am Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen, 15. Juli 2003
- <sup>15</sup> HSK-Bewilligung 6/2003 nach StSG: Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen und Villigen, 15. Juli 2003
- <sup>16</sup> HSK-Bewilligung 3/2003 nach StSG: Bewilligung für die Einrichtung und den Betrieb von Arbeitsbereichen des Typs A, kontrollierten Zonen des Typs IV, und Gebieten des Typs Z im Aufsichtsbereich der HSK am Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen, 15. Juli 2003
- <sup>17</sup> HSK-Bewilligung 5/2009 nach StSG: Bewilligung für die Einrichtung und den Betrieb von Röntgenanlagen im Aufsichtsbereich des ENSI am Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen, 4. Juni 2009
- <sup>18</sup> ENSI-Bewilligung 09/2009 Rev. 1 nach StSG: Bewilligung für die Ausfuhr (Versand) und/oder Einfuhr (Empfang) von radioaktiven Stoffen von und zu Kernanlagen, 3. November 2009
- <sup>19</sup> HSK 2/370 Rev. 1: Reglement für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung der Umgebung des Paul Scherrer Instituts (PSI), Dezember 2007
- <sup>20</sup> Gähler und Partner AG: OHLA Hotlabor: Beurteilung der Erdbbensicherheit, 6. Oktober 2011
- <sup>21</sup> PSI-AW-43-99-52: Kernbrennstoff-Informationssystem KBUCH Benutzerhandbuch, 26. November 1999

- 22 PSI-Handbuch zur Kritikalität, Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS), W. Heinicke, H. Krug, W. Thomas, W. Weber, B. Gmal, Dezember 1985
- 23 DIN 25403: Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Dezember 1991
- 24 PSI-AW-01-02-02, Rev. 3: Kontrolle über Kernmaterialien am PSI
- 25 PSI-Brief vom 1. November 2007: Freigabeantrag: Organisationsänderungen im Bereich NES, betreffend das Labor Werkstoffverhalten (LWV)
- 26 PSI-AW-43-10-03 Rev. 1: Betriebsreglement des PSI-Hotlabors, 28. März 2011
- 27 PSI-AW-43-89-11 Rev. 17: Betriebsvorschriften des PSI Hotlabors, 27. September 2011
- 28 ENSI-Brief vom 18. Januar 2012: Betriebsreglemente, Betriebsvorschriften und freigabepflichtige Dokumente des PSI: Künftiges Vorgehen
- 29 HSK-AN-6721: Ergebnisse des Vorprojekts Harmonisierung der Technischen Spezifikationen der Schweizer Kernkraftwerke, 21. Oktober 2008
- 30 PSI-AW-01-07-02, Rev. 2: „Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz am PSI“, 15. Mai 2009
- 31 PSI-AW-01-08-03: Das PSI Sicherheitskomitee: Aufgaben, Organisation und Arbeitsweisen, 28. Oktober 2008
- 32 PSI-AW-NFO-98-01, Rev. 3: Notfallorganisation (NFO) des PSI, Gesetzliche Grundlage, Zweck und Aufbau, Organisation, Alarmierung und Verhaltensmassnahmen, 16. Oktober 2008
- 33 PSI-AW-23-96-13, Rev. 4: Allgemeine Weisung für den Strahlenschutz am PSI, 15. Oktober 2008
- 34 PSI-AW-43-97-14 Rev.6: Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem Hotlabor, 14. September 2011
- 35 PSI-AW-96-99-05 Rev. 1: Regelung des Umgangs mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen am PSI, 15. August 2005
- 36 HSK 22/599: Inspektionsbericht: Buchführung des Quelleninventars im Hotlabor, PSI, angemeldete Inspektion am 29. Oktober 2004, 25. November 2004
- 37 HSK 22/623: Inspektionsbericht: Angemeldete Inspektion im Hotlabor, PSI, am 14. April 2005, 25. April 2005
- 38 ENSI 22/855: Fachgespräch zum operationellen Strahlenschutz im Hotlabor am 3.12.2009, 21. Dezember 2009
- 39 PSI-AW-43-06-05, Rev. 1: QM-Handbuch LWV: QMHB-1, Verantwortung der Leitung, 18. Dezember 2006
- 40 PSI-AW-43-06-06: QM-Handbuch LWV: QMHB-2, Qualitätsmanagementsystem, 1. September 2006
- 41 PSI-AW-43-06-07: QM-Handbuch LWV: QMHB-3, Ressourcen, 1. September 2006
- 42 PSI-AW-43-06-08: QM-Handbuch LWV: QMHB-4, Dienstleistungsrealisierung, 1. September 2006
- 43 PSI-AW-43-06-09: QM-Handbuch LWV: QMHB-5, Messung, Analyse und Verbesserung, 1. September 2006
- 44 IAEA Safety Standards, Safety Requirements No. GS-R-3: The Management System for Facilities and Activities, Juli 2006
- 45 HSK 22/766 Inspektionsbericht: Ablauf von Störungsmeldungen und radiologischer Zustand im Hotlabor des PSI, 17. Dezember 2007, 15. Januar 2008
- 46 EIR-Brief vom 24. Dezember 1987: Blitzeinschlag vom 13. November 1987



- 47 PSI-Memorandum: Kühlwassereinbruch in den Hochtemperatursinterofen im Labor 212A des Hotlabor, 28. September 1989
- 48 PSI-AN-43-90-01: Besondere Vorkommnisse im Hotlabor 1989, Bericht zuhanden der HSK, 3. Januar 1990
- 49 PSI-Memorandum : Kontamination vom 23. August 1990 im Labor 215: Ablauf des Ereignisses, 28. August 1990
- 50 PSI-AN-43-93-06: Besondere Vorkommnisse im Hotlabor 1992, Bericht zuhanden der HSK, 18. Januar 1993
- 51 PSI-Memorandum: Kontaminationszwischenfall vom 07. Januar 1992 im Hotlabor, 10. April 1992
- 52 PSI-Memorandum: Kontaminationszwischenfall mit Plutonium im HL am 15. April 1993, 18. Mai 1993
- 53 PSI-Memorandum: Kontaminationszwischenfall am 15. April 1993 im Hotlabor, 29. Juni 1993,
- 54 PSI-Memorandum: SU-Bericht über Kontaminationszwischenfall im Hotlabor am 20. April 1993, 26. Juli 1993
- 55 PSI-AN-43-94-52: Bericht zur Betriebsstörung der Gasreinigungsanlagen im Labor 212a vom 17.11.94, 7. Dezember 1994
- 56 PSI-Brief vom 7. Juni 1996: Kontaminationszwischenfall im Hotlabor am 2. Mai 1996
- 57 PSI-AN-NFO-90-97-03: NFO-Einsatz vom 12. April 1997 Zeit 21.25 Uhr (Brandalarm Hotlabor 1. UG / 224), 23. April 1997
- 58 PSI-Brief vom 29. April 1999: Untersuchungsbericht zum meldepflichtigen Vorkommnis registrierte Personendosis von 24,5 mSv
- 59 PSI-AN-90-99-01: Berichterstattung über die Folgen des Aare-Hochwassers am 12./13. Mai 1999, 21. Mai 1999
- 60 PSI-AN-96-01-37: Plutonium-Kontamination vom 4.4.2001 beim Umbau im Hotlabor, 3. Mai 2001
- 61 PSI-AN-43-04-22: Berichterstattung zum Vorkommnis „Fehler in KBUCH-Listen“, 19. Juli 2004
- 62 PSI-Brief vom 10.12.2009: „Fachgespräch zum operationellen Strahlenschutz im Hotlabor am 3.12.2009: PSI-Stellungnahmen zu den offenen Fragen“
- 63 PSI-ASI-QMH VARA01: „Radioanalytische Untersuchungen für die Emissionsüberwachung der Abwässer- und Fortluftpfade des PSI“
- 64 PSI-AW-96-05-02: Periodische Messung der Ortsdosisleistung im Sinne der HSK-AN-3223 um die Atomanlagen des PSI herum, 13. April 2005
- 65 PSI-ASI-QMH VADM02: Umgebungsdosimetrie
- 66 PSI-ASI-QMH VARA03: Radiologische Untersuchung Immissionsüberwachung PSI/KKB
- 67 PSI-AW-43-99-19 Rev. 1: Vorkonditionierung und Zwischenlagerung von bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfällen aus dem Hotlabor, 23. Juni 1999
- 68 PSI-AW-43-06-03 Rev.2: Betriebsvorschrift für die Behandlung des radioaktiven Abwassers PSI-Ost, 20. August 2008
- 69 PSI-AW-43-07-02: Sicherheitsbetrachtung - Fixbox 3 Anlage zur Konditionierung von flüssigen radioaktiven Abfällen, 26. November 2007
- 70 ENSI 22/870 Rev.1: Detaillierte Bewertung zu den Themen „Umgang mit radioaktiven Abfällen“ und „Transporte“ im Rahmen der Ausarbeitung des Gutachtens zur Erneuerung der Betriebsbewilligung des Hotlabors, 11. Mai 2012

- 71 HSK 2/323: Beurteilung der vom PSI geplanten Vorkonditionierung und Aufbewahrung von bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfällen aus dem Hotlabor, 23. August 1999
- 72 ENSI-Brief vom 02.04.2012: Konditionierung von bestrahlten Kernbrennstoff- und Strukturmaterialabfällen aus dem Hotlabor nach dem Grundprinzip des AGT-11-HL.
- 73 HSK-AN-43-96-07 Rev. 1: Spezifikation des Abfallgebindetyps 2 zur Konditionierung von nicht pressbaren festen Abfällen, 30. Mai 1996
- 74 HSK 2/255: Beurteilung der Abfallgebindetypen AGT HL-2 „nicht pressbare, feste Abfälle (Sperrgut, Bauschutt)“, 23. Juli 1997
- 75 HSK-Brief vom 24. Juli 1997: Aktualisierte Freigabe für die Abfallgebindetypen AGT HL-2 „nicht pressbare, feste Abfälle (Sperrgut, Bauschutt)“ des Hotlabors
- 76 PSI-TM-43-99-03 Rev. 1: Spezifikation zur Konditionierung von schwachaktiven Pressabfällen aus dem Hotlabor im Abfallgebindetyp HL-3, 18. März 1999
- 77 HSK 2/375: Beurteilung der Abfallgebindetypen AGT HL-3 „Schwachaktive Pressabfälle aus dem Hotlabor“ zwecks Nachdokumentation und aktualisierte Freigabe, 8. Juni 2000
- 78 ENSI 22/952: Beurteilung des Abfallgebindetyps J-P-2013 (PSI-Typ 4) „Pu-haltige/-kontaminierte Pressabfälle (aus dem HL)“, 4. Mai 2012
- 79 ENSI-Brief vom 30. November.2010: Genehmigung der Typenprüfung für den Abfallgebindetyp „Fixbox-3“ (J-P-2046)
- 80 ENSI-Brief vom 10.01.2012: Stand der Voraussetzungen für die Typenprüfung des AGT J P 2046
- 81 ENSI 22/850: Inspektion zur Bewirtschaftung radioaktiver flüssiger Rohabfälle im Hotlabor, PSI-Hotlabor, vom 28. Oktober 2009, 24. November 2009
- 82 PSI-TM-43-92-22: Stilllegung des Hotlabors - Abschätzung der Stilllegungsabfälle, 4. Juni 1992
- 83 PSI-VART 01: Versand und Empfang radioaktiver Stoffe, 20. Februar 2009
- 84 PSI-AW-96-06-03: Einsetzung von Transportbeauftragten, 30. August 2006
- 85 PSI-VASU14: Transfer radioaktiver Stoffe inklusive Kernmaterialien zwischen PSI-Ost, -West und ZWILAG, 10. Februar 2009
- 86 PSI-QMH- CLAHL10: Status Versandstücke (Transportbehälter) im Hotlabor, 9. März 2009
- 87 PSI-AW-43-01-01: Die Handhabung der grossen Transportflasche, 23. November 2001
- 88 PSI-AW-43-01-02: Handhabung der kleinen Transportflasche, 23. November 2001
- 89 ENSI 22/903: Protokoll des Fachgesprächs „Projekt Gutachten Hotlabor, Fachgespräch vom 26. Januar 2011 zur Klassierung“, 1. März 2011
- 90 ENSI-Brief vom 7. Juni 2010: Freigabe für Konzept, Auslegung und Montage eines Separators zur Schlammaufbereitung aus dem Rückhaltebecken Wald, PSI Ost, Standort Hotlabor
- 91 HSK-AN-6721: Ergebnisse des Vorprojekts Harmonisierung der Technischen Spezifikationen der Schweizer Kernkraftwerke, 21. Oktober 2008
- 92 Gähler und Partner AG: HOTLABOR: Untersuchung der Tragstruktur unter Erdbebenwirkung, Januar 2007
- 93 EIR-TM-SU-123: Standort- und Umgebungsanalyse des Eidg. Instituts für Reaktorforschung, 11. Dezember 1970
- 94 KTA 2207: Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser, November 2004

- <sup>95</sup> PSI-AW-43-95-03 Rev.1: Zu- und Ausgänge des Hotlabors für Material- und Personenverkehr, 16. Dezember 1998
- <sup>96</sup> DIN 25407: Abschirmwände gegen ionisierende Strahlung
- <sup>97</sup> DIN 25409: Fernbedienungsgeräte zum Arbeiten hinter Schutzwänden
- <sup>98</sup> DIN 25412: Laboreinrichtungen Handschuhkästen
- <sup>99</sup> DIN 25420: Einrichtung von Heisse Zellen aus Beton
- <sup>100</sup> DIN 25488: Komponenten für Heisse Zellen
- <sup>101</sup> KTA 3601: Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken, November 2005
- <sup>102</sup> KTA 1401: Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung, Juni 1996
- <sup>103</sup> KTA 3902: Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Juni 1999
- <sup>104</sup> KTA 3903: Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Juni 1999
- <sup>105</sup> DIN 18800-1 bis 7: Stahlbauten, November 1990
- <sup>106</sup> DIN 15001-1: Krane, Begriffe, Einteilung nach der Bauart, November 1973
- <sup>107</sup> DIN 15001-2: Krane, Begriffe, Einteilung nach der Verwendung, Juli 1975
- <sup>108</sup> PSI-TM-96-12-02: Penetrationsprüfungen am Testaufbau, Probenahmesystem Hochkamin PSI-Ost, April 2012
- <sup>109</sup> PSI-AW-93-03-09 Rev. 3: Technische Dokumentation Aktiv Abwasser Areal Ost, 29. März 2006
- <sup>110</sup> KTA 1504: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, November 2007
- <sup>111</sup> PSI-AN-43-11-18: Definition eines abdeckenden Auslegungsinventars für das PSI HOTLABOR für die Periode 2012-2022, 19. September 2011
- <sup>112</sup> ENSI 22/943: Fachgespräch vom 13. Februar 2012 über die Mittel zur Überprüfung der Einhaltung der Kapazität, Auslegungsinventare und Inventare der Störfallanalyse, 20. Februar 2012
- <sup>113</sup> PSI-Brief vom 3. Februar 2012: Gutachten zur Erteilung einer aktualisierten Betriebsbewilligung für das Labor AHL Stellungnahme zum ENSI Gutachtenentwurf
- <sup>114</sup> PSI-AN-43-12-03: Stellungnahme zum Gutachten des Sicherheitsberichts, 3. Februar 2012
- <sup>115</sup> SIA 261 Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Einwirkung auf Tragwerke, SN 505 261, 2003
- <sup>116</sup> Gruner AG: HOTLABOR Brandrisikoanalyse Sanierungsmassnahmen, Juni 1999
- <sup>117</sup> HSK-AN-6252: Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Juni 2007
- <sup>118</sup> HSK 22/759: Projekt Gutachten PROTEUS Grobprüfung der Gesuchsunterlagen, 31. Oktober 2007
- <sup>119</sup> SIA160: Schweizerische Ingenieur- und Architekten Verband, Einwirkungen auf Tragwerke, SN 505 160, 1989
- <sup>120</sup> PSI-Brief vom 10. November 2009: Antworten auf Fragen zum Fachgespräch vom 2. November 2009
- <sup>121</sup> DOE HDBK 3010-94: Airborne Release Fractions/Rates and Respirable Fractions for Non-Reactor Nuclear Facilities, Dezember 1994
- <sup>122</sup> Handbuch zur Kritikalität, Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS), W. Heinicke, H. Krug, W. Thomas, W. Weber, B. Gmal, Dezember 1985

- <sup>123</sup> PSI-TM-96-06-12, A. Fuchs, A. Janett: „Radiologische Auswirkungen der im Sicherheitsbericht diskutierten Störfälle“, 13. November 2006
- <sup>124</sup> AVA-Brandschutzvorschriften: VKF-Brandschutzrichtlinie „Blitzschutzanlagen“ 23.03d in der aktuellen Fassung
- <sup>125</sup> PSI-TM-43-99-38 Rev. 2: Projekt Sanierung Hotlabor, Technischer Bericht Brandschutz, Hierarchie D4, „as built“, 13. Januar 2004
- <sup>126</sup> PSI-Brief vom 2. November 2000: Sanierung Hotlabor, Brandschutz Installationskorridor
- <sup>127</sup> HSK-Brief vom 06. Juli 2000: Sanierung Hotlabor Bautechnik: Beurteilung bzgl. Erdbeben
- <sup>128</sup> Gähler und Partner AG: HOTLABOR: Beurteilung bezüglich Erdbeben, Bericht Rev. 1, November 2000
- <sup>129</sup> Gähler und Partner AG: HOTLABOR: Untersuchung Verhalten Mobiliar und Beurteilung im Erdbebenfall, August 2006
- <sup>130</sup> Basler&Hofmann Aktennotiz AN 3210.800-3: PSI-Hotlabor (OHLA), Erdbebensicherheit: Prüfkommentare und Fragen zur Klärung an einem Fachgespräch
- <sup>131</sup> Bericht G070/02: Militär-Flugzeugabsturz auf Radiochemietrakt und Trockenlager, Helikopterabsturz auf Radiochemietrakt, Berechnung des Schadensausmasses, Wölfel Beratende Ingenieure GmbH u. Co. KG, DE-97201 Höchberg, 30. Juni 2006
- <sup>132</sup> ENSI 22/953 vom 9. Mai 2012: PSI-Hotlabor (OHLA), Erdbebensicherheit: Fachgespräch zur Klärung der Prüfkommentare
- <sup>133</sup> PSI-Brief vom 21. Dezember 2012: Verfügung vom 25. Juni 2012 „Forderungen aus dem Entwurf des Gutachtens zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor“
- <sup>134</sup> ENSI-Brief vom 17. April 2013: Erfüllung der Forderungen aus dem Entwurf des Gutachtens zum Gesuch des PSI zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor: 22/12/018, 22/12/050, 22/12/053
- <sup>135</sup> ENSI 22/1005: PSI-Hotlabor (OHLA), Begrenzung der Radioaktivität im Hotlabor: Fachgespräch zur Erklärung der Prüfergebnisse, 3. April 2013
- <sup>136</sup> PSI-Brief vom 31. Januar 2014: Erfüllung von verschiedenen Forderungen aus dem Gutachten des Sicherheitsberichts und der Freigabe des Betriebsreglements
- <sup>137</sup> PSI-Brief vom 13. September 2012: Verfügung: Forderungen aus dem Entwurf des Gutachtens zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor, Forderung 7.5-2a und Forderung 7.5-2b
- <sup>138</sup> Gähler und Partner AG: OHLA Hotlabor: Beurteilung der Erdbebensicherheit, Rev. 1, 3. September 2012
- <sup>139</sup> ENSI 22/1001 vom 14. März 2013: PSI-Hotlabor (OHLA), Revidierte Erdbebennachweise: Fachgespräch zur Klärung der Prüfkommentare
- <sup>140</sup> ENSI 22/1016 vom 28. Mai 2013: Fachgespräch vom 25. April 2013 zum Thema Erdbebensicherheit des Hotlabors mit Begehung der Anlage
- <sup>141</sup> ENSI 22/1025 vom 8. Juli 2013: Fachgespräch vom 17. Mai 2013 zum Thema Erdbebensicherheit des Hotlabors
- <sup>142</sup> ENSI-Brief vom 17. Dezember 2013: Erdbebensicherheit des Hotlabors
- <sup>143</sup> ENSI-Brief vom 23. August 2013: Verfügung: Beschränkung der Plutoniummenge im Erdgeschoss des RC-E-Traktes des Hotlabors

- 
- <sup>144</sup> PSI-Brief vom 6. August 2013: Beschränkung Pu im EG des RC-E-Traktes des Hotlabors; Stellungnahme zum Verfügungsentwurf
- <sup>145</sup> ENSI-Brief vom 26. August 2013: Gutachtenentwurf zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor zur Stellungnahme
- <sup>146</sup> ENSI 22/800: Gutachten zum Gesuch des Paul Scherrer Instituts zur Erneuerung der Betriebsbewilligung für das Hotlabor, Entwurf vom August 2013
- <sup>147</sup> KNS 2/431.2: Gutachten des ENSI zum Gesuch des PSI zur Erneuerung der Betriebsbewilligung - Entwurf August 2013, Kommentare der KNS, 6. Februar 2014





ENSI 22/800

ENSI,CH-5200, Industriestrasse 19, Telefon +41 (0)56 460 84 00, info@ensi.ch, www.ensi.ch