



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

HSK 22 / 483

Gutachten

zum Gesuch des

Paul Scherrer Instituts

**um die Änderung der Betriebsbewilligung
für das Bundeszwischenlager**

Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Veranlassung.....	3
1.2	Gesuchsunterlagen.....	3
1.3	Beurteilungsgrundlagen	4
2	Umfang der Begutachtung	5
3	Auslegung der Anlage	6
3.1	Bauwerk und Hilfsanlagen	6
3.2	Brandschutz.....	7
3.3	Einzulagernde Abfallgebindetypen	8
3.4	Lagerordnung	9
3.5	Aktivitätsinhalt.....	10
4	Normalbetrieb.....	12
4.1	Abgaben an die Umwelt und Umgebungsüberwachung.....	12
4.2	Strahlenschutzmassnahmen.....	13
4.3	Schutz des Personals	13
5	Störfälle	15
5.1	Einleitung.....	15
5.1.1	Schutzziele.....	15
5.1.2	Störfallauswahl.....	16
5.1.3	Annahmen für die Ausbreitungs- und Dosisberechnung	16
5.2	Absturz einer Harasse	18
5.2.1	Störfallablauf und Quellterm.....	18
5.2.2	Radiologische Auswirkungen	19
5.3	Flugzeugabsturz mit Folgebrand.....	20
5.3.1	Störfallablauf und Quellterm.....	20
5.3.2	Radiologische Auswirkungen	21
5.4	Brand.....	23
5.5	Erdbeben	23
5.6	Leckage der Gebinde.....	24
5.7	Überflutung.....	25
5.8	Zusammenfassende Bewertung.....	25
6	Personal, Organisation und Qualitätssicherung	27
6.1	Betriebsorganisation, Aufgaben und Zuständigkeiten	27
6.2	Ausbildung.....	28
6.3	Qualitätssicherung	29
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	31
8	Referenzen	33

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Das Bundeszwischenlager (BZL) wurde nach der Erteilung einer atomrechtlichen Bau- und Betriebsbewilligung des Bundesrates [BUN87a] von 1987 auf dem Gelände des Paul Scherrer Institutes (PSI) gebaut. Der Bau dieser Anlage wurde aufgrund des Verbots der Meeresversenkung von radioaktiven Abfällen beschlossen. Das BZL dient seitdem der Zwischenlagerung und Aufbewahrung von radioaktiven Abfällen aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle). Die Bau- und Betriebsbewilligung stützt sich auf den Sicherheitsbericht des PSI [PSI84a] (damals Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung, EIR), das Gutachten der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) [HSK85a] und die Stellungnahme der eidgenössischen Kommission für die Sicherheit der Kernanlagen (KSA) [KSA85a].

Zum Zeitpunkt des Erstellens des Sicherheitsberichts (1984) hatte das PSI nur geringe Kenntnisse über die zukünftigen Bedürfnisse in Bezug auf die Menge, die Aktivität und die Art der radioaktiven Abfälle, welche in den folgenden Jahren anfallen werden. Deshalb ist unter der geltenden Betriebsbewilligung nur die Einlagerung von konditionierten 200-ℓ-Gebinden sowie von nicht endkonditionierten Grosskomponenten aus dem Rückbau von nuklearen Anlagen des PSI ins BZL möglich. Zudem liegt das Aktivitätsinventar der bis heute eingelagerten Abfälle nur knapp unter dem bewilligten maximalen Inventar.

Um eine grössere Flexibilität für die Abfallbehandlung zu gewährleisten und um das BZL optimaler zu nutzen, hat das PSI das Konzept der zulässigen Einlagerung von Abfallgebinden unter Einhaltung der Bestimmungen der StSV und der Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 überprüft. Das Ziel ist, die Typen der einzulagernden Gebinde zu erweitern und auf eine Begrenzung der Abfallaktivität zu verzichten. Das PSI hat die entsprechenden Überlegungen und sicherheitstechnischen Abklärungen in einem neuen Sicherheitsbericht [PSI01a] festgehalten. Basierend auf dem neuen Sicherheitsbericht hat das PSI am 20. April 2001 dem Bundesamt für Energie ein Gesuch zur Änderung der Betriebsbewilligung für das BZL [PSI01b] gestellt. Nach Art. 4 des Bundesgesetzes über die friedliche Verwendung der Atomenergie (AtG) bedarf jede Änderung des Umfangs einer Atomanlage einer Bewilligung des Bundes. Nach Art. 7 des AtG erarbeitet die HSK ein Gutachten zum Gesuch.

1.2 Gesuchsunterlagen

Das Bewilligungsgesuch wurde zusammen mit einem Sicherheitsbericht [PSI01a] und mitgelieferten Unterlagen [PSI01c] eingereicht. Nach einer ersten Prüfung dieser Unterlagen hat die HSK bezüglich Störfallbetrachtung verschiedene Nachweise bemängelt [HSK01a]. Daraufhin lieferte das PSI der HSK die geforderten, verbesserten Berichte. Es handelt sich dabei um die Berechnung des Quellterms und der Folgedosen für einen Flugzeugabsturz auf das BZL [COL02a], um eine Studie der Stapelsicherheit von Containern bei Erdbeben [GEH01a], sowie um diverse Unterlagen bezüglich Brandschutz [PSI01d]. Diese Berichte werden bei der Beurteilung von der HSK berücksichtigt. Insbesondere stützt sich die HSK hinsichtlich der Folgen eines Flugzeugabsturzes nicht auf die diesbezüglichen Ausführungen im Sicherheitsbericht [PSI01a], sondern auf die nachgelieferten Unterlagen [COL02a].

1.3 Beurteilungsgrundlagen

Die HSK stützt sich bei ihrer Beurteilung des Projekts auf die Atom- und Strahlenschutzgesetzgebung und auf ihre eigenen Richtlinien. Insbesondere dienen dabei als Grundlagen:

- Bundesgesetz vom 23.12.1959 über die friedliche Verwendung der Atomenergie (AtG, SR 732.0).
- Bundesbeschluss vom 6.10.1978 zum Atomgesetz (BBAAtG, SR 732.01).
- Strahlenschutzgesetz vom 22.03.1991 (StSG, SR 814.50).
- Strahlenschutzverordnung vom 22.06.1994 (StSV, SR 814.501).
- Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle vom 8. Juli 1996 (Abfall-Verordnung, SR 814.557).
- Verordnung vom 26. Juni 1991 über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR, SR 732.32).
- Richtlinie HSK-R-07: Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes (Juni 1995).
- Richtlinie HSK-R-14: Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle (Dezember 1988).
- Richtlinie HSK-R-25: Berichterstattung des Paul Scherrer Institutes sowie der Kernanlagen des Bundes und der Kantone (Juni 1998).
- Richtlinie HSK-R-30: Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen (Juli 1992).
- Richtlinie HSK-R-41: Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen (Juli 1997).

Soweit sich Richtlinien auf das AtG in seiner Fassung vor Inkrafttreten des StSG und auf die frühere Strahlenschutzverordnung vom 30.06.1976 (SSVO) beziehen, werden bei der Anwendung dieser Richtlinien die Bestimmungen des AtG bzw. des StSG und der StSV sinngemäss berücksichtigt, auch wenn noch keine revidierte Fassung der Richtlinie vorliegt.

2 Umfang der Begutachtung

Ziel der Bewilligungsänderung ist eine grössere Flexibilität der Abfallbewirtschaftung im PSI. Mit der zur Zeit noch gültigen Bewilligung [BUN87a] können nur konditionierte 200-ℓ-Gebinde und unkonditionierte Grosskomponenten aus Rückbauarbeiten von PSI-Atomanlagen im BZL zwischengelagert bzw. aufbewahrt werden. Zudem wurden die nuklidspezifischen Aktivitäten der im BZL gelagerten Abfälle begrenzt, ohne dass damals alle Bedürfnisse des PSI richtig evaluiert werden konnten.

Das PSI beantragt deshalb eine neue Bewilligung, welche dem heutigen Kenntnisstand seiner Abfallbewirtschaftung entspricht. Das Gesuch beinhaltet eine Erweiterung der einzulagernden Abfalltypen und einen Verzicht auf eine Begrenzung der Abfallaktivität. Dabei sollen die Bestimmungen der StSV und die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 gewährleistet sein. Wesentliche Änderungen von Infrastrukturen sollen nicht vorgenommen werden.

Aufgrund dieses Gesuchs begutachtet die HSK jene Aspekte der Zwischenlagerung, die von einer Erweiterung der einzulagernden Abfalltypen und einer Erhöhung der Gesamtaktivität der Abfälle betroffen sind. Unter diesem Gesichtspunkt werden der Normalbetrieb des BZL (Kapitel 4) sowie die Störfallbetrachtungen (Kapitel 5) neu beurteilt. Die Aufhebung der Aktivitätsbegrenzung wird im Kapitel 3 diskutiert. Aspekte bezüglich der Auslegung des BZL werden im Kapitel 3 beurteilt, insofern sich Änderungen ergeben haben; das betrifft besonders den Brandschutz. Da im Bereich des Personals und der Qualitätssicherung seit Inbetriebnahme des BZL viele Mutationen bzw. Änderungen vorgenommen wurden, werden diese Aspekte ebenfalls neu beurteilt (Kapitel 6).

Das PSI wurde im März 2002 aus den Pflichten der Notfallschutzverordnung hinsichtlich der Umgebung (Organisation der Warnung und Alarmierung der speziellen Gefährdungszone) entlassen [HSK02a]. Auf diese Thematik wird im Kapitel 5 (Störfälle) eingegangen.

3 Auslegung der Anlage

3.1 Bauwerk und Hilfsanlagen

Angaben des Gesuchstellers

Das BZL ist eine einfache, quaderförmige Konstruktion, welche in der nördlichen Ecke des PSI-Ost-Areals errichtet wurde. Die Länge, Breite und Höhe des Gebäudes betragen 49.36 m, 18.05 m und 15.21 m. Die Aussen- und Zwischenwände sowie die Bodenplatte wurden in Stahlbeton hergestellt; ihre Dicken betragen 45 cm, 35 cm bzw. 1 m, wobei die Dicke der Zwischenwände im Osttrakt 20 cm beträgt.

Das BZL ist in drei unterschiedliche Räumlichkeiten getrennt. Im Osttrakt befinden sich Hilfsräume für elektrische und Filteranlagen sowie eine Plattform für die Kranwartung. Der Mitteltrakt entspricht der Umladehalle, welche für Lastwagen zugänglich ist. Im Westtrakt befindet sich die Lagerhalle.

Das BZL wird mit 72% Umluft und 28% Aussenluft belüftet. Die Raumtemperatur wird mit einem Zulufterhitzer auf mindestens 5°C gehalten. Die relative Luftfeuchtigkeit bleibt deshalb kleiner als 80%. Somit wird die Bildung von Kondenswasser verhindert, was eine Korrosion der Abfallgebände weitgehend ausschliesst. Falls nötig, kann die Lüftung mit 100% Aussenluft betrieben werden.

Mit der Krananlage kann die gesamte Lagerfläche erfasst werden. Es handelt sich dabei um einen Zweiträger-Laufkran mit einer maximalen Betriebslast von 25 t für den Hauptzug und 5 t für den Hilfszug. Die Krananlage wird von einer mitfahrenden, mit ca. 6 cm dickem Stahl bis in Brusthöhe abgeschirmten Kabine aus gesteuert. Der Greifer kann erst ausgeklinkt werden, wenn der Abfallbehälter seine Position erreicht hat.

Die Längswände der Lagerhalle sind mit Drainagekanälen versehen, welche in einen Pumpensumpf münden. Der Pumpensumpf wird regelmässig auf Wasser kontrolliert. Falls Wasser entdeckt wird, was nicht zu erwarten ist, wird es auf Radioaktivität ausgemessen.

Beurteilung der HSK

Gegenüber der projektierten Konstruktion, welche im Sicherheitsbericht des PSI von 1984 [PSI84a] beschrieben ist, sind beim Bau des BZL folgende Änderungen vorgenommen worden:

- Auf das Konzept der Zwischenlagerung in fünf Lagerbuchten wurde verzichtet. Die Lagerhalle ist nicht mit Zwischenwänden unterteilt. Die Zwischenlagerung von 200-ℓ-Gebinden erfolgt zu je neun Stück in Stahlrahmen (Harassen), welche aufeinander gestapelt werden können.
- Im Sinne einer höheren Flexibilität bei der Verwendung von anderen Gebindetypen als die 200-ℓ-Gebinde wurde die Tragfähigkeit des Krans auf 25 t maximale Betriebslast (35 t Ausnahmelast) erhöht.

Diese Änderungen wurden von der HSK anlässlich des Baus des BZL freigegeben [HSK91a, HSK92a].

Die vom PSI beantragte Änderung der Betriebsbewilligung bezieht sich weder auf das Bauwerk noch auf die Hilfsanlagen. Diese Komponenten sind weiterhin zweckdienlich; es erübrigt sich deshalb eine neue Beurteilung.

3.2 Brandschutz

Angaben des Gesuchstellers

Das Gebäude BZL ist in Brandabschnitte unterteilt. Der grösste Brandabschnitt umfasst den Lagertrakt, die Umladehalle, das Treppenhaus, den Raum unter der Umladehalle und den gesamten Kranbereich. Der Kopftrakt ist gemäss den verschiedenen Nutzungen in Brandabschnitte unterteilt. Das Untergeschoss dient als Löschwasser-Auffangbecken. Das BZL ist so konzipiert worden, dass möglichst geringe Brandlasten vorhanden sind.

Beurteilung der HSK

Für die Begutachtung und Abnahme des Brandschutzes des BZL sind hinsichtlich der generellen und konventionellen Belange das Versicherungsamt (AVA) und die Sektion Industrie- und Gewerbeaufsicht (IGA) des Kantons Aargau zuständig. Im Rahmen des damaligen Bewilligungsverfahrens für Bau und Betrieb des BZL hatte die HSK die Aspekte des Brandschutzes nicht begutachtet. Neu werden die Brandschutzmassnahmen in Bezug auf den Strahlenschutz auch von der HSK überprüft und beurteilt.

Die Brandschutzmassnahmen des BZL werden nach baulichen, technischen und organisatorischen Massnahmen bewertet. Sie sollen sicherstellen, dass ein Brand in den Anlagen des BZL keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen ausserhalb der Strahlenschutzzone 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 ist. Die Wirkung dieser aufeinander abgestimmten Massnahmen muss hinreichend sein, um diese Zielsetzungen zu erfüllen.

Der bauliche Brandschutz beinhaltet die Bildung von Brandabschnitten, welche der Brandeingrenzung dienen. Die HSK sieht im BZL noch einen Mangel in Bezug auf die Brandabschnittsbildung zwischen Lagerhalle und Umladehalle. Bei einem Fahrzeugbrand in der Umladehalle sind infolge der unzureichenden Trennung bei grossen Brandlasten Auswirkungen auf das Lagergut zu unterstellen (vgl. Störfall Brand im Kapitel 5.4).

Die anzunehmende Eintretenshäufigkeit eines Brandes ist nach Einschätzung der HSK grösser als 10^{-4} a^{-1} . Es muss deshalb das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 ($<1 \text{ mSv}$ im ersten Jahr nach dem Ereignis) eingehalten werden. Um die Wahrscheinlichkeit eines Fahrzeugbrandes zu verkleinern, beabsichtigt das PSI, ein unnötiges Verweilen von Zugfahrzeugen in der Umladehalle administrativ (Betriebsvorschrift) zu verhindern. Die HSK betrachtet die geplante Massnahme als Verbesserung, da sie die Wahrscheinlichkeit eines grösseren Brandes in der Umladehalle verringert, aber nicht als hinreichende Lösung. Sie verlangt daher, dass das PSI bis Ende Juni 2003 der HSK einen Vorschlag unterbreitet (inklusive Terminplan für die Realisierung), bei welchem das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 bei einem Fahrzeugbrand in der Umladehalle eingehalten wird (**Auflage 1**). Dabei ist zu beachten, dass die Gebäudehülle keinen Brandabschnitt nach aussen bildet.

Zudem existiert in der Strahlenschutzzone eine Trennwand aus brennbarem Material (Holz). Dies ist bei einer Anlage dieser Art nicht zulässig. Die bestehende Trennwand ist bis Ende Juni 2003 durch eine Wand aus nichtbrennbarem Material zu ersetzen (**Auflage 2**).

Das Auffangvolumen für Löschwasser im Untergeschoss des Gebäudes ist hinreichend bemessen.

Der technische Brandschutz umfasst im BZL die Brandmeldeanlage. Diese wurde im Jahr 2002 im Hallenbereich um drei Linearmeldelinien erweitert [PSI02a] und erfüllt die Anforderungen einer Vollüberwachung.

Die organisatorischen Massnahmen beinhalten die Massnahmen zur Brandverhütung sowie die vorbereitenden Massnahmen zur Brandbekämpfung. Bei den Massnahmen zur Brandverhütung ist anzumerken, dass das PSI plant, bei der nächsten Revision der Betriebsvorschriften periodische Inspektionen durch den Sicherheitsbeauftragten des Institutes vorzusehen. Mit der Einführung dieser periodischen Inspektionen, welche mindestens einmal jährlich zu erfolgen haben, erachtet die HSK die "good housekeeping practices" als gegeben.

Im BZL sind hinreichend Nasslöschposten und Handfeuerlöscher installiert. Das PSI verfügt über eine schlagkräftige Betriebsfeuerwehr. Ausserhalb der Arbeitszeit oder bei grösseren Ereignissen können die speziell ausgebildeten Feuerwehren von Würenlingen und Villigen, gegebenenfalls die Stützpunkte Baden und Brugg aufgeboden werden.

Zusammenfassend erfüllt der jetzige Zustand des BZL die Anforderungen betreffend den Brandschutz, bis auf die Probleme mit den temporären Brandlasten in der Umladehalle und der noch bestehenden Holzwand, die aufgrund der heute geltenden Vorschriften und Richtlinien an eine Anlage dieser Art gestellt werden.

3.3 Einzulagernde Abfallgebindetypen

Angaben des Gesuchstellers

Das BZL soll zur Zwischenlagerung sämtlicher Abfallgebindetypen aus dem MIF-Bereich verwendet werden, welche nach einem von der HSK freigegebenen Konditionierungsverfahren hergestellt wurden und über eine Endlagerfähigkeitsbescheinigung der Nagra verfügen. Die meisten aus dem PSI und dem BAG-Bereich anfallenden Abfälle werden in 200-ℓ-Fässer verfestigt. Abfälle mit grösserem Volumen, wie zum Beispiel Beton- und Metallschutt aus dem Rückbau der PSI-Atom- und Beschleunigeranlagen werden in Betoncontainern konditioniert. Andere Behältertypen können für Sonderabfälle eingesetzt werden.

Die Innenkonstruktion des 200-ℓ-Fasses kann je nach Zusammensetzung des Rohabfalls verschieden sein. Die Gebinde können sowohl eine homogene als auch eine heterogene Mischung des Rohabfalls mit dem Verfestigungsmittel enthalten. Bisher wurden sieben verschiedene 200-ℓ-Gebindetypen produziert (Typ 1 – Typ 6, Typ 9). Zudem sind zwecks Abschirmung gewisse 200-ℓ-Gebinde in einen Betonmantel mit einer Wandstärke von 18 cm eingesetzt worden (dies gilt für Gebinde des Typs 2 und des Typs 9). Andere Gebinde wurden in ähnlichen Betonmanteln zwecks Meeresversenkung befestigt, blieben aber wegen dem Verbot dieses Entsorgungspfad übrig (Typ 10/2, Typ 10/9).

Zur Zeit werden im PSI drei verschiedene Betoncontainer eingesetzt. Es handelt sich um die Container KC-T12 (Kleincontainer mit 12 cm Wandstärke), KC-T30 (Kleincontainer mit 30 cm Wandstärke) und GC-T24 (Grosscontainer mit 24 cm Wandstärke). Sie dienen als Verpackung für voluminöse Abfälle aus Rückbauarbeiten und für Stahlzylinder, die Kernbrennstoffe, Strukturmaterialien aus dem Hotlabor sowie Americium-Abfälle enthalten. Da die Grosscontainer eine zu grosse Last für die Krananlage des BZL darstellen, werden diese voraussichtlich im ZZL zwischengelagert.

Für Sonderabfälle werden Spezialbehälter eingesetzt. Diese umfassen den MOSAIK-Behälter der Firma GNS, sowie die bereits erwähnten Stahlzylinder, welche in Kleincontainer verpackt werden. Als Einzelgebilde muss noch das so genannte Bitumenfass erwähnt werden. Dieses umfasst ein 50-ℓ-Fass mit bituminierten Wiederaufarbeitungsabfällen, welches in einem 200-ℓ-Gebinde mit Zementmörtel verfestigt wurde. Wegen seiner hohen Dosisleistung wurde das Gebinde zusätzlich in einen Betonmantel eingesetzt.

Die Annahmebedingungen für das BZL sind in den Betriebsvorschriften für die Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle am PSI-Ost [PSI02] definiert. Ausser den konditionierten Abfallgebänden, welche über eine Freigabe gemäss der Richtlinie HSK-R-14 verfügen, können in begründeten Fällen nicht verfestigte, radioaktive Abfälle im BZL aufbewahrt werden, falls eine Dokumentation bezüglich Herkunft, Zusammensetzung und Nuklidinventar vorhanden ist. Die Aufbewahrung der nicht endkonditionierten Abfälle erfolgt in den für die Konditionierung vorgesehenen Verpackungen, die dicht verschlossen sind.

Beurteilung der HSK

Die grosse Mehrheit der im Sicherheitsbericht [PSI01a] dargelegten Abfallgebändertypen verfügt bereits über eine Freigabe der HSK gemäss der Richtlinie HSK-R-14. Zusätzlich zu den möglichen, zukünftigen Abfallgebändertypen müssen noch zwei heute anfallende Abfallströme von der HSK beurteilt werden: Dabei handelt es sich um aktivierte Materialien aus den Beschleunigeranlagen des PSI-West sowie um Schlämme, welche eine α -Kontamination aufweisen. Die noch nicht konditionierten Abfälle aus den Anlagen des PSI-West werden in Kleincontainern auf dem "Container-Stapelplatz" des PSI-West aufbewahrt und werden demzufolge nicht im BZL gelagert.

Nach Richtlinie HSK-R-14, Kapitel 4.3, dürfen in der Regel nur konditionierte Abfallgebände zwischengelagert werden. Die Aufbewahrung nicht konditionierter Gebände ist möglich, falls es sich dabei um die sicherheitstechnisch beste Lösung handelt; zudem müssen die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 auch bei einer Aufbewahrung von nicht konditionierten Abfällen eingehalten werden. Wie in der Richtlinie HSK-R-14 festgehalten, bedarf die Einlagerung jedes Typs von radioaktiven Abfällen in das BZL zwecks Aufbewahrung oder Zwischenlagerung einer Freigabe der HSK (**Auflage 3**).

3.4 Lagerordnung

Angaben des Gesuchstellers

Die 200-ℓ-Gebinde werden zu je neun Stück in Stahlrahmen (Harassen) auf der Aarseite der Lagerhalle zwischengelagert. Das PSI erwartet, dass bis zum Jahr 2010 mit 5760 Gebänden in 640 Harassen zu rechnen ist. Gebinde mit hohen Dosisleistungen werden in der Mitte des Sektors gelagert. Zudem werden Gebinde mit erhöhtem Emissionsrisiko bei Störfällen im innersten und untersten Teil des Sektors gelagert, jedoch voneinander getrennt.

Die Kleincontainer mit sowohl konditionierten als auch unkonditionierten Abfällen können auf vier Ebenen aufeinander gestapelt werden. Dies erfolgt auf der östlichen Seite der Lagerhalle. Bis zum Jahr 2010 sollen etwa 200 Kleincontainer anfallen.

Zwischen beiden Lagerpositionen können die Gebinde, welche in einen Betonmantel eingestellt wurden, sowie die Sonderverpackungen gelagert werden.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat keine Einwände gegen das Lagerungsverfahren im BZL. Die Lagerung der Gebinde mit hohen Dosisleistungen in der Mitte der Lagerhalle entspricht dem Prinzip der Optimierung des Strahlenschutzes. Die Zwischenlagerung von Gebinden mit erhöhtem Emissionsrisiko in den untersten Lagerungsreihen erlaubt im Störfall eine Reduzierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung.

Die im Sicherheitsbericht [PSI01a] angegebene Zahl von Abfallgebinden stimmt in etwa mit den späteren Prognosen überein, welche für die Störfallanalyse [COL02a] gemacht wurden. Dieser Analyse wurden 5617 200-ℓ-Gebinde und 242 Kleincontainer und Spezialbehälter zugrunde gelegt.

3.5 Aktivitätsinhalt

Angaben des Gesuchstellers

Im Sicherheitsbericht [PSI01a] werden Werte für den Aktivitätsinhalt des vollen BZL angegeben. Sie basieren auf Abschätzungen und sind mit grossen Unsicherheiten behaftet, da die Erfahrungswerte der Vergangenheit in die Zukunft extrapoliert werden. Das PSI rechnet damit, dass das BZL im Jahr 2010 gefüllt sein wird. Das vom PSI zu diesem Zeitpunkt geschätzte Aktivitätsinventar ist in Tabelle 3.1 angegeben.

Für die Berechnung des Quellterms und der Folgedosen bei einem Flugzeugabsturz auf das BZL [COL02a] wird ein detaillierteres Nuklidinventar angegeben. Dabei wird auch zwischen der Aktivität in den 200-ℓ-Fässern und in den Containern unterschieden. Die Herleitung des Inventars stützt sich auf konservative Prognosen von bis 2010 noch zu produzierenden Abfallgebindetypen sowie auf die Aktivitäten der Einzelnuclide, welche in der ISRAM-Datenbank (ISRAM = Informationssystem für radioaktive Materialien) angegeben sind. Eine Übersicht über das im COLENCO-Bericht [COL02a] angegebene Aktivitätsinventar ist in Tabelle 3.1 gezeigt.

Das Nuklidinventar und die Aktivität der im BZL gelagerten Abfälle werden ständig mit der ISRAM-Datenbank nachgeführt.

Tabelle 3.1: Geschätztes Aktivitätsinventar im vollen BZL [Bq].

Nuklidgruppe	PSI-Analyse [PSI01a]	COLENCO-Analyse [COL02a]
Tritium	$1.4 \cdot 10^{16}$	$2.70 \cdot 10^{16}$
β/γ -Strahler	$1.7 \cdot 10^{15}$	$2.50 \cdot 10^{15}$
α -Strahler	$1.1 \cdot 10^{14}$	$1.13 \cdot 10^{14}$

Beurteilung der HSK

Das Informationssystem für radioaktive Materialien (ISRAM) wird seit Beginn der neunziger Jahre verwendet. In dieser elektronischen Datenbank werden insbesondere die Charakteristiken sämt-

licher produzierter Abfallgebinde registriert. Die ISRAM-Datenbank hat sich bewährt und stellt ein sehr gutes Werkzeug für die Abfallbuchhaltung der schweizerischen Kernanlagen dar.

Die zwei verschiedenen Methoden zur Ableitung der voraussichtlichen Gesamtaktivität im BZL im Jahre 2010 ergeben vergleichbare Resultate. Die HSK erachtet das im COLENCO-Bericht [COL02a] ermittelte Aktivitätsinventar als realistischer, da effektive Angaben aus der ISRAM-Datenbank berücksichtigt wurden. Zudem sind die in diesem Dokument angegebenen Aktivitäten detaillierter als im Sicherheitsbericht und sie wurden von der HSK im Rahmen der Begutachtung der Störfälle überprüft (vgl. Kapitel 5.3). Die HSK stützt deshalb ihre Begutachtung auf das Inventar im COLENCO-Bericht [COL02a] ab.

Im Sinne einer grösseren Flexibilität bei der Zwischenlagerung bzw. Aufbewahrung von Abfällen im BZL und einer optimierten Nutzung der Lagerkapazität sind diese Aktivitäten als Richtwerte zu betrachten. Entscheidend ist die Einhaltung der Bestimmungen der StSV und der Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14: Sollte sich aufgrund der zukünftigen Entwicklung zeigen, dass das im COLENCO-Bericht [COL02a] angegebene Aktivitätsinventar nicht für alle im BZL zu lagernden Abfälle abdeckend ist, kann die HSK auf Antrag des PSI eine Erhöhung der einzelnen Aktivitätswerte freigeben. Voraussetzung dafür ist, dass für das erhöhte Aktivitätsinventar die Einhaltung der Schutzziele gemäss StSV und Richtlinie HSK-R-14 vom PSI nachgewiesen und von der HSK positiv beurteilt wird. Bei einem solchen Nachweis ist bei den Störfallbetrachtungen die Berechnung des Quellterms und der radiologischen Auswirkungen gemäss den Vorgaben im Kapitel 5 des vorliegenden Gutachtens der HSK durchzuführen (**Auflage 4**).

Wie in den nachfolgenden Kapiteln dargelegt, ist die Einhaltung der Schutzziele unter Berücksichtigung der formulierten Auflagen mit dem Aktivitätsinventar gewährleistet, welches dem COLENCO-Bericht [COL02a] zugrunde gelegt ist. Zur Überprüfung, dass das zulässige Inventar nicht überschritten wird, muss das PSI zuhanden der HSK alle drei Monate über das Volumeninventar als auch das Aktivitätsinventar der im BZL eingelagerten und aufbewahrten Abfälle Bericht erstatten. Im Aktivitätsinventar sind die wichtigsten, d.h. die im Störfall dosisbestimmenden Nuklide einzeln aufzuführen. Im Volumeninventar ist für jeden Gebindetyp (d.h. Typ 1, Typ 2, usw.) die Anzahl Gebinde zu erfassen (**Auflage 5**).

4 Normalbetrieb

4.1 Abgaben an die Umwelt und Umgebungsüberwachung

Angaben des Gesuchstellers

Die Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch die folgenden technischen Massnahmen minimiert:

- ausschliessliche Einlagerung von Gebinden mit kontaminationsfreier Oberfläche,
- Konditionierung und dichte Verpackung der eingelagerten Gebinde,
- dichte Umschliessung der nicht endkonditionierten Abfälle,
- Filtrierung und Überwachung der Fortluft.

Im BZL werden die Abgaben der folgenden Nuklidgruppen über die Fortluft bilanziert: Tritium (^3H), übrige β/γ -Strahler und α -Strahler. Für Tritium existiert zusätzlich eine kontinuierliche Überwachung.

Aufgrund der ersten drei Massnahmen ist zu erwarten, dass in der Fortluft des BZL ausser Tritium, welches heute knapp über der Nachweisgrenze gemessen wird, keine anderen α -, β - oder γ -Strahler nachgewiesen werden können. Wegen der Flüchtigkeit von Tritium können durch Diffusion oder Leckagen geringe Mengen dieses Nuklids aus den Gebinden in die Abluft gelangen.

Mit Hilfe der existierenden Abgabebilanzierungen könnten aber auch rechtzeitig Massnahmen, wie z.B. die Suche nach Leckagen, ergriffen werden, sollten andere Nuklide in einem unerwarteten Mass detektiert werden.

Beurteilung der HSK

Die behördlichen Auflagen für die Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung und die Direktstrahlung sind für das gesamte Paul Scherrer Institut in der HSK-Bewilligung 6/2000 vom 30. Juni 2000 [HSK00a] resp. der Bewilligung AG 444.04.001 des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) [BAG00a] geregelt. Weiterführende Regelungen zur Abgabebegrenzung und zur Überwachung der Umgebung sind im "Reglement für die Abgaben radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts (PSI)" [HSK00b] vorgegeben. Demnach ist dem PSI für die Gesamtheit aller Anlagen ein quellenbezogener Dosisrichtwert von 0.15 mSv pro Jahr für den gemeinsamen Standort mit dem ZZL zugeteilt. Das PSI hat dem BZL davon als Schutzziel eine Dosis von 0.005 mSv pro Jahr bzw. ein Dosiskontingent von 0.0037 mSv pro Quartal zugewiesen.

Die Jahresabgabe von Tritium mit der Fortluft betrug im Jahr 2001 bei einem im BZL eingelagerten Tritiuminventar von ca. $5 \cdot 10^{14}$ Bq [PSI02c] 490 MBq. Eine solche Abgabe führt gemäss Rechnungen der HSK zu einer Jahresdosis am Hauptaufschlagpunkt von 10^{-7} mSv; sie ist somit radiologisch nicht relevant. Da angenommen werden darf, dass die Tritiumabgaben proportional zur eingelagerten Tritiummenge sind, ist somit auch die vom PSI geplante Erhöhung der eingelagerten Tritiummenge um einen Faktor 100 gegenüber dem aktuellen Inventar (vgl. Kapitel 3.5) im Normalbetrieb radiologisch nicht relevant.

Im Sicherheitsbericht des PSI wurde die Interventionsschwelle für die Quartalsabgabe von Tritium irrtümlich mit 450 TBq angegeben. Das PSI hat die Angabe überprüft und korrigiert [PSI02d].

Die Umgebungsüberwachung des PSI schliesst diejenige des BZL mit ein. An dieser bewährten Umgebungsüberwachung sind keine zusätzlichen Anforderungen zu stellen.

4.2 Strahlenschutzmassnahmen

Angaben des Gesuchstellers

Das BZL ist so ausgelegt, dass durch administrative, bauliche und technische Massnahmen sowohl die gesetzlichen Dosisleistungslimiten für die Anlage als auch die Dosislimiten für das Personal eingehalten werden. Diese Massnahmen haben auch den Zweck, Kontaminationsausbreitungen bzw. -verschleppungen zu verhindern.

Die administrativen Massnahmen legen die Annahmebedingungen für die Abfallgebinde und die optimierte Einlagerung fest. Nur kontaminationsfreie Gebinde werden angenommen und so eingelagert, dass ausgehend vom Zentrum des Lagerraumes die Oberflächendosisleistungen der Lagergebinde abnehmen.

Die baulichen Massnahmen gewährleisten gegenüber der Aussenwelt eine genügende Abschwächung der von den eingelagerten Gebinden ausgehenden Strahlung. Auch die Kontaminationsausbreitung nach aussen wird durch diese Massnahmen verhindert.

Die technischen Massnahmen betreffen die Filtrierung der Fortluft, die Überwachung der Strahlenpegel innerhalb und ausserhalb des Lagers sowie die Kontrolle der Kontamination im Gebäude. Die Zuluft wird durch Anlagen (2 x 50%) mit je 3 Filtern mit verschiedenen Abscheidegraden geleitet und ins Gebäude eingespiert. Für die Reinigung der Abluft werden Filteranlagen (2 x 50%) mit Fein- und Schwebstofffiltern eingesetzt. Sämtliche Filter können kontaminationsfrei gewechselt werden (Wechselsackmethode).

Die langjährig durchgeführten Messungen zeigen, dass die Ortsdosisleistungen am Zaun auf dem Niveau des natürlichen Strahlenuntergrundes liegen. Abgesehen von geringfügigen Mengen Tritium im Bereich knapp oberhalb der Nachweisgrenze konnte seit Betriebsaufnahme des BZL in der Fortluft keine Radioaktivität aus den Abfallgebinden nachgewiesen werden.

Beurteilung der HSK

Durch die Kombination von administrativen, technischen und baulichen Massnahmen werden die Dosisleistungen, die Dosen für das Personal und die Abgaben an die Umwelt sehr tief und deutlich unterhalb der entsprechenden gesetzlichen Limiten gehalten.

4.3 Schutz des Personals

Angaben des Gesuchstellers

Das PSI hat als Richtwert für die jährliche Kollektivdosis des Betriebspersonals, welches im BZL beschäftigt ist, 5 Pers.-mSv festgelegt. Die Einhaltung dieses Richtwerts wird erreicht, indem die Aufenthaltszeit des Betriebspersonals im Strahlenbereich minimiert wird. Weiter tragen die optimierte Lagerordnung sowie die niedrigen Oberflächendosisleistungen der Abfallgebinde zu einer tiefen Kollektivdosis bei. Die Abschirmungen der Krankabine, der Lagerwände und der Schiebetore sind weitere dosisreduzierende Massnahmen. Dank der Kontaminationsfreiheit der Abfallgebinde können Inkorporationen vermieden werden.

Die radiologische Überwachung des Personals erfolgt durch persönliche Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD) und direkt ablesbare, elektronische Dosimeter. Dank dem Einsatz von tragbaren Kontaminationsmonitoren sowie einem festinstallierten Hand- und Fussmonitor (LB 122) wird nachgewiesen, dass Gebinde, Raumboflächen und Personal kontaminationsfrei sind.

Für die Kontaminationsmessungen stehen folgende Geräte zur Verfügung: ein Berthold LB 122 ($\beta+\gamma$) bzw. ein Electra 1A mit Sonde AP5A (α). Dosisleistungsmessungen werden mit einem Automess-6150 AD4-Gerät mit Teletectorsonde 6150 AD-t durchgeführt. An der Aussen- seite der Krankkabine ist ein Dosisleistungsmessgerät Graetz X5 DE mit Anzeige der Dosisleistung in der Kabine installiert. Für die dauernde Überwachung der Ortsdosisleistungen sind zwei Sonden installiert, eine in der Umladehalle und die andere in der Lagerhalle, Seite Beznau. Die dazugehörige Elektronikeinheit (LB 111) mit den zwei Dosisleistungsanzeigen und akustischem und optischem Alarm bei Überschreiten einer Alarmschwelle und Alarm bei Ausfall der Sonden befinden sich in der Umladehalle. Von dort aus werden die Arbeiten während der Einlagerungen geleitet.

Für die Überwachung der Raumluft steht in der Lagerhalle, Seite Beznau, ein Luftsammler dauernd in Betrieb. Die Filter werden wöchentlich gewechselt und ausgewertet.

Beurteilung der HSK

Die Auswahl und die Anzahl der Strahlenschutzmessgeräte sind ausreichend, um die Überwachung der Kontamination und der Dosisleistung im Gebäude während dem Normalbetrieb zu gewährleisten.

Die radiologische Überwachung des im BZL arbeitenden Personals (Individualdosis) wird durch den Einsatz von TLD und zusätzlich elektronischen Dosimetern gewährleistet. Erfahrungsgemäss liegt die jährliche Kollektivdosis des BZL-Personals unter 50 μ Sv. Somit kann der Strahlenschutz gemäss Art. 6 StSV als optimiert betrachtet werden.

5 Störfälle

5.1 Einleitung

5.1.1 Schutzziele

Im Rahmen der Störfallanalysen für das BZL muss vom Gesuchsteller nachgewiesen werden, dass die radiologischen Auswirkungen für Einzelpersonen in der Umgebung der Anlage gering sind und die behördlich festgelegten Dosiswerte gemäss Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden:

- Für Ereignisse mit einer Eintretenshäufigkeit grösser als 10^{-2} pro Jahr gilt das Schutzziel 1a mit einem zulässigen Dosiswert von 0.1 mSv pro Jahr.
- Für Ereignisse mit einer Eintretenshäufigkeit zwischen 10^{-2} und 10^{-4} pro Jahr gilt das Schutzziel 1b mit einem zulässigen Dosiswert von 1 mSv im ersten Jahr nach dem Ereignis.
- Für seltene Ereignisse mit einer Eintretenshäufigkeit kleiner als 10^{-4} pro Jahr gilt das Schutzziel 2 mit einem zulässigen Dosiswert von 100 mSv im ersten Jahr nach dem Ereignis.

Auch die StSV legt in Art. 94 maximale Dosiswerte bei Störfällen fest (vgl. Tabelle 5.1).

Tabelle 5.1: Maximale Dosiswerte bei Störfällen gemäss Art. 94 der StSV.

Abs.	Störfallhäufigkeit	Maximale Dosis
2	$> 10^{-1}$ pro Jahr	Quellenbezogener Dosisrichtwert pro Jahr
3	10^{-1} bis 10^{-2} pro Jahr	zusätzlich quellenbezogener Dosisrichtwert pro Ereignis
4	10^{-2} bis 10^{-4} pro Jahr	1 mSv pro Ereignis
5	$< 10^{-4}$ pro Jahr	Wird von der Aufsichtsbehörde festgelegt

Wenn die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 erfüllt sind, sind auch die Anforderungen von Art. 94 StSV eingehalten. Die Anforderung in Abs. 4 von Art. 94 StSV ist offensichtlich gleich wie das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14. Die Anforderungen in Abs. 2 und 3 von Art. 94 StSV beziehen sich auf den quellenbezogenen Dosisrichtwert. Für den gemeinsamen Standort des PSI und des Zentralen Zwischenlagers der ZWILAG wurde für das PSI ein quellenbezogener Dosisrichtwert von 0.15 mSv pro Jahr festgelegt (vgl. Abs. 4.1). Für Kurzzeitabgaben, wie sie als Folge von Störfällen auftreten können, darf der ganze quellenbezogene Dosisrichtwert des Standorts in Anspruch genommen werden, weil die Aufpunkte für die Emissionen im Normalbetrieb und für kurzzeitige Emissionen nicht gleich sind. Das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 deckt somit die Anforderungen in Abs. 2 und 3 von Art. 94 StSV ab. Schliesslich wird der Anforderung in Abs. 5 von Art. 94 StSV mit dem Schutzziel 2 von der Richtlinie HSK-R-14 Rechnung getragen.

Für den Sicherheitsnachweis werden konservative Ergebnisse verlangt. Damit wird sichergestellt, dass diese Resultate eine obere Grenze der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen darstellen. Konservative Ergebnisse können auf verschiedene Art gewonnen werden: Entweder durch Berechnungen mit Rechenmodellen und Eingabedaten, welche systematisch zu ungünstigeren Ergebnissen führen, als sie tatsächlich auftreten würden, oder durch Berechnungen mit realis-

tischen Rechenmodellen und Eingabedaten unter Berücksichtigung von Sicherheitszuschlägen, die aufgrund vorhandener Unsicherheiten in Rechenmodellen und der Streuung der Eingabedaten bestimmt werden.

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen werden grundsätzlich mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 [HSK97a] durchgeführt. Der Flugzeugabsturz mit Folgebrand gilt nach der Richtlinie HSK-R-14 nicht als Auslegungsstörfall. Deshalb kann bei der Analyse dieses Störfalls realistisch gerechnet werden, was unter anderem die Berücksichtigung von Gegenmassnahmen bei der Ingestion von Radionukliden einschliesst.

5.1.2 Störfallauswahl

Angaben des Gesuchstellers

Folgende Störfälle wurden im Rahmen der radiologischen Störfallanalysen untersucht:

- Absturz einer Harasse (Auslegungsstörfall, Schutzziel 1a),
- Flugzeugabsturz mit Folgebrand (auslegungsüberschreitender Störfall, Schutzziel 2),
 - Flugzeugabsturz auf Container,
 - Flugzeugabsturz auf Harassen.

Zudem wurden andere Störfälle vom Gesuchsteller qualitativ behandelt, d.h. ohne Analyse der radiologischen Folgen. Dabei handelt es sich um folgende Störfälle:

- Brandfall
- Erdbeben
- Leckwerden der Gebinde
- Überflutung

Beurteilung der HSK

Die Auswahl der betrachteten Störfälle ist zweckmässig. Der Schutz des BZL gegen Einwirkungen Dritter fällt in den Zuständigkeitsbereich der Sektion KE des BFE und wird deshalb im vorliegenden Gutachten nicht betrachtet.

5.1.3 Annahmen für die Ausbreitungs- und Dosisberechnung

Die Beurteilung der HSK stützt sich auf den Sicherheitsbericht über das BZL [PSI01a, PSI01c] und auf andere vom Gesuchsteller eingereichte Unterlagen [PSI94a, PSI95a, PSI01e, COL02a]. Die HSK hat die vom Gesuchsteller unterbreiteten Rechenmodelle für die radiologischen Störfallanalysen sowie deren Annahmen und Eingabeparameter überprüft und durch eigene Analysen im Detail auch quantitativ kontrolliert. Die dazu notwendigen Berechnungen umfassen:

- Das Aktivitätsinventar und die störfallbedingte Ausbreitung der radioaktiven Stoffe innerhalb der Anlage bis zur Freisetzung in die Umgebung (Quellterm).
- Die störfallbedingte Ausbreitung der freigesetzten radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre und die Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung.

Berechnungsannahmen gemäss Richtlinie HSK-R-41

Bei Störfällen wird angenommen, dass die Freisetzung radioaktiver Stoffe zu einem nicht wählbaren Zeitpunkt erfolgt und somit die Wetterbedingungen nicht bekannt sind. Zur Ermittlung der maximalen Dosis werden Berechnungen für verschiedene Abwinddistanzen und Wetterbedingungen mit trockener und nasser Ablagerung durchgeführt und die jeweils ungünstigsten Resultate verwendet. Die Ermittlung der maximalen Dosis erfolgt für eine erwachsene Person, die sich während des Wolkendurchzugs am ungünstigsten Ort aufhält, danach am Ort mit der grössten zu erwartenden Dosis arbeitet bzw. wohnt und ihren gesamten Bedarf an Nahrungsmitteln von diesem ungünstigsten Ort deckt. Dabei wird von einer minimalen Abwinddistanz von 200 m ausgegangen.

Zur Überprüfung der Einhaltung der festgelegten Dosislimiten wird in den Berechnungen gemäss Richtlinie HSK-R-41 grundsätzlich von einer Integrationszeit (Expositions- bzw. Inkorporationsdauer) von einem Jahr unmittelbar nach dem Ereignis ausgegangen. Folgende Expositionspfade werden bei der Dosisberechnung berücksichtigt:

Wolkenphase

- externe Bestrahlung aus der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke,
- interne Bestrahlung während des Wolkendurchzugs durch Inhalation luftgetragener, radioaktiver Stoffe.

Bodenphase

- externe Bestrahlung durch die auf dem Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe,
- interne Bestrahlung durch Inhalation der nach dem Wolkendurchzug wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffe,
- interne Bestrahlung durch Konsum (Ingestion) kontaminierter Lebensmittel.

Bei der internen Bestrahlung durch Inhalation wird während des Wolkendurchzugs von einer erhöhten Atemrate von $3.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ausgegangen. Bei der langfristigen Inhalation durch Wiederaufwirbelung wird eine mittlere Atemrate von $2.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ angesetzt. Bei den berechneten Dosen aus Inhalation und Ingestion handelt es sich in allen Fällen um Folgedosen über 50 Jahre.

Bei der externen Bestrahlung verursacht durch den kontaminierten Boden darf für die Zeit nach dem Wolkendurchzug für alle Störfälle vorausgesetzt werden, dass sich die betroffene Bevölkerung im Mittel während 2/3 der Expositionszeit in einem Gebäude aufhält. Für den Aufenthalt in Gebäuden wird ein Schutzfaktor von 10 gegen externe Bestrahlung angesetzt. Damit ergibt sich im Mittel ein Schutzfaktor von 2.5.

Das von der HSK für die eigenen Berechnungen verwendete Ausbreitungs- und Dosisprogramm ist grundsätzlich mit den Berechnungsgrundlagen der Richtlinie HSK-R-41 konsistent, beinhaltet jedoch zusätzlich ein realistischeres Submersionsmodell zur Berechnung der externen Wolkenstrahlung. Ergänzend zu den allgemeinen Empfehlungen der Richtlinie HSK-R-41 werden in den Berechnungen der HSK auch weitere, dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Aspekte berücksichtigt, wie zum Beispiel die Abreicherung der radioaktiven Wolke durch Ablagerung bzw. falls zutreffend durch radioaktiven Zerfall. Die Berücksichtigung dieser physikalischen Prozesse führt im Vergleich mit den Angaben des PSI im Allgemeinen sowohl in der Wolken- als auch in der Bodenphase zu geringeren Dosen bei den Berechnungen der HSK.

Angaben des Gesuchstellers

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen des Gesuchstellers wurden grundsätzlich mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt.

In den Berechnungen wird beim Absturz einer Harasse unter Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses eine bodennahe Freisetzung angesetzt.

Beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand darf gemäss Richtlinie HSK-R-14 realistisch gerechnet werden. Deshalb wird bei der Berücksichtigung des Ingestionspfades unterstellt, dass nur innerhalb der ersten 24 Stunden nach Störfalleintritt im betroffenen Gebiet eine nicht überwachte Ernte und ein Konsum von kontaminierten Nahrungsmitteln erfolgt. Zudem wird bei den Berechnungen von einer minimalen Abwinddistanz von 500 m ausgegangen.

In Anlehnung an die Berechnungen für den Flugzeugabsturz auf die Hochregallager der ZWILAG [HSK99a] wird angenommen, dass infolge des thermischen Auftriebs durch den Brand beim Flugzeugabsturz auf das BZL die effektive Freisetzungshöhe 70 m beträgt.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat die Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung, Ablagerung und Dosisberechnung des Gesuchstellers überprüft. Die verwendeten Rechenmethoden entsprechen den Vorgaben gemäss Richtlinie HSK-R-41. Die HSK erachtet die getroffenen Annahmen und Eingabeparameter und damit die berechneten Dosen als konservativ.

5.2 Absturz einer Harasse

5.2.1 Störfallablauf und Quellterm

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller betrachtet bei den radiologischen Störfallanalysen die ungünstigste Variante von Handhabungsstörfällen mit Gebinden, nämlich den Absturz einer Harasse auf den Hallenboden [PSI95a]. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

- Beim Absturz aus 7 m Höhe werden 9 Fässer mit einem maximalem Fassinventar beschädigt. Das Aktivitätsinventar pro Fass beträgt ca. $1.5 \cdot 10^{13}$ Bq Aktiniden.
- Die Freisetzungsanteile des Fassinventars werden aus der Konrad-Transportstudie [GRS91a] übernommen. Folgende Anteile des Aktivitätsinventars werden in die Halle freigesetzt: $1.1 \cdot 10^{-4}$ für kleine Partikel (0-10 μm) und $2.4 \cdot 10^{-3}$ für grosse Partikel (10-70 μm).
- Die freigesetzten radioaktiven Stoffe gelangen über die Hallenabluft in die Umgebung. Für die Hallenabluftfilter werden folgende Durchlassanteile angenommen: $1.0 \cdot 10^{-4}$ für kleine Partikel (<10 μm) und $1.0 \cdot 10^{-6}$ für grosse Partikel (10-70 μm).

Beurteilung der HSK

Die HSK hat die vom Gesuchsteller eingereichten Unterlagen zum Absturz einer Harasse überprüft und durch eigene Berechnungen auch quantitativ kontrolliert. Die vom Gesuchsteller verwendeten Modelle sind zur Quelltermberechnung geeignet. Die getroffenen Annahmen und Eingabeparameter sind konservativ; insbesondere wurde für die Bestimmung des Quellterms das maximale

Aktivitätsinventar eines Fasses angesetzt. Der vom Gesuchsteller berechnete Quellterm wird für die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen von der HSK übernommen.

5.2.2 Radiologische Auswirkungen

Angaben des Gesuchstellers

Für den Auslegungsstörfall "Absturz einer Harasse" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden, d.h. der maximal zulässige Dosiswert für eine Einzelperson beträgt im ersten Jahr 0.1 mSv.

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen des Gesuchstellers wurden mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt. Die Dosisberechnungen ergeben für Einzelpersonen in der Umgebung eine maximale Dosis im ersten Jahr von $1.6 \cdot 10^{-3}$ mSv (AN-96-01-28 in [PSI01c]). Im Sicherheitsbericht [PSI01a] gibt das PSI irrtümlicherweise einen kleineren Wert von $1.6 \cdot 10^{-4}$ mSv an.

Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung wird in Tabelle 5.2 mit dem Ergebnis des Gesuchstellers verglichen.

Die Dosis im ersten Jahr beträgt gemäss den Berechnungen der HSK maximal $1.7 \cdot 10^{-3}$ mSv, wovon 87% während des Wolkendurchzugs und 13% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. In der Wolkenphase dominiert die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke. Die externe Bestrahlung aus der Wolke ist irrelevant. In der langfristigen Bodenphase wird die Dosis primär durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel bestimmt und sekundär durch die Inhalation von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen. Die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden ist unbedeutend.

Die Ergebnisse der Störfallanalysen des PSI und der HSK stimmen gut überein und zeigen, dass die maximale Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung um ca. 2 Grössenordnungen unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0.1 mSv liegt.

Tabelle 5.2: Maximale Dosis im ersten Jahr für den "Absturz einer Harasse" [mSv].

	PSI-Analyse [PSI01c]	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	-	$1.5 \cdot 10^{-3}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	-	$2.2 \cdot 10^{-4}$
Total Wolken- und Bodenphase	$1.6 \cdot 10^{-3}$	$1.7 \cdot 10^{-3}$

5.3 Flugzeugabsturz mit Folgebrand

5.3.1 Störfallablauf und Quellterm

Angaben des Gesuchstellers

Als Grundlage der Beurteilung werden hierzu die nachgelieferten Unterlagen [COL02a] anstelle der Ausführungen im Sicherheitsbericht [PSI01a] herangezogen. Als Störfall wird vom Gesuchsteller der senkrechte Absturz eines vollbetankten Militärflugzeuges auf das Dach des BZL unterstellt. Da Harassen und Betoncontainer getrennt gelagert werden, werden zwei unterschiedliche Szenarien untersucht:

- Flugzeugabsturz auf Betoncontainer
- Flugzeugabsturz auf Harassen mit 200-ℓ-Fässern

Ein gleichzeitiges Treffen von Harassen und Containern kann beim senkrechten Absturz aufgrund der örtlichen Trennung ausgeschlossen werden. Bei einem schrägen Absturz könnten zwar beide Lagerteile getroffen werden, jedoch würde dadurch kein grösseres Schadensbild entstehen.

Entsprechend dem im Bericht [PSI94a] beschriebenen Unfallverlauf wird zunächst von einem "Zerstörungskegel" im Harassenteil des Lagers ausgegangen, der insgesamt 378 Fässer umfasst. Es wird angenommen, dass diese Fässer mechanisch und thermisch belastet werden; weitere 1'062 benachbarte Fässer werden dem Folgebrand ausgesetzt. Für den Flugzeugabsturz auf Containern wird konservativ angenommen, dass dasselbe Volumen an Containern wie bei den Harassen beschädigt wird.

In der Konrad-Transportstudie [GRS91a] sind die in einem Zwischenlager vorkommenden Gebindetypen in Gebindeklassen aufgeteilt, aus welchen bei verschiedenen Störfalllasten unterschiedliche Aktivitätsanteile freigesetzt werden. Diese Freisetzunganteile sind in einer Matrix von Abfallgebindeklassen und Belastungsklassen zusammengestellt. Ausgehend von den nuklidspezifischen Aktivitätsinventaren pro Abfallgebinde und der Anzahl beim Flugzeugabsturz beschädigten Gebinde werden mit den Konrad-Gebindeklassen und den entsprechenden Freisetzunganteilen die nuklidspezifischen Quellterme ermittelt.

In den radiologischen Störfallanalysen [COL02a] werden vom Gesuchsteller folgende Annahmen getroffen:

- Das für 2010 erwartete Aktivitätsinventar wird zugrunde gelegt.
- Für den Aktivitätsgehalt der beschädigten Abfallgebinde wird für die bisher eingelagerten Abfallgebinde der effektive Wert bzw. (falls zweckmässig) der berechnete Mittelwert und für die zukünftigen Abfallgebinde der Maximalwert verwendet.
- Die Gebinde aller Typen sind im Zwischenlager homogen verteilt.
- Die Freisetzunganteile werden entsprechend den Konrad-Gebindeklassen aus der Konrad-Transportstudie [GRS91a] übernommen.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat die vom Gesuchsteller eingereichten Unterlagen zum Flugzeugabsturz mit Folgebrand [COL02a] überprüft und akzeptiert die getroffenen, genügend konservativen Annahmen und

die Mehrheit der Eingabeparameter. Es wurden jedoch Unstimmigkeiten bei den Aktivitätsangaben für wenige Abfallgebindetypen festgestellt, welche von der HSK korrigiert wurden.

Für die Überprüfung der Ausbreitungs- und Dosisberechnungen werden die von der HSK korrigierte Aktivitätsangaben verwendet. Die eingebrachten Korrekturen haben aber keinen nennenswerten Einfluss auf die berechnete Dosis.

5.3.2 Radiologische Auswirkungen

Angaben des Gesuchstellers

Für den auslegungsüberschreitenden Störfall "Flugzeugabsturz mit Folgebrand" ist gemäss Richtlinie HSK-R-14 das Schutzziel 2 anzuwenden, d.h. der maximal zulässige Dosiswert beträgt 100 mSv im ersten Jahr.

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen des Gesuchstellers wurden mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt [COL02a].

Flugzeugabsturz auf Container

Die Dosisberechnungen des Gesuchstellers ergeben für Einzelpersonen in der Umgebung eine maximale Dosis im ersten Jahr von 30.3 mSv.

Flugzeugabsturz auf Harassen

Die Dosisberechnungen des Gesuchstellers ergeben für Einzelpersonen in der Umgebung eine maximale Dosis im ersten Jahr von 24.8 mSv.

Beurteilung der HSK

Flugzeugabsturz auf Container

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Dosis für Einzelpersonen in der Umgebung wird in Tabelle 5.3 mit dem Ergebnis des Gesuchstellers verglichen.

Die Dosis im ersten Jahr beträgt gemäss den Berechnungen der HSK maximal 17.6 mSv, wovon ca. 86% während des Wolkendurchzugs und ca. 14% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. In der Wolkenphase dominiert die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke. Die externe Bestrahlung aus der Wolke ist unbedeutend. In der langfristigen Bodenphase wird die Dosis primär durch die Inhalation von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen und sekundär durch die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden bestimmt. Die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel ist weniger wichtig, da angenommen wird, dass nach einem Tag Gegenmassnahmen getroffen werden.

Tabelle 5.3: Maximale Dosis im ersten Jahr für den auslegungsüberschreitenden Störfall "Flugzeugabsturz auf Container" [mSv].

	PSI-Analyse [COL02a]	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	24.8	15.2
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	5.5	2.4
Total Wolken- und Bodenphase	30.3	17.6

Flugzeugabsturz auf Harassen

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Dosis in der Umgebung wird in Tabelle 5.4 mit dem Ergebnis des Gesuchstellers verglichen.

Die Dosis im ersten Jahr beträgt gemäss den Berechnungen der HSK maximal 17.8 mSv, wovon ca. 84% während des Wolkendurchzugs und ca. 16% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. In der Wolkenphase dominiert die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke. Die externe Bestrahlung aus der Wolke ist unbedeutend. In der langfristigen Bodenphase wird die Dosis primär durch die Inhalation von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen und sekundär durch die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden bestimmt. Die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel ist weniger wichtig.

Tabelle 5.4: Maximale Dosis im ersten Jahr für den auslegungsüberschreitenden Störfall "Flugzeugabsturz auf Harassen" [mSv].

	PSI-Analyse [COL02a]	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	19.8	14.9
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	5.0	2.9
Total Wolken- und Bodenphase	24.8	17.8

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der durchgeführten Störfallanalysen des PSI und der HSK zeigen, dass die maximale Dosis für die Bevölkerung deutlich unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 100 mSv liegt.

Die numerischen Abweichungen zwischen den HSK- und den PSI-Berechnungen sind in den unterschiedlichen Modellannahmen zur Ausbreitungs- und Dosisberechnung begründet (vgl. dazu

Kapitel 5.1.3). Die von der HSK eingebrachten Korrekturen der Aktivitätsangaben haben keinen nennenswerten Einfluss auf die berechnete Dosis.

Da die Dosis für die Bevölkerung beim Flugzeugabsturz grösser als 1 mSv ist, sind gemäss Art. 101 der StSV Notfallschutzmassnahmen vorzubereiten. Nach Ansicht der HSK ist für den Spezialfall des Flugzeugabsturzes auf das BZL eine analoge Regelung wie für das ZZL angebracht. Dabei muss das Verfahren gemäss "schneller Störfall" behandelt werden: Das PSI hat die Alarmierung der Bevölkerung der umliegenden Gemeinden (spezielle Gefährdungszone ZWILAG) sowie deren Information via Kanton sicherzustellen. Die Umsetzung einer solchen Regelung muss vor dem 1. Juli 2004 erfolgen (**Auflage 6**).

5.4 Brand

Angaben des Gesuchstellers

Das BZL ist so konzipiert worden, dass möglichst geringe Brandlasten vorhanden sind. Da die konditionierten Gebinde frühestens einen Monat nach Konditionierung ins BZL gebracht werden, ist keine exotherme Reaktion in den Gebinden mehr zu erwarten. Die in den konditionierten Gebinden enthaltenen brennbaren Rohabfälle sind von der Umgebung und damit von Sauerstoffzufuhr abgeschlossen, so dass ein Brandausbruch ausgeschlossen werden kann. Falls sich in den nicht konditionierten Abfällen eine geringe Menge an brennbaren Materialien befindet, ist das Risiko eines Brandausbruchs vernachlässigbar klein, da die Abfälle dicht und ohne Zündquelle in einem Kleincontainer verpackt sind. Ein Kabelbrand der elektrischen Installationen hätte keine radiologischen Auswirkungen auf die Umwelt.

Beurteilung der HSK

Bei den Einlagerungen von Abfallgebinden sind in der Umladehalle des BZL möglicherweise grosse temporäre Brandlasten (z.B. Lastwagen) vorhanden. Entgegen den Ausführungen des Gesuchstellers kann deshalb wegen der fehlenden brandschutzmässigen Trennung zwischen Lager- und Umladehalle ein Brand mit Auswirkungen auf das Lagergut im BZL nicht ausgeschlossen werden. Die HSK verlangt hier weitergehende Massnahmen (vgl. Kapitel 3.2, **Auflage 1**).

5.5 Erdbeben

Angaben des Gesuchstellers

Das Gebäude wurde gegen ein Erdbeben der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} ausgelegt. Die Harassen, welche die 200-ℓ-Gebinde umschliessen, sind gegen ein Umstürzen durch Erdbeben geschützt, da die Harassen durch "Ankerpilze" formschlüssig miteinander verbunden sind. Acht Harassen können aufeinander gestapelt werden. Die Kleincontainer können auf bis zu vier Ebenen übereinander gestapelt werden. Sie werden flächenmässig (d. h. ohne Einzeltürme) eingelagert. Zur Stabilisierung wird eine Zwischenlage (z.B. Blechplatte) auf der zweiten Ebene angebracht, um die Kippsicherheit zu gewährleisten.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat die Auslegung des Gebäudes gegen ein Erdbeben der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} anerkannt [HSK93a]. Ein Absturz des Krans ist dabei nicht zu befürchten [HSK92b].

Die HSK hat der Einlagerung der 200-ℓ-Gebinde in Harassen zugestimmt. Dabei wurden die Betrachtungen bezüglich Kippsicherheit im Falle eines Erdbebens berücksichtigt [HSK93b]. Eine Stapelung in sechs Lagen der 200-ℓ-Gebinde, welche in Betonmanteln eingepackt wurden, ist von der HSK akzeptiert worden, sofern eine Stahlplatte auf der dritten Schicht angebracht wird [HSK93b].

Bezüglich der Stapelung von Kleincontainern schliesst sich die HSK den Schlussfolgerungen des Geschwärtstellers an: Die Gleitsicherheit der Containerstapel ist ausreichend und die Kippsicherheit ist gewärtleistet, wenn eine Zwischenlage zur Stabilisierung auf der zweiten Ebene angebracht wird. Die Stapel können zwar lokal abheben, sie werden aber die Kipplage nicht erreichen.

Für Erdbeben der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} , ist demzufolge keine Freisetzung von Radioaktivität zu erwarten. Weitere Vorkehrungen sind nicht nötig.

5.6 Leckage der Gebinde

Angaben des Geschwärtstellers

Eine Korrosion der Gebinde von innen ist unwahrscheinlich, da als Verfestigungsmittel Zementmörtel eingesetzt wird. Korrosion von aussen kann aufgrund der klimatisierten trockenen Lagerung weitgehend ausgeschlossen werden. Die Abfälle, welche eine hohe Aktivität an flüchtigen Radionukliden wie Tritium, ^{14}C und das aus dem Zerfall von ^{226}Ra produzierte ^{222}Rn aufweisen, werden in speziellen Gebinden konditioniert, indem sie in einen dichten Stahlzylinder eingeschweisst werden, welcher in einem 200-ℓ-Gebinde einzementiert wird. Ein Ausströmen von Tritium aus solchen Gebinden wurde im BZL bisher mit dem kontinuierlichen Überwachungssystem nicht festgestellt.

Dank der Abluftüberwachung können allfällige frühzeitig undichte Gebinde identifiziert und anschliessend nachbehandelt werden. Demzufolge werden keine besonderen Vorkehrungen für diesen Störfall geplant.

Beurteilung der HSK

Die Korrosion der Gebinde von innen kann nicht ausgeschlossen werden. Dies ist bereits in einer schweizerischen Kernanlage geschehen. Die HSK anerkennt aber, dass in einem solchen Fall die Gebinde dank dem kontinuierlichen Abluftüberwachungssystem frühzeitig identifiziert werden können. Gegenmassnahmen könnten dann rasch getroffen werden. Die Radonkonzentration im BZL wurde 1999 durch das BAG gemessen [PSI99a]. Die gemessene Konzentration lag im Bereich der durchschnittlichen Konzentrationen in schweizerischen Wohnräumen, was darauf hinweist, dass die entsprechenden Abfallgebände mit flüchtigen Radionukliden dicht sind.

Weitere Vorkehrungen sind nach Ansicht der HSK nicht notwendig.

5.7 Überflutung

Angaben des Gesuchstellers

Der Standort des BZL ist überflutungssicher. Die Gebäudekote 0.00 liegt auf 332.30 m ü.M., während beim massgebenden Stauwerkversagen im Einzugsgebiet der Überflutungspegel 329.70 m ü.M. beträgt. Zudem sind an den Eingängen gross dimensionierte Meteorwasserfallen angebracht. Ein Meteorwassereinbruch in das BZL ist äusserst unwahrscheinlich und würde nur die Annexräume betreffen.

Eine Überflutung des unterirdischen Kabelkanals ist jedoch denkbar. Daraus würde ein Stromausfall resultieren. Die Lüftung kann aber ohne radiologische Folgen für die Bevölkerung und die Umwelt einige Wochen ausser Betrieb sein. Allfällige am Kran hängende Gebinde können von Hand in eine sichere Position gefahren werden.

Beurteilung der HSK

In ihrem Gutachten zum Gesuch für den Bau des BZL [HSK85a] hat die HSK erkannt, dass eine Überflutung des Gebäudes aufgrund der konstruktiven Auslegungen auszuschliessen ist. Ein Ausfall der Stromversorgung als Folge einer Überflutung des unterirdischen Kabelkanals führt zu keinen erheblichen Problemen. Die gute Dichtheit der Gebinde erlaubt für kurze Zeitperioden einen Betrieb des BZL ohne Lüftung. Bei einer Überflutung ergeben sich somit keine radiologischen Konsequenzen.

5.8 Zusammenfassende Bewertung

Im Rahmen der radiologischen Störfallanalysen für das BZL muss vom Gesuchsteller nachgewiesen werden, dass die radiologischen Auswirkungen für Einzelpersonen in der Umgebung der Anlage gering sind und die behördlich festgelegten Dosiswerte gemäss Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden. Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen werden grundsätzlich mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt.

Die HSK hat die vom Gesuchsteller unterbreiteten Rechenmodelle für die radiologischen Störfallanalysen sowie deren Annahmen und Eingabeparameter überprüft und durch eigene Analysen im Detail auch quantitativ kontrolliert. Folgende Störfälle wurden radiologisch analysiert:

Absturz einer Harasse

Für den Absturz einer Harasse ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden. Die maximale Dosis für Einzelpersonen der Umgebung beträgt gemäss PSI-Analyse $1.6 \cdot 10^{-3}$ mSv und gemäss HSK-Analyse $1.7 \cdot 10^{-3}$ mSv. Die Ergebnisse der Störfallanalysen des PSI und der HSK zeigen, dass die maximale Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung um ca. 2 Grössenordnungen unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0.1 mSv liegt.

Flugzeugabsturz mit Folgebrand

Der Flugzeugabsturz mit Folgebrand gilt nach der Richtlinie HSK-R-14 nicht als Auslegungsstörfall. Bei der Analyse darf realistisch gerechnet werden, was unter anderem auch die Berücksichtigung von Gegenmassnahmen bei der Ingestion einschliesst. Von den betrachteten Störfällen führen der Flugzeugabsturz auf Harassen und der Flugzeugabsturz auf Container zu ungefähr gleichen Dosen in der Umgebung.

Die in realistischer Berechnung ermittelte maximal zu erwartende Dosis in der Umgebung beträgt beim Flugzeugabsturz auf Harassen gemäss PSI-Analyse 24.8 mSv und gemäss HSK-Analyse 17.8 mSv. Im Falle eines Flugzeugabsturzes auf Container beträgt die maximale Dosis für Einzelpersonen der Umgebung gemäss PSI-Analyse 30.3 mSv und gemäss HSK-Analyse 17.6 mSv. Die Dosis wird in allen Fällen durch die Inhalation während des Wolkendurchzugs dominiert.

Für den Flugzeugabsturz mit Folgebrand ist gemäss Richtlinie HSK-R-14 das Schutzziel 2 anzuwenden. Die Ergebnisse der in realistischer Rechnung durchgeführten Störfallanalysen des PSI und der HSK zeigen, dass die maximale Dosis für die Bevölkerung deutlich unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 100 mSv liegt.

Da die Dosis für die Bevölkerung beim Flugzeugabsturz grösser als 1 mSv ist, muss eine Regelung in Kraft gesetzt werden, so dass die Alarmierung der Bevölkerung der umliegenden Gemeinden (spezielle Gefährdungszone ZWILAG) sowie deren Information via Kanton sichergestellt wird (vgl. Kapitel 5.3, **Auflage 6**).

Übrige Störfälle

Die anderen Störfälle wurden vom Gesuchsteller qualitativ betrachtet. Für das Erdbeben, das Leckwerden der Gebinde sowie die Überflutung kann sich die HSK dem Schluss des PSI anschliessen, dass die Sicherheit gewährleistet ist. Hingegen ist die HSK für den Brandfall der Ansicht, dass – in Abweichung zur Aussage des PSI – das Auftreten eines Brandes nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann (vgl. Kapitel 3.2, **Auflage 1**).

6 Personal, Organisation und Qualitätssicherung

6.1 Betriebsorganisation, Aufgaben und Zuständigkeiten

Angaben des Gesuchstellers

Die nachfolgenden Informationen und Einschätzungen entstammen im Wesentlichen nicht dem Sicherheitsbericht, sondern direkten Abklärungen beim Gesuchsteller.

Das BZL wird von der Gruppe Entsorgungsanlagen der Sektion Rückbau und Entsorgung (RBE) betrieben, welche organisatorisch der Abteilung Immobilien und Betrieb (AIB) im Bereich Logistik und Marketing (LOG) zugeordnet ist. Die Sektion RBE entstand aus der Zusammenlegung der ehemaligen Sektionen Rückbauprojekte und Entsorgung radioaktiver Abfälle.

Die Sektion RBE ist für die sichere Handhabung eines Grossteils der am PSI entstehenden radioaktiven Abfälle vom Zeitpunkt ihrer Entstehung bis zu ihrer endlagerfähigen Konditionierung verantwortlich. Zudem nimmt sie die Funktion als Bundessammelstelle für alle zu entsorgenden Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle) wahr. Die Sektion RBE umfasst, neben der erwähnten Gruppe Entsorgungsanlagen, die Gruppe Zementchemie, die Projekte Rückbau DIORIT und SAPHIR sowie die Funktion Genehmigung und Dokumentation.

Der Betrieb des BZL umfasst die Einlagerung und die Bewirtschaftung der Abfallgebinde der verschiedenen Typen (Kapitel 3.3). Die dazu erforderlichen Aktivitäten werden von Mitarbeitern der Gruppe Entsorgungsanlagen sowie dem Verantwortlichen für Genehmigungen und Dokumentation durchgeführt. Zusätzlich erfüllt der Abteilungsleiter der Abteilung ASI (Strahlenschutz und Sicherheit) in seiner Funktion als Delegierter für "Safety and Security" gewisse Überprüfungsarbeiten hinsichtlich der Einhaltung der Aktivitätsgrenzwerte und der PSI-internen Freigabe von Einlagerungsanträgen.

Folgende Aufgaben werden im Zusammenhang mit dem BZL durch die Mitarbeiter der Sektion RBE wahrgenommen:

- Ausmessung einzulagernder Gebinde (Gewicht, Aktivität etc.) in der Fassmessanlage (Betriebsgebäude),
- Nachführen der Daten für sämtliche Abfälle (Lagerkartei und ISRAM-Datenbank),
- Freigabe des einzulagernden Gebindes durch den Verantwortlichen für Genehmigungen und Dokumentationen,
- Transport der einzulagernden Gebinde vom Betriebsgebäude ins BZL,
- Transport der Gebinde an den vorgesehenen Lagerort mittels Kran,
- Wöchentlicher Kontrollrundgang,
- Führung des Betriebsjournals: Alle innerhalb des BZL erfolgten Tätigkeiten werden fortlaufend ins Betriebsjournal (Log-Buch) eingetragen,
- Jährliche Berichterstattung (Beitrag zum Jahresbericht der Abteilung AIB sowie Jahresberichte der Kernanlagen des PSI gemäss Richtlinie HSK-R-25) durch den Leiter der Gruppe Entsorgungsanlagen.

Beurteilung der HSK

Vorbemerkung: Das PSI hat im vergangenen Jahr einer Reorganisation durchgeführt, welche auch das BZL betraf. Die neue Organisation ist seit dem 1. August 2002 in Kraft. Die HSK wird deshalb in der nächsten Zeit den Betrieb des BZL aufmerksam verfolgen, insbesondere im Hinblick auf allfällige Konsequenzen der Reorganisation in Bezug auf die Sicherheit.

Die Integration aller Aktivitäten im Zusammenhang mit der Entstehung, Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle in die Sektion Rückbau und Entsorgung (RBE), wie sie durch die Zusammenlegung der ehemaligen Sektionen Rückbauprojekte und Entsorgung radioaktiver Abfälle erfolgte, ist sinnvoll, da sie die Anzahl Schnittstellen zwischen organisatorischen Einheiten reduziert. Organisationseinheiten, welche für alle Aspekte einer Aufgabe zuständig sind, sind flexibler, können auftretende Probleme rascher, effizienter und direkt am Ort ihres Entstehens bewältigen und sind weniger Kommunikations- und Koordinationsstörungen ausgesetzt.

Die HSK geht davon aus, dass alle Stellen, welche im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL stehen, durch kompetentes Personal in ausreichender Anzahl besetzt sind. Der Selektion und Ausbildung des Personals ist deshalb die nötige Sorgfalt zu schenken. Nach Meinung der HSK kann aufgrund der neuen Organisation des PSI und der daraus erfolgten Umverteilung gewisser Aufgaben noch nicht abschliessend beurteilt werden, ob die neue Art der Ressourcen- und Aufgabenverteilung jederzeit die sichere, kompetente und termingerechte Erfüllung aller Aufgaben im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL gewährleisten kann. Deshalb erwartet die HSK, dass das PSI ein Jahr nach Inkrafttreten der neuen Organisation die gemachten Erfahrungen auswertet und der HSK präsentiert. Die Ergebnisse der Auswertung sind der HSK vorgängig in schriftlicher Form abzugeben (**Auflage 7**).

Zudem ist die HSK für die ersten zwei Jahre nach Inkrafttreten der neuen Organisation jeweils vorgängig über vorgesehene Personal-Mutationen im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL zu informieren (**Auflage 8**).

6.2 Ausbildung

Angaben des Gestellstellers:

Formale Ausbildung

Die für die Arbeiten im BZL zuständigen Mitarbeiter müssen eine Berufsausbildung im technischen Bereich vorweisen können. Zudem benötigen sie eine Spezialausbildung in den Bereichen Strahlenschutz und Transportvorschriften. Diese erfolgt im Rahmen von PSI-internen Kursen. Die allgemeine Kranfahrerausbildung erfolgt ausserhalb des PSI. Drei Mitarbeiter der Sektion verfügen über eine formale Kranfahrerausbildung.

Betriebsspezifische Ausbildung

Die betriebsspezifische Instruktion des kranfahrenden Personals, z.B. hinsichtlich der Art zu transportierender Lasten, erfolgt intern durch Einweisung von Seiten der erfahrenen Mitarbeiter. Bei Kranarbeiten ist in der Regel neben dem für die Einlagerungstätigkeiten in erster Linie zuständigen Mitarbeiter ein zweiter Mitarbeiter anwesend, der ebenfalls als Kranfahrer ausgebildet ist.

Eine Schulung zu den Betriebsvorschriften für die Mitarbeiter der Sektion RBE, inklusive der Temporärangestellten, erfolgt jährlich. Der Umfang dieser Schulung kann, je nach Bedarf und inhaltlichen Schwerpunkten, variieren.

Beurteilung der HSK

Die HSK begrüsst, dass der Ausbildung des Personals Aufmerksamkeit geschenkt wird und dass diese sowohl auf formaler Ausbildung als auch auf interner Wissensweitergabe zwischen den Mitarbeitern beruht.

Insbesondere ist die Tatsache, dass bei den relativ selten vorkommenden Kranarbeiten jeweils auch der zweite Mitarbeiter mit Kranfahrerausbildung anwesend ist, positiv zu erwähnen. Es ist darauf zu achten, dass alle zum Kranfahren befugten Mitarbeiter ausreichend Gelegenheit erhalten, den Kran selbst zu fahren, um ihre Fertigkeiten zu erhalten.

Die HSK begrüsst zudem, dass die Mitarbeiter der Sektion RBE jährlich bezüglich der Betriebsvorschriften geschult werden.

6.3 Qualitätssicherung

Angaben des Gesuchstellers

Grundlage für den Betrieb des BZL sind die Strahlenschutzverordnung, Artikel 87a und 90, und die Richtlinie HSK-R-14, in der die massgebenden Anforderungen an die Qualitätssicherung bei Konditionierung und Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen festgehalten sind. Vor der Reorganisation gehörte das BZL der Abteilung Strahlenschutz, Sicherheit und Entsorgung (ASE; heute Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, ASI) an, welche ein Qualitätsmanagementsystem gemäss ISO 9001 besitzt, das in weiten Teilen vom Bundesamt "Metrologie und Akkreditierung Schweiz" (META) akkreditiert ist. Das BZL ist zwar nicht akkreditiert, unterstand aber dem abteilungsinternen QM-System. Im Zuge der Reorganisation wurde die Sektion RBE – und somit das BZL – aus der Abteilung ausgegliedert und der Abteilung Immobilien und Betrieb (AIB) unterstellt, welche über kein formelles QM-System verfügt. Bezüglich QM untersteht die Sektion RBE – und somit auch das BZL – jedoch weiterhin der Abteilung ASI. Das BZL ist also organisatorisch zwei verschiedenen Abteilungen unterstellt: operativ der Abteilung AIB, bezüglich QM der Abteilung ASI.

Die Einlagerung konditionierter Abfälle wird durch Prozessabläufe, Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen, Checklisten etc. geregelt und durchgeführt. Dabei werden abfall- und gebindebezogene Kenndaten aufgenommen und dokumentiert. Dies erfolgt gemäss den Verfahrensanweisungen "Einlagerung konditionierter Abfälle in das BZL" und "Betreiben der ISRAM Datenbank" einschliesslich der darin aufgeführten mitgeltenden Unterlagen. Besonders überwacht werden die Tätigkeiten zur Datenerfassung und -dokumentation, die Abfallgebindedeklaration mit Kennzeichnung und die Prüfung der Lagerfähigkeit der Gebinde. Alle eingelagerten Abfälle werden in der Datenbank ISRAM erfasst. Zudem besitzt jedes einzulagernde Gebinde eine Begleitkarte, welche in einer Lagerkartei archiviert wird. Die Überprüfung der Einhaltung von Vorgaben wird durch den Verantwortlichen für Genehmigungen und Dokumentation sowie davon unabhängig durch den Delegierten für "Safety and Security" überprüft.

Die Einhaltung der Abläufe wird regelmässig im Rahmen von internen Audits und durch externe Fachexperten der Schweizerischen Akkreditierungsstelle überprüft. Der akkreditierte Geltungsbereich der Dienstleistungen der Sektion RBE wird im Jahr 2004 um den BZL-Bereich erweitert.

Beurteilung der HSK

Die HSK begrüsst die Tatsache, dass die Systematik des QM-Systems auch auf die Belange des BZL angewandt wird und dass dieses Anliegen auch nach der Reorganisation des PSI beibehalten wurde. Das BZL erfüllt damit auch die Forderung der Nuclear Safety Convention, wonach alle Kernanlagen über geeignete QM-Programme verfügen müssen. Allerdings ist die doppelte Unterstellung bzgl. operativem Betrieb und QM-Belangen kritisch zu hinterfragen. Die HSK geht davon aus, dass das PSI bzw. die Sektion RBE die Aufgaben hinsichtlich des Qualitätsmanagements mit der notwendigen Sorgfalt wahrnimmt. Trotzdem soll das PSI ein Jahr nach Inkrafttreten der neuen Organisation die gemachten Erfahrungen mit der doppelten Unterstellung der Sektion RBE auswerten und der HSK präsentieren. Die Ergebnisse der Auswertung sind der HSK vorgängig in schriftlicher Form abzugeben (vgl. Kapitel 6.1, **Auflage 7**). Zudem erwartet die HSK, dass sie vom PSI im Voraus über grössere Änderungen im QM-System informiert wird und dass ihr jährlich alle während des Jahres geänderten QM-Dokumente, die das BZL betreffen, zugestellt werden (**Auflage 9**).

Die Identifikation und die Rückverfolgbarkeit der radioaktiven Abfälle sind wichtige Vorbedingungen für eine spätere Endlagerung. Die HSK legt deshalb grossen Wert auf die Vollständigkeit und Aktualität der zugehörigen Prozesse (Datenerfassung und -dokumentation, Abfallgebinderklärung und Prüfung der Lagerfähigkeit der Gebinde).

Die Prozesse im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL, inklusive der das BZL betreffenden QM-Dokumentation, sollen 2003 in Anwesenheit der HSK einem internen Audit unterzogen werden (**Auflage 10**).

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

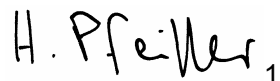
Aufgrund ihrer Begutachtung des Gesuchs des Paul Scherrer Instituts um eine Änderung der Betriebsbewilligung für das BZL kommt die HSK zum Schluss, dass die Voraussetzung für einen sicheren Betrieb des BZL mit dem im COLENCO-Bericht [COL02a] angegebenen Abfall- und Aktivitätsinventar gegeben sind, sofern die von ihr empfohlenen, nachfolgend aufgeführten Auflagen erfüllt werden. Sie empfiehlt deshalb, dem Antrag des Gesuchstellers zu entsprechen und die folgenden Auflagen in die Bewilligung aufzunehmen:

- Auflage 1:** Bezüglich der temporären Brandlasten in der Umladehalle ist der HSK bis Ende Juni 2003 ein Vorschlag (inklusive Terminplan für die Realisierung) einzureichen, bei welchem das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten wird.
- Auflage 2:** Die Trennwand aus Holz in der Strahlenschutzzone ist bis Ende Juni 2003 durch eine Wand aus nichtbrennbarem Material zu ersetzen.
- Auflage 3:** Die Einlagerung jedes Typs von radioaktiven Abfällen in das BZL zwecks Aufbewahrung oder Zwischenlagerung bedarf einer Freigabe der HSK gemäss der Richtlinie HSK-R-14.
- Auflage 4:** Für den Nachweis der Einhaltung der Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 zwecks Erhöhung des zulässigen Aktivitätsinventars ist in den Störfallbetrachtungen die Berechnung des Quellterms und der radiologischen Auswirkungen gemäss den Vorgaben im Kapitel 5 des Gutachtens der HSK vorzunehmen. Eine Erhöhung des zulässigen Aktivitätsinventars erfordert eine Freigabe der HSK.
- Auflage 5:** Alle drei Monate ist zuhanden der HSK über die gelagerten Abfälle Bericht zu erstatten. Die Berichte haben sowohl das Volumeninventar als auch das Aktivitätsinventar der im BZL eingelagerten und aufbewahrten Abfälle zu enthalten. Im Aktivitätsinventar sind die wichtigsten, d.h. die im Störfall dosisbestimmenden Nuklide einzeln aufzuführen. Im Volumeninventar ist für jeden Gebindetyp die Anzahl Gebinde zu erfassen.
- Auflage 6:** Vor dem 1. Juli 2004 ist eine Regelung in Kraft zu setzen, die vorschreibt, dass im Fall eines Flugzeugabsturzes auf das BZL ein Verfahren gemäss "schneller Störfall" eingeleitet wird. Dabei hat das PSI die Alarmierung der Bevölkerung der umliegenden Gemeinden (spezielle Gefährdungszone ZWILAG) sowie deren Information via Kanton sicherzustellen.
- Auflage 7:** Das PSI soll bis im Sommer 2003 die Erfahrungen in Bezug auf die neue Organisation (insbesondere hinsichtlich der Angemessenheit der neuen Ressourcen- und Zuständigkeitsverteilung) auswerten und der HSK präsentieren. Der Bericht ist der HSK vorgängig in schriftlicher Form zuzustellen.
- Auflage 8:** Die HSK ist für die Dauer von zwei Jahren nach Inkrafttreten der neuen Organisation (d.h. bis zum 1. August 2004) jeweils vorgängig über vorgesehene Personalmutationen im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL zu informieren.

- Auflage 9:** Das PSI hat die HSK über grössere Änderungen im QM-System im Voraus zu informieren. Zudem fordert die HSK die jährliche Zustellung aller während des Jahres geänderten QM-Dokumente, die das BZL betreffen.
- Auflage 10:** Das PSI soll 2003 die Prozesse im Zusammenhang mit dem Betrieb des BZL sowie die das BZL betreffende QM-Dokumentation einem internen Audit unterziehen. Letzteres soll in Anwesenheit der HSK stattfinden.

Würenlingen, den 10. April 2003

HAUPTABTEILUNG FÜR DIE
SICHERHEIT DER KERNANLAGEN



Dr. H.-J. Pfeiffer
Stellvertretender Direktor

8 Referenzen

- [BAG00a] Bewilligung für die Abgabe von radioaktiven Stoffen über die Abluft und das Abwasser sowie die Direktstrahlung aus den Anlagen des Paul Scherrer Instituts (PSI) in Würenlingen und Villigen, AG-0444.04.001 vom 27. Juni 2000.
- [BUN87a] Bewilligung für den Bau und den Betrieb eines Bundeszwischenlagers für radioaktive Abfälle auf dem Areal des EIR in Würenlingen vom 16. September 1987.
- [COL02a] Neuberechnung des Quellterms und der Folgedosen für den Flugzeugabsturz auf das Bundeszwischenlager, Ergänzung zum Sicherheitsbericht, COLENCO-Bericht 3146/1 vom Oktober 2002.
- [GEH01a] H. Gehring, Einlagerung von PSI-Containern 160/200 kN, Nachweis der Erdbebensicherheit, November 2001, Rev. März 2002.
- [GRS91a] Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-84 vom Juli 1991.
- [HSK00a] Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen und Villigen, HSK-Bewilligung 6/2000 vom 30. Juni 2000.
- [HSK00b] Reglement für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts (PSI), HSK 2/370, bzw. BAG 5.07.01-4 vom 1. Juli 2000.
- [HSK01a] Begutachtung des Sicherheitsberichts BZL – Resultate der HSK-Grobprüfung, HSK-Brief PY/VR vom 6. September 2001.
- [HSK02a] Entlassung des PSI aus den Pflichten der Notfallschutzverordnung, HSK-Brief BM/JS/SS vom 25. März 2002.
- [HSK85a] Gutachten zum Gesuch für den Bau und Betrieb eines Bundeszwischenlagers für radioaktive Abfälle auf dem Areal des EIR Würenlingen, HSK/109, bzw. KSA 2/317 vom 14. August 1985.
- [HSK91a] Baufreigabe des Bundeszwischenlagers BZL, HSK-Brief KB/jr vom 5. August 1991.
- [HSK92a] Betriebsfreigabe BZL, HSK-Brief KB/jr vom 22. Dezember 1992.
- [HSK92b] PSI Würenlingen, BZL Krananlage, HSK-Brief KW/re vom 2. März 1992.
- [HSK93a] Bundeszwischenlager, Auslegung Bautechnik, HSK-Brief KD/bh vom 22. April 1993.
- [HSK93b] Bundeszwischenlager, Bautechnik, Schlussbeurteilung der Harasse und Fässer, HSK-Brief KD/re vom 29. Juni 1993.
- [HSK97a] Richtlinie HSK-R-41, Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, Juli 1997.
- [HSK99a] Gutachten zum Gesuch der ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG um Erteilung der Betriebsbewilligung für die Konditionierungsanlage sowie für die Verbrennungs- und Schmelzanlage des Zentralen Zwischenlagers für radioaktive Abfälle in Würenlingen, HSK 27/45, KSA 27/99 vom August 1999.

- [KSA85a] Stellungnahme zum Projekt über den Bau und Betrieb eines Bundeszwischenlagers für radioaktive Abfälle auf dem Areal des EIR Würenlingen, KSA 2/318 vom 19. August 1985.
- [PSI01a] Sicherheitsbericht über das Bundeszwischenlager (BZL), PSI-Bericht TM-96-01-03 vom 29. März 2001.
- [PSI01b] Gesuch um eine Bewilligungsänderung für das Bundeszwischenlager am PSI, PSI-Brief LE01/756010417 vom 20. April 2001.
- [PSI01c] Mitgeltende Unterlagen zum Sicherheitsbericht über das Bundeszwischenlager, Beilagen zu TM-96-01-03 vom 29. März 2001.
- [PSI01d] Brandschutzkonzept im Bundeszwischenlager, CG96/SIBE vom Oktober 2001.
- [PSI01e] Dosisabschätzung für Personal und Bevölkerung bei einem Harassenabsturz im Bundeszwischenlager, AN-96-01-28 vom 29. März 2001.
- [PSI02a] Gutachten BZL–Stellungnahme zu den Auflagen, PSI-Brief LE01-809020523a vom 23. Mai 2002.
- [PSI02b] Betriebsvorschriften für die Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle am PSI Ost, AW-92-02-02 vom 27. November 2002.
- [PSI02c] Jahresbericht 2001 für die Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle der Sektion Rückbau und Entsorgung (RBE) zuhanden der HSK, AN-96-02-11 vom 28. Januar 2002.
- [PSI02d] Korrigendum zum Sicherheitsbericht über das Bundeszwischenlager, PSI-Brief vom 26. Juni 2002.
- [PSI84a] Sicherheitsbericht über das Bundeszwischenlager für radioaktive Abfälle, PSI-Bericht TM-56-84-06 vom 6. Dezember 1984.
- [PSI94a] Beurteilung der mechanischen Zerstörung bei einem Flugzeugabsturz auf das Bundeszwischenlager, TM-49-94-10 vom 11. November 1994.
- [PSI95a] Strahlendosis bei Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus dem BZL infolge Flugzeug- und Harassenabsturz, AN-49-95-01 vom 7. April 1995.
- [PSI99a] Rn-222- und C-14-Messung in der Raum- und Abluft des BZL. Ein Überblick, AN-96-99-35 vom 30. Juni 1999.