



HSK 27/45  
KSA 27/99

# **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**

**AUGUST 1999**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1	Veranlassung.....	4
1.2	Technische Dokumentation .....	4
1.3	Beurteilungsgrundlagen.....	4
1.4	Aufbau des Gutachtens .....	6
<b>2</b>	<b>KURZE BESCHREIBUNG DER ANLAGEN</b> .....	<b>7</b>
2.1	Umfang der Gesamtanlage und Anordnung der Gebäude.....	7
2.2	Konditionierungsanlage .....	7
2.3	Verbrennungs- und Schmelzanlage.....	10
<b>3</b>	<b>ERFÜLLUNGSGRAD DER AUFLAGEN AUS DEN BISHERIGEN VERFAHREN</b> .....	<b>11</b>
3.1	Auflagen der Rahmenbewilligung .....	11
3.2	Auflagen der Bewilligung vom 21. August 1996.....	11
<b>4</b>	<b>AUSLEGUNG UND AUSFÜHRUNG DER SICHERHEITSTECHNISCH WICHTIGEN TEILE DER ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN</b> .....	<b>20</b>
4.1	Aufsichtsverfahren während Projektierung, Bau und Montage.....	20
4.2	Bauten .....	21
4.2.1	Baugrund .....	21
4.2.2	Äussere Einwirkungen .....	22
4.2.3	Belastungen im Normalbetrieb und bei internen Störfällen .....	23
4.2.4	Bauvorschriften und Qualitätssicherung bei der Bauausführung .....	23
4.3	Elektrische Anlagen .....	24
4.3.1	Auslegung.....	24
4.3.2	USV-Anlagen .....	25
4.4	Leittechnische Anlagen.....	25
4.4.1	Klassierung, Gesuchsunterlagen.....	25
4.4.2	Übergeordnetes Störungsmelde- und Protokolliersystem .....	26
4.5	Lüftungsanlagen .....	26
4.5.1	Lüftung im Gebäude der Konditionierungsanlage .....	27
4.5.2	Lüftung der Verbrennungsanlage .....	31
4.6	Entwässerung und Schutz des Grundwassers.....	34
4.7	Hebezeuge und Transporteinrichtungen.....	35
4.7.1	Klassierung und Bauvorschriften .....	35
4.7.2	Komponentenausführung und Qualitätssicherung .....	35
4.8	Brandschutz und Fluchtwege.....	36
4.8.1	Bauliche Brandschutzmassnahmen .....	36
4.8.2	Technische Brandschutzmassnahmen.....	36
4.8.3	Betriebliche Brandschutzmassnahmen .....	37
4.8.4	Fluchtwege.....	38

4.9	Abfallbehandlungseinrichtungen der Konditionierungsanlage.....	38
4.9.1	Kapazität und Annahmebedingungen.....	38
4.9.2	Handbediente Einrichtungen.....	41
4.9.3	Teil- und vollautomatisierte Einrichtungen.....	44
4.10	Verbrennungs- und Schmelzanlage.....	45
4.10.1	Kapazität und Annahmebedingungen.....	45
4.10.2	Ofen.....	47
4.10.3	Beschickung des Drehherdes.....	48
4.10.4	Plasmabrenner.....	49
4.10.5	Gas-Schmelzenseparator und Abgusskammer.....	50
4.10.6	Kokillenkühlung und -verpackung.....	51
4.10.7	Rauchgasreinigung.....	51
4.10.8	Interne Wasseraufbereitung.....	53
<b>5</b>	<b>STRAHLENSCHUTZ IM NORMALBETRIEB .....</b>	<b>55</b>
5.1	Strahlenschutzmesstechnik.....	55
5.1.1	Generelle Anforderungen.....	55
5.1.2	Raumüberwachung und Messgeräte für den operationellen Strahlenschutz.....	56
5.1.3	Personendosimetrie.....	57
5.1.4	Abgabeüberwachung.....	58
5.2	Betriebliche Strahlenschutzmassnahmen.....	59
5.2.1	Schutzziele.....	59
5.2.2	Strahlenschutzmassnahmen.....	60
5.2.3	Garderobe.....	62
5.3	Betrieb der Konditionierungsanlage.....	62
5.3.1	Allgemeine Angaben.....	62
5.3.2	Annahme, Transporte und Abgabe von Fässern und Gebinden.....	64
5.3.3	Sortierbox.....	66
5.3.4	Harze- und Schlämme-Box.....	67
5.3.5	Beta/Gamma-Box.....	68
5.3.6	Mehrzweckraum und Hochdruckkompaktierung.....	72
5.3.7	Zementierungsanlagen.....	73
5.3.8	Behandlung flüssiger Abfälle.....	73
5.3.9	Wartung und Instandsetzung.....	75
5.4	Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage.....	78
5.4.1	Allgemeine Angaben.....	78
5.4.2	Annahme, Transporte und Abgabe von Fässern und Gebinden.....	81
5.4.3	Ofenbetrieb.....	82
5.4.4	Abfallprodukte und unkonditionierte Reststoffe.....	84
5.4.5	Wartung und Instandsetzung.....	86
5.5	Schutz der Umgebung im Normalbetrieb.....	89
5.5.1	Quellenbezogener Dosisrichtwert.....	89
5.5.2	Abgabelimiten.....	90
5.5.3	Direkt- und Streustrahlung.....	96
5.5.4	Umgebungsüberwachung.....	96

<b>6</b>	<b>STÖRFÄLLE .....</b>	<b>97</b>
6.1	Schutzziele .....	97
6.2	Allgemeine Annahmen.....	98
6.2.1	Störfallauswahl.....	98
6.2.2	Quelltermbestimmung .....	101
6.2.3	Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung und Dosisberechnung.....	103
6.3	Störfälle in der Konditionierungsanlage .....	108
6.3.1	Versagen der Dampferzeuger-Blase .....	108
6.3.2	Brand eines Einzelfasses .....	109
6.3.3	Gebindeabsturz.....	111
6.3.4	Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Folgebrand .....	112
6.3.5	Zusammenfassende Bewertung .....	113
6.4	Störfälle in der Verbrennungs- und Schmelzanlage .....	114
6.4.1	Versagen des Quenchtanks .....	115
6.4.2	Brand eines Fasses im Eingangsbereich .....	116
6.4.3	Versagen der Rauchgasleitung nach Quench .....	117
6.4.4	Versagen der Rauchgasleitung vor Quench.....	119
6.4.5	Verpuffung .....	120
6.4.6	Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Folgebrand .....	120
6.4.7	Zusammenfassende Bewertung .....	122
<b>7</b>	<b>ORGANISATION UND PERSONAL .....</b>	<b>123</b>
7.1	Betriebsorganisation .....	123
7.2	Ausbildung.....	125
7.3	Notfallorganisation .....	125
7.4	Qualitätssicherung .....	127
<b>8</b>	<b>AUFSICHT WÄHREND INBETRIEBSETZUNG UND BETRIEB.....</b>	<b>129</b>
8.1	Inbetriebsetzungsverfahren .....	129
8.2	Aufsicht im Betrieb.....	130
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSENDER BEURTEILUNG.....</b>	<b>132</b>
	<b>REFERENZEN .....</b>	<b>138</b>
	<b>ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>142</b>

# **1 EINLEITUNG**

## **1.1 Veranlassung**

Mit Brief vom 15. Dezember 1997 hat die ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG (ZWILAG) ein Gesuch an den Bundesrat gerichtet, welches die Erteilung einer Bewilligung gemäss Art. 4 Abs. 1 lit. a des Atomgesetzes vom 23. Dezember 1959 (AtG) für den Betrieb der Abfallbehandlungsanlagen des Zentralen Zwischenlagers (ZZL) für radioaktive Abfälle in Würenlingen (Kanton Aargau) zum Inhalt hat. Für dieses Projekt, das neben den genannten Abfallbehandlungsanlagen (Konditionierungsanlage und Verbrennungs- und Schmelzanlage) auch Zwischenlagerhallen, eine Heisse Zelle, eine Umladestation Schiene/Strasse sowie Nebenanlagen umfasst, wurde die Rahmenbewilligung nach Art. 1 des Bundesbeschlusses zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978 (BBAAtG) vom Bundesrat am 23. Juni 1993 erteilt [BUN93a]. Die Rahmenbewilligung wurde mit dem Bundesbeschluss vom 6. Oktober 1994 von den Eidgenössischen Räten genehmigt. Die Baubewilligung für das Gesamtprojekt und die Betriebsbewilligung für die Zwischenlagerhallen (einschliesslich der Heissen Zelle, der Umladestation und der Nebenanlagen), die in einem weiteren Verfahren von der ZWILAG beantragt wurden, wurden vom Bundesrat am 21. August 1996 erteilt [BUN96a]. Bisher offen blieb die Betriebsbewilligung für die Abfallbehandlungsanlagen, die den Gegenstand des gegenwärtigen Verfahrens bildet.

## **1.2 Technische Dokumentation**

Im Baubewilligungsverfahren hatte die ZWILAG einen Sicherheitsbericht in vier Bänden und ergänzende Unterlagen eingereicht (siehe [HSK95a] sowie dort zitierte Gesuchsunterlagen). Die ZWILAG hat im Dezember 1997 im Sinne von Art. 7 Abs. 1 AtG jene drei Bände (I, III und IV) des aktualisierten Sicherheitsberichtes sowie jene ergänzenden Unterlagen eingereicht, die für die Prüfung des vorliegenden Gesuches notwendig sind [ZWI97a-o]. Im Laufe der Begutachtung hat die HSK von der ZWILAG mehrere Ergänzungen und Abklärungen von Detailaspekten gefordert. Diese werden bei der Beurteilung von der HSK mitberücksichtigt.

## **1.3 Beurteilungsgrundlagen**

Die HSK stützt sich bei ihrer Beurteilung des Projektes 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 (Abfallverordnung, SR 814.557)
- Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen vom 28.11.1983 (Notfallschutzverordnung, SR 732.33)
- Verordnung über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz vom 15. September 1998 (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, SR 814.501.261)
- Richtlinie HSK-R-04: Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, Projektierung von Bauwerken (Dezember 1990)
- Richtlinie HSK-R-05: Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, mechanische Ausrüstungen (Oktober 1990)
- Richtlinie HSK-R-06: Sicherheitstechnische Klassierung, Klassengrenzen und Bauvorschriften für Ausrüstungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (Mai 1985)
- Richtlinie HSK-R-07: Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes (Juni 1995)
- Richtlinie HSK-R-08: Sicherheit der Bauwerke für Kernanlagen, Prüfverfahren des Bundes für die Bauausführung (Mai 1976)
- Richtlinie HSK-R-11: Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken (Mai 1980)
- Richtlinie HSK-R-12: Erfassung und Meldung der Dosen des strahlenexponierten Personals der Kernanlagen und des Paul Scherrer Instituts (Oktober 1997)
- Richtlinie HSK-R-14: Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle (Dezember 1988)
- Richtlinie HSK-R-15: Berichterstattung über den Betrieb von Kernkraftwerken (August 1996, mit Ergänzung vom Januar 1999)
- Richtlinie HSK-R-30: Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen (Juli 1992)
- Richtlinie HSK-R-35: Aufsichtsverfahren bei Bau und Änderungen von Kernkraftwerken, Systemtechnik (Mai 1996)
- Richtlinie HSK-R-37: Anerkennung von Kursen für Strahlenschutz-Kontrolleure und -Chefkontrolleure; Prüfungsordnung (Mai 1990)
- Richtlinie HSK-R-41: Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen (Juli 1997)
- Richtlinie HSK-R-47: Periodische Prüfung von Strahlungsmessgeräten (Entwurf, Oktober 1998).

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.

Wo die HSK sich auf andere Regelwerke, wie SIA-Normen oder KTA-Regeln, stützt, wird dies an der entsprechenden Stelle vermerkt.

Ferner stützt sich die HSK auf die Ergebnisse des Rahmenbewilligungsverfahrens [HSK92a, KSA92a, BUN93a] und des Baubewilligungsverfahrens [HSK95a, KSA96a, BUN96a].

## **1.4 Aufbau des Gutachtens**

Der Inhalt des vorliegenden Gutachtens gliedert sich folgendermassen:

Im Kapitel 2 findet sich eine kurze Beschreibung der bewilligten Anlage, wie sie zur Zeit vom Gesuchsteller gebaut wird.

Im Kapitel 3 wird auf die Erfüllung der Auflagen aus dem Rahmenbewilligungsverfahren und dem Baubewilligungsverfahren eingegangen. Im Kapitel 4 wird die Aufsichtstätigkeit der HSK während der Erstellung der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage beschrieben sowie die Bautechnik und die Anlagentechnik nach dem heutigen Stand beurteilt.

Im Kapitel 5 wird die vorgesehene Betriebsweise der Abfallbehandlungsanlagen in Bezug auf den Strahlenschutz beurteilt. Kapitel 6 ist der Charakterisierung möglicher Störfälle und deren Auswirkungen auf die Umgebung und das Betriebspersonal gewidmet. Im Kapitel 7 werden die organisatorischen Aspekte des Betriebs (inkl. Notfallorganisation und Qualitätssicherung) beurteilt.

Kapitel 8 beschreibt das Inbetriebsetzungsverfahren, sowie die Aufsichtstätigkeit der HSK während Inbetriebsetzung und Betrieb.

Kapitel 9 enthält die Schlussfolgerungen und Empfehlungen der HSK einschliesslich der von ihr vorgeschlagenen Auflagen und gegebenen Hinweise. Die Referenzen und die verwendeten Abkürzungen werden am Schluss des Dokumentes aufgelistet.

## **2 KURZE BESCHREIBUNG DER ANLAGEN**

### **2.1 Umfang der Gesamtanlage und Anordnung der Gebäude**

Die Gesamtanlage des ZZL umfasst drei Zwischenlagergebäude – das Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente (HAA/BE-Lager, Gebäude H), das Lager für mittelaktive Abfälle (MAA-Lager, Gebäude M) und das Lager für mittel- und schwachaktive Abfälle (MAA/SAA-Lager, Gebäude S) –, eine Heisse Zelle (Gebäude Z), eine Konditionierungsanlage (Gebäude K), eine Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V) sowie ein Nebengebäude (Gebäude N). Die Verbrennungs- und Schmelzanlage verfügt über einen 35 m hohen Kamin. Die Gebäude H, M und Z haben einen gemeinsamen Empfangsbereich (Gebäude E). Die Verwaltung mit Büroräumen und Umkleidegarderobe (Zutritt zur kontrollierten Zone) und der Kommandoraum sind in einer Stirnseite (Bereich A) des Gebäudes K untergebracht. Die der kontrollierten Zone zugeordneten Gebäude können von der Umkleidegarderobe aus über unterirdische Gänge ohne Verlassen der kontrollierten Zone erreicht werden. Für jedes der zur kontrollierten Zone gehörenden Gebäude ist ein individuelles Lüftungssystem vorgesehen. Im Nebengebäude befinden sich Fahrzeugstandplätze, Werkstätten und die elektrische Verteilung (Normal- und Hilfsstromversorgung einschliesslich Dieselgenerator). Die Anordnung der Gebäude auf dem an das Gelände des Paul Scherrer Institutes (PSI) angrenzenden ZZL-Areal ist in Abb. 1 (S. 8) gezeigt.

Für die Abfälle, die mit der Bahn angeliefert oder abtransportiert werden, wurde eine Umladestation in 1 km Distanz vom ZZL (Kreuzung der Kantonsstrasse Baden-Koblentz mit der Verbindungsstrasse Würenlingen-PSI) gebaut. Dort werden die Abfälle auf Strassenfahrzeuge umgeladen, auf welchen sie über die Reststrecke bis zum ZZL transportiert werden.

Im vorliegenden Gutachten werden die ZZL-Lagerhallen, die Heisse Zelle, das Nebengebäude und die Umladestation nicht weiter behandelt, weil deren Betrieb bereits bewilligt [BUN96a] und deshalb nicht Gegenstand des Gesuches der ZWILAG ist. Bezüglich dieser Anlagenteile sind die Ergebnisse der Begutachtung durch die HSK in [HSK95a] festgehalten. Die Errichtung des Gebäudes S wurde von der ZWILAG vorerst zurückgestellt.

### **2.2 Konditionierungsanlage**

Die Konditionierungsanlage (Gebäude K) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 52 m/33 m/18 m. Sie ist für die Behandlung von Abfällen aus dem Betrieb und der Stilllegung der schweizerischen Kernkraftwerke sowie von einem Teil der Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung vorgesehen. In der Regel werden nur  $\beta/\gamma$ -Abfälle in der Konditionierungsanlage verarbeitet. In geringen Mengen ist die Verarbeitung von Abfällen mit  $\alpha$ -Strahlern jedoch möglich. Die Verarbeitungstechniken werden mit dem Ziel eingesetzt, die Abfälle entweder soweit zu dekontaminieren, dass sie als inaktiv entsorgt werden können, oder entsprechend den Bestimmungen der Richtlinie HSK-R-14 derart zu



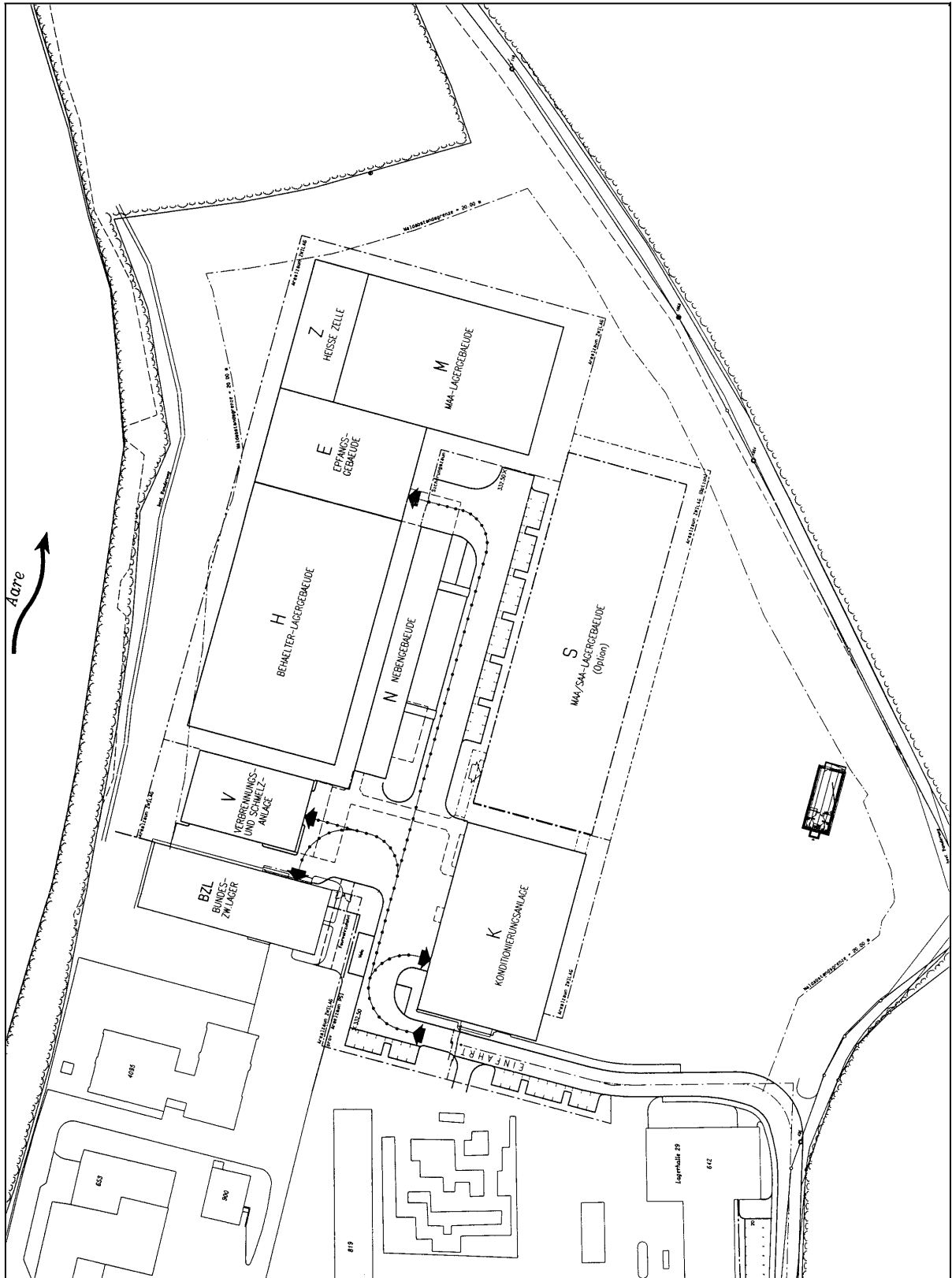


Abb. 1: Lage der Gebäude des ZZL (gemäss Sicherheitsbericht [ZWI99a])

konditionieren, dass sie der Zwischen- und Endlagerung zugeführt werden können. Als Verfestigungsmaterial ist ausschliesslich Zement vorgesehen.

Der erwartete Anfall an Abfällen für die Konditionierungsanlage beträgt rund 250 m<sup>3</sup> Rohabfall pro Jahr (inkl. Reserve). Seit dem Baubewilligungsverfahren ist hier durch eine verfeinerte Erhebung der Abfallströme eine Reduktion zu verzeichnen. Der Betrieb der Konditionierungsanlage erfolgt mit einer Schicht pro Tag und kampagnenweise. Um eine ausreichende Menge Abfall für die Kampagne bereitzustellen, steht ein Eingangspufferlager (Hochregallager) zur Verfügung, das für 800 Abfallfässer à 0,2 m<sup>3</sup> ausgelegt ist. Der Gesuchsteller geht davon aus, dass die Gesamtaktivität des Hochregallagers im Routinebetrieb auf 5,6 TBq beschränkt bleibt. Die Gesamtaktivität in der Konditionierungsanlage liegt dann in der Grössenordnung von 6 TBq. Davon beträgt der  $\alpha$ -Anteil voraussichtlich rund 1%.

Die vorläufigen Annahmebedingungen für die Konditionierungsanlage sind im Sicherheitsbericht [ZWI97b, Kap.2] und in den Technischen Berichten [ZWI98d] und [ZWI98e] angegeben, wobei sie noch bis Betriebsaufnahme präzisiert und mit zunehmender Betriebs Erfahrung modifiziert werden können. Die Annahmebedingungen werden im Kapitel 4.9.1 detailliert besprochen.

Das Gebäude K ist eine Stahlbetonkonstruktion. Die Stärke der Aussenwände und der Trennwand zum Bürotrakt beträgt 0,6 m. Die Aussenwand im Bereich des Eingangspufferlagers wurde aufgrund der erforderlichen Abschirmung auf 0,7 m verstärkt.

Die wichtigsten Einrichtungen für die Abfallbehandlung im Gebäude K sind:

- eine Annahmestation für Rohabfallgebände
- eine Sortierbox und eine Box zur Entleerung von Harzen und Schlämmen
- eine  $\beta/\gamma$ -Box, in welcher Abfälle zerlegt und mittels verschiedener Verfahren dekontaminiert werden können (Hochdruckwasserdekontamination, abrasive, chemische und elektrolytische Dekontamination)
- eine Mehrzweckhalle, in welcher eine Hochdruckpresse und andere Einrichtungen zur Behandlung von Abfällen temporär aufgestellt und betrieben werden können
- Zementverfestigungsanlagen für die Konditionierung von Abfällen
- Abwasserbehandlungsanlagen (Abwassersammlung, Zentrifugierung, Ionenaustausch, Verdampfung)
- ein Rollenbahnsystem für den Transport der Fässer innerhalb der Anlage
- Krananlagen
- ein Hochregallager.

Diese Einrichtungen sind soweit automatisiert, dass für den Betrieb der Konditionierungsanlage (einschliesslich Betriebsstörungen, Wartung und Unterhalt) der Gesuchsteller als Ziel für die Kollektivdosis des Personals einen Wert von weniger als 50 Pers.-mSv/a vorgeben konnte.

## 2.3 Verbrennungs- und Schmelzanlage

Die Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 32 m/20 m/18 m. In dieser Anlage sollen dazu geeignete Abfälle aus dem Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke sowie aus der Medizin, Industrie und Forschung unter Volumenreduktion in eine zwischen- und endlagerfähige Form gebracht werden. Die meisten zu verbrennenden bzw. einzuschmelzenden Abfälle sind als  $\beta/\gamma$ -Abfälle einzustufen, in wenigen Fällen sollen auch  $\alpha$ -haltige Abfälle verarbeitet werden.

Der von der ZWILAG gewählte Verbrennungs- und Schmelzofen wird mit einem Plasma-brenner betrieben, mit dem eine hohe Energiedichte bei einer hohen Temperatur erreicht wird. Die voraussichtlich zur Verarbeitung anfallende Rohabfallmenge beträgt 200 t pro Jahr. Die effektive Kapazität des Ofens ist jedoch deutlich höher, sodass die Möglichkeit besteht, mit zunehmender Erfahrung auch weitere Rohabfallsorten, die heute anderweitig konditioniert werden, zu verarbeiten.

Es ist vorgesehen, den Betrieb in Kampagnen zu führen. Um eine ausreichende Menge Rohabfall pro Kampagne bereitzustellen, steht ein Hochregallager mit einer Kapazität von 320 Fässern zur Verfügung. Die Gesamtaktivität der Anlage wird im Bereich 5 TBq, der  $\alpha$ -Anteil voraussichtlich im Bereich 10 GBq liegen. Die vom Gesuchsteller formulierten vorläufigen Annahmebedingungen für die Abfälle werden im Kapitel 4.10.1 detailliert besprochen.

Das Abfallprodukt aus dem Plasmaofen ist eine die Aschen aus dem Brenngut enthaltende Glasschmelze, welche, gegebenenfalls zusammen mit geschmolzenem Metall, in eine Stahlkokille abgegossen wird und dort erstarrt. Nach dem Abgiessen des Abfallproduktes wird die Kokille in einen 200- l-Behälter verpackt. Weitere Konditionierungsschritte sind nicht notwendig: die Abfallgebinde können nach einer Abkühlperiode direkt ins Zwischenlager (MAA-Lager des ZZL) und später (falls notwendig nach Einbau in einen zusätzlichen Behälter) in ein Endlager überführt werden.

Die Verbrennungs- und Schmelzanlage wird vollautomatisch betrieben. Die Wartungs- und Unterhaltseinrichtungen sind derart konzipiert, dass der Gesuchsteller für die jährliche Kollektivdosis des Personals (aus dem Betrieb inkl. Betriebsstörungen sowie Wartung und Unterhalt) einen Zielwert von weniger als 50 Pers.-mSv vorgeben konnte.

Das Gebäude V ist ein Stahlbetonbau von 0,4 m Wand- und Dachstärke. Um den Ofen und das Hochregallager sind 0,6 m starke Stahlbetonwände und eine 0,7 m starke Decke angeordnet.

### **3 ERFÜLLUNGSGRAD DER AUFLAGEN AUS DEN BISHERIGEN VERFAHREN**

Im vorliegenden Kapitel wird der Erfüllungsgrad der Auflagen der Rahmenbewilligung vom 23. Juni 1993 und der Bewilligung vom 21. August 1996 dargestellt und kommentiert, sofern sie die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz betreffen.

#### **3.1 Auflagen der Rahmenbewilligung**

Die Rahmenbewilligung vom 23. Juni 1993 wurde an folgende Auflagen geknüpft:

- *Im Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren sind Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung der Stilllegungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens vorzuschlagen.*
- *Für den An- und Abtransport der radioaktiven Abfälle ist der Variante Bahntransport bis zur Umladestation in unmittelbarer Nähe der Kreuzung der Kantonsstrasse Baden-Koblentz mit der Verbindungsstrasse Würenlingen-PSI und anschliessendem Strassentransport Priorität einzuräumen.*

Auf die Erfüllung dieser Auflagen wurde im Gutachten der HSK im Rahmen des Bewilligungsverfahrens für den Bau der Gesamtanlage und den Betrieb der Lagerteile einschliesslich Empfangsbereich, Heisse Zelle und Umladestation (hiernach „Baubewilligungsverfahren“ genannt) [HSK95a] detailliert eingegangen. Beide Auflagen wurden erfüllt. Für die in der ersten Auflage genannten Abfälle wurde die Zwischenlagerung im HAA/BE-Gebäude des ZZL und spätere Konditionierung in der Mehrzweckhalle der Konditionierungsanlage vorgeschlagen. Die Baubewilligung vom 21. August 1996 enthält hierzu die Auflage, dass die Behälter auf Dichtheit zu überwachen seien, und falls ihr Zustand es erfordert, spätestens aber innert zweier Jahre nach der Festlegung von definitiven Annahmebedingungen für das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle, geeignet zu konditionieren seien (Baubewilligung, Auflage 3.8).

Die in der zweiten Auflage angesprochene Variante wurde von der ZWILAG gewählt und wird realisiert.

#### **3.2 Auflagen der Bewilligung vom 21. August 1996**

Die Bewilligung des Bundesrates vom 21. August 1996 ist an 25 Auflagen geknüpft, von denen 22 (Auflagen 3.2 bis 3.23) die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz betreffen. Von diesen wiederum betreffen 11 ausschliesslich die Inbetriebnahme und den Betrieb des ZZL: Sie brauchen an dieser Stelle nicht erörtert zu werden, da sie zu gegebener Zeit im Rahmen von Freigaben auf ihre Erfüllung überprüft werden. Im Folgenden werden die übrigen 11 Auflagen betrachtet, die im Hinblick auf den Bau der Anlage und das Gesuch um die Betriebsbewilligung formuliert wurden.

Auflage 3.2: *Die Detailplanung und Ausführung der Bauten sind der Aufsicht der HSK unterstellt. Insbesondere sind die Bestimmungen der Richtlinien HSK-R-04 und HSK-R-08 sinngemäss einzuhalten und für die einzelnen Bauteile Baufreigaben einzuholen.*

Wie dies bereits im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch vom Dezember 1995 [HSK95a] dargelegt wird, hat die HSK aufgrund des - im Vergleich zu den Lagerhallen, der Heissen Zelle und dem Empfangsbereich - kleineren Aktivitätsinventars und deshalb niedrigeren Gefährdungspotentials der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage akzeptiert, dass diese Gebäude in die Bauwerksklasse II nach der SIA-Norm 160 (1989) eingeteilt werden (Lagerhallen, Heisse Zelle und Empfangsbereich: Bauwerksklasse III). Aus denselben Gründen wurde die Aufsicht in Anlehnung an die Richtlinie HSK-R-04 folgendermassen gestaltet: Für die Gebäude der Bauwerksklasse III wurden die Dokumentationen der Hierarchien B1, B2 und B3 vor Erteilung der Baufreigabe geprüft, während für die Gebäude der Bauwerksklasse II die Baufreigabe nach der Prüfung der Unterlagen der Hierarchie B2 erteilt und die Unterlagen der Hierarchie B3 nur stichprobenartig geprüft wurden.

Auflage 3.2 wurde somit erfüllt.

Auflage 3.3: *Für die Montage von sicherheitsrelevanten Systemen und Komponenten sind Montagefreigaben der HSK erforderlich. Der Detaillierungsgrad der dazu erforderlichen Unterlagen richtet sich nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der Systeme bzw. Komponenten.*

Die Klassierung der Systeme und Komponenten von Kernkraftwerken ist Gegenstand der Richtlinie HSK-R-06. Diese Richtlinie wurde sinngemäss für das ZZL angewendet. Wegen des im Vergleich zu einem Kernkraftwerk wesentlich niedrigeren Gefährdungspotentials sind im ZZL nur wenige klassierte Ausrüstungen vorhanden: einige Ausrüstungen der Heissen Zelle (Siehe [HSK95a], Kapitel 7.3.10) sowie des Verbrennungs- und Schmelzofens einschliesslich der Rauchgasreinigungsanlage bis und mit Quench. Diese Ausrüstungen wurden im Baubewilligungsverfahren der Sicherheitsklasse 4 zugeordnet. Vor der Freigabe der Montage dieser Ausrüstungen wurden von der HSK die Dokumentationen der ersten drei Hierarchien geprüft.

Wie im Kap. 4.1 dargelegt wird, hat die HSK auch weitere Systeme, welche zwar nicht klassiert sind, welchen aber eine sicherheitstechnische Bedeutung zukommt, vor der Montage- bzw. Systemfreigabe mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad geprüft. Dabei wurden Systeme und Ausrüstungsteile, deren Ausfall den sicheren Einschluss der Aktivität gefährdet, sowie Einrichtungen, die Störfälle mit Freisetzung von Aktivität verhindern oder deren Folgen begrenzen, im Hinblick auf den Prüfumfang den Systemen der Sicherheitsklasse 4 gleichgestellt. Bei weniger bedeutsamen Systemen und Einrichtungen wurden vor der Systemfreigabe nur die Unterlagen der 1. und 2. Hierarchie (Auslegungsspezifikationen) geprüft; auf eine separate Montagefreigabe wurde verzichtet.

Die Freigaben entsprechend der Auflage 3.3 wurden somit eingeholt.

Die Auflagen 3.4 bis 3.10 betreffen die Lagerhallen und die Umladestation. Sie sind bei der Inbetriebnahme dieser Einrichtungen bzw. während des Betriebs der Lagerhallen zu erfüllen.

Auflage 3.11: *Zusammen mit dem Gesuch um Erteilung der Betriebsbewilligung für die Verbrennungs- und Schmelzanlage ist aufzuzeigen, wie die Reststoffe Salzsäure und Gips*

*aus dem Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage gegebenenfalls als radioaktive Abfälle entsorgt werden können, falls deren Entsorgung als Inaktivmaterialien nicht möglich ist.*

Die ZWILAG hat bezüglich der Endlagerung von allfällig radioaktiv kontaminiertem Gips eine Stellungnahme der Nagra eingeholt. Darin wird festgehalten, dass die Einbindung von Gips in einen geeigneten Zement mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Abfallprodukt führen würde, welches die Annahmebedingungen der Nagra für das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle sowie die Kriterien der Richtlinie HSK-R-14 erfüllen wird. Details zu den voraussichtlich geeigneten Zementen werden im Sicherheitsbericht gegeben ([ZWI97c], Kapitel 11.3.2). Dabei wird von einem Gewichtsanteil des Gipses im Zement von 16% bis 20% ausgegangen.

Die HSK erwartet, dass eine Zementierung des Gipses eine geeignete Lösung für die Entsorgung darstellen würde, kann aber nicht ausschliessen, dass die höchstmögliche Beladung des Zementes unterhalb des vorgeschlagenen Gewichtsanteils liegen wird. Dies würde sich aber nur auf die zu entsorgenden Mengen auswirken. Bei einem geschätzten Gipsanfall von 5 t/a wären pro Jahr zwischen 50 und 100 Normfässer konditionierten Abfalls zu erwarten. Die Machbarkeit kann also als erwiesen gelten. Durch die an der Rauchgasreinigung vorgenommenen Verbesserungen (siehe Kap. 4.10.7) kann sogar erwartet werden, dass der Gips als inaktiv entsorgt werden kann. Letztlich wird nur die Erfahrung bei der aktiven Inbetriebsetzung und während der ersten Betriebsmonate den diesbezüglichen Nachweis erbringen.

Durch die vorgenommenen Modifikationen der Rauchgasreinigung entsteht als Rückstand eine NaCl-Lösung statt der früher anfallenden Salzsäure. Dies ist als Vorteil zu werten. Wie im Kapitel 5.4.4 dargelegt wird, kann erwartet werden, dass die Aktivitätskonzentrationen in den entstehenden Salzlösungen derart tief sein werden, dass sie unter Einhaltung der diesbezüglichen Abgabelimiten an den Vorfluter abgegeben werden können (vgl. Auflage 3.13). Die Entsorgung erfolgt in diesem Fall also nicht mittels Endlagerung in einer geologischen Formation. Dies ist auch sinnvoll, weil Chlor und Chlorverbindungen nur schwer in eine unlösliche Form gebracht werden können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Auflage 3.11 von der ZWILAG erfüllt wurde.

Auflage 3.12: *Die Überwachung der Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Umwelt muss folgenden Anforderungen genügen:*

- a) *Für alle Abgabestellen mit Ausnahme des Lagers für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente sind die  $\beta/\gamma$ -Aerosole kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren.*
- b) *Für das Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente ist eine zumindest stichprobenweise Überwachung der konvektiven Fortluft auf Aerosole vorzusehen.*
- c) *Bei der Heissen Zelle, der Konditionierungsanlage und den Verbrennungsabgasen sind die Jodabgaben zu bilanzieren und die Abgaben von Tritium kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren.*
- d) *Bei der Heissen Zelle und bei den Verbrennungsabgasen sind  $\alpha$ -Aerosole kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren.*

e) *Bei den Verbrennungsabgasen ist die Abgabe von C-14 zu bilanzieren, sofern nicht nachgewiesen wird, dass die Abgabelimiten (Auflage 3.13) nicht überstiegen werden können.*

Wie dies in Kapitel 5.1 des vorliegenden Gutachtens dargelegt ist, sind die von der ZWILAG vorgesehenen Überwachungsmethoden und Messinstrumente geeignet, die Anforderungen der Auflage 3.12 zu erfüllen. Die ZWILAG hat sich insbesondere dahingehend geäußert, dass in den Verbrennungsabgasen die C-14-Aktivitätsabgaben über eine Sammelprobe bilanziert und die kontinuierlichen  $\beta/\gamma$ -Aerosolmessstellen redundant ausgeführt werden sollen.

Die Auflage 3.13 legt den für das ZZL einzuhaltenden quellenbezogenen Dosisrichtwert und die daraus abgeleiteten Abgabelimiten fest. Sie ist somit ab aktiver Inbetriebnahme des ZZL zu erfüllen.

Die Auflage 3.14 betrifft die Ausrüstung des Lagers für mittelaktive Abfälle. Sie wurde bereits erfüllt.

Die Auflage 3.15 betrifft die Störfallvorsorge im Lager für mittelaktive Abfälle. Sie ist bis zur Inbetriebnahme zu erfüllen.

Die Auflage 3.16 betrifft das Qualitätssicherungssystem und ist im Hinblick auf den Betrieb des ZZL zu erfüllen. Die ZWILAG hat hierzu vorbereitende Schritte unternommen, die im Kapitel 7.4 beurteilt werden.

Auflage 3.17: *Vor der Erteilung der Baufreigabe für die Heisse Zelle hat die Gesuchstellerin einen Bericht über die vorhandenen und soweit möglich die künftig zu erwartenden Abfälle, deren Konditionierung in der Heissen Zelle naheliegt, einzureichen. Darin sind auch Möglichkeiten für die Konditionierung dieser Abfälle aufzuzeigen.*

Die KKW-Betreiber haben im Baubewilligungsverfahren Angaben zu den Betriebsabfällen in ihren Werken gemacht, die im Gutachten der HSK [HSK95a] zusammengefasst sind. Darin ist ersichtlich, dass die Heisse Zelle nur für die Verarbeitung der am stärksten strahlenden Abfälle, nämlich der sogenannten Reaktorabfälle (Abfälle, welche im Kern des Reaktors aktiviert und kontaminiert wurden) in Betracht gezogen werden muss. Die am stärksten aktivierten Reaktorabfälle sind ausgediente Steuerstäbe; sie decken alle übrigen Reaktorabfälle hinsichtlich Konditionierung ab. Die ZWILAG hat deshalb zwei Berichte eingereicht, in welchen Verfahren für die Zerlegung dieser Stäbe in der Heissen Zelle sowie deren Zementierung in der Mehrzweckhalle der Konditionierungsanlage im Sinne von Machbarkeitsstudien vorgeschlagen werden. Diese Berichte betreffen Steuerstäbe aus Siedewasserreaktoren und Druckwasserreaktoren.

Die in den Berichten gemachten Vorschläge sind nach Ansicht der HSK zweckmässig. Insbesondere scheint eine Verlegung der mit den zerlegten Abfällen gefüllten, aber noch nicht zementierten Abfallbehälter zur Zementierung in die Mehrzweckhalle der Konditionierungsanlage die bessere Option darzustellen als eine Zementierung in der heissen Zelle. Bei der Zementierung in der Mehrzweckhalle ist dem hohen Strahlungspegel der Abfälle durch fernbediente Arbeitsschritte Rechnung zu tragen.

Die Auflage 3.17 ist erfüllt.

Auflage 3.18: Die Verbrennungs- und Schmelzanlage ist so auszulegen bzw. es sind Ausbaumöglichkeiten offen zu lassen, dass auch die Verarbeitung von stärker strahlenden Abfällen, beispielsweise von Ionenaustauscherharzen aus den Kernkraftwerken, möglich bleibt, soweit dies sinnvoll und mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist.

Die KKW-Betreiber haben im Baubewilligungsverfahren Angaben zu den Betriebsabfällen aus ihren Werken gemacht, die im Gutachten der HSK [HSK95a] zusammengefasst sind. Bis auf drei Abfallkategorien haben alle im Betrieb zu erwartenden Abfallsorten spezifische Aktivitäten, die von den im Sicherheitsbericht [ZWI97c] vorgeschlagenen Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage des ZZL für den Routinebetrieb abgedeckt werden. Die drei Ausnahmen sind die sogenannten Reaktorabfälle sowie zwei Klassen von Ionenaustauscherharzen. Sie werden im Folgenden einzeln angesprochen.

Die Reaktorabfälle (insbesondere Steuerstäbe, Messlanzen, Brennelementkästen) haben vor allem infolge ihrer Aktivierung im Reaktorkern sehr hohe spezifische Aktivitäten im Bereich 100 GBq/kg bis 10 TBq/kg. Sie weisen Oberflächendosisleistungen im Bereich 10 Sv/h bis 200 Sv/h auf. Diese Abfälle werden auch nach längerer Abklingzeit die Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage nicht erfüllen. Dies ist auch nicht erforderlich, da für deren Konditionierung die Heisse Zelle des ZZL zur Verfügung steht (siehe Beurteilung der Erfüllung von Auflage 3.17 hiervor). Eine Dimensionierung der Verbrennungsanlage für solche Abfälle ist nicht zweckmässig und wäre auch unverhältnismässig aufwendig.

Die Ionenaustauscherharze aus den Wasserreinigungskreisläufen (Reaktorwasser und Brennelementlagerbeckenwasser) haben mittlere spezifische Aktivitäten im Bereich 10 GBq/kg. Sie weisen Oberflächendosisleistungen von typischerweise 1 Sv/h auf. Solche Abfälle würden erst nach einer Abklingzeit von rund 20 Jahren die im Sicherheitsbericht vorgeschlagenen Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage für den Routinebetrieb erfüllen. Es ist allerdings zu erwarten, dass mit zunehmender Betriebserfahrung eine Anpassung der Annahmebedingungen in Richtung höherer spezifischer Aktivitäten möglich sein wird. Die baulichen Voraussetzungen dazu (Abschirmwirkung der Wände und Strahlenschutzfenster) sind für eine Erhöhung um bis zu einem Faktor 10 vorhanden [ZWI97i]. Es sind aber auch weitere Randbedingungen zu beachten, so insbesondere die Strahlenexposition des Personals während Reparaturen und Instandhaltung sowie jene der Bevölkerung im Normalbetrieb und vor allem bei Störfällen. Eine Anpassung der Annahmebedingungen im Sinne, dass alle hier angesprochenen Harze ohne Abklingzeit verarbeitet werden könnten, würde eine Erhöhung der höchstzulässigen spezifischen Aktivität des Rohabfalls um mehr als einen Faktor 10 bedingen. Dies würde grössere bau- und verfahrenstechnische Anpassungen nach sich ziehen, die im Verhältnis zum erwarteten Nutzen analysiert werden müssten. In dieser Hinsicht ist hervorzuheben, dass die Harze heute vor Ort in den KKW konditioniert und zwischengelagert werden. Die Verfahren und die von der Nagra als endlagerfähig eingestuftten Abfallgebundetypen sind von der HSK geprüft und freigegeben worden. Es besteht somit aus heutiger Sicht keine Notwendigkeit, diese Abfälle der Verbrennung zuzuführen.

Die Ionenaustauscherharze aus den Kondensatreinigungsanlagen der Siedewasserreaktoren haben mittlere spezifische Aktivitäten im Bereich 1 GBq/kg und weisen Oberflächendosisleistungen im Bereich 100 mSv/h auf. Diese Abfälle könnten bei Bedarf der Verbrennung zugeführt werden, sofern ihre spezifische Aktivität nicht erheblich vom Mittelwert abweicht. Es gilt jedoch zu beachten, dass der Anfall an solchen Harzen in den



Schweizer Siedewasserreaktoren rund 20 t/a beträgt. Die gegenwärtigen Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage erlauben jedoch nur ca. 2 t/a Rohabfälle mit Aktivitäten nahe dem Maximalwert von rund 80 GBq/Fass. Für eine routinemässige Verbrennung aller hier angesprochenen Harze wäre deshalb eine Abklinglagerung und/oder der Einbau zusätzlicher Abschirmungen sowie zusätzliche Massnahmen, wie sie in [ZWI97i] dargestellt werden, notwendig. Eine Anpassung in Richtung höherer Aktivitätsgehalte wird zwar voraussichtlich realisierbar sein, die genauen zu treffenden Massnahmen können aber erst nach Vorliegen von ausreichenden Erfahrungen im aktiven Betrieb festgelegt werden. Auch hier gilt es jedoch, den erwarteten Nutzen in Betracht zu ziehen. Wie für die Harze aus den Wasserreinigungskreisläufen bestehen für den hier angesprochenen Harztyp in den einzelnen Werken geeignete Konditionierungseinrichtungen und -verfahren, die von der HSK gemäss der Richtlinie HSK-R-14 freigegeben wurden. Es besteht somit aus heutiger Sicht keine Notwendigkeit, diese Harze generell der Verbrennung zuzuführen.

Die HSK betrachtet ein Umrüsten der Verbrennungs- und Schmelzanlage auf das Verbrennen sämtlicher radioaktiver Harze aus den Kernkraftwerken im Vergleich zum Aufwand als nicht sinnvoll.

Aufgrund des dargelegten Sachverhalts betrachtet die HSK Auflage 3.18 als erfüllt.

*Auflage 3.19: Vor der Erteilung der Baufreigabe für die Verbrennungs- und Schmelzanlage muss ein von der HSK akzeptierter Nachweis vorliegen, dass der für das ZZL vorgesehene Ofen strahlenschutztechnisch optimiert ist und die Wartungs- und Unterhaltsarbeiten wie geplant durchgeführt werden können. Dabei ist von der Auslegung der Anlage gemäss Auflage 3.18 auszugehen.*

Hinsichtlich dieser Auflage hat die ZWILAG bei der HSK eine Dokumentation eingereicht, welche nach Abklärungen einzelner Punkte von der HSK als ausreichend in Hinsicht auf die Baufreigabe des Gebäudes V beurteilt wurde. Zu diesem Urteil führte insbesondere auch die von der ZWILAG neu beschlossene Verstärkung von Wänden im Bereich des Hochregallagers und von Decken an den Standorten, wo die höchsten Strahlenpegel erwartet werden, mit dem Ziel, die baulichen Voraussetzungen für eine allfällige spätere Anpassung der Annahmebedingungen in Richtung höherer zugelassener Aktivitäten zu schaffen (siehe Beurteilung der Erfüllung der Auflage 3.18 hiervoor). Die für die Beurteilung der Optimierung der Instandhaltung und Wartung des Ofens notwendigen Unterlagen wurden zusammen mit den Unterlagen zur zweiten Hierarchie (Auslegungsspezifikation des Ofens) eingereicht und im Sicherheitsbericht [ZWI97c] verfeinert. Wie dies in Kapitel 5.4.1 des vorliegenden Gutachtens dargelegt ist, beurteilt die HSK die getroffenen Optimierungsmassnahmen als ausreichend, wobei einzelne Optimierungen noch während der inaktiven Inbetriebnahmephase und im aktiven Betrieb vorgenommen werden müssen.

Die Auflage 3.19 ist erfüllt.

*Auflage 3.20: Zusammen mit dem Gesuch um Erteilung der Betriebsbewilligung für die Verbrennungs- und Schmelzanlage ist ein Bericht betreffend die Möglichkeiten zur Erhöhung der Annahmebedingungen für den Aktivitäts- und den Chlorgehalt einzureichen.*

Die ZWILAG hat den geforderten Bericht als Zusatzbericht [ZWI97i] zum Sicherheitsbericht eingereicht. Sie kommt zum Schluss, dass eine Erhöhung des Aktivitätsgehaltes der der Verbrennung zuzuführenden Abfälle um einen Faktor 10 voraussichtlich möglich sein wird.

Aufgrund der Beurteilung der Erfüllung der Auflagen 3.18 und 3.19 erachtet die HSK diese Zielsetzung als realistisch, wobei für die detaillierte Festlegung der dazu erforderlichen Massnahmen Erfahrungen im aktiven Betrieb notwendig sind.

Hinsichtlich des Chlorgehaltes der Abfälle erwartet die ZWILAG [ZWI97i], dass einzelne Fässer mit bis zu 35 kg PVC unter Einhaltung der Abgabelimite der Luftreinhalteverordnung verarbeitet werden können. Die Limite für den Jahresdurchsatz wird von den Annahmebedingungen auf 1350 kg/a festgelegt. Wie in Kapitel 5.4.4 des vorliegenden Gutachtens dargelegt wird, ist zu erwarten, dass die aus dem Ofenbetrieb entstehenden Salzlösungen unter Einhaltung der Abgabelimiten an den Vorfluter abgegeben werden können, so dass mit der Entsorgung von NaCl keine Probleme entstehen. Die HSK erachtet die erreichte Flexibilität der Verbrennungs- und Schmelzanlage im Hinblick auf die Behandlung von Chlorverbindungen als ausreichend.

Die Auflage 3.20 ist erfüllt.

*Auflage 3.21: Zusammen mit dem Gesuch um Erteilung der Betriebsbewilligung für die Konditionierungsanlage ist ein Bericht betreffend umhüllende Annahmebedingungen (Mittelwert, Maximalwert) für den Aktivitätsgehalt einzureichen.*

Die ZWILAG hat den geforderten Bericht eingereicht [ZWI97f]. Dort wird dargelegt, dass für die Auslegung der Konditionierungsanlage die Erfahrungs- bzw. Erwartungswerte für die spezifische Aktivität des Rohabfalls zugrundegelegt wurden. Es wurde angenommen, dass ein Sechstel des anfallenden Abfalls die fünffache spezifische Aktivität und demnach auch die fünffache Oberflächendosisleistung aufweist. Dies entspricht einer durchschnittlichen spezifischen Aktivität der angelieferten Abfälle von rund  $65 \text{ GBq/m}^3$ . Auf dieser Basis wird eine jährliche Kollektivdosis des Personals der Konditionierungsanlage von 28 Pers.-mSv ermittelt. Der Vergleich mit der von der HSK genehmigten Planungsvorgabe von 50 Pers.-mSv/a zeigt, dass in dieser Hinsicht Reserve für zukünftige Abfallmengen und -sorten besteht. In der Praxis ist zu berücksichtigen, dass der jährliche Anfall an Abfällen gegenwärtig eher stagniert. Mittel- und langfristig werden Stilllegungen den Anfall steigen lassen. Es ist daher anzustreben, den Betrieb bereits in den ersten Betriebsjahren soweit zu optimieren, dass die effektive Kollektivdosis tiefer als 28 Pers.-mSv/a ausfällt, damit in Zukunft eine grössere Reserve zur Verfügung steht. Dabei kann die HSK nicht ausschliessen, dass mittelfristig Verbesserungen an den Ausrüstungen (vor allem in Richtung Automatisierung und Fernhandlung) im Sinne einer Optimierung vorgenommen werden müssen. Sie behält sich vor, nach Vorliegen der ersten Betriebserfahrungen entsprechende Untersuchungen zu verlangen.

Hinsichtlich der Aktivitätsgrenzen für einzelne, selten vorkommende Rohabfälle, verfügt die Anlage über eine grössere Reserve. Die ZWILAG kommt zum Schluss, dass Abfälle mit spezifischen Aktivitäten bis ca.  $5 \text{ TBq/m}^3$  verarbeitet werden können. Limitierende Faktoren sind hier die bei der routinemässigen Verarbeitung zu erwartende Strahlenexposition des Personals sowie die Strahlenexposition der Bevölkerung bei Störfällen. Nach Ansicht der HSK können in Ausnahmefällen noch höhere spezifische Aktivitäten verarbeitet werden, wenn durch entsprechende technische und administrative Massnahmen, welche in einem Freigabeverfahren durch die HSK festgelegt werden, der Schutz von Personal und Bevölkerung gewährleistet wird. Dabei denkt die HSK vor allem an Arbeiten in der Mehrzweckhalle der Anlage, wie sie insbesondere im Fall der Konditionierung der Lucens-Abfälle

(siehe [HSK95a], Kap. 4.1) und gegebenenfalls bei der Konditionierung von Steuerstäben, welche vorher in der heissen Zelle zerlegt und für die Zementierung vorbereitet wurden, erforderlich sind.

Eine weitere Einschränkung betrifft die Gesamtaktivität in der Konditionierungsanlage. Diese muss so tief bleiben, dass das Schutzziel für seltene, schwere Störfälle (100 mSv Individualdosis für Einzelpersonen der Bevölkerung, siehe Kapitel 6.1) erreicht wird. Im Sicherheitsbericht wird das unter Vorgabe eines totalen Inventars des Hochregallagers von 5,6 TBq nachgewiesen. Das Inventar des Hochregallagers wäre jedoch bei einer vollen Belegung mit Abfallgebinden, welche die für die Auslegung der Konditionierungsanlage angenommenen Durchschnittsaktivitäten aufweisen, um rund einen Faktor 3 höher. Solange keine neue Störfallanalyse des Gesuchstellers vorliegt muss deshalb durch administrative Massnahmen gewährleistet werden, dass das Inventar des Hochregallagers auf den im Sicherheitsbericht angenommenen Wert beschränkt bleibt. Die HSK wird sich anlässlich des Freigabeverfahrens für die Inbetriebnahme von der Zweckmässigkeit der diesbezüglichen Betriebsvorschriften überzeugen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die von der ZWILAG gelieferten Unterlagen die Ableitung von umhüllenden Annahmebedingungen ermöglichen. Die Auflage 3.21 der Baubewilligung ist erfüllt.

*Auflage 3.22: Zusammen mit dem Gesuch um Erteilung der Betriebsbewilligung für die Konditionierungsanlage sowie die Verbrennungs- und Schmelzanlage sind den Behörden ein aktualisierter Sicherheitsbericht und die provisorischen Betriebsdokumente zuzustellen.*

Die ZWILAG hat zusammen mit den Bänden I, III und IV des Sicherheitsberichtes die folgenden Betriebsdokumente zur Prüfung eingereicht: Betriebsreglement [ZWI97j], Notfallreglement [ZWI97k], Strahlenschutzreglement [ZWI97 ], Administrative Weisung zur Erstellung von Betriebsvorschriften [ZWI97m], Administrative Weisung zum Inbetriebsetzungsprogramm für Anlagen mit Generalplaner [ZWI97n], Technischen Bericht zum Programm zu Aufbau und Implementierung des betrieblichen QM-Systems der ZWILAG [ZWI97o]. Im Dezember 1998 wurde zusätzlich das Unternehmensleitbild [ZWI98a], das Reglement zum Qualitätsmanagement [ZWI98c], sowie ein überarbeitetes Betriebsreglement [ZWI98b] eingereicht. Band II des Sicherheitsberichtes (Sicherheitsbericht zu den Lagerhallen, zur Heissen Zelle, zum Empfangsbereich, zum Nebengebäude und zur Umladestation Schiene-Strasse) [ZWI99a], der das gegenwärtige Bewilligungsverfahren (Konditionierungsanlage und Verbrennungs- und Schmelzanlage) nicht berührt, wurde im April 1999 der HSK zugestellt.

Die von der ZWILAG vorgelegte Dokumentation ist weniger umfangreich als jene, welche als 4. Dokumentationshierarchie gemäss Richtlinie HSK-R-30 vor Erteilung der Betriebsbewilligung gefordert wird. Bei der Bewertung dieses Sachverhaltes ist aber zu beachten, dass in den Anlagenteilen, die Gegenstand des Bewilligungsgesuches der ZWILAG vom 15. Dezember 1997 sind, nur eine Komponente (Verbrennungsofen) im Sinne der Richtlinie HSK-R-06 sicherheitstechnisch klassiert ist. Im Sicherheitsbericht, in den Ergänzungsberichten und in den der HSK vorliegenden Unterlagen der 2. Dokumentationshierarchie sind zahlreiche Angaben hinsichtlich der Wartung und des Unterhalts des Ofens enthalten, die es erlauben, die Prüfung der Detailvorschriften erst im Rahmen des Betriebsfreigabeverfahrens vorzunehmen. Sämtliche andere Systeme und Komponenten sind unklassiert,

weshalb die diesbezüglichen Detailvorschriften (Fahr- und Wartungsvorschriften) ebenfalls erst im Freigabeverfahren und nur soweit erforderlich (Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnischer Bedeutung - siehe dazu [HSK95a], Kapitel 5) von der HSK geprüft werden müssen.

Beurteilungen der HSK zu den eingereichten Betriebsvorschriften finden sich im Kapitel 8 für den Bericht [ZWI97n], Kapitel 5.2.2 für den Bericht [ZWI97ℓ] und Kapitel 7 für die übrigen, hiervoor genannten Zusatzberichte.

Im Freigabeverfahren für die Inbetriebnahme wird die HSK neben den Detailvorschriften für die einzelnen Systeme und Komponenten auch die Vorschriften hinsichtlich Annahmebedingungen für den Routinebetrieb, Belegung der Hochregallager und Inventarhaltung in den Anlagen prüfen. Bei Rohabfällen, welche die Annahmebedingungen für den Routinebetrieb nicht erfüllen, werden, wenn entsprechende Sicherheitsnachweise vorliegen, Freigaben durch die HSK erteilt. Für die Verfestigung von Abfällen (Konditionierung und Verbrennung/Schmelzen) sind detaillierte Spezifikationen erforderlich, welche Gegenstand von Freigaben der HSK nach der Richtlinie HSK-R-14 sind. Damit sind die Voraussetzungen für eine ausreichende Aufsicht vorhanden.

Die mit dem Bewilligungsgesuch eingereichten Unterlagen sind zur Erfüllung von Auflage 3.22 ausreichend.

*Auflage 3.23: In den anlageinternen Reglementen sind auch Massnahmen zur Förderung der Sicherheitskultur aufzunehmen.*

Das Unternehmensleitbild [ZWI98a] sowie das Betriebsreglement [ZWI98b] beschreiben Elemente der Sicherheitskultur und deren praktische Umsetzung; siehe die Beurteilung der HSK im Kapitel 7.1.

Die Auflage 3.23 ist aus Sicht der HSK erfüllt.

## **4 AUSLEGUNG UND AUSFÜHRUNG DER SICHERHEITSTECHNISCH WICHTIGEN TEILE DER ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN**

### **4.1 Aufsichtsverfahren während Projektierung, Bau und Montage**

Während der Projektierung und Erstellung einer Kernanlage führt die HSK verschiedene Schritte (Hierarchien) der begleitenden Beurteilung durch. Für jede der insgesamt vier Hierarchien muss der Antragsteller entsprechende Dokumente zur Prüfung unterbreiten. Die Dokumentation der ersten Hierarchie beschreibt das geplante Projekt und die wesentlichen Anforderungen an die Auslegung seiner Teile, einschliesslich der wichtigsten Spezifikationen, Dispositions- und Schaltpläne, der Projektorganisation und der Qualitätssicherungskonzepte des Gesuchstellers und der Hauptlieferanten. Die abgeschlossene Prüfung der Dokumentation der ersten Hierarchie und betreffend die Sicherheits- und Störfallanalysen der zweiten Hierarchie (Analyse der auslegungsbestimmenden Betriebsbedingungen und Störfälle sowie ihrer Auswirkungen auf die Anlage und auf die Umgebung) ist Voraussetzung für die Erteilung der nuklearen Baubewilligung.

Das ZZL erhielt die Baubewilligung im August 1996 [BUN96a]. Seither wurden gewisse Änderungen der Auslegungsdetails vorgenommen, auf die im Folgenden hingewiesen wird. Aus diesem Grunde sowie aufgrund des Erlasses der Richtlinie HSK-R-41 über Methoden zur Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung von Kernanlagen [HSK97a] im Jahre 1997 wurde eine Wiederholung der Störfallanalysen notwendig. Die neuen Störfallanalysen werden im Kapitel 6 des vorliegenden Gutachtens beurteilt.

Im Anschluss an die Baubewilligung erfolgt die weitere Aufsicht der HSK im Rahmen des Bau- und Montagefreigabeverfahrens (zweite und dritte Hierarchie). Zweck dieses Freigabeverfahrens während der Erstellungsphase ist, dass sich die HSK rechtzeitig vor Beginn der einzelnen Abschnitte des Baus, der Fertigung von Komponenten und der Montage von Systemen anhand entsprechender Unterlagen vergewissern kann, dass die massgeblichen Regelwerke sowie die behördlichen Auflagen und Forderungen berücksichtigt und die vorgeschlagenen technischen Lösungen bzw. Herstellungs- und Prüfverfahren geeignet sind und dem Stand der Technik entsprechen. Dabei ist die Tiefe der Prüfung durch die HSK von der sicherheitstechnischen Relevanz der Systeme bzw. Ausrüstungen abhängig.

Die Richtlinie HSK-R-06 [HSK85a] legt für Kernkraftwerke ein System der Klassierung von Systemen und Ausrüstungen nach ihrer Sicherheitsrelevanz fest. Eine Klassierung nach HSK-R-06 führt zu besonderen Anforderungen an die Auslegung, an das Freigabeverfahren und an den Unterhalt der Systeme. Im ZZL sind in sinngemässer Anwendung dieser Richtlinie einige Systeme sicherheitstechnisch klassiert. So sind in der Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie in der Heissen Zelle Systeme vorhanden, die der Gesuchsteller im Einklang mit der HSK in die Sicherheitsklasse 4 (unterste von vier Klassen) eingeteilt hat. Es gibt aber Systeme und Ausrüstungen in den Zwischenlagern und den Abfallbehandlungsanlagen, welche nicht nach der Richtlinie HSK-R-06, die bei Kernkraftwerken gilt, klassiert sind, welchen aber im ZZL eine sicherheitstechnische Bedeutung zukommt. Der Gesuch-

steller hat deshalb im Einklang mit der HSK jedes der nicht klassierten Systeme einer von drei Kategorien zugeordnet:

- Kategorie A: Systeme und Ausrüstungsteile, deren Ausfall den sicheren Einschluss der Aktivität gefährdet sowie Einrichtungen, die Störfälle mit Freisetzung von Aktivität verhindern oder deren Folgen begrenzen.
- Kategorie B: Weniger bedeutsame Systeme und Einrichtungen, die allgemein sicherheitsrelevant sind.
- Kategorie C: Systeme und Komponenten ohne sicherheitstechnische Bedeutung.

Für die klassierten Systeme und Ausrüstungen sowie die unklassierten Systeme und Ausrüstungen der Kategorie A wird ein zweistufiges Freigabeverfahren angewendet, wobei die HSK, gestützt auf die Dokumentation der 2. Hierarchie, die Beschaffung der Komponenten und später, nach Prüfung der Dokumentation der 3. Hierarchie, die Montage freigibt. Für unklassierte Systeme und Ausrüstungen der Kategorie B werden nach Prüfung der Dokumentation der 2. Hierarchie die Beschaffung der Komponenten und die Montage in einem Schritt freigegeben. Für Systeme der Kategorie C (ohne Sicherheitsrelevanz) ist keine Freigabe der HSK notwendig.

Die Hierarchie 4 umfasst die Abschlussdokumentation über die verschiedenen Tätigkeiten wie Bauausführung, nichtaktive Inbetriebnahmeversuche, Qualitätssicherung sowie die Reglemente und Anweisungen für den Betrieb und die Instandhaltung. Die Dokumente dieser Hierarchie werden vor der Betriebsfreigabe durch die HSK beurteilt.

## **4.2 Bauten**

### **4.2.1 Baugrund**

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Baugrund wurde in den Gesuchen der ZWILAG um die Rahmen- und die Baubewilligung für das ZZL behandelt. Die Angaben im jetzt vorliegenden Sicherheitsbericht enthalten dazu keine Änderungen.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK hat den Baugrund in ihren Gutachten im Rahmenbewilligungsverfahren [HSK92a] und im Baubewilligungsverfahren [HSK95a] beurteilt. Da es seither keine Änderungen gab, wird im Folgenden nur über die Bauaufsicht der HSK während des Aushubs der Baugruben berichtet.

Der Aushub der Baugrube war problemlos und der angetroffene Baugrund auf Fundationskote, ein sandiger Kies mit teilweise grossen Steinen, den Erwartungen entsprechend gut. Er gewährleistet die Grundbruchsicherheit der Gebäude und lässt nur sehr kleine Gebäude-setzungen erwarten.

## 4.2.2 Äussere Einwirkungen

### Angaben des Gesuchstellers

Für die Auslegung der beiden Gebäude berücksichtigte der Gesuchsteller das Erdbeben, die Überflutung, kapillar aufsteigendes Grundwasser und den Absturz eines Helikopters.

Wie im Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch, Band I [ZWI94a] festgelegt, wurde für die Gebäude ein Auslegungserdbeben der Häufigkeit  $10^{-4}$  /a gewählt. Dies entspricht einer Standort-Intensität  $I_s$  nach Medwedew, Sponheuer und Karnik (MSK) von ca. VII,6 mit einer horizontaler Erdbebenbeschleunigung von 0,16 g. Die Gebäude wurden in die Bauwerksklasse II gemäss Norm SIA 160 (1989) (Einwirkung auf Tragwerke) eingeteilt und mit dem Ersatzkraftverfahren berechnet. Zusätzlich ist die Boden-Bauwerk-Interaktion durch eine Erhöhung der Beschleunigungen um 15% berücksichtigt worden. Für Einbauten in den Gebäuden hat die ZWILAG das Erdbeben gemäss Norm SIA 160 gewählt. An Orten, wo eine Explosionsgefahr besteht, und bei erdberührten Wänden wurde die Mindestbewehrung für hohe Anforderungen gemäss der Norm SIA 162 eingelegt.

Da die Gebäudezugänge um 3,30 m höher liegen als die maximale erwartete Flutwelle, musste wegen der Überflutung nichts weiter vorgekehrt werden.

Die Gebäude wurden knapp über dem höchsten gemessenen Grundwasserstand fundiert und mit einer Grundwasserisolation als Feuchtigkeitsisolation versehen.

Wegen des Helikopterlandeplatzes vor dem Eingang des Paul Scherrer Institutes wurde der Absturz eines Helikopters vom Typ Agusta A109 K2 aus 15 m Höhe auf die Decken der Gebäude untersucht. Die Durchstanzsicherheit der beiden Dachdecken ist erfüllt, während die Biegebewehrung fliesst.

### Beurteilung der HSK

Die aufgezählten äusseren Einwirkungen wurden korrekt berücksichtigt. Die Gebäude wurden nicht für die Einwirkung Flugzeugabsturz ausgelegt. Die Folgen des Ereignisses Flugzeugabsturz werden im Kapitel 6 untersucht.

Der Gesuchsteller hat die Einwirkung Erdbeben korrekt behandelt. Da das Erdbeben gemäss Norm SIA 160 leicht stärker ist als dasjenige aus der Richtlinie HSK-R-14 [HSK88a], wird seine Verwendung für die Einbauten akzeptiert. Der Gesuchsteller hat, entsprechend der Empfehlung der HSK in ihrem Gutachten zum Baubewilligungsgesuch und seinem üblichen Vorgehen, ein Befestigungskonzept für die Komponenten erstellt. Entsprechend dem Montageverlauf überprüft die HSK einige Komponentenbefestigungen stichprobenweise. In den Hochregallagern sind die einzelnen Fässer durch mechanische Vorrichtungen gegen Abstürzen gesichert.

Gegen Überflutung muss aus den genannten Gründen für die Gebäude nichts vorgekehrt werden.

Die bezüglich Grundwasserisolation gewählte Lösung ist auch bei grösseren Grundwasserschwankungen ausreichend.

Der Helikopterabsturz ist eine aussergewöhnliche Einwirkung, deshalb kann das Fliesen der Biegebewehrung zugelassen werden. Da die Durchstanzsicherheit erfüllt ist, können sich die Dachdecken ohne durchgehende Risse duktil verformen, so dass ein Einsickern von

Kerosin verhindert werden kann. Die Dachdecken erfahren bleibende Verformungen, was für eine aussergewöhnliche Einwirkung zulässig und üblich ist. Somit ist ein ausreichender Schutz gegen die Auswirkungen eines Helikopterabsturzes vorhanden.

#### **4.2.3 Belastungen im Normalbetrieb und bei internen Störfällen**

##### Angaben des Gesuchstellers

Neben den konventionellen Einwirkungen wurden bereichsweise zusätzliche Belastungen für allfällige spätere Strahlenschutz-Abschirmungen berücksichtigt. Als konstruktive Massnahme wurde an Orten mit nicht vernachlässigbarer Explosionsgefahr oder zur Rissbeschränkung im Bereich des Grundwassers die Mindestbewehrung für hohe Anforderungen gemäss Norm SIA 162 eingelegt.

##### Beurteilung der HSK

Alle Einwirkungen wurden korrekt berücksichtigt und die konstruktiven Vorgaben eingehalten.

#### **4.2.4 Bauvorschriften und Qualitätssicherung bei der Bauausführung**

##### Angaben des Gesuchstellers

Die zur Zeit gültigen SIA-Normen wurden zu Grunde gelegt. Wegen der kleinen sicherheitstechnischen Bedeutung der Gebäude hat die ZWILAG vorgeschlagen, die Richtlinie HSK-R-04 [HSK90c] bei der Überprüfung reduziert anzuwenden.

Die ZWILAG hat für die Baustelle eine Qualitätsanweisung zur Überwachung der Bauausführung verfasst.

##### Beurteilung der HSK

Die SIA-Normen wurden korrekt angewendet. Die vorgeschlagene reduzierte Überprüfung gemäss Richtlinie HSK-R-04 wurde von der HSK akzeptiert. Somit wurden die Bauhierarchien B1 und B2 gemäss HSK-R-04 vollständig überprüft, während die Bauhierarchie B3 nur stichprobenweise für spezielle Bauteile angewendet wurde.

Die Überwachung der Bauausführung gemäss der Richtlinie HSK-R-08 wurde stichprobenweise für vorgängig definierte Bauteile durchgeführt.

Das im Gutachten zum Baubewilligungsgesuch geforderte Qualitätssicherungsprogramm für die Bauausführung (von der ZWILAG Qualitätsanweisung genannt) wurde der HSK vor Baubeginn eingereicht und von ihr freigegeben. Die ZWILAG muss basierend auf diesem Programm der HSK vor der Betriebsaufnahme der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage den QS-Bericht Bautechnik einreichen. Durch Baustelleninspektionen konnte sich die HSK von der guten Qualität der Bauausführung überzeugen.

Die HSK verlangt für sämtliche Gebäude des ZZL ein Alterungsüberwachungsprogramm, wie es heute allgemein üblich ist (vgl. Norm SIA 469, Erhaltung von Bauwerken). Somit ist insbesondere für die Gebäude der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und



Schmelzanlage ein solches Programm vorzusehen. Dabei sind die von der GSKL erarbeiteten Grundlagen zur Alterungsüberwachung bei Kernkraftwerksbauten [GSK97a] sinngemäss anzuwenden.

#### **Auflage 2:**

Der Gesuchsteller hat vor der Betriebsfreigabe der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage den QS-Bericht Bautechnik mit der Zusammenfassung und der Beurteilung der Materialprüfungen der HSK einzureichen.

#### **Auflage 3:**

Für die Gebäude der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist eine Alterungsüberwachung durchzuführen. Der QS-Bericht Bautechnik und die Schlussabnahme der Gebäude sind so zu gestalten, dass sie die Basisinspektion für die Alterungsüberwachung einschliessen.

#### **Hinweis:**

Das Alterungsüberwachungsprogramm für die Gebäude der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist nach der Vorgabe im GSKL-Dokument „Alterungsüberwachung in Kernkraftwerken der Schweiz, Leitfaden für Bautechnik-Steckbriefe“ [GSK97a] abzuwickeln. Die ausgefüllten Steckbriefe sind der HSK anlässlich der fünf Jahre nach Inbetriebnahme fälligen Zwischeninspektion einzureichen.

## **4.3 Elektrische Anlagen**

### **4.3.1 Auslegung**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Stromversorgung allgemein und speziell jene der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist im Sicherheitsbericht der ZWILAG [ZWI97a, ZWI97b, ZWI97c] beschrieben. Die einzige wesentliche Änderung seit dem Baubewilligungsverfahren ist, dass die Haupt- und Zweitanspeisung nun für je 14 MW ausgelegt sind. Der gesamte Leistungsbedarf des ZZL beträgt ca. 6 MW.

#### Beurteilung der HSK

Generell wurde die Stromversorgung im Gutachten der HSK vom Dezember 1995 [HSK95a] behandelt und den nichtklassierten Ausrüstungen zugeordnet. Da gegenüber dem Stand des damaligen Gutachtens keine wesentlichen Änderungen in der Auslegung und Ausführung der Stromversorgung bestehen, behalten die dort gemachten Aussagen, bis auf den zur Auslegung der Netzanspeisungen (Haupt- und Zweitanspeisung) genannten Wert von 14 MW ihre Gültigkeit. Die Auslegung ist ausreichend. Für die 16/0,4-kV-Transformatoren wurden die im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch geforderten Trockentransformatoren verwendet.

### **4.3.2 USV-Anlagen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Für die unterbrechungslosen Stromversorgungen (USV) der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage wurden vom Gesuchsteller die Auslegungsspezifikationen eingereicht, und in einem weiteren Schritt die zugehörigen Ausführungsunterlagen zur Erteilung der Montagefreigabe ausgehändigt. Die USV-Anlage der Konditionierungsanlage befindet sich in einem eigenen Raum im zweiten Obergeschoss des Gebäudes K, jene der Verbrennungsanlage im Erdgeschoss des Gebäudes V.

Die Aufstellung elektrischer Einrichtungen in den untersten Geschossen dieser Gebäude erfolgte so, dass die stromführenden Teile über der maximalen Kote liegen, welche für den Wasserstand bei einem Löschwasseranfall ermittelt wurde.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK beurteilt das Konzept der Stromversorgung für das ZZL als grundsätzlich geeignet, um die vorwiegend betrieblichen Aufgaben der elektrischen Einrichtungen zu erfüllen. Die eingereichten Auslegungsspezifikationen zu den USV-Anlagen wurden überprüft und zur Anwendung freigegeben. Die zugehörigen Ausführungsunterlagen zeigen, dass durch die grosszügige Bemessung der USV-Anlagen, im Falle einer Nichtverfügbarkeit der Normal- und Hilfsnetzversorgung wichtige Verbraucher versorgt werden können. Dazu gehören die Not- resp. Fluchtwegbeleuchtung und die Überwachung der Gebäudeteile und Systeme aber auch die Steuerung, mit welcher Prozess- oder Systemabschaltungen innerhalb einer Stunde gewährleistet werden können.

## **4.4 Leittechnische Anlagen**

### **4.4.1 Klassierung, Gesuchsunterlagen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die leittechnischen Einrichtungen des ZZL wurden im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch behandelt und den nichtklassierten Ausrüstungen zugeordnet. Die den Kategorien Prozess- und Gebäudeleittechnik zugeteilten Leitsysteme der Konditionierungs- und der Verbrennungs- und Schmelzanlage sind im Sicherheitsbericht der ZWILAG [ZWI97b, ZWI97c] angegeben.

#### Beurteilung der HSK

Da gegenüber dem Stand des Gutachtens der HSK zum Baubewilligungsgesuch keine wesentlichen Änderungen in der Klassierung und Auslegung der leittechnischen Anlagen vorgenommen wurden, behält die Aussage in jenem Gutachten ihre Gültigkeit. Die Ausführung der den Kategorien A und B zugeordneten leittechnischen Einrichtungen unterliegt dem Freigabeverfahren der HSK und ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht vollständig abgeschlossen. Dies gilt insbesondere für das gemäss HSK-Forderung in die Kategorie A einzuteilende übergeordnete Störungsmelde- und Protokolliersystem.

#### **4.4.2 Übergeordnetes Störungsmelde- und Protokolliersystem**

##### Angaben des Gesuchstellers

Für die Überwachung des gesamten Betriebs werden übergeordnete Meldungen aus allen Anlagen des ZZL, insbesondere der Brandmelde-, Lüftungs- und Strahlenschutzüberwachungsanlagen, vom übergeordneten Störungsmelde- und Protokolliersystem (ÜSP) erfasst und sowohl optisch wie akustisch auf den Alarmpanels im Kommandoraum des Gebäudes K wie auch in der Pforte (Loge) signalisiert und registriert. In der Pforte werden akustische Alarmer nur dann ausgelöst, wenn der Kommandoraum nicht besetzt ist bzw. die Alarmer dort nicht quittiert werden konnten.

##### Beurteilung der HSK

Die HSK hält das Konzept des übergeordneten Störungsmelde- und Protokolliersystems für das ZZL für grundsätzlich geeignet, um die Überwachung der ZZL-Anlagen zu gewährleisten. Das vom Gesuchsteller in der eingereichten Auslegungsspezifikation festgehaltene Konzept wurde von der HSK zur Anwendung freigegeben. Die HSK hat die Ausführungsdokumentation überprüft. Die Ausführung des Systems entspricht der freigegebenen Auslegungsspezifikation. Die HSK wird sich während des Inbetriebnahmeverfahrens von der korrekten Funktion des übergeordneten Störungsmelde- und Protokolliersystems überzeugen.

#### **4.5 Lüftungsanlagen**

Die Lüftungsanlagen haben in den verschiedenen Lager- und Anlagenbereichen die Abfuhr der Nachzerfallswärme des Lagerguts, die Einhaltung definierter Raumluftzustände in den Lagerräumen, sowie die Be- und Entlüftung von Technik- und Arbeitsräumen sicherzustellen. Dazu gehören:

- Verhinderung von zündfähigem Gemisch aus Radiolysegas und Luft
- Kontrollierte Abgabe der Fortluft ins Freie, wenn erforderlich nach deren Filterung
- Entqualmung und Lüftungstechnische Separierung für den Brandfall
- Sicherstellung vorgegebener Raumunterdrücke der kontrollierten Zone zur Atmosphäre und der Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung von Räumen mit geringem zu Räumen mit höherem Kontaminationspotential.

Für die verschiedenen Anlagenbereiche sind getrennte Vorkehrungen bzw. Systeme vorgesehen. Die Sicherheitsrelevanz und die aus den jeweiligen spezifischen Aufgaben und Randbedingungen resultierenden Anforderungen an die Lüftungstechnischen Anlagen der einzelnen Gebäude, wie der erforderliche Redundanzgrad, Kapazität und Verfügbarkeit, sind dabei unterschiedlich.

#### **4.5.1 Lüftung im Gebäude der Konditionierungsanlage**

##### Angaben des Gesuchstellers

Die Lüftungsanlage der Konditionierungsanlage belüftet alle Räume, Zellen, Behälter und Boxen des Betriebstraktes sowie einige Räume des Bürotraktes des Gebäudes K, siehe Abb. 2 (S. 28).

Der Verbindungskanal erhält Zuluft von einer im Nebengebäude angeordneten Frischluftanlage und ist abluftseitig an das Lüftungssystem der Konditionierungsanlage angeschlossen. Mit Ausnahme des Gebäudes der Konditionierungsanlage ist der Verbindungskanal gegenüber anderen Gebäuden durch Schleusen lüftungstechnisch abgetrennt.

Die Cafeteria, der Vortragssaal und einige weiteren Räume des Bürotraktes des Gebäudes K werden von getrennten konventionellen Lüftungsanlagen versorgt.

Die Lüftungsanlage der Konditionierungsanlage beinhaltet ausser einer Frischluftanlage (2 x 50%) und einer mit Redundanz ausgelegten Fortluftanlage (3 x 50% Ventilatoren) noch eine Prozessabluftanlage und zwei Umluftanlagen („aktiv“ und „inaktiv“).

##### **Räume ausserhalb der kontrollierten Zone**

Die Umluftanlage „inaktiv“ saugt die Abluft aus den Räumen ausserhalb der kontrollierten Zone an. Die Umluft wird nach Bedarf erwärmt oder gekühlt, gereinigt und befeuchtet. Die Kühlung erfolgt über ein eigenes Kühlwassersystem mit einem auf dem Dach installierten Kühlaggregat. Die Frischluftanlage versorgt diese Räume mit konditionierter Zuluft.

##### **Räume mit geringem Kontaminationspotential**

Die Umluftanlage „aktiv“ saugt die Abluft aus den Räumen der kontrollierten Zone mit geringem Kontaminationspotential ab. Die Luft wird in zwei parallel geschalteten Filtergruppen (Fein-/Schwebstofffilter) gereinigt. Anschliessend wird sie nach Bedarf erwärmt oder gekühlt und zurück in die Räume der kontrollierten Zone mit geringem Kontaminationspotential gefördert. Ein Teil der Luftmenge dient als Zuluft für die Räume der kontrollierten Zone mit höherem Kontaminationspotential und für Boxen.

Die Frischluftzufuhr erfolgt mit vorbehandelter Luft aus der Umluftanlage „inaktiv“.

##### **Räume mit höherem Kontaminationspotential**

Die Abluft dieser Räume wird direkt von der Fortluftanlage angesaugt und durch zwei parallele Stränge mit je zwei Fein- bzw. Schwebstofffiltern (Abluftanlage) gereinigt bevor sie, nach Fortluftüberwachung und -bilanzierung, abgegeben wird. Die Abluft aus den verschiedenen Boxen, Zellen und Behältern mit offener Aktivität wird zuerst durch die Prozessabluftanlage geleitet und dort, von der Herkunft abhängig, entweder von einem Schwebstofffilter oder von einem Luftwäscher gereinigt bevor sie zu der Abluftanlage geleitet wird. Die Verdampferäume werden mit Zuluft direkt aus der Frischluftanlage versorgt und die Abluft geht zur Abluftanlage.

Während der kalten Jahreszeit wird die mit der Fortluft mitgeführte Abwärme in einem Wärmetauscher zurückgewonnen und an die Zuluft abgegeben. Die Fortluftanlage übernimmt ausserdem auch die Abluft des Verbindungskanals, der das Gebäude K mit dem

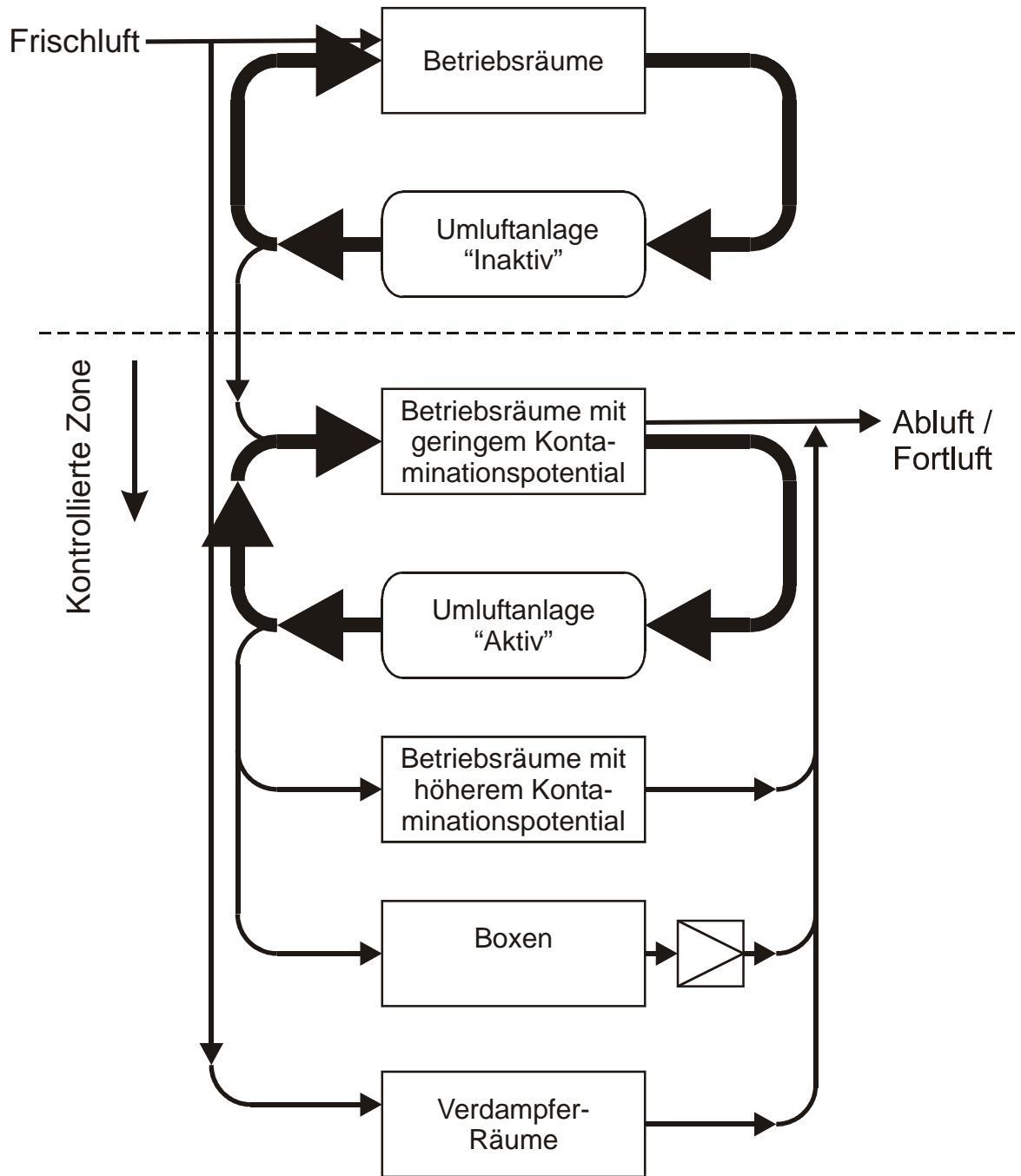


Abb. 2: Luftführung in der Konditionierungsanlage

Gebäude V und den Lagergebäuden verbindet. Die Fortluft wird auf radioaktive Stoffe überwacht. Zur Lokalisierung von Kontaminationsquellen nach Feststellung einer erhöhten Aktivität in der Fortluft sind in der Prozessabluftanlage und in der Umluftanlage „aktiv“ Anschlüsse für mobile Aerosolmessstellen vorhanden. Die verschiedenen Lüftungsanlagen und die Anlagensteuerung sind in unterschiedlichen Räumen im Gebäude K untergebracht. Das dazugehörige Kühlaggregat ist auf dem Dach des Gebäudes aufgestellt. Störungen an den Lüftungsanlagen werden im Kommandoraum in demselben Gebäude gemeldet. Dieser Kommandoraum empfängt ebenfalls die Störungsmeldungen der Lüftungsanlagen in den Gebäuden M und Z sowie der Verbrennungs- und Schmelzanlage.

Der Ausfall eines Fortluftventilators könnte zum Verlust des Unterdruckes in der Konditionierungsanlage führen. Deshalb wird der in Bereitschaft stehende dritte Ventilator bei Bedarf automatisch in Betrieb gesetzt. Bei reduziertem Luftwechsel kann der Unterdruck auch mit nur einem Ventilator aufrechterhalten werden. Bei fehlendem Unterdruck vor den Fortluftventilatoren werden die Frischluftventilatoren automatisch abgeschaltet. Bei vollständigem Ausfall der Lüftung (Zuluft, Umluft und Fortluft) und damit Verlust des Unterdruckes schliessen die Lüftungsklappen in der Zu- und in der Fortluftanlage automatisch.

### **Änderungen seit dem Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch**

Entsprechend dem Planungsfortschritt und den detaillierten Anforderungen an die Systemgestaltung ergaben sich einige Änderungen im Systemschaltplan sowie in der leistungsmässigen Bemessung der Lüftungsanlagen. In der Frischluftanlage wurde die ursprünglich vorgesehene Behandlung der angesaugten Luft durch einen rekuperativen Wärmetauscher und eine nachgeschaltete Filter-Kombination aus Vor- und Feinfilter zu einer dem Rekuperativ-Wärmetauscher vorgeschalteten Grob-Feinfilter-Kombination und einem zusätzlichen nachgeschalteten Schwebstofffilter erweitert. Die Vorwärmung der Frischluft erfolgt nun in Ergänzung des ursprünglich geplanten Rekuperativ-Wärmetauschers und eines vor dem Luftbefeuchter angeordneten Heizers zusätzlich durch einen nach dem Rekuperativ-Wärmetauscher angeordneten Vorheizer mit Heizwasser. Um die Frischluft optimal zu konditionieren, wurde darüber hinaus neu ein Kühler eingebaut. Der ursprünglich vorgesehenen einzigen Umluftanlage für die Räume ausserhalb der kontrollierten Zone wurde nun eine zweite Umluftanlage („aktiv“) für die Räume der kontrollierten Zone mit geringem Kontaminationspotential hinzugefügt. In der Fortluftanlage wurde der vorher einsträngig angeordnete Schwebstofffilter durch eine zweisträngige (2 x 50%) Filterstrasse (Feinfilter/Schwebstofffilter) ersetzt.

Die nun vorliegende definitive leistungsmässige Bemessung ergab nur etwa die halben Werte des Frischluftbedarfs (5,3 kg/s statt 11,5 kg/s) sowie auch der Fortluftmenge (5,6 kg/s statt 13,2 kg/s) gemäss Vorprojekt und Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch. Dies ist vor allem auf die in der Zwischenzeit eingebaute Umluftanlage der kontrollierten Zone zurückzuführen. Diese wird im Normalbetrieb mit 8,7 kg/s betrieben, wohingegen gemäss Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch der Umluftbetrieb lediglich in der nicht kontrollierten Zone mit einem Luftdurchsatz von 3,9-6,5 kg/s geplant war. Somit wird gesamthaft für die Konditionierungsanlage eine kleinere Frischluftmenge benötigt und daraus ergibt sich dementsprechend eine geringere Fortluftmenge.

## **Betriebliche Aspekte**

Die Lüftung der Konditionierungsanlage wird dauernd betrieben. Die drei verschiedenen Betriebsarten (Normalbetrieb während Abfallbehandlungskampagnen, Sparbetrieb in Zeiten mit Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten in der Konditionierungsanlage und Stillstandsbetrieb) werden vom Kommandoraum aus eingestellt und automatisch gesteuert und überwacht. Sowohl im Normalbetrieb als auch im Spar- und Stillstandsbetrieb wird in den versorgten Räumen Unterdruck gegenüber der Atmosphäre und eine gerichtete Strömung aufrechterhalten. Bei Ausfall einer der beiden Umluftanlagen wird die andere Umluftanlage abgeschaltet und die Bypässe der Umluftanlage „aktiv“ geöffnet. Dadurch wird die Belüftung der einzelnen Räume reduziert, die gerichtete Strömung bleibt jedoch erhalten. Die resultierende Luftführung und die herrschenden Unterdrücke werden im Rahmen der Inbetriebsetzungsprüfungen kontrolliert.

### Beurteilung der HSK

Die Erfüllung sämtlicher Hinweise und Auflagen im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch wurde im Laufe des Freigabeverfahrens für die Lüftungsanlagen im Detail überprüft und mit der Erteilung der Montagefreigabe als erfüllt festgehalten. Es handelt sich im Wesentlichen um folgende Punkte:

- Die leistungsmässige Bemessung gilt nun als abgeschlossen, wobei auch die Lüftungsverhältnisse im Verbindungskanal beherrscht werden. Die vorgesehene Luftführung und die spezifizierten Unterdrücke müssen während der Inbetriebsetzung nachgewiesen werden.
- Beim Rekuperativ-Wärmetauscher wird der Unterdruck vor den Abluftanlagen permanent überwacht werden. Die Massnahmen sehen die Auslösung eines Alarms bei mangelndem Unterdruck (kleiner als 100 Pa) vor. Die weiteren Massnahmen müssen in den Betriebsanleitungen des Lieferanten angegeben werden und werden während der Inbetriebsetzung durch die HSK überprüft.
- Für die Überwachung des Zustandes der Abluftfilter wurden vorerst Messstellenanschlüsse für Probenahmen (Partikelzählung) realisiert. Im Rahmen der Inbetriebsetzung wird die HSK die Messvorrichtung und die Angemessenheit des mobilen Partikelmessgerätes beurteilen.
- Das automatische Schliessen sämtlicher Lüftungsklappen der kontrollierten Zone bei einem vollständigen Ausfall der Lüftung ist vorgesehen. Bei festgestellter luftgetragener Radioaktivität werden die Frisch- und Umluftanlagen automatisch abgeschaltet und die Lüftungsklappen der Frischluftanlage geschlossen. Die Fortluftmenge wird derart gedrosselt, dass die erforderliche Unterdruckhaltung in den Räumen der kontrollierten Zone noch gewährleistet ist.
- Beim Wegfall der gerichteten Luftströmung verhindern Schleusen gegenüber der Verbrennungs- und Schmelzanlage und gegenüber den Lagergebäuden eine Kontaminationsausbreitung über den Verbindungskanal.
- Die Angaben über die Beherrschung und die Folgen von Betriebsstörungen wurden in den Sicherheitsbericht aufgenommen und umfassen den Betrieb bei Ausfall einzelner Lüftungsanlagen, bei Brand und bei erhöhter Raumluftaktivität in der Anlage. Bei Ausfall einzelner Lüftungsanlagen schliessen die Lüftungsklappen vor und nach den abgestellten

Ventilatoren automatisch, bei Ausfall der Hilfsstromversorgung schliessen die Fortluftklappen. Damit ist eine Rückhaltung von Luftaktivität in den Räumen gegeben.

- Die Filter werden mit Druckdifferenzmessgeräten ausgerüstet, die Dichtheit der Sitze kann anhand von Prüfrillen nachgewiesen werden. Die Funktion der Schwebstofffilter kann mittels Partikelzählung geprüft werden. Für den kontaminationsfreien Wechsel der Filter wird die Wechselsackmethode angewandt. Die Filter wurden so angeordnet, dass periodische Dosisleistungsmessungen an ihnen vorgenommen werden können.

Die HSK konnte sich im Rahmen des Aufsichtsverfahrens davon überzeugen, dass die im vorläufigen Sicherheitsbericht festgelegten Auslegungsgrundsätze und Kriterien sowie auch die im HSK-Gutachten zum Baubewilligungsgesuch gestellten Forderungen in die Ausführungsdocumentation eingearbeitet wurden. Das Konzept der Gebäudelüftung wurde durch den Einbau der Umluftanlage „aktiv“ zwar geändert, die Auslegungskriterien insbesondere bezüglich der Filterung der Zuluft aber beibehalten. Gesamthaft stellt die vorliegende Lüftungsanlage eine bezüglich Fortluftmenge optimierte Lösung dar.

Der Verbindungskanal bildet lüftungstechnisch eine Einheit mit der Konditionierungsanlage, sodass bei einem totalen Ausfall der Lüftung eine Kontaminationsausbreitung bis in den Kanal nicht ausgeschlossen werden kann. Schleusentore verhindern aber eine Ausbreitung über den Kanal in andere Gebäude hinein.

#### **Hinweis:**

Die Funktion sowie auch die besonders relevanten, vorstehend im Detail erläuterten Eigenschaften der Lüftungsanlagen wie die Luftführung und die Unterdrücke, das automatische Schliessen der Lüftungsklappen, die Beherrschung von Betriebsstörungen, die Überwachung des Zustandes der Abluftfilter und die Überwachung der Druckverhältnisse im Rekuperativ-Wärmetauscher müssen im Rahmen der Inbetriebsetzungsprüfungen nachgewiesen werden. Die Betriebsvorschriften müssen Anweisungen enthalten, wie vorzugehen ist, wenn trotz Drosselung der Fortluftmenge eine Überschreitung der Abgabelimiten als möglich erscheint.

### **4.5.2 Lüftung der Verbrennungsanlage**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Lüftungsanlagen der Verbrennungs- und Schmelzanlage beinhalten eine Zuluftanlage (2 x 50%), eine mit Redundanz ausgelegte Fortluftanlage (3 x 50% Ventilatoren), eine Klimaanlage für den Kommandoraum und mehrere Umluftkühleinheiten. Die Zuluft (Frischluff) wird filtriert, nach Bedarf vorgewärmt oder gekühlt und befeuchtet. Die Zuluft- und Fortluftanlagen sind in zwei verschiedenen Räumen des Gebäudes V, die Kühlaggregate auf dessen Dach aufgestellt. Störungen der Lüftungsanlagen werden in Kommandoräumen in den Gebäuden V und K gemeldet.

#### **Kommandoraum**

Der Kommandoraum wird direkt mit Luft aus dem Frischluftsystem versorgt. Für die Aufbereitung der Kommandoraumlufft steht eine separate Klimaanlage mit einem Schwebstofffilter, einem Ventilator und einem Heizer zur Verfügung. Würde die Klimaanlage



ausfallen, ist die erforderliche Anzahl von Luftwechsellern und korrekte Druckstaffelung durch den Anschluss am Frisch- bzw. Fortluftsystem gewährleistet.

### **Restliche kontrollierte Zone**

Die Abluft aus den Innenräumen der Verbrennungsanlage wird über hintereinander geschaltete und redundant ausgeführte Schwebstofffilter und Absolutfilter (HEPA-Filter) der Fortluftanlage geführt und über eine Fortluftabgabestelle im Obergeschoss dieses Gebäudes ins Freie abgegeben. Die ständig betriebenen Fortluftventilatoren erzeugen Unterdruck und Luftströmung in den Innenräumen. Bei Verlust der normalen elektrischen Versorgung wird der Unterdruck mit einem Fortluftventilator aufrechterhalten, der von der Hilfsstromversorgung gespeist wird. Die Fortluft wird mit dem Aktivitätsmesssystem kontinuierlich überwacht und bilanziert (siehe Kap. 5.1).

Die Umluftkühleinheiten enthalten je einen Feinstaub- oder Schwebstofffilter, einen Kühler und einen Ventilator. Die Umluftkühleinheiten saugen die erwärmte Raumluft an, um sie abgekühlt und gereinigt wieder in die gleichen Räume zurückzuleiten. Die Kühler der Umlufteinheiten sowie auch derjenige im Zuluftstrom werden von einem eigens dafür bestimmten Kühlwassersystem versorgt. Das Kühlwasser wird in einem geschlossenen unter Druck stehenden Kreislauf mit zwei Kühlaggregate rückgekühlt.

### **Luftzufuhr zur Nachbrennkammer**

Ein Teil der Luft wird nach den Zuluftvorfiltern für den Verbrennungsluftventilator abgezweigt, der den Stützbrenner der Nachbrennkammer sowie die Stützheizung des Wärmeträgerölsystems mit Luft versorgt.

### **Änderungen seit dem Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch**

Die detaillierte Auslegung und leistungsmässige Bemessung der Lüftungsanlagen wurde mit geringer Änderung der Luftströme (so beträgt die Frischluftmenge nun im Normalbetrieb 8,8 kg/s, verglichen mit 8,0 kg/s gemäss Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch) abgeschlossen. Im Laufe der Detailplanung ergaben sich keine systemmässigen oder schaltungstechnischen Änderungen. Für die Fortluftventilatoren wurden Antriebe mit variabler Drehzahl gewählt. Darüber hinaus sind diese Antriebe, sowie auch die der Frischluftanlage, ausser an der normalen Stromversorgung zusätzlich am Hilfsstromsystem angeschlossen.

### **Betriebliche Aspekte**

Die Ofenanlage (Drehherdofen, Beschickungs- und Abgusschleusen, Rauchgasreinigung) wird im Unterdruck betrieben. In den Räumen der kontrollierten Zone wird Unterdruck gegenüber der Umgebung aufrechterhalten. Die Lüftungssysteme arbeiten in drei verschiedenen Betriebsarten, Normalbetrieb, Sparbetrieb und Stillstandsbetrieb, die vom Kommandoraum aus eingestellt werden können. Beim Ausfall der Normalstromversorgung werden die Frischluft- und Fortluftsysteme mit je einem hilfsstromversorgten Ventilator mit reduzierter Luftmenge weiter betrieben. Die anderen Lüftungssysteme werden abgestellt. Beim gleichzeitigen Ausfall sowohl der Normal- wie auch der Hilfsstromversorgung werden die Lüftungssysteme abgestellt. Alle Lüftungsklappen vor und nach den Ventilatoren sowie an Ansaug- und Ausblaseöffnungen werden automatisch geschlossen; damit wird eine

Kontaminationsausbreitung verhindert. Das Schleusentor zum Verbindungskanal verhindert eine Ausbreitung über den Kanal.

Wird in der Fortluft hohe Aktivität festgestellt, so wird die Zufuhr von Aussenluft zur Anlage abgeschaltet und die Gebäudefortluftmenge so gedrosselt, dass die erforderliche Unterdruckhaltung der kontrollierten Zone gewährleistet bleibt. Dabei wird die Abluft gefiltert und kontrolliert abgegeben.

### Beurteilung der HSK

Das Konzept der Gebäudelüftung ist seit dem Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch unverändert geblieben. Die dort festgelegten Auslegungsgrundsätze und Kriterien wurden in die Ausführungsdokumentation eingearbeitet. Die HSK konnte sich im Rahmen des Aufsichtsverfahrens davon überzeugen, dass auch die im HSK-Gutachten zum Baubewilligungsgesuch gestellten Forderungen in der Ausführungsdokumentation berücksichtigt wurden. Es handelte sich insbesondere um folgende Punkte:

- Im Verlauf des Freigabeverfahrens hatte die leistungsmässige Bemessung der Anlagen zu erfolgen. Diese Forderung ist nun erfüllt. Der Nachweis der spezifizierten Werte (Unterdrücke) und Eigenschaften (Luftführung) der Lüftungsanlage ist während der Inbetriebsetzungsversuche zu erbringen.
- Beim Rekuperativ-Wärmetauscher wird der Unterdruck vor den Abluftanlagen permanent überwacht werden. Die Massnahmen sehen die Auslösung eines Alarms bei mangelndem Unterdruck, (kleiner als 100 Pa gegenüber der Frischluft) vor. Die weiteren Massnahmen müssen in den Betriebsanleitungen des Lieferanten angegeben werden und werden während der Inbetriebsetzung durch die HSK überprüft.
- Wird in der Fortluft hohe Aktivität festgestellt, so wird die Zufuhr von Aussenluft zur Anlage abgeschaltet und die Gebäudefortluftmenge solcherart gedrosselt, dass die erforderliche Unterdruckhaltung der kontrollierten Zone gewährleistet ist. Das sichere und automatische Schliessen sämtlicher Lüftungsklappen der kontrollierten Zonen bei einem vollständigen Ausfall der Lüftung, um ein unkontrolliertes Entweichen von Aktivität in die Umgebung zu verhindern, wurde durch nachvollziehbare Unterlagen belegt. Das geforderte automatische Schliessen der Lüftungsklappen vor und nach den Ventilatoren und an der Ansaug- und Ausblaseöffnungen bei Störfällen ist vorgesehen und wird bei den Inbetriebsetzungsprüfungen demonstriert.
- Im Hinblick auf die regelmässige Überwachung des Zustandes der Fortluftfilter auf Dichtheit und Rückhaltevermögen wurden ausser der Druckverlustmessung auch Messstutzen zur Messung von Aerosolen gefordert. Die Angemessenheit der installierten Messeinrichtungen muss während der Inbetriebsetzungsversuche nachgewiesen werden.
- Die Filter werden mit Druckdifferenzmessgeräten ausgerüstet, die Dichtheit der Sitze kann anhand von Prüfrillen nachgewiesen werden. Die Funktion der Schwebstofffilter kann mittels Partikelzählung geprüft werden. Für den kontaminationsfreien Wechsel der Filter wird die Wechselsackmethode angewandt. Die Filter wurden so angeordnet, dass periodische Dosisleistungsmessungen an ihnen vorgenommen werden können.

### **Hinweise:**

Die Funktion sowie auch die besonders relevanten, vorstehend im Detail erläuterten Eigenschaften der Lüftungsanlagen, wie die Luftführung und die Unterdrücke, das automatische Schliessen der Lüftungsklappen, die Beherrschung von Betriebsstörungen, die Überwachung des Zustandes der Abluftfilter und die Überwachung der Druckverhältnisse im Rekuperativ-Wärmetauscher müssen im Rahmen der Inbetriebsetzungsprüfungen nachgewiesen werden. Die Betriebsvorschriften müssen Anweisungen enthalten, wie vorzugehen ist, wenn trotz Drosselung der Fortluftmenge eine Überschreitung der Abgabegrenzen als möglich erscheint.

Die Alarmschwellen der Aerosol- und Fortluftüberwachungsanlagen müssen zum Zeitpunkt der aktiven Inbetriebsetzung in den entsprechenden Dokumenten (Betriebshandbuch) festgehalten und an den Geräten eingestellt sein.

Die Betriebsvorschriften müssen klarstellen, dass alle Anlagenteile innerhalb der kontrollierten Zone nach einem Totalausfall der Lüftung erst nach Freigabe durch eine Strahlenschutzfachkraft betreten werden dürfen.

## **4.6 Entwässerung und Schutz des Grundwassers**

### Angaben des Gesuchstellers

Die Abwässer im Gebäude der Verbrennungs- und Schmelzanlage werden im Normalbetrieb durch ein Sammelsystem in Sammeltanks geleitet und von diesen in die Konditionierungsanlage zur Aufbereitung abgeführt. Für allfälliges Löschwasser und Reinigungswasser nach Brandfällen werden vom Gesuchsteller die tiefstgelegenen Geschosse bzw. Räume der Gebäude als Auffangwannen vorgesehen. Sie sind mit einem Epoxidharz-Bodenbelag, der an den Wänden auf die nötige Höhe hochgezogen wird, dicht gemacht.

In der Konditionierungsanlage sind drei Abwassersysteme vorhanden:

- Ein Prozessabwassersammelsystem, das die chemisch oder radioaktiv belasteten Abwässer, die aus den Abfallbehandlungssystemen anfallen, einem Sammelbehälter und dann normalerweise dem Verdampfer zuführt.
- Ein Nebenabwassersammelsystem, das alle übrigen Abwässer aus der kontrollierten Zone einem Sammelbehälter und dann normalerweise der Zentrifuge zuführt.
- Ein Abwasserableitungssystem, das für die Speicherung, Homogenisierung, Kontrolle, Freigabe und Ableitung von gereinigten Abwässern benützt wird.

Zum Schutz des Grundwassers gegen gefährdende Flüssigkeiten wurden in beiden Anlagen folgende Massnahmen getroffen:

- Minimalbewehrung der Fundamentplatte und der Aussenwände zur Begrenzung der Rissbreiten nach Norm SIA 162, für „erhöhte Ansprüche“ .
- Rissüberdeckende Epoxidharzbeschichtung der Auffangwannen und Böden in gefährdeten Bereichen.
- Dekontaminierbare Anstriche an Wänden, Decken und Böden.

Der Schutz des Grundwassers ist auch bei einem Erdbeben sichergestellt.

#### Beurteilung der HSK

Die Abwassersammel- und Abwasserableitungssysteme sind mit klassischen Komponenten ausgeführt. Ihre Auslegung ist ausreichend. Die HSK erwartet damit keine Schwierigkeiten.

Die gewählte Minimalbewehrung und die rissüberdeckende Epoxidharzbeschichtung zusammen mit der gewählten, für Erdbebeneinwirkung getesteten Grundwasserisolierung (Kunststoffolie) gewährleisten, dass das Grundwasser selbst nach einem Erdbeben nicht kontaminiert wird. Die Vorkehrungen zum Schutze des Grundwassers sind somit ausreichend.

## **4.7 Hebezeuge und Transporteinrichtungen**

### **4.7.1 Klassierung und Bauvorschriften**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Hebezeuge und Transporteinrichtungen der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage wurden im Freigabeverfahren für Bau und Montage der Kategorie A zugeordnet, sofern sie radioaktive Materialien heben bzw. transportieren und Störungen mit radioaktiven Freisetzungen verursachen können. Als Bauvorschrift für diese Hebezeuge wurde, wie von der HSK verlangt, die Richtlinie des kerntechnischen Ausschusses KTA 3902, Kap. 4.2 verwendet. Alle anderen Hebezeuge und Transporteinrichtungen wurden nach konventionellen Bauvorschriften ausgelegt und hergestellt.

#### Beurteilung der HSK

Der Gesuchsteller hat die Hebezeuge und Transporteinrichtungen korrekt in verschiedene Kategorien eingeteilt und die Bauvorschriften gemäss dem Stand der Technik verwendet.

### **4.7.2 Komponentenausführung und Qualitätssicherung**

#### Angaben des Gesuchstellers

Für die Hebezeuge und Transporteinrichtungen der Kategorie A wurden in der Hierarchie M2 gemäss der Richtlinie HSK-R-05 [HSK90b] Auslegungsspezifikationen und in der Hierarchie M3 Vorprüfunterlagen (Bauprüfpläne, Berechnungen, Zeichnungen und Prüfbescheinigungen) eingereicht.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK hat die eingereichten Spezifikationen geprüft und zur Anwendung freigegeben. Die auf dieser Basis erstellten Vorprüfunterlagen wurden stichprobenweise geprüft. Die eingereichten Berechnungen (z. B. für den Lastfall Erdbeben) wurden korrekt durchgeführt und es konnte gezeigt werden, dass die Hebezeuge für die angenommenen Lastfälle ausgelegt sind. Zusätzlich wurden konstruktive Massnahmen getroffen, um einen Kranabsturz bei einem Erdbeben zu verhindern. Ebenfalls wurde durch konstruktive Massnahmen sicher-

gestellt, dass Fässer in den Hochregallagern der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage im Erdbebenfall nicht abstürzen können.

Die HSK hat auf der Basis dieser Unterlagen die Herstellungs- und Montagefreigaben für die Hebezeuge und Transporteinrichtungen erteilt. Die Qualitätssicherung bei diesen Arbeiten wurde der QS-Stelle der ZWILAG übertragen. Die HSK wird stichprobenweise an Baustellenabnahmen von Hebezeugen teilnehmen.

## **4.8 Brandschutz und Fluchtwege**

Allgemein gilt, dass vor der Freigabe des aktiven Betriebs der Abfallbehandlungsanlagen eine positive Abnahme der Brandschutzeinrichtungen und der betrieblichen Brandschutzmassnahmen durch den Brandschutzexperten der HSK erfolgt sein muss.

### **4.8.1 Bauliche Brandschutzmassnahmen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die baulichen Brandschutzmassnahmen wurden grundsätzlich bereits im Gutachten zum Baubewilligungsgesuch behandelt. Das Brandschutzkonzept wurde aber seither geändert [ZWI97a]. Neu sollen die Brandabschnitte bei einem Brand abgeschottet bleiben, bis der Brand erloschen ist. Sobald die Temperatur im betroffenen Brandabschnitt hinreichend tief ist, können die Räume über die normale Lüftungsanlage entqualmt werden. In den Treppenhäusern und Korridoren wird ein Überdruck gegenüber den angrenzenden Räumen aufrechterhalten.

#### Beurteilung der HSK

Der Brandschutzexperte der HSK hat das Konzept der ZWILAG überprüft und einige zusätzliche Angaben verlangt. Insbesondere fehlen Angaben, wie die ZWILAG bei einer Kaltentqualmung vorgehen wird [SIF99a]. Die HSK beurteilt bei Erfüllung der Forderungen des Brandschutzexperten die getroffenen baulichen Massnahmen als geeignet, um die Anforderungen des Brandschutzes zu erfüllen. Die Filteranlagen der Abluft sind so zu gestalten, dass die Entqualmung der betroffenen Räume über diese Anlagen möglich ist.

#### **Hinweis:**

Vor der Betriebsfreigabe ist der HSK ein Konzept vorzulegen, wie die Entqualmung der vom Brand betroffenen Räume über die Filteranlagen der Abluft durchgeführt werden soll.

### **4.8.2 Technische Brandschutzmassnahmen**

#### Angaben des Gesuchstellers

#### **Brandmeldeanlagen**

Die Brandmeldeanlagen in den beiden Gebäuden melden und lokalisieren Feuer, Rauchentwicklung und Hitzequellen. Bei einem Ansprechen der Melder leiten die Brandmeldeanlagen vorprogrammierte Massnahmen ein.

## **Löschsysteme**

Das Gebäude K enthält neben Nasslöschposten drei automatische Löschsysteme:

- Die dreiteilige Sprühflutanlage des Hochregallagers,
- die Sprühflutanlage in der  $\beta/\gamma$ -Box-Halle und
- die Sprinkleranlage in der Zerkleinerungszelle der  $\beta/\gamma$ -Box.

Das Gebäude K wird über eine Stichleitung direkt aus der Ringleitung angespiesen. Der Auslegungswert der Löschwasserversorgung beträgt 3600  $\ell/\text{min}$ .

Das Gebäude V enthält je eine Sprinkleranlage im Hochregallager und in der Fassanlieferung. Zudem sind Nasslöschposten und Löschwasser-Anschlussstutzen für die Feuerwehr vorhanden. Die Wasserversorgung für das Gebäude V erfolgt aus dem Gebäude N. Das Löschwassersystem ist für einen maximalen Löschwasserdurchsatz von 2500  $\ell/\text{min}$  ausgelegt. Minimaler statischer Wasserdruck am höchsten Punkt der Steigleitungen ist 3 bar.

### Beurteilung der HSK

Im Gebäude V und bis auf eine Abweichung im Gebäude K entsprechen die Brandmeldeanlagen und die Brandfallsteuerungen den üblichen Anforderungen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF). Abweichend von der üblichen Brandfallsteuerung wird bei der Brandmeldeanlage in der Konditionierungsanlage die eigentliche Ansteuerung der Brandschutzklappen und Brandschutztüren nicht direkt, sondern über die Lüftungssteuerung vorgenommen. Auch wirkt die Gasmeldeanlage direkt auf diese Steuerung. Somit ist die Lüftungsteuerung die eigentliche Brandfallsteuerung bezüglich Isolation der Brandabschnitte. Dementsprechend wurde sie im Montagefreigabeverfahren zum Abnahmeumfang der Brandschutzeinrichtungen zugeschlagen.

Die HSK beurteilt die Brandmeldeanlagen als geeignet, um die an sie gestellten Anforderung zu erfüllen. Nach ihrer Ansicht sind auch die Löscheinrichtungen hinreichend, um die Anforderungen des Brandschutzes zu erfüllen. Ihre korrekte Funktion muss vor der aktiven Inbetriebnahme der HSK nachgewiesen werden.

### **Hinweis:**

Die an der Löschwasserversorgung notwendigen Funktionstests und Wasserleistungsmessungen sind vor der aktiven Inbetriebnahme der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage unter Anwesenheit des HSK-Experten vorzunehmen.

## **4.8.3 Betriebliche Brandschutzmassnahmen**

### Angaben des Gesuchstellers

Die Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie die Konditionierungsanlage sind an gut zugänglichen und vorschriftsgemässen Orten mit tragbaren oder fahrbaren Feuerlöschern ausgerüstet.

Feuerwehrpläne und Brandschutzordnung stehen im Bereich der Eingangshalle der Konditionierungsanlage zur Verfügung.

Die Gesamtverantwortung für den Brandschutz wird durch einen Beauftragten für Brandschutz wahrgenommen.

Die ZWILAG besitzt eine eigene Notfallorganisation, die bezüglich Brandbekämpfung auf die Betriebsfeuerwehr des PSI aufbaut. Einzelne Personen des ZZL leisten in der Feuerwehr des PSI Feuerwehrdienst.

Die Zusammenarbeit mit der Betriebsfeuerwehr des PSI und der Feuerwehr der Gemeinde Würenlingen wurde vertraglich geregelt.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK beurteilt die betrieblichen Brandschutzmassnahmen der ZWILAG als hinreichend.

### **4.8.4 Fluchtwege**

#### Angaben des Gesuchstellers

Das Fluchtwegkonzept der ZWILAG bezweckt die optimale Sicherstellung von Fluchtmöglichkeiten aus dem Gefahrenbereich eines Störfalls. Gleichzeitig soll die Zugänglichkeit für Notfallequipen, z. B. zur Rettung Verletzter und zur Brandbekämpfung, gewährleistet sein. Das Fluchtwegkonzept wurde von der zuständigen Kantonalen Behörde (KIGA) überprüft und im Plangenehmigungsverfahren bewilligt.

Die Fluchtwege sind mit nachleuchtender Farbe deutlich gekennzeichnet und mit einer von der USV gespeisten Fluchtwegbeleuchtung ausgestattet.

#### Beurteilung der HSK

Das Fluchtwegkonzept wurde von der KIGA überprüft und bewilligt. Die Überprüfung durch die HSK betrifft nur die zusätzlichen Anforderungen, die sich aus den Regelwerken für Nuklearanlagen ergeben.

Die HSK beurteilt das Konzept und die Ausführung der Fluchtwege als geeignet.

## **4.9 Abfallbehandlungseinrichtungen der Konditionierungsanlage**

### **4.9.1 Kapazität und Annahmebedingungen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Konditionierungsanlage wurde so ausgelegt, dass sie mit hinreichenden Reserven alle für die Behandlung anstehenden Abfallarten und -mengen übernehmen und verarbeiten kann. Die Palette der in der Schweiz entstehenden, und insbesondere für die Verarbeitung in den Abfallbehandlungsanlagen des ZZL vorgesehenen Abfälle ist in den Bänden I, III und IV des Sicherheitsberichts [ZWI97a, ZWI97b, ZWI97c] beschrieben.

Für die Auslegung der Konditionierungsanlage geht die ZWILAG zunächst von den nach heutiger Erfahrung durchschnittlich anfallenden Mengen und Eigenschaften der für die

Behandlung in der Konditionierungsanlage geeigneten Abfälle aus. Als Reserve für heute unbekannte Abfälle werden dann 20% zusätzliches Abfallvolumen hinzugezählt, wobei hier mit Abfallgebinden gerechnet wird, welche jeweils die fünffache durchschnittliche und maximale Aktivität der heute vorliegenden Gebinde aufweisen. Volumenmässig resultieren ca. 250 m<sup>3</sup> an radioaktiven Abfällen pro Jahr, die in der Konditionierungsanlage in einschichtigem Betrieb behandelt werden können. Die Konditionierungsanlage besitzt ein Pufferlager (Hochregallager) das für 800 Abfallfässer à 0,2 m<sup>3</sup> ausgelegt ist. In der Störfallanalyse wird eine Gesamtaktivität des Hochregallagers von maximal 5,6 TBq angenommen.

Die Abfallmengen gemäss Auslegung schöpfen die Verarbeitungskapazität der Einrichtungen und die Planungswerte der Strahlenexposition des Personals nicht aus. Um die radiologische Kapazitätsgrenze der Anlage zu bestimmen, untersucht ZWILAG in einem Zusatzbericht [ZWI97f] die höchstzulässigen Werte der mittleren und maximalen Aktivitätsinhalte der Abfallgebinde, die bei normaler Verarbeitung ohne Überschreitung einer der folgenden Grössen behandelt werden können: Planungswert von 50 Pers.-mSv Kollektivdosis pro Jahr, Planungswert von 5 mSv Personendosis pro Jahr, maximal zulässige Dosis von 1 mSv in der Umgebung nach einem Auslegungsstörfall. Es werden die folgenden Grenzen (umhüllende Annahmebedingungen) ermittelt:

- 1 TBq für die 200-ℓ-Fässer,
- 4 TBq für die 750-ℓ-Transportbehälter,
- 4 TBq für die 15 Fuss ISO-Container.

Ausser den in den umhüllenden Annahmebedingungen genannten Gebindetypen, werden zu kompaktierende Abfälle in 170-ℓ-Fässern und sperrige Komponenten auch in anderen Verpackungsformen angeliefert. Die Annahmebedingungen für die 170-ℓ-Fässer entsprechen jenen für die 200-ℓ-Fässer.

In Ergänzung der umhüllenden Annahmebedingungen werden allgemeinere detaillierte Annahmebedingungen für den angelieferten Rohabfall und die entsprechenden Abfallgebinde festgelegt. Provisorische Angaben hierzu befinden sich im Sicherheitsbericht [ZWI97b], sowie detaillierter in den technischen Berichten [ZWI98d] und [ZWI98e]. Die Annahmebedingungen sollen bis zur Betriebsaufnahme festgelegt werden. Aus heutiger Sicht werden für den Routinebetrieb folgende Anforderungen an die Rohabfälle bzw. Rohabfallgebinde gestellt:

- Aktivitätskonzentration allgemein bis ca. 5 TBq/m<sup>3</sup> (gemäss den umhüllenden Annahmebedingungen); diese Begrenzung ist unter anderem aus der folgenden Anforderung an die Rohabfälle abgeleitet
- Oberflächendosisleistung des Rohabfalls maximal zwischen 35 und 600 mSv/h, je nach vorgesehener Behandlung
- Aktivitätsgehalt von H-3 und C-14 je maximal 10 TBq und  $\alpha$ -Strahler maximal 0,1 TBq pro 200-ℓ-Fass; Anlieferung in verschweissten Behältern
- Ausschluss gewisser Materialien wie z. B. Explosivstoffe
- Oberflächendosisleistung am Anlieferungsgebinde in der Regel maximal 10 mSv/h, in Ausnahmefällen bis zu 20 mSv/h



- Oberflächenkontamination des Anlieferungsgebundes maximal ein Richtwert nach StSV
- Anlieferung der Abfälle in spezifizierten Gebunden mit spezifizierten Höchstgewichten
- Den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 entsprechende Deklaration des Rohabfalls (insbesondere Abfallinventar bzw. Angabe der Aktivität und der wichtigsten Leitnuklide, Angaben zu einem allfälligen  $\alpha$ -Aktivitätsinhalt, Angaben zur chemischen und physikalischen Form des Rohabfalls) mit Angabe der vorgesehenen Behandlung.

Bei Abfällen, die in einem oder mehreren Punkten von den Annahmebedingungen für den Routinebetrieb abweichen, wird die Machbarkeit der Behandlung in Absprache mit dem Abfalllieferanten abgeklärt. Dabei werden mögliche technische und administrative Massnahmen berücksichtigt, damit sich keine unzulässige Gefährdung der Bevölkerung und des Betriebspersonals ergibt.

Die Konditionierungsanlage verfügt über diverse handbediente, teilweise fernbediente oder automatisch betriebene Einrichtungen, um die angelieferten und die in den ZWILAG-Anlagen entstehenden Abfälle zu bearbeiten, um sie zu dekontaminieren oder in einem Abfallgebunde zu zementieren. Eine Übersicht über diese Behandlungswege ist in Abb. 3 (Seite 77) gegeben.

In einem Mehrzweckraum lassen sich bei Bedarf weitere direkt zu bedienende und fernbediente Einrichtungen aufstellen.

Im Aufsichtsverfahren für den Bau wurden die Abfallbehandlungsanlagen und das Hochregallager der Kategorie B der nichtklassierten Systeme zugeordnet.

### Beurteilung der HSK

Die Kapazität der Konditionierungsanlage reicht aus, um die auch zukünftig für diese Anlage vorgesehenen Abfallmengen im Einschichtbetrieb zu verarbeiten. Gegenüber dem Baubewilligungsgesuch ist das Abfallvolumen für die Auslegung durch den Wegfall gewisser PSI-Abfälle kleiner geworden. Hingegen wird aufgrund neuerer Beurteilung der zu erwartenden Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung die gesamte Aktivität höher eingeschätzt (jährlich ca. 13 TBq). Zum angenommenen Gesamtinventar des Hochregallagers wird im Kapitel 6.2.2 Stellung genommen.

Die umhüllenden Annahmebedingungen stellen aus der Sicht der HSK die Obergrenze für die im routinemässigen Betrieb anzunehmenden  $\beta/\gamma$ -Abfälle dar. In Einzelfällen kann die HSK die Behandlung von Abfällen höherer Aktivität und mit anderen Verpackungsformen freigeben, falls die Sicherheit des Personals und der Umgebung gewährleistet ist. Abfälle höherer spezifischer  $\beta/\gamma$ -Aktivität können in der Heissen Zelle im Gebäude Z behandelt werden. Im Routinebetrieb der Konditionierungsanlage ist aufgrund der bisherigen Erfahrungen im Mittel mit spezifischen  $\beta/\gamma$ -Aktivitäten der Rohabfälle von ca. 0,01 TBq pro 200-ℓ-Gebinde zu rechnen.

Die Annahme der Abfälle mit  $\beta$ -Aktivität bis zu 50 TBq/m<sup>3</sup> und  $\alpha$ -Aktivität bis zu 0,5 TBq/m<sup>3</sup> ist auf die in Kleinbehältern vorkonditionierten H-3 und C-14, bzw.  $\alpha$ -Aktivität enthaltenden Abfälle beschränkt. Die Kleinbehälter werden ohne weitere Behandlung in der vollautomatischen Zementierungsanlage zu endlagerfähigen 200-ℓ-Abfallgebunden konditioniert. Mit der Konditionierung dieser Abfälle übernimmt der Gesuchsteller eine Aufgabe, die bisher das PSI wahrgenommen hat. Die HSK ist damit einverstanden, fordert jedoch, dass der Gesuch-

steller beim PSI, solange es nicht über ein ausreichendes QS-System verfügt, QS-Kontrollen vornimmt (siehe Auflage 4 im Kap. 5.3.2).

Die Annahmebedingungen sollen gewährleisten, dass eine sichere und strahlenschutz-mässig optimierte Behandlung der Abfälle durchgeführt werden kann. Die Annahmebedingungen müssen klar formuliert sein und deren Einhaltung durch den Abfalllieferanten sichergestellt werden können. Die Ableitung der oben angeführten radiologischen Bedingungen wurde unter der Voraussetzung einer nach der bisheriger Erfahrung typischen Nuklidzusammensetzung der Abfälle durchgeführt. Nach Ansicht der HSK ist das für die bekannten Abfallströme ein gangbarer Weg. Hingegen muss die ZWILAG auch ein Verfahren festlegen, wie sie bei anderen Abfällen z. B. anhand der geforderten Dokumentation prüft, ob eine detailliertere Untersuchung der Handhabbarkeit in der Konditionierungsanlage nötig ist.

#### **Hinweis:**

Die HSK wird sich vor der Betriebsfreigabe von der Zweckmässigkeit der Annahmebedingungen für Abfallgebinde und der mit der Annahme im Zusammenhang stehenden Verfahrensvorschriften überzeugen.

### **4.9.2 Handbediente Einrichtungen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Konditionierungsanlage enthält sowohl handbediente Einrichtungen wie auch einige automatische Anlagen.

Die handbedienten Einrichtungen sind hauptsächlich:

- Die ca. 4 m × 1,6 m (L × B) grosse **Sortierbox**, an der das Personal von Hand mittels Boxenhandschuhen oder fernbedient hinter Abschirmungen mit Manipulatoren die Mischabfälle zur weiterer Behandlung in brennbare, kompaktierbare, direkt zementierbare oder dekontaminierbare Abfälle sortiert. Die Kippvorrichtung, mit der die zu entleerenden 200-ℓ-Anlieferungsfässer an die Sortierbox angekoppelt werden, ist mit einem Abschirmkasten aus 30 mm Blei und 20 mm Stahl versehen.
- Die ca. 2 m × 1 m (L × B) grosse **Harze- und Schlämme-Box**, an der die in 200-ℓ-Fässern angelieferten und üblicherweise in Kunststoffsäcken verpackten Harze und Schlämme von Hand mittels Boxenhandschuhen aufgeschnitten und entleert werden. Die Harze und Schlämme gelangen in einen Sammelbehälter, von dem sie zur Zementierung gefördert werden. Die Verpackung und die aussortierten Fremdkörper werden in seitlich an die Box angeflanschte Kunststoffsäcke abgefüllt (Ausschweisstechnik). Die Kippvorrichtung für die zu entleerenden 200-ℓ-Fässer ist wie bei der Sortierbox mit einer Abschirmung versehen.

Sollten stärker strahlende Harze und Schlämme behandelt werden, so können auch Manipulatoren nachgerüstet und je nach Ortsdosisleistung auch Abschirmmatten an der Boxenwand angebracht werden.

- Die ca. 20 m × 6 m × 5 m (L × B × H) grosse **β/γ-Box** hat vier grosse Zellen für die Annahme („Grossabfallschleuse“), die Grobdekontamination („Dekontzelle“), die Fein-

dekontamination sowie die Zerkleinerung der Abfälle. Die Anlieferung der Abfälle kann in verschiedenen Verpackungen erfolgen (siehe Kap. 5.3.5). Die ausgepackten Komponenten werden mit einem in der Box vorhandenen 5 t Kran durch 4 m × 2 m (B × H) grosse Rolltore in die Zellen für die Grobdekontamination oder Zerkleinerung transportiert. In der Grossabfallschleuse ist eine Einrichtung zur abrasiven Dekontamination untergebracht.

Die Grobdekontamination wird mit Hochdruckwasserspritzlanzen oder durch Einlegen in oder Besprühen mit Chemikalien durchgeführt. Der Boden der Dekontzelle besteht aus einem Gitterrost mit darunterliegender Auffangwanne für die Dekontabwässer, die den Anlagen zur Behandlung von Flüssigabfällen zugeführt werden.

In der Zerkleinerungszelle erfolgt die Zerlegung von Komponenten z. B. mit einem Plasmaschneider. Die zerkleinerten Teile werden in angedockte Fässer oder Betoncontainer gepackt. Die verbleibenden Hohlräume des Betoncontainers können vor Ort mit Zementmörtel verfüllt werden. Die mit den in der  $\beta/\gamma$ -Box anfallenden Mischabfällen gefüllten 200-l-Fässer werden mit dem Rollenbahnsystem den anderen Einrichtungen der Konditionierungsanlage zugeführt.

In der Zelle für die Feindekontamination stehen chemische und elektrolytische Verfahren sowie ein Ultraschallverfahren zur Verfügung. Dekontaminierte Teile werden nach der Freimessung der Wiederverwertung oder der konventionellen Entsorgung zugeführt.

In einem an der  $\beta/\gamma$ -Box befindlichen Umkleideraum kleidet sich das Personal für den direkten Einsatz zur Dekontamination entsprechend den strahlenschutztechnischen Erfordernissen ein.

Die Wände dieser Boxen sind aus nichtrostenden 10 mm starken Stahlplatten gefertigt. Die Abschirmdicke der Sichtfenster entspricht der Stärke der Stahlwände. An der Sortier- und  $\beta/\gamma$ -Box können schienengebundene Abschirmwände mit Strahlenschutzfenstern, deren Abschirmung 50 mm Bleiäquivalent entspricht, vor die Sichtfenster gefahren werden. Die Dekont- und Zerkleinerungszellen sind mit je zwei Manipulatoren ausgerüstet, mit denen das Personal Abfälle höherer Oberflächendosisleistungen fernbedient behandeln kann.

Die Boxen sind verschweisst und die Sichtfenster abgedichtet angeschraubt. Die Leckrate der  $\beta/\gamma$ -Box bei der maximal auftretenden Druckdifferenz beträgt weniger als 10% des Boxvolumens pro Stunde. Die Andockstationen für die Fässer bzw. Betoncontainer sind ebenfalls mit Dichtungen versehen. Die Abluft aus den Boxen ist an die Prozessabluftanlage angeschlossen, die einen ausreichenden Unterdruck der Boxen gegenüber der Umgebung gewährleistet. Abluft und Zuluft der Boxen werden über Filter geführt, so dass die Abluftkanäle bzw. die Umgebung bei einem allfälligen Druckaufbau in den Boxen vor Kontaminationen geschützt sind.

Eine weitere handbediente Einrichtung ist die Kleinpresse geringer Presskraft (160 kN), in der Mischabfälle kompaktiert werden, bevor sie der Verbrennungsanlage zugeführt werden. Diese Mischabfälle geringer Oberflächendosisleistung stammen in der Regel aus den ZWILAG-eigenen Anlagen.

Für die Behandlung von Abfällen mit geometrischen Abmessungen, die nicht in den Boxen gehandhabt werden können, für die Aufstellung und den Betrieb mobiler Abfallbehandlungsanlagen (z. B. Hochdruckpresse, Zementiercontainer für mittelaktive Abfälle,

Einrichtungen für die Zerlegung und Verfestigung der Lucens-Abfälle) steht ein Mehrzweckraum zur Verfügung. Er ist mit der notwendigen Infrastruktur ausgerüstet. In ihm können auch Unterdruckzellen als Arbeitsbereich A gemäss StSV betrieben werden.

#### Beurteilung der HSK

Die Zweckmässigkeit der handbedienten Einrichtungen wurde insbesondere aufgrund der Strahlenexposition des Bedienungspersonals, die von der Oberflächendosisleistung der Abfälle und der zur Verarbeitung benötigten Zeit abhängig ist, beurteilt.

An der Sortierbox führt das Personal die manuellen Arbeiten entsprechend den Oberflächendosisleistungen der Abfälle direkt mittels Boxenhandschuhen oder hinter Abschirmungen mit Manipulatoren durch. Es werden überwiegend kontaminierte Abfälle mit geringer Oberflächendosisleistung verarbeitet. Durch die Auslegung der Sortierbox mit Manipulatoren wird die Möglichkeit geschaffen, stärker kontaminierte Abfälle strahlenschutzgerecht zu verarbeiten.

Die Arbeiten an der Harze- und Schlämme-Box erfolgen von Hand mittels Boxenhandschuhen. Der Gesuchsteller plant, nur die im PSI und teilweise die in den eigenen Anlagen anfallenden Harze in der Harze- und Schlämme-Box zu behandeln. Die in der Konditionierungsanlage im Ionentauscher anfallenden Harze werden direkt in einen Sammelbehälter und von da zur Zementierung befördert. Daher ist für die Harze- und Schlämme-Box mit geringen zu verarbeitenden Abfallmengen zu rechnen. Nach Ansicht der HSK hat der Gesuchsteller die Harze- und Schlämme-Box für die Behandlung vorwiegend schwach strahlender Harze angemessen ausgelegt. Eine detailliertere Beurteilung der strahlenschutztechnischen Aspekte befindet sich im Kap. 5.3.4.

Die  $\beta/\gamma$ -Box umfasst mit den Einrichtungen Hochdruckwasserstrahl, Plasmaschneiden und Sandstrahlen sowie den elektrolytischen und dem Ultraschall-Verfahren wirkungsvolle, dem Stand der Technik entsprechende Behandlungsverfahren, die im Kap. 5.3.5 beschrieben und beurteilt sind. Die Auslegung entspricht dem Stand der Technik.

Die Fertigung und Ausrüstung der Boxen erfüllen hohe Dichtigkeitsanforderungen. Ein ausreichender Unterdruck gegenüber der Raumluft ist darin auch bei einem Totalausfall des redundant ausgelegten Prozessabluftsystems über mehr als eine Stunde gewährleistet. In diesem Fall hat das Personal ausreichend Zeit um die betroffenen Räume zu verlassen und kann voraussichtlich Massnahmen zur Wiederherstellung des Prozessabluftsystems einleiten, bevor die Umgebung der Boxen kontaminiert wird.

Die Ausführung der Boxen, deren Einrichtungen sowie der Andockstationen für die an- und abgelieferten Fässer bzw. Betoncontainer entsprechen dem Stand der Technik.

Der Mehrzweckraum enthält die nötigen Systeme, um Abfallbehandlungen mit mobilen, temporär eingerichteten Anlagen durchzuführen. Zu erwähnen sind insbesondere Anschlüsse für Druckluft, Prozessabluft und Prozesswasser, Lüftungsanlagen und Brandschutzeinrichtungen. Im Mehrzweckraum können daher Arbeiten zur Abfallbehandlung unter Beachtung der Strahlenschutzgrundsätze (Schutz des Personals und der Umgebung unter optimierten Verhältnissen) vorgenommen werden. Solche Arbeiten sind der HSK gemäss den Bestimmungen der Richtlinie HSK-R-15 zu melden.

### 4.9.3 Teil- und vollautomatisierte Einrichtungen

#### Angaben des Gesuchstellers

Für den innerbetrieblichen Transport und die Bedienung des Hochregallagers, die Abwasser- und Dekontmittelbehandlung sowie die Zementierung der Abfälle stehen teil- oder vollautomatisierte Einrichtungen zur Verfügung. Zum Transport der Fässer wird ein vollautomatisch betriebenes Rollenbahnsystem eingesetzt, das das ebenfalls vollautomatisierte Hochregallager mit den diversen Konditionierungseinrichtungen sowie mit der Abfallfassannahme und der Fassabgabe über den Verbindungskanal verbindet. Die Container werden mit Kränen und Schienenwagen transportiert. Die Entladung der 200-ℓ-Fässer aus den Transportcontainern bei der Anlieferung erfolgt automatisch.

Presskampagnen werden periodisch im Mehrzweckraum mit einer mobilen Hochdruckpresse (Presskraft bis 20'000 kN), die zwecks der weitgehenden Automatisierung der Arbeitsabläufe an das Rollenbahnsystem angeschlossen wird, durchgeführt.

Prozess- und Nebenabwässer aus dem Betrieb des ZZL werden in der Konditionierungsanlage in je zwei Behältern mit einem Fassungsvermögen von je 10 m<sup>3</sup> gesammelt. Die je nach Verschmutzungsgrad und Nuklidgehalt durch Verdampfung, Zentrifugierung und Ionenaustausch gereinigten Abwässer werden zunächst den zugeordneten Kontrollbehältern zugeführt. Ein Teil des Wassers wird als Prozesswasser in der Konditionierungsanlage weiter verwendet, der Rest zum Abgabebehälter geführt und nach der Freigabe durch den Strahlenschutz zur Abgabestelle des PSI für die Abgabe an die Aare geleitet. Die Ionenaustauscherharze aus der Abwasserreinigung, die Konzentrate aus der Verdampfung sowie die Schlämme aus der Zentrifugierung und Fällung werden der automatisierten homogenen Zementierung zugeführt.

Zur Behandlung von kontaminierten Flüssigkeiten steht ein teilautomatisiertes System, die „Dekontmittelbehandlung“, zur Verfügung. In dieser werden kontaminierte Flüssigkeiten mittels Zugabe von Chemikalien neutralisiert, Fällreaktionen durchgeführt sowie das Redoxpotential abgeglichen. Die Auslegung der Dekontmittelbehandlung ist flexibel ausgeführt, damit Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen (z. B. wässrig/organische Gemische) behandelt werden können.

Abfälle wie Presslinge aus der Kompaktierung, nichtkompaktierte, z. T. zerkleinerte Rohabfälle, sowie Mischabfälle und vorkonditionierte Abfälle (z. B. umschlossene Strahlenquellen) werden in der ebenfalls automatisierten heterogenen Zementierung konditioniert.

Das Rollenbahnsystem, das Hochregallager, die Behandlung der Prozess- und Nebenabwässer sowie die Zementierung homogener und heterogener Abfälle werden in einem zentralen Kommandoraum gesteuert und überwacht. Bei Bedarf ist die Steuerung dieser Systeme und Anlagen auch aus örtlichen Leitständen möglich. Bei Ausfall der Stromversorgung ist die Rückholung des Bediengerätes des Hochregallagers aus dem Lagerbereich in einen abgeschirmten Wartungsraum möglich.

#### Beurteilung der HSK

Die für die Auslegung der automatisierten Einrichtungen relevanten Beurteilungskriterien sind insbesondere die Betriebssicherheit, die Wartung mit geringer Strahlenexposition des Bedienungspersonals und die Vermeidung bzw. Begrenzung von Kontaminationen z. B.

durch die Trennung von Räumen in solche mit geringem und solche mit höherem Kontaminationspotential, mit entsprechender Unterdruckstaffelung.

Hinsichtlich dieser Beurteilungskriterien sind das vollautomatisch betriebene Rollenbahnsystem, das Hochregallager und Annahmeeinrichtung für 200-ℓ-Fässer zweckmässig ausgelegt. Die verfahrenstechnischen Einrichtungen werden vollautomatisch betrieben und sind wartungsfreundlich ausgelegt. Die zentrale Steuerung und Überwachung dieser Prozesse durch Operateure im Kommandoraum ist hinsichtlich einer niedrigen Strahlenexposition des Personals vorteilhaft.

Zur Behandlung der Prozess- und Nebenabwässer stehen mehrere parallel bzw. hintereinander schaltbare Verfahren (Verdampfung, Zentrifugierung und Ionenaustausch) zur Verfügung, mit denen hohe Dekontaminationsfaktoren erzielt werden können. Mit den Komponenten der homogenen und heterogenen Zementierungen bestehen gute Betriebserfahrungen.

Die nur teilautomatisierte Auslegung der Dekontaminationsbehandlung ist für die geringen Abfallmengen angemessen. Flüssigkeiten mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen können mit der erforderlichen Flexibilität behandelt werden.

Die weitgehende Automatisierung der Arbeitsabläufe durch den Anschluss der Hochdruckpresse an das Rollenbahnsystem und den vollautomatischen Transport der Presslinge und der mit Presslingen gefüllten Abfallfässern ist zweckmässig und führt zu einer geringen Strahlenexposition des Bedienungspersonals.

Insgesamt sind die eingesetzten teil- und vollautomatisierten Einrichtungen zweckmässig, um die angelieferten und in den ZWILAG-Anlagen anfallenden Abfälle zu transportieren und zu verarbeiten. Die Auslegung dieser Einrichtungen entspricht dem Stand der Technik.

## **4.10 Verbrennungs- und Schmelzanlage**

Teile der Ofenanlage, nämlich die Verbrennungs- und Schmelzkammer und die Rauchgasreinigung- und Abgasanlage bis zum und einschliesslich Quench, wurden in die Sicherheitsklasse 4 nach der Richtlinie HSK-R-06 eingeteilt. Diese Teile sind deshalb gegen Beanspruchungen durch Erdbeben (Häufigkeit  $10^{-2}/a$ ) ausgelegt. Sicherheitstechnisch wichtige Änderungen an diesen Anlageteilen erfordern gemäss der Richtlinie HSK-R-35 [HSK96b] eine Freigabe der HSK.

### **4.10.1 Kapazität und Annahmebedingungen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Verbrennungs- und Schmelzanlage wurde für eine Durchsatzrate von rund 200 kg/h brennbarer oder 300 kg/h schmelzbarer Abfälle ausgelegt. Vorgesehen sind jährlich 5 bis 6 Kampagnen à 200 Stunden in dreischichtigem Betrieb. Das erwartete jährliche Abfallaufkommen beträgt ca. 150 t brennbaren und 50 t schmelzbaren Abfalls.

Die Abfälle werden ausschliesslich in 200-ℓ-Fässern angeliefert. Es besteht ein Pufferlager (Hochregallager) für die angelieferten Fässer, das für 320 Fässer ausgelegt ist. Es besteht ein Ausgangslager für die konditionierten Abfallgebände. Das Ausgangslager fasst 40 Gebände à 0,2 m<sup>3</sup>.

Im Band IV des Sicherheitsberichts [ZWI97c] sind Annahmebedingungen für die Abfallgebände genannt. Darin erfolgt eine Begrenzung des mittleren und maximalen Aktivitätsgehaltes der angelieferten Gebände auf die aus bisheriger Erfahrung erwarteten Werte. Eine spätere Erhöhung der Aktivitätslimiten entsprechend den Betriebserfahrungen wird vorbehalten. Detailliertere provisorische Bedingungen sind im Bericht [ZWI98d] festgelegt. Die heutigen Annahmebedingungen sehen vor:

- Aktivitätsinhalt im 200-ℓ-Fass bis zu 83 GBq  $\beta/\gamma$ -Aktivität und 0,1 GBq  $\alpha$ -Aktivität für Verbrennungsabfälle und 30 GBq  $\beta/\gamma$ -Aktivität und 1 MBq  $\alpha$ -Aktivität für Schmelzabfälle
- Mengenmässige Begrenzung von Schwefel, Chlor, Iod, Fluor und bestimmten Schwermetallen (Hg, Cd, Se, Te, Tl); Ausschluss gewisser Materialien wie z. B. Explosivstoffe
- Oberflächendosisleistung am Anlieferungsgebände in der Regel maximal 10 mSv/h, in Ausnahmefällen bis zu 20 mSv/h
- Oberflächenkontamination des Anlieferungsgebändes maximal ein Richtwert nach StSV
- Anlieferung der Abfälle in 200-ℓ-Fässern mit spezifizierten Höchstgewichten
- Deklaration des Rohabfalls und der Gebändedaten nach Vorgaben des Datenbankprogramms ISRA (insbesondere Abfallinventar bzw. Angabe der Aktivität und der wichtigsten Leitnuklide, Angaben zu einem allfälligen  $\alpha$ -Aktivitätsinhalt, Angaben zur chemischen und physikalischen Form des Rohabfalls) mit Angabe der vorgesehenen Behandlung.

Im Sicherheitsbericht wird festgehalten, dass höchstens 1% der Abfallgebände die oben genannten Aktivitätsinhalte haben dürfen, während die Abfallgebände im Mittel die Erfahrungswerte 5,5 GBq Gesamtaktivität für Verbrennungsabfälle und 2,5 GBq Gesamtaktivität für Schmelzabfälle einhalten müssen.

#### Beurteilung der HSK

Die Kapazität der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist genügend, um die vom Gesuchsteller vorgesehenen Abfälle zu behandeln. Die angegebenen, den Erfahrungswerten entsprechenden Annahmebedingungen dürften dem Routinebetrieb entsprechen. Daneben besteht die Möglichkeit, auch Sonderabfälle auf einer Einzelfassbasis zu verarbeiten. Dabei kann die Aktivitätskonzentration den vom Gesuchsteller in den Annahmebedingungen festgelegten Wert für den Routinebetrieb überschreiten, falls technische und administrative Massnahmen getroffen werden, damit sich aus dieser Überschreitung keine unzulässige Gefährdung der Bevölkerung und des Betriebspersonals ergibt. Ferner können die Annahmebedingungen mit zunehmender Betriebserfahrung insbesondere in Richtung höherer Aktivitätskonzentrationen angepasst werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass dabei die gesetzlichen Vorschriften und die Bestimmungen der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden. Die Behandlung von Sonderabfällen, welche die Annahmebedingungen nicht erfüllen, sowie die Anpassung der Annahmebedingungen, bedürfen einer Freigabe durch die HSK.

Die genannten Anforderungen an die Dokumentation der Abfälle entsprechen den Erfordernissen der Richtlinie HSK-R-14. Die Annahmebedingungen sind noch provisorisch.

#### **Hinweis:**

Die HSK wird sich vor der Betriebsfreigabe von der Zweckmässigkeit der Annahmebedingungen für Abfallgebinde und der mit der Annahme in Zusammenhang stehenden Verfahrensvorschriften überzeugen.

#### **4.10.2 Ofen**

##### Angaben des Gesuchstellers

Der PLASMARC<sup>®</sup>-Ofen besteht aus einem 4 m hohen zylindrischen Gebilde von 3 m Durchmesser, das zwei Hauptbestandteile hat: den Deckel und den Drehherd.

Auf dem Deckel sind Öffnungen für die Hauptbeschickungseinrichtung (die horizontale Fassbeschickung), die Flussmittelbeschickung, den Plasmabrenner und den Hilfsbrenner, den Manipulator des Verschlussystems, die Kameras und die Sauerstoffjets angebracht. Eine zusätzliche Öffnung dient als Mannloch sowie für die Beschickung übergewichtiger Fässer mit dem Hallenkran. Der Deckel wird mit einer Isolationsschicht aus Aluminiumsilikat und einer Schutzschicht aus Korund-Feuerfestbeton ausgekleidet, um Schmelzen oder Korrosion zu verhindern.

Der Drehherd wird um seine Achse gedreht, um die Abfälle unter den stationären Plasmabrenner zu bringen. Er ist mit einer Isolationsschicht aus Aluminiumsilikat und einer Schutzschicht aus Sinterkorund-Chromoxid-Hochbrandsteinausmauerung ausgekleidet. Dazu ist eine keramische Verschleisschicht aufgespritzt, um die Wartung zu erleichtern. Der doppelwandige Drehherdboden wird mit einer Spritzwasserkühlung abgekühlt. Dadurch wird die Seitenwand auch mitgekühlt.

Ohne Verschluss der Bodenöffnung erlaubt die Drehzahlsteuerung eine exakte Abgussregelung der Schmelze. Um eine zu hohe Abnutzung der Beschichtung zu vermeiden, kann der Drehherd mit verschlossener Abgussöffnung betrieben werden. Das Verschlussystem besteht aus einer Kappe, die mit einem im Deckel installierten automatisierten Manipulator in die Abgussöffnung eingesetzt und mit Chromsand überdeckt wird. Für das Abgiessen wird die Drehzahl des Herdes soweit erhöht, dass die Schmelze nicht ausfliessen kann, die Verschlusskappe mit dem Manipulator aus der Öffnung gestossen und die Drehzahl reduziert.

##### Beurteilung der HSK

Die neu vorgesehene Schutzschicht aus Sinterkorund-Chromoxid-Hochbrandsteinausmauerung bietet gegenüber der im Baubewilligungsverfahren beschriebenen Auskleidung mit Aluminiumoxid eine bessere Widerstandsfähigkeit gegenüber der Beanspruchung durch Temperaturwechsel.

Der Gesuchsteller sieht einen Betrieb mit verschlossener Abgussöffnung vor. Zur Zeit der Erteilung der Baubewilligung war noch eine nicht schliessbare Bodenöffnung vorgesehen, wobei das Ausfliessen der Schmelze allein durch die Rotation des Herdes (Zentrifugalkraft)



verhindert wird. Die HSK hat im Baubewilligungsverfahren diesem Prinzip zugestimmt. Alternative Lösungen sind grundsätzlich akzeptabel, sofern sie einen sicheren Betrieb gewährleisten. Die gewählte Lösung erfordert das Einsetzen und Ausstossen einer Verschlusskappe bei schnell rotierendem Drehherd. Das Verfahren ist in der Nuklearindustrie im Routinebetrieb nicht erprobt. Die HSK hat deshalb im Rahmen des Freigabeverfahrens gefordert, dass die ursprüngliche Lösung auch voll anwendbar bleibt.

#### **Hinweis:**

Die HSK wird während des inaktiven Probetriebs überprüfen, ob das vorgeschlagene neue Verschlusssystem der Abgussöffnung des Drehherdes die erwartete Zuverlässigkeit aufweist.

### **4.10.3 Beschickung des Drehherdes**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die 200-ℓ-Fässer werden für den Verbrennungs- und den Schmelzprozess mit einer horizontalen Fassbeschickung in den Drehherdofen eingeführt. Die Fässer werden von der Rollenbahn in eine Schleuse eingebracht und mit einem Fassgreifer in eine zweite Schleuse befördert. In dieser Schleuse werden die Fässer mit einer Drehvorrichtung in eine horizontale Lage gebracht. Die Fässer werden mit dem Fassmanipulator in den Ofen verschoben und gedreht, damit sie mit einem Propanbrenner aufgeschnitten werden können. Die Schleusen garantieren eine vollständige Trennung zwischen der Ofenatmosphäre und der Hallenluft. Sie werden nach jeder Beschickung mit Luft oder Stickstoff gespült.

Um mehr Platz im Bereich des Ofendeckels zur Verfügung zu haben, verzichtet der Gesuchsteller auf die früher vorgesehene vertikale Fassbeschickung für besonders schwere Fässer. Er erwartet auch vom Inhalt solcher Fässer, die durch die horizontale Fassbeschickung in den Ofen eingebracht werden, keine Schäden an der Ofenausmauerung. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, für den Schmelzprozess bestimmte schwere Fässer mit dem Kran durch das Mannloch des Deckels in den kalten und stehenden Drehherd einzubringen.

Fässer mit flüssigem Inhalt können neben den Ofen gestellt an eine Fasspumpe angeschlossen werden, ihr Inhalt abgepumpt und durch eine im Ofendeckel angebrachte Flüssigbeschickungslanze in den Drehherd hineingespritzt werden.

Die für die Verglasung der Verbrennungsrückstände nötigen Zuschlagstoffe ( $\text{SiO}_2$  und  $\text{CaO}$  in der Form von gebrochenen Flaschenglas und Kalksteinen) werden in 200-ℓ-Fässern durch die horizontale Fassbeschickung in den Drehherd eingebracht. Bei Bedarf können geringe Mengen Natriumoxid ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) als Flussmittel zugesetzt werden. Die Flussmittelbeschickung erfolgt aus einem Wechselcontainer auf dem Ofendeckel durch eine Zellenradschleuse dosiert.

#### Beurteilung der HSK

Der Verzicht auf eine vertikale Fassbeschickung für übergewichtige Fässer wird von der HSK akzeptiert.

Das vom Gesuchsteller heute vorgesehene Verfahren zum Beschicken des Ofens mit flüssigen Abfällen unterscheidet sich von dem im Sicherheitsbericht beschriebenen Verfahren, wo das Fass erst in der Beschickungsschleuse fernbedient geöffnet und ausgepumpt wird. Die Verfahrensänderung wurde der HSK erst kurz vor der Drucklegung des Gutachtens mitgeteilt und erhält daher im Gutachten keine abschliessende Beurteilung. Die HSK ist jedoch der Ansicht, dass das neue Verfahren den Vorteil einer besseren Kontrollierbarkeit des Beschickungsvorgangs bietet. Die HSK wird die Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage von einem befriedigenden Ergebnis ihrer Beurteilung des neuen Verfahrens bezüglich Zweckmässigkeit der Ausführung und Strahlenschutzes abhängig machen.

Die Beschickung von flüssigen Abfällen in den Drehherdofen kann im Prinzip Druckstösse bewirken. Die HSK ist der Ansicht, dass solche Druckstösse durch das Einspritzen der flüssigen Abfälle durch die Flüssigbeschickungslanze vermieden werden können.

#### **Hinweise:**

Vor der Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist der HSK nachzuweisen, dass die Beschickungseinrichtung für flüssige Abfälle zweckmässig ausgeführt und bezüglich der Strahlenschutzaspekte optimiert ist.

Während des inaktiven Probetriebes hat die ZWILAG durch Versuche der HSK das Ausbleiben von unzulässigen Druckstössen beim Verbrennen flüssiger Abfälle nachzuweisen.

#### **4.10.4 Plasmabrenner**

##### Angaben des Gesuchstellers

Der wassergekühlte 1200 kW Plasmabrenner erzeugt einen Lichtbogen, der von einer 5 bis 15 cm dicken Flamme mit einer Temperatur von ca. 5000 °C umgeben ist. Als Plasmagas wird Stickstoff eingesetzt. Die Elektrode und der Brennermantel werden mit zwei Kühlkreisläufen gekühlt. Bei Leckagen in diesen Kreisläufen wird der Brenner abgeschaltet. Der Plasmabrenner kann entlang seiner Achse in vertikaler Richtung bewegt und in seiner Neigung verstellt werden.

Wegen des Verschleisses der Elektrode ist ein Elektrodenwechsel ca. alle 200 h nötig. Daneben sind verschiedene Wartungsarbeiten nötig. Für diese Arbeiten stehen ein Wechselbehälter und eine Wartungsbox zur Verfügung. Der Wechselbehälter besteht aus einem mit Eingriffsfenster und Handschuhen ausgerüsteten zylindrischen Stahlrohr. Der Elektrodenwechsel und andere einfache Arbeiten am Brenner werden normalerweise in diesem Stahlrohr durchgeführt. Es dient aber bei Bedarf auch als Transportbehälter, um den Brenner vom Ofen zur Wartungsbox und zurück zu transportieren.

Die Wartungsbox dient für Instandhaltungs- und Dekontaminationsarbeiten von Ofenkomponenten, die mit dem Hallenkran in die Box abgesenkt werden.

### Beurteilung der HSK

Der Plasmabrenner und seine Nebeneinrichtungen sind Stand der Technik in konventionellen (inaktiven) Anlagen. Der Elektrodenwechsel und der Transport der Elektrode in die Wartungsbox müssen während der inaktiven Inbetriebnahme des Ofens geübt werden bis diese Arbeiten möglichst zeitsparend durchgeführt werden können. Aus Sicht der HSK hat die inaktive Trainingsphase primär das Ziel, die spätere Strahlenbelastung des Personals tief zu halten. Die Wartungsarbeiten werden im Kap. 5.4.5 detaillierter beschrieben und bezüglich der Strahlenschutzaspekte beurteilt.

#### **4.10.5 Gas-Schmelzenseparator und Abgusskammer**

##### Angaben des Gesuchstellers

Der Gas-Schmelzenseparator ist eine Kammer, die zwischen Ofenausfluss- und Kokillenöffnung angeordnet ist. Sie hat die Funktion, die Pyrolysegase von der Schmelze zu trennen. Während die Schmelze durch Schwerkraft durch die Kammer hindurch in die Kokille fällt, werden die Pyrolysegase seitlich abgezogen und der Nachbrennkammer zugeführt. Der Gas-Schmelzenseparator hat eine doppelte wassergekühlte Stahlwandung, welche mit einer Isolationsschicht aus Aluminiumsilikat und einer Korund-Feuerfestbeton-Schutzschicht ausgekleidet ist.

Die Abgusskammer hat eine mit Wasser gekühlte Doppelwand und ist mit zwei Schleusenkammern ausgerüstet, um beim Kokillenwechsel eine Kontamination der Halle zu verhindern. In der Abgusskammer befinden sich Rollenbahnen für die Verschiebung der Kokillen sowie eine Kokillen-Hebevorrichtung. Die Kokillen werden mit der Hebevorrichtung an den unteren Flansch des Gas-Schmelzenseparators gedrückt. Der Füllstand der Kokille wird mittels dreier Systeme (TV, TV mit automatischer Bildauswertung, Infrarotmessung) überwacht, so dass eine Kontamination des Abgusskammer durch überfließende Schmelze verhindert wird.

Als Grenze zwischen Ofengasatmosphäre und Abgusskammer wird eine mit Inconel ausgekleidete Sicherheitskokille aus Gusseisen unter die zentrale Bodenöffnung gestellt. Diese Sicherheitskokille kann bei einem Störfall den gesamten Drehherdinhalt aufnehmen.

##### Beurteilung der HSK

Die Auslegung des Gas-Schmelzenseparators und der Abgusskammer erfüllen die strahlenschutztechnischen Anforderungen. Die HSK hat sich davon überzeugt, dass im Anforderungsfall die Sicherheitskokille unter Strahlenschutzmassnahmen in das MAA-Lager gebracht werden kann.

##### **Hinweis:**

Bei Verglasungsanlagen für hochaktive Abfälle wird die Bildung von Glasfäden an der Ausgussöffnung beobachtet. Der Gesuchsteller hat anlässlich der Inaktivversuche zu zeigen, dass dieses Problem mit der gewählten Schmelzenzusammensetzung und den zu schmelzenden Abfällen nicht auftritt.

#### **4.10.6 Kokillenkühlung und -verpackung**

##### Angaben des Gesuchstellers

Die aus Stahlblech gefertigte Kokille kann 140 l Abguss aufnehmen. Während des Abgiessens und der Abkühlphase steht sie in einem Kühlgefäss, damit sie formstabil bleibt und nicht schmilzt. Die Kühlgefässe sind am unteren Teil mit einem Abdrückzapfen ausgerüstet, so dass klemmende Kokillen herausgedrückt werden können. Die Kokillen werden nach dem Abguss in den Kühlgefässen auf einer Rollenbahn im sogenannten Abkühltunnel gekühlt. Nach einer Aufenthaltszeit von etwa 55 h im Tunnel ist die Temperatur des Abgusses durch die Luftkühlung auf unter 50 °C abgesunken.

Nach dem Abkühlen werden die Kokillen mit einem fernbedienten Kran aus den Kühlgefässen gezogen, zu einem abgeschirmten Messschacht transportiert und radiologisch gemessen ( $\gamma$ -Spektrometrie).

Nach erfolgter Messung werden die Kokillen in mit Beton ausgekleidete 200-l-Endlagergebäude eingesetzt. In der Verfüllstation werden die Leerräume in den Gebinden mit Sand verfüllt. Um eine optimale Füllung zu erhalten, werden die Gebinde leicht geschüttelt. Die Gebinde werden anschliessend ferngesteuert in der Verdeckelungsstation geschlossen. Auf dem Weg zum Fassauszgangslager werden automatisch Dosisleistungs- und Kontaminationmessungen (Wischtests) durchgeführt. Die Wischtests werden vor dem Weitertransport zum Fassauszgangslager ausgewertet. Bei einer Überschreitung des Richtwertes erfolgt eine Dekontamination in einer in unmittelbarer Nähe befindlichen Dekontaminationsbox.

##### Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen die Kühl- und Verpackungsverfahren keine Einwände.

#### **4.10.7 Rauchgasreinigung**

##### Angaben des Gesuchstellers

Die Rauchgase der Verbrennungsanlage werden zuerst in der Nachbrennkammer bei einer Temperatur von 1200 °C vollständig oxidiert. Die Kammer ist zwecks Wasserkühlung doppelwandig gebaut. Die Innenwand ist mit einer Korrosionsschutzschicht gegen die Wirkung von sauren Gasen auf den Stahl sowie einer wärmedämmenden Auskleidung versehen.

Die Rauchgase laufen anschliessend durch den Abhitzkessel. Der Abhitzkessel ist ein Wärmetauscher, in dem die Rauchgase vorgekühlt werden. Die gewonnene Energie wird zur Aufheizung anderer Komponenten genützt.

Der Quench besteht aus einem vertikal aufgestellten Stahlzylinder, der im oberen Bereich mit einer Ausmauerung versehen ist. Die heissen Rauchgase werden im oberen Bereich eingeleitet und in Gleichstrom mit fein zerstäubtem Wasser weiter gekühlt. Das Quenchwasser nimmt auch radioaktive Schadstoffe wie Cs-, Zn-, Cl- und F-Verbindungen auf. Bei Stromausfall bleibt der Quench dank einem 16 m<sup>3</sup> fassenden Notwasserbehälter für ca. 30 Minuten funktionstüchtig.

Die Abgase werden dann in den Sauren Wäscher geführt, wo die leicht wasser- und säurelöslichen inaktiven und aktiven Schadstoffe abgeschieden werden. Die Temperatur der Abgase nimmt hier weiter ab. Die Gase treten im Unterteil dieser Füllkörperkolonne aus Kunststoff ein und strömen im Gegenstrom zu einer wässrigen Säure.

Das nachfolgend angeordnete Nasselektrofilter erlaubt die Abscheidung von Aerosolen und Staubpartikeln, die noch in den Abgasen vorhanden sind. Die Partikel werden ionisiert und auf Elektroden abgeschieden. Die feinsten Partikel, die noch das Nasselektrofilter durchströmen, werden in zwei HEPA-Filtern abgeschieden. Nach diesen ersten Reinigungs-komponenten ist keine Abscheidung von radioaktiven Stoffen mehr zu erwarten. Die nächsten Komponenten dienen dem Abscheiden inaktiver Schadstoffe.

SO<sub>2</sub> wird in den Alkalischen Wäschern vom Abgas getrennt. Das Abgas fließt im Gegenstrom mit einer Kalkmilch-Lösung in vier Waschstufen. Das SO<sub>2</sub> reagiert mit Kalkmilch (CaOH<sub>2</sub>) und Luftsauerstoff; dabei entsteht als Endprodukt Gips (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O).

Zwei nach den alkalischen Wäschern angeordnete redundante Saugzuggebläse fördern die Abgase und erzeugen einen Unterdruck im Plasmaofen. Ein mit Dieselmotor betriebenes drittes Gebläse (Hilfsgebläse) steht zur Verfügung. Es wird bei Bedarf automatisch eingeschaltet.

Nach dem Saugzuggebläse werden die Gase in einem Rohrwärmetauscher auf 320 °C erhitzt und in die DeNO<sub>x</sub>-Anlage geführt. Die Stickstoffoxide werden in dieser Anlage mit Ammoniak in Anwesenheit eines Katalysators zu N<sub>2</sub> reduziert.

Das Abgas wird über einen Kamin an die Atmosphäre abgegeben. In der Leitung vor dem Kamin werden sowohl die Konzentrationen der konventionellen Schadstoffe als auch die Feuchte und die Menge des Abgases kontinuierlich gemessen. Die radiologische Emissionskontrolle wird im Kap. 5.1 beschrieben.

Bei einem Ausfall der Stromversorgung ist die Rauchgasreinigung dank Notwasserbehälter und Hilfsgebläse noch in der Lage, die Restgase des Drehherdofens aufzunehmen.

### **Änderungen gegenüber dem Baubewilligungsverfahren**

Die Auslegung der Rauchgasreinigung weist gegenüber der Beschreibung im Baubewilligungsverfahren einige Unterschiede auf.

- Das Rauchgas verlässt den Ofen nicht mehr ausschliesslich über den Gas-Schmelzenseparator, sondern hauptsächlich über ein im Ofendeckel angeschlossenes Rohr. Dadurch ist der Betrieb des Drehherdes mit verschlossener Abflussöffnung möglich.
- Ein für die temporäre Aufnahme von Rauchgasen in einem Störfall vorgesehenes Rückhaltesystem wird nicht gebaut. Der Grund ist einerseits die vorher genannte Änderung des Rauchgasabzuges, die einen Druckaufbau im Drehherd unwahrscheinlicher werden lässt. Andererseits hat eine Analyse des Gesuchstellers gezeigt, dass bei den betrachteten Störfällen der Beitrag des Rückhaltesystems zur Sicherheit klein war.
- Statt dem vorgesehenen mehrstufigen Nassabschneider, der elektrostatische Staubabscheidung mit sauren und alkalischen Absorption verbindet und in der Reihenfolge hinter dem Quench, Kondensator und HEPA-Filter angebracht war, wurde die oben

beschriebene Anordnung von Apparaten gewählt. Da der HEPA-Filter nun nach der elektrostatischen Ausscheidung angeordnet ist, werden die Filterelemente weniger belastet. Die Anordnung des alkalischen Wäschers hinter dem HEPA-Filter gewährleistet einen weitgehend aktivitätsfreien Gips als Abfallprodukt.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK ist der Ansicht, dass die Rauchgasreinigungsanlage gemäss Stand der Technik ausgelegt ist. Die störfallrelevanten Änderungen gegenüber der früheren Auslegung werden im Kap. 6.4 berücksichtigt. Die im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch geforderten Massnahmen, damit bei einem Ausfall der Stromversorgung keine signifikante Kontamination ausserhalb des Ofens auftritt, wurden mit dem Einbau von Notwasserbehälter und Hilfsgebläse getroffen. Sollte der anfallende Gips als radioaktiver Abfall entsorgt werden müssen, so hat die ZWILAG die Möglichkeit dazu aufgezeigt (siehe Kap. 5.4.4). Die Erfüllung der Anforderungen der Luftreinhalteverordnung [BUN85a] wird durch die HSK nicht geprüft.

#### **Hinweis:**

Die Betriebsvorschriften müssen sicherstellen, dass bei unzulässigen Schadstoffkonzentrationen im Abgas der Verbrennungs- und Schmelzanlage geeignete Gegenmassnahmen eingeleitet werden.

### **4.10.8 Interne Wasseraufbereitung**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die aus dem Quench und den sauren und alkalischen Wäschern anfallenden radioaktiven Wässer werden aufbereitet und als Prozesswasser rezykliert.

Die sauren Abwässer (Quench, Saurer Wäscher, Nasselektrofilter) werden in einen aus Kunststoff angefertigten Abwasserpufferbehälter geleitet. Durch die Zugabe von Zeolithen wird ein Teil des gelösten Cäsiums gebunden. Die flüssige Phase wird in einen zweiten Behälter gepumpt und mit NaOH neutralisiert. Beide Behälter sind mit Dosierstationen ausgerüstet, so dass die Fällung von löslichen Schwermetallen möglich ist. Der Inhalt des zweiten Behälters wird zentrifugiert. Die Sedimente werden automatisch in Fässer abgefüllt; diese werden als Sekundärabfälle in den Drehherdofen zurückgeführt. Das Zentrifugat wird über Ionenaustauscher-Kolonnen geführt und verdampft. Die beladenen Ionenaustauscher werden ebenfalls dem Ofen zugeführt. Das entstehende Destillat dient als Prozesswasser. Die aufkonzentrierte NaCl-Lösung wird an die Konditionierungsanlage abgegeben.

Die alkalischen Waschwässer aus der Gipsabscheidung werden verdampft und zu einer 8 bis 10% CaSO<sub>4</sub>-Suspension aufkonzentriert. Das Destillat und die Suspension werden in den alkalischen Waschstufen wiederverwendet.

Bei Stillständen der Anlage werden die Destillate vorübergehend in fünf Pufferbehälter von je 5 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen geleitet, die im Verbindungskanal angeordnet sind. Vor der Wiederinbetriebnahme werden diese Wässer in die Anlage zurückgepumpt.

Beurteilung der HSK

Dank der Wasseraufbereitung wird die Menge an flüssigen Abfällen stark reduziert. Zu den sekundären Abfällen NaCl und CaSO<sub>4</sub> nimmt die HSK in Kapitel 5.4.4 Stellung.

Die Puffertankanlage im Verbindungskanal dient ausschliesslich der Aufnahme von sehr gering aktiven gereinigten Prozesswässern. Die HSK erwartet hier keine Strahlenschutzprobleme. Zur Zeit der Begutachtung liegen nur wenig Unterlagen zu dieser Anlage vor; die HSK wird sich im Laufe der Bau- und Montagefreigabeverfahren von der zweckmässigen Ausführung der Anlage, einschliesslich Auslaufwanne, überzeugen.

## 5 STRAHLENSCHUTZ IM NORMALBETRIEB

### 5.1 Strahlenschutzmesstechnik

#### 5.1.1 Generelle Anforderungen

Zur Gewährleistung des Schutzes von Personal und Umwelt sowie zur Überwachung der bestimmungsgemässen Funktion von Systemen müssen die radiologischen Verhältnisse innerhalb der Anlage, die Abgaben radioaktiver Stoffe nach aussen sowie die Strahlung in der Umgebung bekannt sein. Die dazu notwendigen Messgeräte müssen insbesondere folgende Aufgaben erfüllen:

- Erfassung der Radioaktivität und der Strahlenfelder in der Anlage (Kap. 5.1.2)
- Erfassung der Strahlendosen des Personals (Kap. 5.1.3)
- Messung und Bilanzierung der an die Umwelt abgegebenen radioaktiven Stoffe (Kap. 5.1.4)
- Messung von Radioaktivität und Strahlenfeldern in der Umgebung (Kap. 5.5.3).

#### Angaben des Gesuchstellers

Gemäss dem Sicherheitsbericht [ZWI97a] werden bei der Auslegung und Beschaffung der Strahlenschutzinstrumentierung generell folgende Anforderungen berücksichtigt:

- Messwerte sind in Kommandoräumen anzuzeigen, zu registrieren sowie auf Grenzwertüberschreitungen und Geräteausfall zu überwachen. Die Signalisation der Überschreitungen und Geräteausfälle muss an einer Stelle erfolgen, die 24 Stunden pro Tag besetzt ist. Bei Geräten, die dem Personenschutz dienen, sind vor Ort zusätzliche Anzeigen sowie akustische und optische Alarmierungen zu installieren.
- Die Instrumente sind auf die Umgebungsbedingungen im Anforderungsfall auszulegen. Sie müssen selbstüberwachend sein (Erkennen von Geräteausfall).
- Die Messgeräte werden durch das Eidgenössische Amt für Messwesen oder durch eine von ihm anerkannte Stelle geprüft und geeicht. Ihre Funktionstüchtigkeit wird mit einer rückführbaren Prüfquelle periodisch kontrolliert.

#### Beurteilung der HSK

Die genannten Anforderungen sind geeignet, um die Erfüllung der strahlenschutztechnischen Aufgaben sicherzustellen. Die Anforderung bezüglich Eichung resp. Kalibrierung genügt der Richtlinie HSK-R-47 (Entwurf vom März 1999).

Die HSK überprüft im laufenden Montagefreigabeverfahren die Einhaltung der erwähnten Anforderungen im einzelnen.



### 5.1.2 Raumüberwachung und Messgeräte für den operationellen Strahlenschutz

Die Radioaktivität und die Strahlenfelder in den Anlagen müssen erfasst werden, um zu zeigen, dass sie im erwarteten Rahmen liegen und die Anlagen in Übereinstimmung mit den technischen Vorgaben betrieben werden. In ihrem Gutachten zur Baubewilligung [HSK95a] hielt die HSK insbesondere im Hinblick auf die Konditionierungsanlage und die Verbrennungs- und Schmelzanlage fest, dass

- Standorte und Zahl der Aerosolmonitore, welche zum Einsatz kommen sollen, spätestens im Freigabeverfahren vom Gesuchsteller zu spezifizieren sind.
- der Verlust in Probenahmeleitungen bis zum Messfilter eines Aerosolmonitors 50% nicht übersteigen darf.
- für den Raum der Harze- und Schlämmebox eine Aerosolüberwachung vorzusehen ist.
- die benötigten mobilen Messgeräte für den operationellen Strahlenschutz inklusive der Geräte für Kontaminationsmessungen vor der Betriebsfreigabe vorhanden sein müssen.

#### Angaben des Gesuchstellers

Gemäss den Gesuchsunterlagen sieht der Gesuchsteller folgende fest installierte Messeinrichtungen für Raumüberwachung und operationellen Strahlenschutz in der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage vor:

**Tabelle 5-1:** Anzahl der festinstallierten Messeinrichtungen in der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage

Gebäude	Anzahl Monitore			
	Ortsdosisleistung	Aerosol	Messstutzen für mobile Aerosolmonitore	Personenkontamination, Inkorporation
Konditionierungsanlage	16	3	11	3 Personenkontamination 1 Inkorporations triage 1 Türmonitor
Verbrennungs- und Schmelzanlage	9	2	11	-

Die ZWILAG beabsichtigt, die Aerosolprobenahme in verschiedenen Räumen, unter anderem auch im oben erwähnten Raum der Harze- und Schlämmebox, von Fall zu Fall mit Hilfe vorbereiteter Probenahmestutzen und mobiler Aerosolmonitore durchzuführen.

Der Zugang zur gesamten kontrollierten Zone erfolgt über die Garderobe in der Konditionierungsanlage. Die ZWILAG plant hier zur Feststellung allfälliger Kontaminationen drei Personen-Kontaminationsmonitore (einen Vor- und zwei Hauptmonitore) sowie einen Inkorporations-Triagemonitor fest zu installieren. Ausserdem wird mit einem Türmonitor (Ringmonitor) die Verschleppung von Quellen überwacht. In der Verbrennungs- und

Schmelzanlage werden Vorbereitungen zur Installation einfacher Hand- und Fussmonitore beim Kommandoraum und am Ausgang der Anlage getroffen.

Die Auslegungsspezifikationen der ZWILAG, die der HSK eingereicht wurden, legen für die verschiedenen Monitore z. B. die Art der Strahlung und Alarmierung, den Messbereich und die Standorte mit Temperatur- und Feuchtebereich fest.

### Beurteilung der HSK

Die HSK erachtet die vorgesehenen Messeinrichtungen zur Raumüberwachung (Ortsdosisleistungs- und Aerosolmonitore) und für die Überwachung auf Personenkontamination und Inkorporation sowohl in technischer Hinsicht wie auch vom Standpunkt des operationellen Strahlenschutzes aus als zweckmässig, wobei allerdings die folgenden Hinweise zu beachten sind.

#### **Hinweise:**

Gegenüber dem ursprünglichen Projekt hat die ZWILAG auf eine grössere Anzahl fest installierter Aerosolmonitore zugunsten mobiler Geräte verzichtet. Dies bedingt, dass der Einsatz der mobilen Geräte in Arbeitsvorschriften geregelt werden muss (siehe auch Hinweis im Kap 5.3.1).

Der Gesuchsteller sieht bei der Sortierbox der Konditionierungsanlage keine Raumlufüberwachung auf Tritium vor. Die HSK behält sich vor, aufgrund der QS-Programme der Abfalllieferanten und erster Betriebserfahrungen eine solche Überwachung nachzufordern.

Zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen bei bestimmten Betriebszuständen erachtet die HSK den Betrieb von Hand- und Fussmonitoren als notwendig. Die ZWILAG muss vor der aktiven Inbetriebnahme den Einsatz dieser Monitore regeln.

Die HSK wird sich vor der aktiven Inbetriebnahme der Anlagen von der Funktionstüchtigkeit aller Messgeräte für die Raumüberwachung und den operationellen Strahlenschutz überzeugen. Bei Probenahmeleitungen gehören dazu die Beurteilung der Messgutverluste und der Repräsentativität der Messorte.

### **5.1.3 Personendosimetrie**

Die Aufgaben der Personendosimetrie sind:

- die akkumulierten Individual- und Kollektivdosen zu ermitteln und die Einhaltung der Grenzwerte nachzuweisen,
- vor einer erhöhten Dosis resp. Dosisleistung zu warnen,
- die Dosiswerte des Personals zu ermitteln und daraus geeignete Massnahmen abzuleiten, um die Strahlenexposition so gering wie mit vernünftigen Mitteln erreichbar zu halten (ALARA-Prinzip).

### Angaben des Gesuchstellers

Die ZWILAG plant, für die Dosimetrie amtliche Dosimeter (TLD oder ähnliches System) einzusetzen, die monatlich durch eine anerkannte Dosimetriestelle ausgewertet werden. Weiter wird ein zweites unabhängiges Dosimetriesystem (elektronische Dosimeter) mit

direkter Anzeige und Warnvorrichtung zum Einsatz kommen, das auch eine arbeits-spezifische Aufschlüsselung der akkumulierten Dosiswerte erlaubt (Jobdosimetrie).

Für die Inkorporationsüberwachung installiert die ZWILAG einen Quickcounter in der Garderobe zur kontrollierten Zone (Triagemessung). Ergibt sich aufgrund dieser Messung ein Verdacht auf eine Inkorporation, so wird die betreffende Person in einem Ganzkörper-messplatz bei einer für Inkorporationsmessungen anerkannten Dosimetriestelle ausge-messen.

### Beurteilung der HSK

Die HSK stellt fest, dass die von der ZWILAG vorgesehene Dosimetrie zur Überwachung der externen Strahlung dem Entwurf zur neuen Dosimetrieverordnung [EDI98a] entspricht. Zu den operationellen Aspekten des Dosimetriesystems äussert sich die HSK im Kapitel 5.2.2.

### **Hinweis:**

Vor der Freigabe der aktiven Inbetriebnahme muss ZWILAG den Nachweis erbringen, dass die Triagemessung mit dem Quickcounter zur Erfassung der für die Inkorporation dosis-relevanten Nuklide geeignet ist (Art 9 und 35 des Entwurfes zur Dosimetrieverordnung).

### **5.1.4 Abgabeüberwachung**

Die Emissionsmessungen dienen im Normalbetrieb

- der Überprüfung der Einhaltung der Abgabelimiten, wie sie in der Baubewilligung [BUN96a] festgehalten wurden,
- der Abschätzung der Immissionsdosen für die Bevölkerung aufgrund von Ausbreitungs-rechnungen gemäss der Richtlinie HSK-R-41,
- der Überprüfung, dass die Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe des ZZL bestimmungsgemäss funktionieren und möglichst wenig radioaktive Stoffe in die Umwelt gelangen.

Bei Störfällen dienen die Emissionsmessungen

- als Kriterien für die Warnung bzw. Alarmierung der Bevölkerung bei erhöhtem Aktivitäts-austritt,
- der Beurteilung der Notwendigkeit und Wirksamkeit von Massnahmen gegen einen solchen Aktivitätsaustritt.

Dazu sind sowohl bilanzierende wie kontinuierlich messende Geräte nötig.

Die HSK hat ihre Anforderungen betreffend die Überwachung der Abgaben aus dem ZZL und damit auch aus der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage im Kapitel 9.1.4 und im Speziellen in der Tabelle 9-2 ihres Gutachtens zur Baubewilligung [HSK95a] festgelegt. Nebst der Auflage 3.12 der Baubewilligung [BUN96a] wurden folgende Forderungen aufgestellt:

- Der Verlust des Messgutes in den Transportleitungen der Aerosolmonitore bis auf die Messfilter darf 50% nicht übersteigen. Der Gesuchsteller muss dazu bei der Inbetrieb-setzung der Messanlage die entsprechenden Unterlagen bereitstellen.

- Die kontinuierliche Messung von  $\beta/\gamma$ -Aerosolen in den Verbrennungsabgasen muss redundant erfolgen, falls nicht durch technisch-administrative Massnahmen sichergestellt werden kann, dass der Verbrennungs- resp. Schmelzprozess bei einer Messgerätestörung sofort unterbrochen werden kann.

#### Angaben des Gesuchstellers

Gemäss den Gesuchsunterlagen beabsichtigt ZWILAG die in der Auflage 3.12 der Baubewilligung für die Konditionierungsanlage sowie für die Verbrennungs- und Schmelzanlage formulierten Anforderungen und die oben erwähnten zusätzlichen Forderungen zu erfüllen. Die ZWILAG hat sich insbesondere dahingehend geäussert, dass in den Verbrennungsabgasen die C-14-Aktivitätsabgaben über eine Sammelprobe bilanziert und die kontinuierlichen  $\beta/\gamma$ -Aerosolmessstellen redundant ausgeführt werden sollen.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK stellt fest, dass die ZWILAG die Anforderungen zur Abgabeüberwachung gemäss der Auflage 3.12 der Baubewilligung und dem Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch erfüllen wird. Somit erachtet die HSK die geplante Abgabeüberwachung als ausreichend und zweckmässig.

## **5.2 Betriebliche Strahlenschutzmassnahmen**

### **5.2.1 Schutzziele**

#### Angaben des Gesuchstellers

Für den Schutz des im ZZL eingesetzten Personals im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen werden vom Gesuchsteller Strahlenschutzziele und Strahlenschutzmassnahmen formuliert. Für beruflich strahlenexponierte Personen soll die maximale Individualdosis 5 mSv pro Jahr nicht überschreiten. Die Kollektivdosis für die Gesamtanlage soll 100 Pers.-mSv pro Jahr nicht übersteigen. Für die Konditionierungsanlage wird als zusätzliches Planungsziel eine Kollektivdosis unter 50 Pers.-mSv pro Jahr angesetzt.

#### Beurteilung der HSK

Gemäss Art. 35 StSV beträgt der Grenzwert für die jährliche Strahlenexposition von beruflich strahlenexponierten Personen 20 mSv. Die HSK ist damit einverstanden, dass als Planungsziel für die Individualdosis des ZWILAG-Personals im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen 5 mSv pro Jahr gesetzt wird.

Die in den folgenden Abschnitten detaillierter untersuchte Strahlenschutzplanung des Gesuchstellers ergibt für die Konditionierungsanlage eine abgeschätzte jährliche Kollektivdosis von 28 Pers.-mSv und für die Verbrennungs- und Schmelzanlage von 47 Pers.-mSv. Die Kollektivdosis für den Betrieb der Lagerteile des ZZL wird im Sicherheitsbericht [ZWI99a] auf rund 28 Pers.-mSv abgeschätzt. Der Planungswert für die Kollektivdosis von 100 Pers.-mSv pro Jahr, bei einem Personaleinsatz von ca. 20 Personen, ist nach Meinung der HSK

für den Umfang der geplanten Arbeiten herausfordernd und bei weiterer Optimierung von Arbeitsabläufen erreichbar.

## 5.2.2 Strahlenschutzmassnahmen

### Angaben des Gesuchstellers

Die verschiedenen Räume der Anlage wurden entsprechend der erwarteten Luft- oder Oberflächenkontamination in Zonentypen gemäss der Richtlinie HSK-R-07 eingeteilt. Alle Räume und Gebäude der kontrollierten Zone können nur über die Garderobe betreten werden. Sie werden generell dem Zonentyp I zugeordnet, sofern keine grössere Kontaminationsgefährdung auftreten kann. Eine Einteilung der Anlage in Gebietstypen erfolgte anhand der erwarteten Ortsdosisleistungen und soll an die im Betrieb gemessenen Werte angepasst werden. Zur Umsetzung des Optimierungsgrundsatzes von Art. 6 StSV sieht die ZWILAG vier Typen von Strahlenschutzmassnahmen vor:

- Bauliche/räumliche Massnahmen (z. B. Abschirmungen, räumliche Trennung von Komponenten und Armaturen)
- Technische Massnahmen (z. B. Automatisierung, Fernhantierung)
- Betriebliche/administrative Massnahmen (z. B. Betriebsdokumente, Kompetenzzuweisung)
- Überwachungsmassnahmen (z. B. Personen- und Umgebungsüberwachung).

Bezüglich baulicher Massnahmen besteht das Konzept der ZWILAG darin, strahlende und kontaminierte Komponenten, Leitungen und Armaturen voneinander und von inaktiven Systemen getrennt aufzustellen. Strahlende Systeme wurden durch Abschirmmassnahmen von Orten getrennt, wo sich Personal längere Zeit aufhalten muss. Ferner wurde die Möglichkeit, nachträglich zusätzliche Abschirmungen anzubringen, durch die entsprechende statische Disposition und Auslegung der Gebäude geschaffen. Das Aufstellen von mobilen Abschirmungen mit mindestens 5 cm Bleiäquivalent wurde in der Gebäudestatik berücksichtigt.

Als technische Massnahmen hat die ZWILAG Prozessschritte soweit wie möglich automatisiert. Dort, wo dies nicht möglich war, wird durch fernbediente Geräte und Manipulatoren die erwartete Strahlenexposition des Personals unter Anwendung des Optimierungsgrundsatzes tief gehalten.

Die ZWILAG hat ein Strahlenschutzreglement vorgelegt, das betriebliche und administrative Strahlenschutzmassnahmen wie Verantwortlichkeiten, Überwachung, Dosimetrie, Strahlenschutz-Pikettdienst, Ausbildung, Zoneneinteilung sowie Dosislimiten festhält. Die ZWILAG hat eine ausgedehnte kontrollierte Zone eingerichtet. Durch adäquate Aus- und Fortbildung des Personals soll sichergestellt werden, dass die Anlagen sicher und entsprechend dem Stand der Technik betrieben werden können. Das Strahlenschutzpersonal wird frühzeitig in die Planung und Optimierung von Arbeiten und Abläufen einbezogen.

Als primäre Überwachungsmassnahme wird die ZWILAG das Personal, das in der kontrollierten Zone arbeitet, mit Dosimetern einer anerkannten Dosimetriestelle ausrüsten. Ferner ist der Einsatz von elektronischen Personendosimetern (EPD) u. a. auch als Jobdosi-

metriesystem und dort, wo dies nötig ist, von Fingerdosimetern vorgesehen. Ortsfeste Dosisleistungsmessgeräte und Geräte zur Luftüberwachung werden an ausgewählten Standorten installiert. Alle Geräte verfügen über eine Vor-Ort-Alarmierung und sind an das Übergeordnete Störungsmelde- und Protokolliersystem (ÜSP, siehe Kap. 4.4.2) angeschlossen. Alarmer werden im Kommandoraum und in der Pforte optisch und akustisch angezeigt. Die akustische Meldung in der Pforte wird aber unterdrückt, wenn der Kommandoraum besetzt ist und der Alarm innerhalb einer vorgegebenen Frist dort quittiert wird.

### Beurteilung der HSK

Die Einteilung der Anlage in Gebiets- und Zonentypen wurde im Verlaufe des Bau- und Montagefreigabeverfahrens revidiert und entspricht jetzt der Richtlinie HSK-R-07. In dieser Richtlinie wird festgehalten, dass in Räumen, die keine eigenen Strahlenquellen enthalten und in denen sich Personen längere Zeit aufhalten können, die Ortsdosisleistung  $0,1 \mu\text{Sv/h}$  nicht übersteigen darf. Das Einhalten dieses Zieles wird nach Ansicht der HSK dank der im Sicherheitsbericht dargestellten Strahlenschutzmassnahmen gewährleistet.

Durch die Auslegung der Anlage werden strahlende Komponenten, wie z. B. Leitungen und Tanks, von den übrigen begehbaren Räumen getrennt geführt oder aufgestellt. Diese Massnahmen, sowie die Möglichkeit, zusätzliche Abschirmungen aufzustellen, entsprechen dem Stand der Technik.

Die weitgehende Automatisierung der verschiedenen Arbeitsabläufe (Transportsystem, Zementierung u.s.w.) bzw. die Fernbedienung mittels Manipulatoren und ähnlichen Hilfsmitteln entspricht dem Stand der Technik. Die HSK wird sich anlässlich der Inbetriebnahme davon überzeugen, dass diese Ausrüstungen entsprechend den eingereichten Unterlagen und den Montagefreigaben ausgeführt wurden.

Das Strahlenschutzreglement der ZWILAG, das sich sehr eng an ein bewährtes KKW-Reglement anlehnt, entspricht dem aktuellen Stand der Technik sowie den geltenden Vorgaben des Strahlenschutzgesetzes, der Strahlenschutzverordnung und der einschlägigen HSK-Richtlinien. Die vorgesehenen betrieblichen und administrativen Strahlenschutzmassnahmen entsprechen dem Optimierungsgebot von Art. 6 StSV. Die für das in der kontrollierten Zone eingesetzte Personal festgelegten radiologischen Schutzziele entsprechen den gesetzlichen Anforderungen und dem Stand der Technik. Die vorgesehene Aus- und Fortbildung des Personals auch in Fragen des Strahlenschutzes entspricht den Anforderungen von Art. 10 StSV.

Die geplante Überwachung des in der kontrollierten Zone eingesetzten Personals entspricht den Anforderungen der StSV sowie der Richtlinie HSK-R-12. Die operationellen Aspekte zur Anlageinstrumentierung (Ortsdosisleistungs- und Luftkontaminationsmessgeräte) werden nachstehend in den Abschnitten über die einzelnen Anlagenteile behandelt. Die technische Eignung der vorgesehenen Instrumentierung wird im Kapitel 5.1 des Gutachtens behandelt.

Insgesamt sind die von der ZWILAG implementierten Strahlenschutzmassnahmen geeignet, um den Schutz des Personals sicherzustellen und dessen Strahlenexposition zu optimieren.

### **5.2.3 Garderobe**

#### Angaben des Gesuchstellers

Der einzige Zutritt zu bzw. Austritt aus der kontrollierten Zone des ZZL erfolgt über die Garderobe im Untergeschoss des Gebäudes K. Sie besteht aus einem Aktiv- und einem Inaktivteil sowie einer Herren- und einer Damengarderobe. Für die Personenüberwachung sind, von der aktiven Seite her betrachtet, zuerst ein Vormonitor, nachher zwei parallele Hauptmonitoren und beim Aus/Eingang der Garderobe ein Tormonitor aufgestellt. Ein Quickcounter für Triagemessungen (Inkorporationen) ist im inaktiven Teil der Garderobe aufgestellt. Weiter wird das Personal vom Strahlenschutzraum der Garderobe und vom Kommandoraum aus mit Kameras überwacht. In der Garderobe sind Lesegeräte und eine Ladestation für die elektronischen Dosimeter, eine Schuhreinigungsanlage, Not- und Dekontaminationsduschen, ein Freigabemessplatz für Kleinmaterial und ein Strahlenschutzraum vorhanden. Die Garderobe ist mit Kleiderschränken für 72 Männer und 7 Frauen ausgerüstet.

#### Beurteilung der HSK

Im Laufe des Verfahrens zur Baufreigabe lieferte die ZWILAG die im Gutachten zum Baubewilligungsgesuch [HSK95a] für die Beurteilung der Garderobe verlangten endgültigen Pläne und Unterlagen. Die HSK ist der Ansicht, dass die Garderobe genügend gross und zweckmässig aufgebaut und mit der für die Personenüberwachung notwendigen Infrastruktur ausgerüstet ist. Sie entspricht den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-07.

#### **Hinweis:**

Zur Zeit der Fertigstellung des Gutachtens sind die Einrichtungen der Garderobe noch nicht installiert. Sie werden vor der Freigabe für den aktiven Betrieb von der HSK überprüft.

## **5.3 Betrieb der Konditionierungsanlage**

### **5.3.1 Allgemeine Angaben**

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller unterscheidet für die Konditionierungsanlage allgemein die Betriebsarten Normalbetrieb (Abfallbehandlungskampagnen) und Stillstandsbetrieb. Bezüglich der Lüftungsanlage wird als dritte Betriebsart der während Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten mögliche Sparbetrieb genannt.

Während des Sparbetriebs und des insbesondere ausserhalb der normalen Arbeitszeit stattfindenden Stillstandsbetriebs wird das Leistungsniveau der Lüftung und der Hilfs- und Nebensysteme reduziert. Der Stillstandsbetrieb setzt voraus, dass alle Konditionierungsteilsysteme ordnungsgemäss abgeschaltet sind. Die permanente Überwachung der Anlage wird weiterhin durch Systeme wie Brandmeldeanlagen sowie radiologische Raumluft- und Emissionsüberwachung gewährleistet.

Der Betrieb der einzelnen Konditionierungs-Teilsysteme in der Konditionierungsanlage (siehe Abb. 3, Seite 77) erfolgt in der Regel kampagnenweise dann, wenn genügend Material gesammelt worden ist. Während der Stillstände der Teilsysteme werden nach Bedarf die Wartungsarbeiten vorgenommen. Vor jeder Kampagne sind die Zusammensetzungen und die Oberflächendosisleistungen der in Fässern oder anderen Verpackungsformen angelieferten Abfälle bekannt, so dass die Arbeiten und die zu treffenden Strahlenschutzmassnahmen optimiert und vorbereitet werden können. Die ZWILAG erwartet in der Konditionierungsanlage die in der Tabelle 5-2 aufgeführten jährlichen Kollektivdosen.

**Tabelle 5-2:** Von der ZWILAG erwarteten Zeitbedarfe und jährlichen Kollektivdosen in der Konditionierungsanlage

<b>Tätigkeiten</b>	<b>Zeitbedarf Pers.-h/a</b>	<b>Jährliche Kollektivdosis [Pers.-mSv]</b>
Abfallbehandlungsvorgänge (Konditionierung)	800	22,4
Inspektions- und Wartungsarbeiten (inkl. Strahlenschutzkontrollen)	129	4,0
Instandsetzungsarbeiten	26	1,6
<b>Total</b>	<b>955</b>	<b>28,0</b>

Für die Konditionierung der Abfälle hat der Gesuchsteller einen dosisrelevanten Zeitaufwand von ca. 800 Stunden und mit den erwarteten Ortsdosisleistungen eine Kollektivdosis von 22,4 Pers.-mSv abgeschätzt. Dabei hat der Betrieb der  $\beta/\gamma$ -Box zur Behandlung der Abfälle den mit Abstand höchsten Anteil an der Kollektivdosis von 12,5 Pers.-mSv. Zusätzlich hat der Gesuchsteller für Inspektion, Wartung und Instandsetzungsarbeiten in der Konditionierungsanlage eine Kollektivdosis von 5,6 Pers.-mSv/a abgeschätzt.

Für die Raumüberwachung sind 16 festinstallierte Ortsdosisleistungsmessgeräte in Räumen vorgesehen, in denen mit variierenden Mengen von Aktivität gearbeitet wird. Weiter sind 3 fest installierte Luftaktivitätsmessgeräte im Hochregallager, im Mehrzweckraum und in der  $\beta/\gamma$ -Box-Halle vorgesehen. Ferner sind 11 Anschlussstutzen zur Montage von mobilen Luftaktivitätsmessgeräten in Raum- und Prozessabluftkanälen vorhanden.

#### Beurteilung der HSK

Der Betrieb von Konditionierungsanlagen in Kampagnen ist in der Praxis üblich. Die Stillstandszeiten der Teilsysteme zwischen den Kampagnen sind ausreichend, um die erforderlichen Wartungsarbeiten vorzunehmen. Die fortgesetzte Überwachung sicherheitsrelevanter Parameter während des Stillstandsbetriebs entspricht dem Stand der Technik.

Der Planungswert der jährlichen Kollektivdosis für die Auslegung der Konditionierungsanlage beträgt 50 Pers.-mSv. Die geschätzte jährliche Kollektivdosis von ca. 28 Pers.-mSv ist bei der vorgesehenen Arbeitszeit von rund 960 Pers.-Stunden vertretbar. Allerdings muss die ZWILAG während des gesamten Betriebs fortlaufend Arbeitsabläufe, Installationen und



Strahlenschutzmassnahmen weiter optimieren, um die Planungs- bzw. Schätzwerte sicher einhalten zu können.

Im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch [HSK95a] wurde festgehalten, dass mehrere Aspekte des Strahlenschutzes zum damaligen Zeitpunkt nur ansatzmässig bekannt waren und dass detailliertere Unterlagen, die später zur Verfügung stehen würden, zur abschliessenden Beurteilung eines sicheren Betriebs notwendig sind. Die ZWILAG hat im Verlauf des Bau- und Montagefreigabeverfahrens ergänzende Unterlagen geliefert. Noch ausstehend sind die geforderten Informationen über die Aufstellungsorte und den Einsatz von mobilen Atemschutzgeräten. Die Anzahl der Messgeräte für die Raumüberwachung ist ausreichend. Der Einsatz von mobilen Messgeräten, insbesondere zur Raumüberwachung auf Aerosole, muss in Betriebs- bzw. Verfahrensvorschriften geregelt werden.

Gestützt auf die eingereichten Unterlagen ist die HSK der Ansicht, dass die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb gegeben sind.

#### **Hinweis:**

Im Betriebsfreigabeverfahren sind der HSK die geforderten Informationen zu den Aufstellungsorten und dem Einsatz der mobilen Atemschutzgeräte zu geben. Ebenso sind Anweisungen zum Einsatz mobiler Messgeräte vorzulegen.

### **5.3.2 Annahme, Transporte und Abgabe von Fässern und Gebinden**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Abfälle werden angeliefert in

- 170-ℓ-Fässern und 200-ℓ-Fässern, wobei die 170-ℓ-Fässer ausschliesslich Abfälle für die Kompaktierung beinhalten,
- 750-ℓ-Transportbehältern und 15 Fuss ISO-Containern,
- anderen Verpackungsformen.

Die 170-ℓ-Fässer und 200-ℓ-Fässer werden mit Lastwagen angeliefert. Sie werden automatisch dem Lastwagen entnommen, auf das Rollenbahnsystem gesetzt und durchlaufen eine Eingangskontrolle, welche die Identifikation des Gebindes mittels eines Strichcode-Lesegeräts und die Gewichtsmessung umfasst. Bei Bedarf können die radiologischen Daten (Dosisleistungen,  $\gamma$ -Spektrum, Kontamination) der angenommenen Fässer mit der automatischen Messeinrichtung gemessen werden. Der Inhalt der Fässer kann in Stichproben überprüft werden. Sofern der Inhalt nicht eindeutig zu identifizieren ist oder wenn Zweifel an der Deklaration vorhanden sind, werden diese Fässer in einem dafür vorgesehenen geschützten Raum deponiert bis weitere Abklärungen und Massnahmen getroffen sind.

Die Fässer werden mit dem Rollenbahnsystem zum Hochregallager transportiert, das als Pufferlager für unkonditionierte und zum geringen Anteil auch konditionierte Abfälle dient. Die Annahme, die innerbetrieblichen Transporte, der Betrieb des Hochregallagers und die Abgabe von Fässern sind vollautomatisch und werden von einem zentralen Kommandoraum aus gesteuert und überwacht. Im Hochregallager und in der Anlage sind an bestimmten Stellen Videokameras installiert, so dass der Operateur im Kommandoraum die Bewegung

der Fässer auf Bildschirmen beobachten kann. Die Standorte sämtlicher Fässer in der Konditionierungsanlage und im Verbindungskanal sind im Prozessleitsystem gespeichert und werden auf einem Grossbildschirm im Kommandoraum visualisiert.

In Sonderkampagnen werden Abfälle in 750-ℓ-Transportbehältern, 15 Fuss ISO-Containern oder anderen Verpackungsformen im Mehrzweckraum angeliefert, wo sie einer Eingangskontrolle unterzogen werden, bevor sie per Kran oder Transportwagen zu den Abfallbehandlungseinrichtungen transportiert werden.

Die produzierten 200-ℓ-Abfallgebinde und die Betoncontainer werden identifiziert, auf Oberflächenkontamination geprüft und die Dosisleistungen gemessen. Bei den 200-ℓ-Fässern wird noch das  $\gamma$ -Spektrum erfasst. Die nuklid- und materialtechnologischen Daten werden in die Abfallgebindedokumentation eingetragen. Die Ausgangskontrolle der 200-ℓ-Fässer findet auf einer automatischen Messeinrichtung statt. Die produzierten Abfallgebinde werden in die ZWILAG-eigenen Zwischenlager transportiert. Die Gebindedaten werden ins Datenbanksystem ISRA (Informationssystem für radioaktive Abfälle) übertragen.

Der Gesuchsteller hat für die mit der Annahme, den Transporten und der Abgabe verbundenen Arbeiten eine Kollektivdosis von ca. 3 Pers.-mSv/a abgeschätzt.

#### Beurteilung der HSK

Der Gesuchsteller muss eine ausreichende Deklaration der angelieferten Abfälle verlangen, damit die anschliessenden Arbeiten gut geplant und geeignete Strahlenschutzmassnahmen getroffen werden können.

Aus der Sicht der HSK sind die vom Gesuchsteller vorgesehenen Eingangskontrollen, nämlich die Identifizierung und Gewichtskontrolle der Fässer, nur dann ausreichend, wenn die Abfalllieferanten über genügende QS-Systeme von der Entstehung der Abfälle, über die Sammlung und die Aufbewahrung bis zum Transport der Abfallgebinde zum ZZL verfügen. Insbesondere müssen diese QS-Systeme sicherstellen, dass eine ausreichende Deklaration der Abfälle vorliegt. Die Abfalllieferanten an das ZZL sind die Kernkraftwerke und das Paul Scherrer Institut (PSI).

Für die Inhaber von radioaktiven Abfällen im Zuständigkeitsbereich des BAG legt die am 8. Juli 1996 in Kraft getretene Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle [EDI96a] wichtige Qualitätskriterien insbesondere bezüglich der Behandlung und Deklaration der Abfälle fest. Die Annahmestelle für die Abfälle aus dem BAG-Bereich ist das PSI, das Inspektionen bei den Ablieferern vornimmt bevor die Transporte stattfinden. Insbesondere wird dabei der Bestand der Abfälle aufgenommen und der Inhalt der Fässer und die radiologischen Daten stichprobenartig überprüft. Die HSK wird nach Betriebsaufnahme der Abfallbehandlungseinrichtungen der ZWILAG prüfen, ob die jetzige Regelung für die Annahme von Abfällen aus dem BAG-Bereich durch die Annahmestelle PSI noch sinnvoll ist. Insbesondere muss dargelegt werden, welche Abfälle das PSI weiterhin konditionieren wird, für welche Abfälle das PSI vor der Anlieferung an die ZZL-Anlagen Kontrollen durchführt und welche Abfälle vom PSI ohne Prüfung direkt an das ZZL weitergeleitet werden.

Der Umfang der Eingangskontrollen wird im Betriebsfreigabeverfahren und in den weiterhin erforderlichen Freigabeverfahren für die einzelnen Konditionierungen gemäss der Richtlinie HSK-R-14 festgelegt.

Die HSK begrüsst die vorgesehene Möglichkeit, Fässer, deren Inhalt nicht eindeutig zu identifizieren ist oder bei denen Zweifel an der Deklaration vorhanden sind, in einem geschützten Raum mit den erforderlichen Sicherheitsmassnahmen aufzubewahren, bis weitere Abklärungen durchgeführt worden sind.

Die Ausgangskontrollen für die produzierten Gebinde entsprechen dem Stand der Technik. Die Anforderungen der HSK an die Charakterisierung der Abfallmatrizen und die Dokumentierung der Abfallgebände sind in der Richtlinie HSK-R-14 festgelegt. Die Abfallgebändedaten werden in dem im Aufsichtsbereich der HSK einheitlich verwendeten Abfallregistrierungssystem ISRA vorliegen.

#### **Auflage 4:**

Der Gesuchsteller muss sich durch periodische Audits bei seinen Abfalllieferanten davon Überzeugen, dass deren QS-Systeme geeignet sind, um ausreichende und korrekte Deklaration der angelieferten Abfälle sicherzustellen. Dabei ist auch auf das Vorhandensein von gefährlichen Stoffen zu achten. Die Ergebnisse der Audits sind der HSK mitzuteilen.

#### **Auflage 5:**

Für die Herstellung von Abfallgebänden muss eine Freigabe des Abfallgebändetyps oder eine Einzelfreigabe nach der Richtlinie HSK-R-14 vom Gesuchsteller eingeholt werden.

### **5.3.3 Sortierbox**

#### Angaben des Gesuchstellers

In der als Handschuhbox ausgelegten Sortierbox werden die Abfälle entsprechend den vorgesehenen Entsorgungswegen sortiert. Das Sortieren kann entweder manuell mittels Handschuhen oder fernbedient mittels Manipulatoren durchgeführt werden. Die Wände der Box sind aus 10 mm dicken Stahlplatten gefertigt. Das Sichtfenster entspricht in der Abschirmstärke den Stahlwänden. Bei Bedarf kann sich der Bediener hinter eine mobilen Abschirmwand mit Sichtfenster stellen. Die Dicke der Wand und des Fensters entsprechen dann 50 mm Bleiäquivalent.

Die mit dem Rollenbahnsystem antransportierten 200-ℓ-Fässer werden mit einem vom Bedienungspersonal bedienten Schwenkkran in eine automatisch betriebene Fass-Kippvorrichtung abgestellt. Die Kippvorrichtung besitzt eine Abschirmung aus 30 mm Blei und 20 mm Stahl. Mit der Kippvorrichtung werden die Fässer an die Sortierbox angedockt. Nach dem automatischem Öffnen der Fass- und Boxendeckel fallen die Abfälle aus dem gekippten Fass auf zwei motorisierte Transportbänder, mit denen die  $\beta/\gamma$ -Mischabfälle in der Box verteilt werden, so dass sie in brennbare, hochdruck-kompaktierbare, direkt zementierbare oder dekontaminierbare Abfälle sortiert werden können. Zum Einfüllen der sortierten Abfälle befinden sich an der Unterseite der Box zwei Andockstationen mit auswechselbaren Andocksystemen. An diese werden nach Bedarf die für die Zementierung bestimmten 200-ℓ-Endlagerfässer, die für die Hochdruck-Verpressung bestimmten 170-ℓ-Pressfässer oder die Fässer angedockt, in die brennbare oder weitere Abfälle gepackt werden. Der Füllstand der Fässer wird mittels Spiegeln und Videokameras überwacht.

In der Box herrscht ein Unterdruck (200 Pa) gegenüber der Umgebung. Für die Arbeit an dieser Box rechnet die ZWILAG mit einer jährlichen Kollektivdosis von ca. 1 Pers.-mSv verteilt auf ca. 50 Pers.-Stunden.

#### Beurteilung der HSK

Die Ausrüstung der Box mit Manipulatoren und einer auf Schienen verfahrbaren Abschirmung ist zum Schutz des Personals gegen die Strahlenexposition bei der Sortierung der Abfälle höherer Oberflächendosis geeignet. Der Transport des unabschirmten Fasses mit dem Schwenkkran und das Kippen des Fasses wird von einem Bedienungsmann von einem Steuerpult aus verfolgt. Der Transport und das Kippen beanspruchen wenig Zeit. Die Kippvorrichtung selber ist mit einer ausreichenden Abschirmung versehen.

Um die tiefe jährliche Kollektivdosis von ca. 1 Pers.-mSv zu erreichen, müssen die Arbeitsvorgänge, der Einsatz von Manipulatoren beziehungsweise der mobilen Abschirmwand während der Inbetriebsetzung und des Normalbetriebs geübt und optimiert werden.

### **5.3.4 Harze- und Schlämme-Box**

#### Angaben des Gesuchstellers

In der als Handschuhbox ausgelegten Box werden für die spätere Zementierung Harze und Schlämme aus den Verpackungen entleert. Die Behandlung der Abfälle wird entweder über Boxenhandschuhe oder mittels Manipulatoren (mögliche Nachrüstung) durchgeführt. Die Wände der Box sind aus 10 mm dicken Stahlplatten konstruiert. Die Dicke des Sichtfensters entspricht der Abschirmstärke der Stahlwände. Bei Bedarf können zusätzlich Bleimatten an der Boxenwand angebracht werden.

Die mit dem Rollenbahnsystem antransportierten 200-ℓ-Fässer werden wie bei der Sortierbox mit einem vom Bedienungspersonal bedienten Schwenkkran in der abgeschirmten Fass-Kippvorrichtung abgestellt, mit der die Fässer an die Harze- und Schlämme-Box angekoppelt werden. Die Abschirmung der Kippvorrichtung besteht aus 30 mm Blei und 20 mm Stahl. Nach Öffnen der Deckel fallen die meist in Plastiksäcken verpackten Harze und Schlämme in die trichterförmig ausgebildete Wanne, an deren Tiefpunkt das mit einem Ventil verschliessbare senkrechte Ablaufrohr zum Behälter für Harze und Schlämme angeschlossen ist. Das Ablaufrohr hat eine Abschirmung entsprechend 50 mm Bleiäquivalent. Die Verpackung der Harze und Schlämme wird vom Bedienungspersonal mittels Handschuhtechnik entfernt und in den am Ende der Box angebrachten Sammelsack abgelegt, der nach der Befüllung zugeschweisst wird. Die zugeschweissten Sammelsäcke werden der Verbrennung zugeführt. Weitere Materialien, wie z. B. Eisenteile, werden ebenfalls entfernt und einer weiteren Behandlung zugeführt. Die Box kann mit demineralisiertem Wasser gespült werden.

In der Box herrscht ein Unterdruck (200 Pa) gegenüber der Umgebung. Die ZWILAG rechnet für den Betrieb der Box mit einer jährlichen Kollektivdosis von ca. 3,5 Pers.-mSv verteilt auf ca. 35 Pers.-Stunden.

### Beurteilung der HSK

Die mit Handschuhtechnik bediente Harze- und Schlämme-Box ist für die Behandlung von Abfällen geringer Oberflächendosisleistung (mittlerer Wert 0,74 mSv/h) geeignet. Die Auslegung der Box ist nach Beurteilung der HSK ausreichend, da aufgrund der Planung des Gesuchstellers von relativ geringen zu verarbeitenden Mengen an Harzen und Schlämmen höherer Oberflächendosisleistungen ausgegangen werden kann. Diese Planung ist nach Ansicht der HSK realistisch. Entsprechend einer im Gutachten der HSK zum Bauvergütungsgesuch enthaltenen Forderung hat der Gesuchsteller im Laufe des Montagefreigabeverfahrens mit einer Optimierungsstudie nach Art. 6 StSV nachgewiesen, dass die Arbeitsverfahren und die Box strahlenschutzmassig optimiert sind.

Der Transport des unabgeschirmten Fasses mit dem Schwenkkran und das Kippen des Fasses wird von einem Bedienungsmann von einem Steuerpult aus gesteuert. Der Transport und das Kippen beanspruchen wenig Zeit. Die Kippvorrichtung ist mit einer ausreichenden Abschirmung versehen. Der Gesuchsteller hat bei den Abfalllieferanten darauf hinzuwirken, dass die Verpackungen für die angelieferten Harze und Schlämme leicht zu entfernen sind, damit die Arbeitszeiten des Bedienungspersonals an der Box kurz gehalten werden.

Die abgeschätzte jährliche Kollektivdosis von ca. 3,5 Pers.-mSv, bei einem Arbeitsaufwand von rund 35 Pers.-Stunden pro Jahr, ist vertretbar. Nach Ansicht der HSK werden kontinuierliche Optimierungen der Arbeitsabläufe, wie z. B. des Zuschweissens der Sammelsäcke, und die Montage von Manipulatoren respektive von zusätzlichen Abschirmungen erforderlich sein, um die geschätzten niedrigen Dosen einzuhalten. Ein Inaktivtraining des Personals für die Arbeiten an dieser Box ist ebenso notwendig, insbesondere wenn Harze und Schlämme höherer Oberflächendosisleistung verarbeitet werden sollen.

#### **Hinweis:**

Der Gesuchsteller hat im Rahmen der QS-Prüfung bei den Abfalllieferanten darauf hinzuwirken, dass für Harze und Schlämme Verpackungen vorgesehen werden, die in der Harze- und Schlämme-Box leicht zu entfernen sind.

### **5.3.5 Beta/Gamma-Box**

#### Angaben des Gesuchstellers

In der  $\beta/\gamma$ -Box werden Abfälle für die Verarbeitung oder die Freigabe als inaktiv zerlegt und/oder dekontaminiert. Die Arbeiten können entweder manuell in der Box oder mittels Manipulatoren fernbedient aus einer verstellbaren Abschirmkabine ausserhalb der Box durchgeführt werden. Die Wände und Decke der  $\beta/\gamma$ -Box bestehen aus 10 mm dickem nicht-rostendem Stahl. Die Abschirmung der Sichtfenster entspricht auch 10 mm Stahl. Die Abschirmkabine und deren Sichtfenster entsprechen 50 mm Bleiäquivalent.

Im Boden der Grossabfallschleuse (Annahmezelle) befindet sich eine Luke mit einem Fasslift zur Annahme von Abfällen in 200- $\ell$ -Fässern. Die in verschiedenen anderen Verpackungen, beispielsweise 750- $\ell$ -Transportbehältern und 15-Fuss-Containern angelieferten Abfälle werden im Mehrzweckraum angenommen und per Kran in die  $\beta/\gamma$ -Box-Halle transportiert. Die 750- $\ell$ -Transportbehälter werden bei geschlossenen Rolltoren in der Grossabfallschleuse ausgepackt. Die 15-Fuss-Container werden in der Halle vor der  $\beta/\gamma$ -Box abgestellt und an die Grossabfallschleuse angedockt und ausgepackt.

Die für die abrasive Dekontamination bestimmten Abfälle werden in der dafür vorgesehenen mit Handschuheinrichtungen ausgerüsteten Box innerhalb der Grossabfallschleuse mit einem Nass-Strahlverfahren dekontaminiert. Die für die Grobdekontamination oder Zerlegung bestimmten Abfälle werden mit einem 5 t Zellenkran nach dem Öffnen jeweils eines Rolltores in die Dekontzelle (Zelle für Grobdekontamination) oder in die Zerkleinerungszelle transportiert. Diese Zellen sind mit je zwei Manipulatoren ausgerüstet, mit denen das Personal Abfälle höherer Oberflächendosisleistungen fernbedient aus der verfahrbaren Abschirmkabine behandeln kann.

In der Dekontzelle werden die Komponenten mit einem 2000 bar Hochdruck-Wasserstrahl oder durch Waschen und Spülen mit Chemikalien gereinigt. Die grobdekontaminierten Teile werden anschliessend mit einem Schwenkkran mit Teleskoparm in die Feindekontaminationszelle oder mit dem 5 t Kran in die Zerkleinerungszelle transportiert.

In der Zerkleinerungszelle werden die Abfallstücke mit mechanischen Werkzeugen wie z. B. Trennscheiben und Sägen oder mit einem Plasmaschneidgerät, dessen Einsatz mit einer starken Staubentwicklung verbunden ist, zerkleinert. Dazu werden die Komponenten auf einen verfahrbaren Tisch abgelegt, der mit einem Rost versehen ist. Durch den Rost werden die Stäube mit einem starken Luftstrom nach unten abgezogen und einer in der Zerkleinerungszelle angeordneten Luftreinigungsanlage bestehend aus einem Zyklonabscheider, Filterpatronen und Ventilatoren zugeführt. Der Zyklonabscheider und die Filterpatronen können bei Bedarf abgeschirmt werden. Die Filterpatronen können durch Druckstösse gereinigt werden, wobei sich der Staub in Auffangwannen sammelt. Die Sammelbehälter für den Zyklonabscheider und die Auffangwannen können mit wenigen Handgriffen entfernt werden und kontaminationsfrei und ggf. abgeschirmt zur Entleerung transportiert werden. Im Boden der Zerkleinerungszelle befinden sich eine Luke für die Annahme von Fässern, sowie zwei Andockstellen für 200-ℓ-Fässer oder 170-ℓ-Fässer und eine weitere für 16-t-Betoncontainer für die Abgabe von Abfällen. Die Zementierung von Abfällen im Container erfolgt von innerhalb der  $\beta/\gamma$ -Box mit Hilfe einer Schlauchverbindung, durch die der Zementmörtel von ausserhalb der Box in die verbleibenden Hohlräume des Containers gepumpt wird.

Das Plasmaschneidgerät arbeitet mit Wasserstoff; daher können Explosionen prinzipiell auftreten. Um Explosionen zuverlässig zu vermeiden, trifft der Gesuchsteller folgende Massnahmen:

- Ausbildung des Deckenbereichs und Anordnung der Luftabsaugung derart, dass keine Wasserstoffnester entstehen.
- Installation einer Messeinrichtung für die Gaskonzentration zur frühzeitigen Detektion von Wasserstoff.
- Überwachung der Wasserstoffzufuhr zum Plasmabrenner und automatische Unterbrechung der Zufuhr bei festgestellten Leckagen.
- Automatische Unterbrechung der Wasserstoffzufuhr zum Plasmabrenner bei Lüftungsausfall und Unterbrechung der Stromversorgung der elektrischen Werkzeuge in der Zerkleinerungszelle.

Die Dekontzelle und die Zerkleinerungszelle sind als Zone III oder IV gemäss der Richtlinie HSK-R-07 ausgelegt. Für die Arbeit in diesen Zellen zieht das Personal in einem Umkleide-

raum der  $\beta/\gamma$ -Box entsprechend der Kontaminationsgefahr Schutzkleider an und betritt die Zellen über eine Schleuse.

In der Feindekontzelle werden die Abfälle in chemischen Bädern, mittels Elektropolieren oder durch Ultraschallreinigung dekontaminiert. Diese Arbeiten werden von ausserhalb der Box mit Hilfe von Boxenhandschuhen und Sichtfenstern durchgeführt. Mit einem Schwenkkran mit Teleskoparm werden die Komponenten auf einen Tisch abgestellt. Für die Hantierung an den insgesamt vier Arbeitsplätzen steht ein Schienenkran mit Roboterarm zur Verfügung. Die feindekontaminierten Teile werden ausgeschleust und vom Strahlenschutzpersonal in einem separaten Messraum ausgemessen und - sofern die in der Strahlenschutzverordnung vorgeschriebenen Grenzwerte unterschritten sind - der Wiederverwertung oder der konventionellen Entsorgung zugeführt. Andernfalls werden sie erneut der Dekontamination zugeführt oder als radioaktiver Abfall behandelt.

In der  $\beta/\gamma$ -Box herrscht gegenüber der Umgebung ein Unterdruck von 50 – 200 Pa. Die ZWILAG rechnet für die Arbeiten in der  $\beta/\gamma$ -Box mit einer jährlichen Kollektivdosis von ca. 12,5 Pers.-mSv verteilt auf ca. 400 Pers.-Stunden.

#### Beurteilung der HSK

Nach Ansicht der HSK sind den fernbedienten Dekontaminierungs- und Zerkleinerungsarbeiten mit Handmanipulatoren enge Grenzen gesetzt:

- Die Hantierung mit Handmanipulatoren ist in der Praxis auf Lasten von etwa 10 kg beschränkt.
- Die Zugänglichkeit und die Handhabungsmöglichkeiten mit den Manipulatorzangen sind begrenzt.
- Die fernbedienten Arbeiten mit Manipulatoren sind zeitaufwendig, so dass das Bedienungspersonal trotz der zusätzlichen Abschirmung über den höheren Zeitaufwand einer nicht vernachlässigbaren Strahlenexposition ausgesetzt sein kann.

Daher ist es richtig, die Dekont- und Zerkleinerungszellen in erster Linie für den direkten Einsatz von Personal zum Behandeln der Komponenten und Abfälle zu konzipieren. Die Handmanipulatoren sind als zweckmässige Zusatzeinrichtungen zu betrachten, mit denen in Sonderfällen fernbediente Arbeiten durchgeführt werden. Umfangreichere fernbediente Arbeiten müssten in Zellen durchgeführt werden, die mit der erforderlichen Abschirmung sowie mit Hand- und Schwerlastmanipulatoren, die Zusatzwerkzeuge führen können, ausgestattet sind. Der Gesuchsteller hat die Möglichkeit, Komponenten höherer Oberflächendosisleistung in der Heissen Zelle (Gebäude Z) zu behandeln, die über derartige Einrichtungen verfügt.

Die ZWILAG hat im Laufe des Montagefreigabeverfahrens zwei signifikante Strahlenschutzoptimierungen an der  $\beta/\gamma$ -Box vorgenommen. So ermöglicht die Vergrösserung der Schleuse des Umkleideraums, obwohl die Platzverhältnisse weiterhin knapp sind, ein sicheres An- und Ausziehen von Schutzkleidern. Die Ausrüstung des Zerlegetisches mit einer verbesserten lokalen Luftabsaugung mit Filter ist im Hinblick auf die Reduktion allfälliger Luftkontaminationen durch Aerosole als positiv zu bewerten. Der Abstand zwischen voraussichtlicher Strahlenquelle (Zyklonabscheider, Sammelbehälter) und Operateur in der Box sowie die Möglichkeit zusätzliche Abschirmungen anzubringen sind nach Ansicht der HSK zum Schutz

vor der Direktstrahlung ausreichend. Die Möglichkeiten zum kontaminationsfreien und abgeschirmten Transport der Stäube und Schlacken entspricht dem Stand der Technik. Um die Wirksamkeit dieser Massnahmen weiter zu optimieren, sind Untersuchungen und Auswertungen während der inaktiven Inbetriebnahme notwendig. Die HSK wird deshalb während dieser Phase die Arbeiten genauer inspizieren.

Die manuelle Zementbefüllung der von unten angedockten 16-t-Container soll mit einer Distanzstange fernhantiert erfolgen. Die Optimierung des Verfahrens im Hinblick auf den Strahlenschutz muss bereits während der inaktiven Inbetriebnahme erfolgen. Die HSK wird sich während der inaktiven Inbetriebnahme davon überzeugen, dass eine homogene Verfüllung mit einer geeigneten Zementmischung oder durch Vibration erreicht werden kann.

Die Auswahl der chemischen und elektrolytischen Verfahren sowie des Ultraschallverfahrens zur Feindekontamination der Komponenten ist zweckmässig. Die Auslegung der Feindekontanzelle als Handschuhbox mit Arbeitsplätzen, die von einem 1 t Schienenkran befahren werden, ist Stand der Technik.

Die Aufteilung der  $\beta/\gamma$ -Box in die Grossabfallschleuse, die für nasse Verfahren ausgelegte Dekontanzelle und die Zerkleinerungszelle ist vorteilhaft. Die Zellen sind mit gut abdichtenden Rolltoren verbunden. Beim Öffnen der Rolltore herrscht eine gerichtete Luftströmung zu den Zellen mit potentiell höherer Kontamination. Mit dem 5 t Zellenkran können grosse Komponenten in und zwischen den Zellen transportiert werden. Die Auslegung der  $\beta/\gamma$ -Box entspricht dem Stand der Technik und lässt auch die Nachrüstung zukünftiger verbesserter Behandlungsmethoden zu.

Die in der Zerkleinerungszelle getroffenen Massnahmen zur Vermeidung von höheren Wasserstoffkonzentrationen und zur Detektion von Wasserstoff, der beim Betrieb des Plasmaschneidgeräts austreten kann, reichen aus, um eine Knallgasexplosion zuverlässig zu vermeiden.

Für den Betrieb der  $\beta/\gamma$ -Box zur Behandlung der Abfälle hat der Gesuchsteller einen dosisrelevanten jährlichen Zeitaufwand von ca. 400 Stunden abgeschätzt und mit den erwarteten Ortsdosisleistungen die Kollektivdosis von ca. 12,5 Pers.-mSv ermittelt. Die Abschirmwirkung der Boxenwand selber (10 mm Stahl) ist gering. Der Gesuchsteller muss deshalb während der inaktiven Inbetriebnahme das Personal einüben und zeigen, wie ein Bediener in der Abschirmkabine mit den Manipulatoren Abfälle sicher dekontaminieren bzw. zerlegen kann.

#### **Hinweise:**

Die HSK wird sich während der inaktiven Inbetriebnahme der  $\beta/\gamma$ -Box der Konditionierungsanlage davon überzeugen, dass ein Bediener in der Abschirmkabine mit den Manipulatoren Abfälle sicher dekontaminieren bzw. zerlegen kann.

Vor der aktiven Inbetriebsetzung der  $\beta/\gamma$ -Box ist vom Gesuchsteller das Verfahren zum Zementieren der 16-t-Container zu demonstrieren, einschliesslich der Optimierung der Arbeitsvorgänge. Der HSK ist nachzuweisen, dass bei der Zementierung in Containern mit einer geeigneten Zementmischung oder durch Vibration eine homogene Verfüllung erreicht werden kann.



### 5.3.6 Mehrzweckraum und Hochdruckkompaktierung

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Mehrzweckraum erlaubt die Behandlung von grossen und sperrigen Komponenten. Er ist mit der dafür notwendigen Infrastruktur, wie Anschlüsse für Druckluft, Prozessabluft und Prozessabwasser, ausgerüstet. Im Raum können permanente oder provisorische Zellen vom Zonentyp III bzw. IV eingerichtet werden.

Im Mehrzweckraum findet die Hochdruckkompaktierung von nicht verbrennbaren oder dekontaminierbaren, jedoch kompaktierbaren Abfällen mit einer mobilen Hochdruckpresse kampagnenweise in Abständen von einigen Jahren statt. Die Hochdruckpresse wird in einem 20 Fuss ISO-Container mit einem Lastwagen antransportiert. Zum Transport der mit Abfällen gefüllten 170-ℓ-Pressfässer aus dem Hochregallager wird die Hochdruckpresse durch mobile Rollenbahnen mit dem fest installierten Rollenbahnsystem verbunden. Die Presslinge werden in einer separaten Zelle auf 18 Positionen abgelegt und nach ihrer Höhe sortiert in die 200-ℓ-Endlagerfässer gepackt, so dass in den Fässern ein minimaler Freiraum verbleibt. Die mit Presslingen gefüllten 200-ℓ-Endlagerfässer werden während der Kampagne mit dem Rollenbahnsystem zum Hochregallager und nach der Kampagne zur heterogenen Zementierung transportiert.

Die Transporte der 170-ℓ-Fässer und der 200-ℓ-Endlagerfässer werden vom Kommandoraum aus überwacht und gesteuert. Die mit einem Rechner gesteuerte Sortierung der Presslinge ist vollautomatisiert. Die Bedienung der Hochdruckpresse erfolgt aus einer grösseren Distanz oder hinter Abschirmungen.

Die Hochdruckpresse und die im Mehrzweckraum mit Folie übertunnelten Rollenbahnen sind an das Prozessabluftsystem angeschlossen, damit durch die Unterdruckhaltung eine Kontamination der Umgebung verhindert wird. In den übertunnelten Rollenbahnen wird die Luftströmung zur Hochdruckpresse, dem Ort der höchsten Kontamination, geleitet. Der Unterdruck in der Presse gegenüber der Umgebung beträgt im Betrieb 200 Pa.

Nach der Kampagne wird die mobile Hochdruckpresse dekontaminiert und abtransportiert. Der Gesuchsteller hat für die Hochdruckverpressung eine mittlere Kollektivdosis von ca. 1,2 Pers.-mSv/a ermittelt.

#### Beurteilung der HSK

Die vorgesehene Verwendung des Mehrzweckraums und die Einrichtung von Zellen mit erhöhten Zonentypen ist sinnvoll. Die Versorgung dieser Zellen mit den nötigen Medien (Druckluft, Wasser, Strom und Abluft) kann über die vorhandene Infrastruktur gewährleistet werden.

Die Kompaktierung mit mobilen Hochdruckpressen wird in der Schweiz und im Ausland routinemässig praktiziert. Die mobile Hochdruckpresse ist an die vorhandenen Einrichtungen mit übertunnelten, auf Unterdruck gehaltenen Rollenbahnen so angeschlossen, dass eine Kontamination des Mehrzweckraums verhindert wird. Die Anbindung der mobilen Hochdruckpresse an das vorhandene Transportsystem und der weitgehend automatisierte Betrieb tragen zur Reduktion der Strahlenexposition des Bedienungspersonals bei.

### 5.3.7 Zementierungsanlagen

#### Angaben des Gesuchstellers

In den Zementierungsanlagen für homogene und für heterogene Abfälle werden sämtliche nicht brennbaren oder nicht frei-dekontaminierbaren Abfälle, die in der Konditionierungsanlage angeliefert werden oder die bei Konditionierungsschritten anfallen, verfestigt. In der Anlage für die homogene Zementierung werden die anfallenden Harze, die Schlämme aus der Zentrifuge und die Konzentrate aus der Verdampfung mit Zement vermischt und in 200-ℓ-Endlagerfässer abgefüllt. Heterogene Abfälle wie z. B. Presslinge und in der β/γ-Box zerkleinerte Abfallstücke werden in 200-ℓ-Endlagerfässer bzw. 16-t-Betoncontainer vorgelegt. Die Verfüllung der 200-ℓ-Endlagerfässer und der 16-t-Betoncontainer mit inaktivem Zementmörtel erfolgt an der Abfüllstation unterhalb des Zementmischers bzw. an der Andockstation der β/γ-Box. Die Silos für Zement, Sand und feste Zuschlagstoffe werden als mobile Einheiten ausserhalb der kontrollierten Zone aufgestellt. Während der Förderung zum Empfangsbehälter des aktiven Mischers wird die Abtrennung zwischen kontrollierter und nichtkontrollierter Zone durch das Druckgefälle des pneumatischen Fördersystems gewährleistet. Nach der Förderung wird die Förderleitung abgesperrt.

#### Beurteilung der HSK

Der Betrieb der in separaten Räumen untergebrachten Anlagen für die homogene und heterogene Zementierung der 200-ℓ-Endlagerfässer ist automatisiert und trägt somit im Normalbetrieb zu einer sehr geringen Strahlenexposition des Bedienungspersonals bei. Diese Anlagen werden vom Kommandoraum oder von örtlichen Leitständen, von denen aus das Personal die Prozesse durch Strahlenschutzfenster beobachtet, gesteuert und mittels Videokameras überwacht. Die aktivitätsführenden Zementiereinrichtungen können gespült werden, so dass bei Wartungs- und Unterhaltsarbeiten die Strahlenexposition niedrig gehalten wird. Die Zementierungsanlagen entsprechen dem Stand der Technik.

Die Zementierung von Abfällen in 16-t-Containern in der β/γ-Box wurde im Kapitel 5.3.5 beurteilt.

### 5.3.8 Behandlung flüssiger Abfälle

#### Angaben des Gesuchstellers

Alle in den ZWILAG-Anlagen anfallenden radioaktiven Abwässer werden in der Konditionierungsanlage gesammelt. Für ihre Behandlung stehen das Prozess- und das Nebenabwassersystem zur Verfügung. Im Prozessabwassersystem werden Abwässer aus der β/γ-Box, den Zementierungsanlagen, dem Prozessabluftsystem und der Dekontmittelbehandlung zusammengefasst. Die spezifische Aktivität der Prozessabwässer beträgt ca.  $4 \cdot 10^9$  Bq/m<sup>3</sup>. Im Nebenabwassersystem werden allgemeine Abwässer aus der ganzen kontrollierten Zone gesammelt. Hierzu gehören Abwässer aus den Entwässerungen der Lüftungsanlagen, den Duschen und Waschräumen der kontrollierten Zone, der Wäscherei, dem radiochemischen Labor, den Bodenabläufen, Sümpfen und Auffangwannen. Auch die in der Verbrennungs- und Schmelzanlage anfallenden NaCl-Lösungen (siehe Kap. 4.10.8) werden über das Nebenabwassersystem geführt.

Prozess- und Nebenabwässer werden in je zwei Behältern mit einem Fassungsvermögen von je  $10\text{ m}^3$  gesammelt und der Verdampfungs- oder der Zentrifugierungsanlage mit Abwasserdurchsatz von 0,2 bzw.  $1\text{ m}^3/\text{h}$  zugeführt. Die für die Verdampfung bestimmten Abwässer werden in einen Vorbereitungsbehälter gepumpt, in dem sie unter Zudosierung von Chemikalien neutralisiert werden.

Die Konzentrate aus der Verdampfung und die Schlämme aus der Zentrifugierung mit einer spezifischen Aktivität von ca.  $5 \cdot 10^{10}\text{ Bq/m}^3$  werden der homogenen Zementierung zugeführt. Die Destillate aus der Verdampfung mit einer maximalen spezifischen Aktivität von ca.  $5 \cdot 10^4\text{ Bq/m}^3$  und die gereinigten Abwässer aus der Zentrifuge können in einem Ionenaustauscher, bestehend aus einem harzgefüllten Behälter, nachbehandelt werden. Die gereinigten Abwässer werden in den Kontrollbehälter gepumpt, dem eine Probe entnommen und analysiert wird. Vom Analyseergebnis hängt ab, ob das gereinigte Abwasser an das Abwasserableitungssystem des PSI abgegeben oder einer nochmaligen Reinigung unterzogen wird. Ein Teil der gereinigten Abwässer aus dem Kontrollbehälter wird in der Konditionierungsanlage z. B. als Anmachwasser zur Zementierung wiederverwendet.

Die Komponenten höherer Oberflächendosisleistung sind derart aufgestellt, dass bei Instandsetzungsarbeiten die Strahlenexposition des Personals möglichst gering gehalten wird. So befindet sich der Verdampfer mit der Kolonne, in der der Dampf von den mitgerissenen Wassertröpfchen befreit wird, und der Kondensatkühler in einer abgeschirmten Zelle. Der Konzentratbehälter ist zusammen mit dem Behälter für die Harze und Schlämme in einem separaten Raum aufgestellt. Die Komponenten der Zentrifugierungsanlage befinden sich in einem weiteren Raum.

Die Abwassersammlung, die Verdampfung und die Zentrifugierung werden normalerweise vom Kommandoraum aus gesteuert und überwacht. In Sonderfällen kann dies auch von einem örtlichen Leitstand aus geschehen.

In einer weiteren von einem örtlichen Leitstand aus gesteuerten und überwachten Anlage, der Dekontmittelbehandlung, werden verbrauchte Dekontmittel aus den Kernkraftwerken, aus dem PSI (in seiner Eigenschaft als Kernanlage selber und als Sammelstelle für die radioaktiven Abfälle aus dem BAG-Bereich) und den Anlagen der ZWILAG zwecks Vorbehandlung mittels Filtration, chemischen Behandlungsschritten wie z. B. Fällung und Phasentrennung angenommen. Die wässrige Phase wird zur Abwasserbehandlung gepumpt, die organische Phase wird in Fässern gesammelt und der Verbrennungsanlage zugeführt.

#### Beurteilung der HSK

Die anfallenden Abwässer können in den Sammel tanks aufgefangen, den Behandlungseinrichtungen zugeführt und so gereinigt werden, dass sie entweder dem Abfallbehandlungsprozess rückgeführt oder nach einem positiven Analyseergebnis aus den Kontrollbehältern an das Abwasser-Ableitungssystem des PSI abgegeben werden können. Die gewählten Prozess- und Nebenabwassersysteme für die Abwässer sowie die Auswahl und die Kapazität der Verdampfungs- und Zentrifugierungssysteme erlauben einen sicheren Betrieb.

Die Anlagen werden normalerweise vom Kommandoraum und nur in Ausnahmefällen von örtlichen in separaten Räumen angeordneten Leitständen aus gesteuert und überwacht. Die aktivitätsführenden Komponenten und Behälter sind so angeordnet, geschaltet und

abgeschirmt, dass das Personal, welches an den Komponenten Wartungs- und Unterhaltsarbeiten ausführt, nicht unnötig bestrahlt wird. Die fernbedienten Abwasserreinigungsanlagen verursachen keine unnötigen Dosen, ihre Auslegung und Bedienung sind strahlenschutzmassig optimiert.

Die Dekontmittelbehandlungsanlage wird voraussichtlich in seltenen Sonderkampagnen betrieben, beispielsweise um verbrauchte Dekontmittel zu fällen oder in wässrige und organische Phasen zu trennen. Sie weist die erforderliche betriebliche Flexibilität auf.

### **5.3.9 Wartung und Instandsetzung**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Inspektions- und Wartungsarbeiten werden bevorzugt während der Stillstände der Teilsysteme vorgenommen. Solche Arbeiten umfassen z. B. die Feststellung und die Beurteilung des Anlagenzustandes, den Ersatz von verbrauchten Betriebsmitteln und Verschleissteilen, den Wechsel beladener Filter in den Lüftungsanlagen und in den wässrigen Systemen, Funktionstests von Motoren, Rollenbahnen und anderen Einrichtungen, einschliesslich deren Reinigen und Nachjustieren.

Die Instandsetzung von Komponenten der Konditionierungsanlage erfolgt in der Regel ausfallbedingt, aufgrund von Abnutzung oder Defekten, und nicht vorbeugend (zustandsorientiert). Zu den Komponenten, die nach Ausfall unter erschwerten radiologischen Bedingungen instandgesetzt werden müssen, gehören insbesondere die Förderaggregate (Magnetkupplungspumpen, Stellarmaturen, Rührwerke, Zementmischer). In der Regel können aber vor der Instandsetzung die relevanten Strahlenquellen entfernt werden. Die wässrigen Systeme und die Zementierung werden vor den Instandsetzungsarbeiten entleert und gespült. Bei Arbeiten an den Fasstransportsystemen werden die Fässer mit radioaktivem Inhalt aus dem Reparaturbereich entfernt. Bei einem Reparaturfall zielt die Vorgehensweise darauf ab, die ausgefallenen Komponenten nicht vor Ort zu reparieren, sondern sie auszubauen und in der heissen Werkstatt zu reparieren bzw. durch eine Reservekomponente zu ersetzen. Damit die strahlenschutztechnischen Ziele bei Instandsetzungsarbeiten erreicht werden, trifft der Gesuchsteller folgende Massnahmen:

- Die Arbeiten werden nach einem Ablaufplan und schriftlichen Arbeitsanweisungen vorgenommen.
- Der Arbeitsbereich ist, falls erforderlich, durch Zeltbau lüftungstechnisch vom übrigen Raum abgetrennt, damit eine Kontaminationsausbreitung verhindert wird.
- Das Prozesssystem, in das eingegriffen wird, ist betrieblich und strahlenschutztechnisch freigeschaltet.
- Die Arbeiten werden, falls erforderlich, mit Atemschutz oder in fremdbelüfteten Schutzanzügen durchgeführt.
- Die Arbeiten werden unter der Aufsicht des Strahlenschutzes durchgeführt.

Zu den Arbeiten für den Unterhalt der Anlage gehören auch Inspektionen, bei denen überprüft wird, ob die vom Strahlenschutz angeordneten Massnahmen wie die Einrichtung temporärer Zonen und Abschirmungen sowie der Einsatz mobiler Kontaminations- und

Strahlenmessgeräte vom Betriebspersonal eingehalten werden. Das Betriebspersonal führt regelmässige Rundgänge zur Anlagenüberwachung durch.

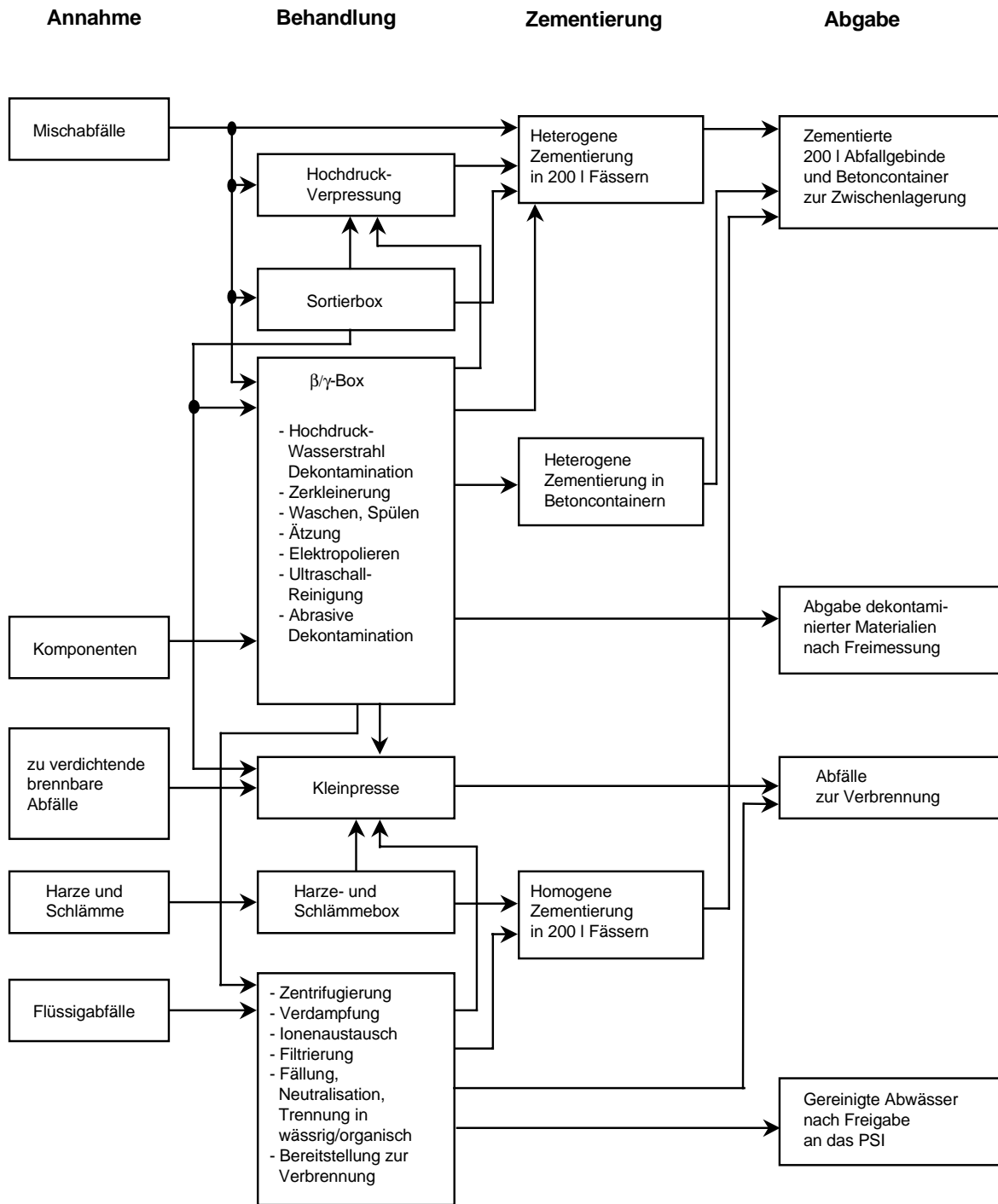
Der Gesuchsteller hat für die Wartungs- und Unterhaltsarbeiten einschliesslich Strahlenschutzkontrollen, sowie die Instandsetzungsarbeiten eine Kollektivdosis von 5,6 Pers.-mSv/a abgeschätzt.

#### Beurteilung der HSK

Die Anlagenplanung zeigt, dass die Aspekte des Strahlenschutzes genügend berücksichtigt wurden, z. B. sind Elektronikschränke in Räumen aufgestellt, in denen nicht auch mit radioaktiven Stoffen beaufschlagte verfahrenstechnische Komponenten der Abfallbehandlung vorhanden sind. Die Auswahl der Behandlungsverfahren und der Transportsysteme beruht auf einem erprobten Stand der Technik. Es werden bewährte Komponenten eingesetzt. Der Gesuchsteller wird die personellen Voraussetzungen treffen, um die Arbeiten für die Wartung und den Unterhalt der Anlage professionell durchzuführen.

Die HSK stellt fest, dass die Konditionierungsanlage über Behandlungsverfahren und Transportsysteme sowie über Komponenten verfügt, deren Wartung und Instandsetzung eine geringe Strahlenexposition erwarten lassen. Die vom Gesuchsteller angegebene diesbezüglichen Kollektivdosis von im Mittel 5,6 Pers.-mSv/a kann aus der Sicht der HSK eingehalten werden, wenn die Arbeitsabläufe für Wartung und Instandsetzung aufgrund gesammelter Erfahrungen im Sinne des Art. 6 StSV weiter optimiert werden.

In der Konditionierungsanlage hat der Ausfall von Komponenten in der Regel keine nachteiligen Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit und die Strahlenexposition. Die HSK ist deshalb der Meinung, dass das Konzept der ausfallbedingten Instandsetzung aus der Sicht des Strahlenschutzes eine optimierte Lösung darstellt.



**Abb. 3: Behandlung der angelieferten und der in den ZWILAG-Anlagen entstandenen Abfälle in der Konditionierungsanlage**

## 5.4 Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage

### 5.4.1 Allgemeine Angaben

#### Kollektivdosis

##### Angaben des Gesuchstellers

Die gesamte Verbrennungs- und Schmelzanlage gehört zur kontrollierten Zone. Der Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage erfolgt prinzipiell ferngesteuert und fernüberwacht aus dem Kommandoraum. Zu diesem Zweck sind beim Ausguss, in der Ofenkammer, bei der Fassöffnung und an anderen neuralgischen Punkten Fernsehkameras installiert. Der Kommandoraum ist gegen die Ofenhalle (PLASMARC<sup>®</sup>-Halle) hin abgeschirmt; die berechnete Dosisleistung beträgt 0,13  $\mu\text{Sv/h}$ , wodurch bei einer Belegung des Kommandoraums von etwa 2400 Pers.-h pro Jahr eine Kollektivdosis von 0,3 Pers.-mSv resultiert. Die Tragfähigkeit aller Gebäudestrukturen ist so ausgelegt, dass jederzeit zusätzliche Stahlabschirmungen von bis zu 120 mm Dicke (zwei Zehntelwertdicken für die Strahlung von Co-60) eingebracht werden können.

Die ZWILAG rechnet mit einem effektiven Ofenbetrieb von ca. 1000 Stunden pro Jahr, vorzugsweise in dreischichtigem Betrieb (24 h/Tag). Dabei erwartet sie, dass etwa 25 Pers.-mSv akkumuliert werden, wovon 21 Pers.-mSv durch Rundgänge und kleinere Instandhaltungsarbeiten im Ofenbereich anfallen. Während der Stillstandszeit von über 300 Tagen im Jahr werden Revisionsarbeiten durchgeführt. Für diese Arbeiten veranschlagt der Gesuchsteller eine Kollektivdosis von rund 15 Pers.-mSv. Weitere Dosen für Rundgänge, wie zum Beispiel für den Strahlenschutz, und die Gebäude- und Komponentenreinigung werden zu 7 Pers.-mSv geschätzt. Darin sind auch in mehrjährigem Turnus anfallende Revisionsarbeiten anteilmässig berücksichtigt. Es resultiert eine Kollektivdosis von 47 Pers.-mSv pro Jahr, die mit der Betriebserfahrung weiter gesenkt werden kann.

##### Beurteilung der HSK

Die vom Gesuchsteller ergriffenen technischen Strahlenschutzmassnahmen, wie die fernüberwachte und fernbediente Prozessführung, das automatische Fasstransport- und Lagersystem und der abgeschirmte Abkühltunnel entsprechen bezüglich Strahlenschutz dem Stand der Technik. Die Dosisleistungen im Kontrollraum sowie in den Korridoren liegen unter dem in der Richtlinie HSK-R-07 festgelegten Richtwert von 1  $\mu\text{Sv/h}$  für Räume ohne eigene Strahlenquellen. Gegenüber der Auslegung im Baubewilligungsverfahren wurden die Abschirmungen weiter optimiert, sodass heute im Kommandoraum eine Ortsdosisleistung von 0,13  $\mu\text{Sv/h}$ , gegenüber früher 0,39  $\mu\text{Sv/h}$ , erwartet wird. Die ZWILAG ist somit der im Gutachten zur Baubewilligung geforderten Beachtung des ALARA-Prinzips und der Schaffung von ausreichender Tragfähigkeit für zusätzliche Abschirmungen nachgekommen.

Der Gesuchsteller hat seinen ursprünglichen Schätzwert für die Kollektivdosis von 17 Pers.-mSv auf 47 Pers.-mSv korrigiert und hierzu detaillierte Planungsunterlagen mit den für die einzelnen Arbeiten geschätzten Zeitbedarf und erwarteten Kollektivdosis erstellt. Die HSK hat diese Unterlagen geprüft und ist zum Schluss gekommen, dass die im Gutachten zur Baubewilligung als unrealistisch tief eingestuften Unterhalts- und Wartungszeiten an real zu erwartende Werte angepasst wurden. Die HSK ist aber weiterhin der Ansicht, dass bereits

während der inaktiven Inbetriebsetzungsphase alle als dosisintensiv ausgewiesenen oder schwierig durchzuführenden Arbeiten mit der Planung verglichen und intensiv geübt werden müssen, und dass Optimierungsmöglichkeiten, wie der Einsatz von technischen Hilfsmitteln oder die Veränderung von Abläufen, gesucht werden müssen. Weiterhin müssen die Massnahmen zur Behebung von Betriebsstörungen wie zum Beispiel der Ausfall der automatischen Transportsysteme möglichst realitätsnah geübt werden. Unter diesen Voraussetzungen teilt die HSK die Ansicht des Gesuchstellers, dass die jährliche Kollektivdosis für die Verbrennungsanlage weiter gesenkt werden kann.

## **Überwachung**

### Angaben des Gesuchstellers

An überwachenden Strahlenschutzmassnahmen sind nebst mobilen Dosisleistungs- und Luftkontaminationsmessgeräten neun ortsfeste Dosisleistungsmessgeräte vorgesehen. Diese Geräte verfügen über eine Anzeige und akustische Alarmierung vor Ort. Die Messwerte und Alarmergebnisse werden zudem im Kommandoraum der Verbrennungs- und Schmelzanlage angezeigt und aufgezeichnet. Ferner werden die Alarmergebnisse durch das Übergeordnete Störungsmelde- und Protokolliersystem (ÜSP, siehe Kap. 4.4.2) optisch und akustisch im Kommandoraum der Konditionierungsanlage und in der Pforte angezeigt. Die akustische Meldung in der Pforte wird aber unterdrückt, wenn der Kommandoraum besetzt ist und der Alarm innerhalb einer vorgegebenen Frist dort quittiert wird.

Die Aktivitätsüberwachung der Raumluft erfolgt durch Entnahmestutzen in den Abluftkanälen der betroffenen Räume. Es sind zwei ortsfeste Aerosolmessanlagen und sieben Entnahmestutzen für mobile Aerosolmessgeräte vorgesehen, mit den gleichen Anzeigen- und Registrierungsmerkmalen wie bei den Dosisleistungsmessgeräten. Vier weitere Probenahmestutzen für mobile Aerosolmessgeräte dienen der Prozessüberwachung.

In der Verbrennungsanlage wird das Personal mit TLD und elektronischen Dosimetern ausgerüstet. Die elektronischen Dosimeter dienen einerseits als redundante Zweitdosimeter zur laufenden Überwachung der Individualdosen, andererseits sollen sie bei relevanten Tätigkeiten für die Jobdosimetrie eingesetzt werden.

Die Überwachung des Personals auf Kontamination und Inkorporation erfolgt in der Regel mittels der Messgeräte in der Garderobe der Konditionierungsanlage. Es besteht aber die Möglichkeit, am Ausgang der Verbrennungs- und Schmelzanlage und vor dem Kommandoraum mit einfachen Mitteln Hand- und Fussmonitore zu installieren.

### Beurteilung der HSK

Die überwachenden Strahlenschutzmassnahmen sind zweckmässig. Die Dosisleistungsmessungen werden an sinnvollen Orten durchgeführt, die Aerosolmessungen und die Entnahmestutzen werden an geeigneten Stellen eingebaut. Eine technische Beurteilung der Strahlenschutz-Instrumentierung befindet sich im Kapitel 5.1.2. Die redundante Dosimetrierung ist Stand der Technik (siehe Kap. 5.1.3 und 5.2.2). Da der Verbindungskanal von der Verbrennungs- und Schmelzanlage zur Konditionierungsanlage zur kontrollierten Zone gehört, ist die Kontaminationsüberwachung des Personals mit den Mitteln der Garderobe zulässig. Die Möglichkeit, vor Ort in der Verbrennungsanlage Hand- und Fussmonitore aufzustellen, wird von der HSK begrüsst. Sie erachtet zur Vermeidung von



Kontaminationsverschleppungen bei bestimmten Betriebszuständen solche Monitore als notwendig (siehe Hinweis im Kap. 5.1.2).

## **Lüftungsführung**

### Angaben des Gesuchstellers

Durch die geeignete Staffelung der Raumunterdrücke soll stets eine gerichtete Luftströmung zur grössten Kontamination hin aufrechterhalten werden (siehe Kap. 4.5.2). Diese befindet sich während des Normalbetriebs im Verbrennungsofen. Lüftungstechnisch ist das Gebäude V vom Rest des ZZL durch eine Schleuse getrennt. Umluftfilteranlagen mit Absolutfilter im Kühltunnel, Abluftsysteme mit Grob- und Feinfiltern sowie ein Fortluftsystem mit parallel geschalteten Filterbänken und Ventilatoren sollen den Unterdruck in der kontrollierten Zone aufrecht erhalten. Die Filteranlagen des Fortluftsystems werden mit Vor- und Feinfilter der Klasse EU 10 resp. EU 13 (HEPA-Filter) ausgerüstet. Diese Filter lassen sich mit der Wechselsackmethode austauschen. Sie sind mit Differenzdruck-Fühlern ausgerüstet und werden im Betrieb mit der Partikelzählmethode auf Integrität überprüft. Im Falle von erhöhter Fortluftaktivität wird die Zuluft abgeschaltet und die Fortluft so gedrosselt, dass ein knapper Unterdruck in der kontrollierten Zone aufrecht erhalten wird.

Während des Ofenbetriebs werden die Abgase über die Rauchgasreinigungsanlage geführt, wo sie gewaschen und gefiltert werden. Der Unterdruck zur Halle beträgt etwa 100 - 140 Pa. Die Rauchgasreinigungsanlage wird im Kapitel 4.10.6 des Gutachtens detaillierter behandelt.

### Beurteilung der HSK

Die Konzeption der Lüftung, die eine Staffelung des Unterdrucks und damit eine gerichtete Luftströmung in Richtung höherer Kontamination gewährleistet, entspricht den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07. Die eingesetzten Filterklassen der Fortluftfilter sowie die vorgesehene Überwachung entsprechen den Anforderungen der HSK.

## **Betriebserfahrung**

### Angaben des Gesuchstellers

An Betriebserfahrung mit ähnlichen Verbrennungsanlagen werden die radiologischen Erfahrungen mit einer kleinen Versuchsanlage zitiert, die zur Konditionierung radioaktiv kontaminierter Rohre einer Erdgasförderanlage eingesetzt wurde. Diese Erfahrungen zeigen, dass die Elektroden und der Drehherd nur relativ schwach kontaminiert wurden.

### Beurteilung der HSK

Die Betriebserfahrungen der angesprochenen Versuchsanlage sind nur bedingt auf die zu beurteilende Anlage übertragbar. Es ist deshalb vorerst unbekannt, welchen Umfang die Aufkonzentration von Radioaktivität in der Ofenausmauerung und in der Brennelektrode haben kann. Nach Beurteilung der HSK verfügt das ZZL jedoch über die notwendigen Mittel, um Revisionen der Anlage unter Berücksichtigung der Bedürfnisse des Strahlenschutzes durchzuführen.

## **5.4.2 Annahme, Transporte und Abgabe von Fässern und Gebinden**

### **Annahme der Abfälle und Transport bis zur Beschickungsschleuse**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Abfallfässer werden in Spezialcontainern angeliefert. Die Container werden von Hand an die Andockstation angekoppelt und ferngesteuert auf ein Rollenbahnsystem entladen. Die Fässer werden über eine Identifikationsstation in das Hochregallager (ca. 320 Abstellplätze) transportiert. Fässer, die durch den Verbindungskanal aus der Konditionierungsanlage ankommen, werden ebenfalls durch diese Identifikationsstation ins Hochregallager transportiert. Dabei wird das Abfallfass durch das Ablesen einer Nummer oder eines Strichcodes identifiziert. Das Gewicht, die Dosisleistungen an der Oberfläche und in einem Meter Abstand und stichprobenweise die Oberflächenkontamination werden gemessen und mit den Daten des Lieferanten verglichen. Bei Bedarf können weitere Messungen durchgeführt werden, ein Reserveplatz steht zu diesem Zweck in der Identifikationsstation zur Verfügung. Fässer, die die Annahmebedingungen nicht erfüllen, werden zur weiteren Untersuchung durch den Verbindungskanal in die Konditionierungsanlage transportiert.

Ein Lagerverwaltungsprogramm erfasst die Daten der einzelnen Fässer und bestimmt deren Platz im Hochregallager. Es bestimmt für die Verbrennung der Fässer eine optimale Charge. Die Fässer werden ferngesteuert auf einem Rollenbahnsystem in die Beschickungsschleuse des Ofens transportiert.

#### Beurteilung der HSK

Die Anlieferung der Abfallfässer erfolgt, abgesehen von der Ankopplung des Fasscontainers, vollautomatisch. Die Kollektivdosis für das Personal kann damit tief gehalten werden. Die Annahme der Fässer in der Verbrennungsanlage wird in der gleichen Weise wie in der Konditionierungsanlage durchgeführt. Wie bei der Konditionierungsanlage, ist die HSK der Ansicht, dass die Kontrollmassnahmen bei der Annahme ausreichend sind, sofern die Abfalllieferanten über ein genügendes QS-System verfügen. Die Auflage 4 im Kap. 5.3.2 gilt auch für den Betrieb der Verbrennungsanlage.

Die Ein- und Auslagerung der Abfallgebilde erfolgt im Hochregallager vollautomatisch und entspricht dem Stand der Technik. Zu den Massnahmen bei Betriebsstörungen äussert sich die HSK im Kap. 5.4.5.

### **Abgabe von Gebinden**

#### Angaben des Gesuchstellers

Nach der Entnahme aus den Kühlgefässen mit einem ferngesteuerten Greifwerkzeug werden die Kokillen radiologisch ( $\gamma$ -Spektroskopie) gemessen und in ein bereitstehendes Endlagerfass gestellt. Die Messwerte werden registriert und dem entsprechenden Endlagergebilde zugeordnet. Nach Füllung der Hohlräume mit Sand und anschliessender Verdeckelung werden die Endlagergebilde über eine Messstation zum Fassausgangslager transportiert. In der Messstation werden die Dosisleistungen an der Oberfläche und in einem Meter Abstand, die Oberflächenkontamination und das Bruttogewicht gemessen. Wenn eine Oberflächenkontamination höher als der festgelegte Grenzwert vorliegt, wird das Gebinde in einer angegliederten Dekontbox ferngesteuert dekontaminiert, bis der Grenzwert unterschritten wird.

Vom Fassausgangslager werden die Endlagergebinde, nach Identifikation, mit einem vom Kommandoraum aus ferngesteuerten und überwachten Transportfahrzeug durch den Verbindungskanal ins MAA-Lager transportiert. Transporte von Endlagergebänden werden im Verbindungskanal sowie an den Zugängen optisch und akustisch angezeigt.

Alle Daten bezüglich der ins MAA-Lager abgegebenen Abfallgebinde werden in das Abfallregistrierungssystem ISRA eingetragen [ZWI98d].

#### Beurteilung der HSK

Sämtliche Verarbeitungsschritte zur Registrierung und Auslagerung erfolgen automatisch oder fernbedient, was nach Ansicht der HSK dem Stand der Technik entspricht und die Strahlenexposition des Personals niedrig hält.

In ihrem Gutachten zur Baubewilligung hat die HSK Massnahmen gefordert, welche die unnötige Bestrahlung von Personal im unterirdischen Verbindungskanal vermeiden sollen. Dabei sollten nicht nur organisatorische Massnahmen ergriffen werden. Der Gesuchsteller hat den unterirdischen Verbindungskanal und seine Zugänge mit einem Informations- und Warnsystem ausgerüstet, was nach Ansicht der HSK zusammen mit noch zu erstellenden Betriebsvorschriften für den betriebsinternen Transport von radioaktiven Stoffen ausreichend ist, um eine unnötige Bestrahlung von Personal zu verhindern.

Die ZWILAG hat den beim Abtransport der Abfallgebinde ins Fassausgangslager einzuhaltenden Grenzwert der Oberflächenkontamination nicht spezifiziert. Nach Ansicht der HSK soll hierfür der Richtwert nach StSV verwendet werden. Die Anforderungen der HSK an die Charakterisierung der Abfallmatrizen und die Dokumentierung der Gebinde sind in der Richtlinie HSK-R-14 festgehalten.

### **5.4.3 Ofenbetrieb**

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller unterscheidet neben dem Stillstandsbetrieb drei Betriebsarten: den Verbrennungsbetrieb, den Schmelzbetrieb und den Normalbetrieb, bei dem sowohl Verbrennungsgut wie auch ein kleinerer Anteil Schmelzgut in den Ofen geführt werden.

Die Ofenanlage wird erst in Betrieb genommen, wenn alle Hilfssysteme (Transportanlage, Rauchgasreinigungsanlage, usw.) betriebsbereit sind. Der Ofen wird langsam mit dem Hilfsbrenner auf Temperatur gebracht, um die Auskleidung zu schonen. Nach Verschluss der zentralen Bodenöffnung werden die Verglasungsmittel in den Ofen gebracht und mit dem Plasmabrenner aufgeschmolzen. Anschliessend werden die Fässer einzeln in die Beschickungsschleuse transportiert. In der Beschickungsschleuse wird das Fass fernbedient angestochen, in die Horizontale gedreht und in Richtung Ofen geschoben, wo es mit dem Propanbrenner aufgetrennt wird und zusammen mit dem Inhalt portionenweise in den Drehherdofen fällt. Fässer mit flüssigem Inhalt werden ausserhalb der Beschickungsschleuse an eine Pumpvorrichtung angeschlossen, der Inhalt fernbedient abgesaugt und in den Drehherd eingespritzt. Anschliessend wird mit dem Fass wie oben beschrieben verfahren. Der gesamte Verbrennungsvorgang erfolgt automatisiert. Als Ausnahme können Fässer auch in den kalten, stehenden Ofen eingesetzt werden.

Bei 800-850 Liter Inhalt des Drehherdes wird das Abgiessen durch das Personal eingeleitet. Die während des Betriebs immer unter dem Drehherdofen angedockte Sicherheitskokille mit Abschirmbehälter (Abschirmfaktor ca. 20 für Co-60), die im Störfall den gesamten Ofeninhalt aufnehmen kann, wird abgesenkt, seitlich verschoben und die in einem Kühlgefäss (Abschirmfaktor ca. 50 für Co-60) bereitstehende leere Kokille unter die zentrale Bodenöffnung angedockt. Die Drehzahl des Drehherdes wird stark erhöht und der Bodenverschluss geöffnet. Das Abfließen der Schmelze in die Kokille wird durch die Reduktion der Drehzahl eingeleitet und reguliert. Drei Systeme (TV, TV mit Bildauswertung, Infrarot-Messung) erlauben die Überwachung des Kokillenfüllstands. Wenn die Kokille voll ist (140 Liter) wird automatisch die Drehzahl wieder erhöht. Bis eine neue Kokille in die Ausgusskammer eingeschleust wird, wird die Sicherheitskokille wieder unter den Drehherd gebracht. Die gefüllte Kokille wird in die Ausgangsschleuse gebracht und nach einer gewissen Spülzeit, während der sich eine starre Schicht auf der Schmelze bildet, in den abgeschirmten Kühltunnel transportiert. Die nächste leere Kokille wird dann bereitgestellt. Wenn das Schmelzenvolumen im Drehherd auf ca. 400 Liter abgesunken ist, wird die Bodenöffnung wieder verschlossen und die Anlage weiter beschickt. Die Sicherheitskokille nimmt wieder den Platz unter der zentralen Bodenöffnung ein.

Da sich in der Ofenausmauerung und vor allem in der restlichen Schmelze radioaktive Stoffe akkumulieren werden, wird der Ofen jeweils gegen Ende einer Kampagne von etwa 200 Stunden Betriebszeit mit Abfällen niedriger Aktivitätskonzentration und zum Schluss mit inaktivem Material „gespült“, wodurch die Aktivitätskonzentration in der Ausmauerung und in der restlichen Schmelze reduziert und somit die Dosisleistung in der Ofenhalle gesenkt wird. Danach wird der gesamte Inhalt des Drehherdes abgegossen. Nach der Kampagne wird die Temperatur im Drehherd mit dem Hilfsbrenner langsam abgesenkt.

Der gesamte Verbrennungs- und Schmelzvorgang erfolgt automatisiert und fernbedient. Der Gesuchsteller erwartet, dass für diverse Kontrollgänge und andere Tätigkeiten am Drehherdofen während 150 Pers.-Stunden etwa 21 Pers.-mSv akkumuliert werden, wobei die höchsten zu erwartenden Ortsdosen im Bereich des Ofens und der Fassbeschickung auftreten und 0,25 mSv/h erreichen können. Für diverse Kontrollgänge und andere Tätigkeiten z. B. an der Rauchgasreinigung und der internen Wasseraufbereitung rechnet der Gesuchsteller mit einer Kollektivdosis von 4 Pers.-mSv.

### Beurteilung der HSK

Das Abgiessen der Schmelze aus dem Drehherdofen ist nicht eine in der Nuklearindustrie erprobte Technik. Aus diesem Grund wird sich die HSK während der inaktiven Inbetriebsetzung davon überzeugen, dass das Verschlussystem, die Abgiessregelung mittels Drehzahlanpassung und die Füllstandsüberwachungssysteme einwandfrei funktionieren. Ferner wird sie sich davon überzeugen, dass beim Abgiessen der Schmelze keine Glasfäden entstehen.

Die Abschirmungen von Sicherheitskokille, Kühlgefässen und Kühltunnel sind bei den angenommenen Nuklidinventaren ausreichend. Die Sicherheitskokille verhindert ein unkontrolliertes, vollständiges Auslaufen des Ofeninhalts in die Ofenhalle.

Die Plasmarc<sup>®</sup>-Anlage wurde in der Nuklearindustrie grosstechnisch noch nicht eingesetzt und es liegen bis heute nur die Erfahrungswerte einer Pilotanlage vor, auf der natürlich aufkonzentrierte Radioaktivität verarbeitet wurde. Diese Erfahrungswerte zeigen, dass eine Dekontamination der Verschleisschicht durch Verarbeiten von inaktiven Materialien

prinzipiell machbar ist. Es sind aufgrund der geringen bisher gehandhabten Aktivitäten noch keine Angaben über erreichbare Dekontfaktoren möglich.

Die HSK ist der Ansicht, dass während der aktiven Inbetriebsetzung der Ofenanlage Studien über die Dekontaminationsmöglichkeiten der Verschleisschicht durch Verarbeiten von inaktiven Materialien durchzuführen sind.

Das Verfahren zum Beschicken des Ofens mit flüssigen Abfällen unterscheidet sich von dem im Sicherheitsbericht beschriebenen Verfahren, wo das Fass erst in der Beschickungsschleuse fernbedient geöffnet und ausgepumpt wird. Da die Verfahrensänderung der HSK erst kurz vor der Drucklegung des Gutachtens mitgeteilt wurde, erhält sie im Gutachten keine abschliessende Beurteilung. Vor der Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung muss der Gesuchsteller der HSK nachweisen, dass die Beschickungseinrichtung für flüssige Abfälle zweckmässig ausgeführt und bezüglich der Strahlenschutzaspekte optimiert ist (siehe Hinweis im Kap. 4.10.3).

Der Betrieb des Drehherdofens erfolgt automatisiert, er wird vom Kommandoraum aus überwacht und gesteuert. Der Gesuchsteller gibt an, dass das Personal auf Kontroll- und Wartungsgängen während etwa 150 Pers.-Stunden rund 21 Pers.-mSv akkumulieren wird. Die HSK anerkennt, dass es sich bei der Verbrennungs- und Schmelzanlage um eine Pilotanlage handelt und daher zumindest bei der Betriebsaufnahme mit einem erhöhten Kontroll- und Überwachungsbedarf gerechnet werden muss. Der Gesuchsteller muss allerdings beginnend mit der inaktiven Inbetriebsetzung Kontrollgänge und Überwachungsmassnahmen weiter optimieren, um die damit verbundenen Kollektivdosen zu senken. Die HSK wird sich im Rahmen der Inbetriebsetzung von den erfolgten Optimierungen überzeugen.

#### **5.4.4 Abfallprodukte und unkonditionierte Reststoffe**

##### **Abfallprodukte**

###### Angaben des Gesuchstellers

Im Verbrennungsbetrieb und Normalbetrieb besteht der Kokilleninhalt aus zwei Phasen: einer Glasphase für die Immobilisation der Verbrennungaschen und einer metallischen Phase, die aus dem Eisen der Fässer und Metallen im Abfall herkommt. Im Schmelzbetrieb werden mit Metall gefüllte Kokillen produziert. Die Kokillen werden in mit Beton ausgekleidete 200-ℓ-Endlagergebände eingesetzt und die verbleibenden Hohlräume mit Sand gefüllt. Die Cs-haltigen Abfälle aus der internen Wasseraufbereitung werden in einem separaten Schmelzvorgang konditioniert.

Der Gesuchsteller hat die Endlagerfähigkeit der produzierten Abfallgebände mit der NAGRA diskutiert. Die Endlagerfähigkeit wurde als grundsätzlich gegeben beurteilt, die Endlagerfähigkeitsbescheinigung kann erst nach detaillierter Charakterisierung der Abfallgebändetypen erlangt werden.

###### Beurteilung der HSK

Für alle Abfallgebändetypen aus dem Betrieb der Verbrennungsanlage muss eine Freigabe nach der Richtlinie HSK-R-14 vom Gesuchsteller eingeholt werden. Die Auflage 5 im Kap. 5.3.2 gilt ebenfalls für Abfallgebände aus der Verbrennungs- und Schmelzanlage. Die HSK ist der Ansicht, dass die verglasten und metallischen Abfälle aus dem Drehherdofen die

Anforderungen dieser Richtlinie (insbesondere Auslaugbeständigkeit und mechanische Festigkeit) erfüllen werden.

## **Reststoffe aus der Rauchgasreinigung**

### Angaben des Gesuchstellers

In der Rauchgasreinigungsanlage entstehen Reststoffe aus der Aufbereitung der basischen Abwässer (Destillat,  $\text{CaSO}_4$ -Suspension und Gipsabscheidungen), aus der Aufbereitung der sauren Abwässer (Destillat, NaCl-Lösung, gefällte Stoffe und Ionenaustauscherharze) und aus der Gasfiltration mit HEPA-Filtern (Filterelemente). Die Destillate und die  $\text{CaSO}_4$ -Suspension werden in den alkalischen und sauren Rauchgasreinigungsstufen (Wäschern) wiederverwendet. Die gefällten Stoffe, die Ionenaustauscherharze und die HEPA-Filterelemente werden in 200-ℓ-Fässer abgefüllt und dem Drehherdofen zugeführt. Die pro Jahr anfallenden ca. 5 t Gipsabscheidungen (mit bis zu 40% Restfeuchtigkeit) und die ca. 50 m<sup>3</sup>/a NaCl-Lösung müssen entsorgt werden.

Der Gesuchsteller geht davon aus, dass der Gips sehr gering kontaminiert wird, da in der Rauchgasreinigung die alkalischen Wäscher nach den HEPA-Filtern angeordnet sind. In diesem Fall kann der Gips als inaktiv freigegeben werden. Wenn der Gips wegen einer zu hohen Aktivität nicht freigemessen werden kann, wird er in Zement endkonditioniert. Die Beimischung von Gips zu Zement ist wegen unerwünschten Reaktionen, die zu Rissen in der Zementmatrix führen, nicht in grossen Mengen möglich, es kann aber durch eine chemische Reaktion eine Zement/Gips-Matrix gebildet werden, die günstigere Mischverhältnisse erlaubt. Die Zemente, die für eine solche Matrix geeignet sind, sind Tonerdeschmelzemente und Hochofenzemente.

Die NaCl-Lösung entsteht nach verschiedenen Trennverfahren (Fällung, Zentrifugierung und Behandlung mit Ionenaustauscherharzen) aus der Aufbereitung der sauren Abwässer. Sie wird nach Freimessung zur Konditionierungsanlage geleitet, von wo sie an den Vorfluter abgegeben wird.

### Beurteilung der HSK

In Erfüllung der Auflage 3.11 der Baubewilligung [BUN96a] hat der Gesuchsteller eine Stellungnahme der NAGRA über die Endlagerfähigkeit der Gips/Zement-Matrix eingeholt. Die NAGRA kommt zum Schluss, dass die vorgeschlagene Einbindung von Gips in Zement mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Abfallprodukt führt, welches die Annahmbedingungen der Nagra für das SMA-Endlager sowie die Kriterien der HSK-R-14 erfüllen wird. Diese Stellungnahme stellt noch keine Endlagerfähigkeitsbescheinigung dar; eine solche kann erst nach Verifikation der erwarteten Eigenschaften anhand einer Prüfung der hergestellten Abfallprodukte ausgestellt werden. Die HSK sieht aber keinen Grund, weshalb die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 nicht erfüllt werden sollen. Grundsätzlich kann Zement immer einen gewissen Anteil Gips aufnehmen, auch wenn es zu einem grossen Abfallvolumen führen könnte.

Ausser beim Sauren Wäscher ist die Anwesenheit von HCl in den Abwässern stark mit der Verbrennung von chlorhaltigen Kunststoffen verknüpft. Da die flüssigen, NaCl enthaltenden Reststoffe schwer einzementierbar sind, akzeptiert die HSK eine Abgabe der behandelten Abwässer an die Umwelt. Sie wird sich nach der Inbetriebnahme der Verbrennungsanlage

davon überzeugen, dass die NaCl enthaltenden flüssigen Reststoffe eine Abgabe an den Vorfluter unter Einhaltung der Bestimmungen der nuklearen Baubewilligung [BUN96a] erlauben. Das Vorliegen allfälliger Einschränkungen aufgrund des Gewässerschutzgesetzes [BUN91a] wird nicht von der HSK geprüft.

#### **5.4.5 Wartung und Instandsetzung**

Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten finden normalerweise während der Stillstandszeit statt. Um die Strahlenexposition des Personals so tief wie möglich zu halten, finden die meisten Arbeiten bei entleerten Systemen statt. Die wichtigsten dieser Arbeiten werden nachfolgend besprochen.

##### **Plasmabrenner**

###### Angaben des Gesuchstellers

Der Elektrodenwechsel erfolgt typischerweise nach jeder Kampagne, d.h. 5 - 6mal pro Jahr. Der Elektrodenwechsel erfolgt in einem Wechselbehälter aus 10 mm starkem Stahlblech, der mit einem verschliessbaren Eingriffsfenster mit Handschuhen ausgerüstet ist, und auf den entleerten Drehherdofen aufgesetzt wird. Der Elektrodenwechsel führt zu einer Kollektivdosis von ca. 0,03 Pers.-mSv.

Drei- bis viermal jährlich erfolgt eine weitergehende Plasmabrennerwartung in einer Wartungsbox aus 10 mm starkem Stahlblech, in der gegenüber der Umgebung ein leichter Unterdruck herrscht. Die Box ist mit grossen Fenstern, Handschuhen und zwei Schleusen für das Ein- und Ausführen von Material ausgerüstet. Sie steht in einem Abstand von etwa 3 bis 4 m zum Drehherdofen.

Der Plasmabrenner wird mit dem Hallenkran im Wechselbehälter vom Drehherdofen zur Wartungsbox transportiert und angekoppelt. Die Vorbereitungsarbeiten werden von zwei Personen bei einer Ortsdosisleistung von 30  $\mu$ Sv/h durchgeführt, die Wartungsarbeiten von einer Person bei einer Ortsdosisleistung von 10  $\mu$ Sv/h. Für eine Plasmabrennerwartung ergibt sich eine Kollektivdosis von 0,1 Pers.-mSv. Bei Bedarf kann die Wartungsbox gegen den Drehherdofen abgeschirmt werden.

Bei Ausfall der Elektrode während des Ofenbetriebs, kann die Schmelze mit dem Hilfsbrenner auf Temperatur gebracht und der Ofen entleert werden.

Die ZWILAG sieht vor, das spätere Betriebspersonal während der inaktiven und aktiven Inbetriebnahmephase einzubeziehen, um so die notwendige Ausbildung an der Anlage zu gewährleisten.

###### Beurteilung der HSK

Durch den Einsatz des Wechselbehälters beim Elektrodenwechsel sowie beim Transfer des Brenners vom Ofen zur Wartungsbox kann nach Ansicht der HSK einer Kontaminationsausbreitung in die Ofenhalle effektiv entgegengewirkt werden. Das Verfahren entspricht dem Stand der Technik. Die Abschirmwirkung des Wechselbehälters sowie der Wartungsbox ist klein.

Sofern der Drehherdofen entleert worden ist, stellt der Elektrodenwechsel im Wechselbehälter vor Ort nach Ansicht der HSK eine optimierte Lösung dar, da der Transfer des Brenners zur Wartungsbox und zurück mehr Zeit benötigt und somit Dosis akkumuliert wird. Bei Ausfall der Elektrode bei vollem Ofen muss der Ofen vor dem Elektrodenwechsel entleert werden.

Die HSK erwartet, dass zur Minimierung der Strahlenexposition das Personal den Elektrodenwechsel bereits während der inaktiven Inbetriebsetzung intensiv trainiert.

### **Innere Ofenauskleidung**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Auskleidung im Ofen und jene in der Nachbrennkammer werden regelmässig mit einer Videokamera inspiziert und die in der Auskleidung eingelagerte Aktivität mit Messgeräten geprüft. Nur wenn Schäden festgestellt werden, welche die nächste Betriebsphase beeinflussen könnten, wird die Auskleidung repariert. Drei Instandhaltungsstufen sind vorgesehen: die mit Manipulatoren über den Ofendeckel durchgeführten Ausbesserungen der Verschleisschicht (zweimal pro Jahr) und der Steinauskleidung (einmal pro Jahr), wobei die vorbestehende Verschleisschicht mit dem Plasmabrenner abgetragen wird, und der Ersatz der kompletten Auskleidung bei grossen Schäden (alle 2 bis 3 Jahre). Für die zwei ersten Instandhaltungsstufen wird eine Kollektivdosis von je 0,5 Pers.-mSv veranschlagt. Für den Ersatz der Auskleidung werden drei Varianten untersucht: Ersatz der Auskleidung vor Ort, Ersatz der Auskleidung nach Überführung des Drehherdes in die Konditionierungsanlage, und Ersatz des ganzen Drehherdes. Der Gesuchsteller bevorzugt die Auswechslung des ganzen Drehherdes (Kollektivdosis 0,6 Pers.-mSv), da der Ersatz nur der Ausmauerung (Kollektivdosis etwa 10 Pers.-mSv) zu dosisintensiv ist. Er hat von der Nagra eine positive Stellungnahme zur Endlagerfähigkeit des Drehherdes erhalten.

#### Beurteilung der HSK

Die Ausbesserungsarbeiten der ersten zwei Instandhaltungsstufen erfolgen fernbedient von ausserhalb des Drehherdes, nachdem die aktivitätstragende Verschleisschicht entfernt worden ist. Dieses Vorgehen stellt nach Ansicht der HSK eine optimierte Lösung dar.

Bezüglich des vollständigen Ersatzes der Ofenausmauerung ist die HSK der Ansicht, dass vor der definitiven Festlegung des Verfahrens vom Gesuchsteller weiterführende Optimierungsstudien durchgeführt werden müssen. Insbesondere sind die Strahlenexpositionen bei der Vorbereitung, der Zwischenlagerung und der Einbringung des Drehherdes ins Endlager mitzubedenken.

### **Andere Komponenten der Verbrennungs- und Schmelzanlage**

#### Angaben des Gesuchstellers

Soweit möglich werden die Instandhaltungsarbeiten an den Komponenten des Drehherdofens während des Stillstands durchgeführt.

Normalerweise erfolgen Arbeiten am Lager des Drehherdes bei leerem Drehherd. Dazu wird es nach dem Abtrennen der Infrastrukturanschlüsse abgesenkt und auf Schienen seitlich verschoben, so dass es für Reparaturarbeiten zugänglich wird. Der Abstand zum Drehherd



beträgt in dieser Position ca. 3 m. Die Kollektivdosis beträgt für eine Reparatur ca. 0,25 Pers.-mSv, wobei der Ein- und Ausbau des Lagers die Dosis dominiert. Das Lager kann falls nötig auch bei nicht-leerem Drehherd ausgebaut werden.

Die Wartungsarbeiten an den Fasslager- und Transportanlagen erfolgen generell in den abgeschirmten Wartungsräumen. Die Bedienungsgeräte können bei Störungen mittels Rückholvorrichtungen oder mechanisch betätigten Antrieben in die relativ strahlungsarmen Wartungsräume zurückgezogen werden.

Das Fassausgangslager kann für Instandhaltungsarbeiten nur betreten werden, wenn keine Gebinde eingelagert sind. Bei Betriebsstörungen können die 4 Rollenbahnen mittels Handantrieben leer gefahren werden.

Die Instandhaltung des Transportsystems erfolgt ausserhalb der Verbrennungs- und Schmelzkampagnen. Bei Betriebsstörungen kann von einem geschützten Vor-Ort-Leitstand aus eingegriffen werden; durch redundante Antriebssysteme oder strahlengeschützte mechanische Handantriebe können Strahlenquellen entfernt werden.

Die Rohre und Behälter der Rauchgasreinigung und der Systeme zur Wasseraufbereitung wurden so verlegt, dass strahlende Komponenten wo möglich gegeneinander und gegenüber den Zugangswegen abgeschirmt aufgestellt sind und Antriebe von Pumpen und Schiebern entfernt, teilweise abgeschirmt angebracht wurden. Weiter wurden die Zugangs- und Verkehrswege von den Räumlichkeiten, in denen sich Radioaktivität befindet, durch mindestens 30 cm dicke Betonwände abgeschirmt und die Türen mit Abschirmtoren ausgerüstet. Die Dosisleistung in den ohne Beschränkung der Aufenthaltszeit zugänglichen Räumen liegt gemäss den Berechnungen von ZWILAG normalerweise weit unter 5  $\mu\text{Sv/h}$ , in Räumen ohne Strahlenquellen unter 1  $\mu\text{Sv/h}$ .

#### Beurteilung der HSK

Der Ausbau des Drehherdlagers sowie dessen Instandhaltung sind nur bei vollständig entleertem Drehherd vorgesehen. Für diesen Fall ist die HSK der Ansicht, dass die vom Gesuchsteller dargelegten Schutzmassnahmen und Optimierungen ausreichend sind. Nicht in Einzelheiten dargelegt hat der Gesuchsteller das Vorgehen, wenn das Lager bei vollem Drehherd versagt und eine Intervention notwendig wird. Die bei einem gefüllten Drehherdofen für die Lagerreparatur akkumulierte Dosis würde obigen Planungswert erheblich übersteigen. Die HSK ist demzufolge der Ansicht, dass der Gesuchsteller einerseits bereits vor der aktiven Inbetriebsetzung ein Reparaturkonzept für das Drehherdlager bei vollem Drehherd entwickeln muss, andererseits dass zur Vermeidung einer solchen Panne für das Drehherdlager eine präventive Instandhaltung ins Auge gefasst werden muss.

Die Instandhaltung der Fasslager- und Transportanlagen erfolgt hauptsächlich ausfallorientiert während des Stillstandbetriebes. Da alle Systeme entweder über redundante Antriebe verfügen, wodurch Strahlenquellen wegtransportiert oder aber die Transportgeräte in strahlengeschützte Wartungsräume zurückgezogen werden können, ist der Strahlenschutz für das Personal bei Instandhaltungs- und Interventionsarbeiten in der Regel ausreichend gewährleistet.

Bei Störungen an Transportwagen kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese mit einem mit Rohabfall gefüllten Fass beladen sind. Dieser Umstand muss bei der Vorbereitung von

Reparaturen respektive Interventionen berücksichtigt werden. Das Vorgehen in einem solchen Fall muss der HSK vor der aktiven Inbetriebnahme demonstriert werden.

Die technischen Vorkehrungen für den Strahlenschutz des Personals während der Instandhaltung, insbesondere die Trennung von aktivitätsführenden und nicht strahlenden Teilen des Systems entspricht den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07. Die Dosisleistungen in den ohne Beschränkung der Aufenthaltszeit zugänglichen Räumen entsprechen den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-07. Beim Öffnen von Systemen können radiologische Situationen entstehen, die den Einsatz des Personals in fremdbelüfteten Schutzanzügen notwendig macht. Die HSK verlangt daher von der ZWILAG, dass vor Beginn der aktiven Inbetriebsetzung Geräte und Ausrüstungen für den Einsatz von Personal in fremdbelüfteten Schutzanzügen bereitstehen.

#### **Hinweise:**

Die HSK wird sich vor der Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung der Ofenanlage vergewissern, dass ein Konzept für die Reparatur des Drehherdlagers bei vollem Drehherd vorliegt. Sie empfiehlt dem Gesuchsteller zur Vermeidung des Lagerausfalls bei vollem Drehherd eine präventive Instandhaltung des Drehherdlagers vorzusehen.

Das Vorgehen bei Störungen der Transport- und Lagereinrichtungen der Verbrennungs- und Schmelzanlage, wo ein Abfallfass sich noch im Transportwagen oder Bediengerät befindet, muss der HSK vor der aktiven Inbetriebnahme demonstriert werden.

Vor Beginn der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage müssen Geräte und Ausrüstungen für den Einsatz von Personal in fremdbelüfteten Schutzanzügen bereitstehen.

## **5.5 Schutz der Umgebung im Normalbetrieb**

### **5.5.1 Quellenbezogener Dosisrichtwert**

Zum Schutz der Bevölkerung in der Umgebung einer Kernanlage legt die Bewilligungsbehörde gemäss Art. 7 StSV einen quellenbezogenen Dosisrichtwert als Bruchteil des Dosisgrenzwertes von 1 mSv pro Jahr (Art. 37 StSV) fest. Dabei ist der Grundsatz der Optimierung zu beachten und es sind die Immissionen anderer benachbarter Betriebe zu berücksichtigen. Der Standort des ZZL ist bezüglich Immissionen bereits vom PSI betroffen. Für den Gesamtstandort PSI/ZZL gilt in Anwendung der Richtlinie HSK-R-11 und der HSK-Bewilligung 6/97 für das PSI [HSK98b] ein quellenbezogener Dosisrichtwert von 0,3 mSv pro Jahr, wovon ein Anteil von 0,2 mSv auf Abgaben und 0,1 mSv auf Direktstrahlung entfallen darf.

Für die Limitierung der Langzeitabgaben wird der gemeinsamen Nutzung des Standortes Rechnung getragen, indem dem ZZL dafür ein Dosiskontingent von 0,05 mSv pro Jahr zugeteilt wird.

Für Kurzzeitabgaben ist nicht mit einem überlappenden Einfluss der beiden Betriebe zu rechnen, da die Anlagen des ZZL und des PSI voneinander unabhängig sind und daher nur eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit besteht, gleichzeitig stark erhöhte Abgaben kurzer

Dauer mit identischen Aufschlagpunkten zu verzeichnen. Deshalb wird dem ZZL ein Dosiskontingent von 0,1 mSv pro Jahr für Kurzzeitabgaben zugeteilt.

### 5.5.2 Abgabelimiten

Im HSK-Gutachten zur Baubewilligung wurden aufgrund des damals vorliegenden Entwurfs der Richtlinie HSK-R-41 und der oben genannten Dosiskontingente Abgabelimiten vorgeschlagen, wobei dargelegt wurde, dass im Sommer höchstens 10% der Abgabelimiten für Tritium und C-14 ausgeschöpft werden dürfen. In die Auflage 3.13 der Baubewilligung wurde die Bestimmung aufgenommen, dass Abfälle, die gemäss Anlieferdeklaration H-3 oder C-14 enthalten, grundsätzlich nur während der Zeit vom 1. November bis zum 31. März verbrannt bzw. geschmolzen werden dürfen. Höchstens 10% der Langzeitabgabelimiten von H-3 und C-14 dürfen zwischen dem 1. April und dem 31. Oktober abgegeben werden.

Zwischenzeitlich ist die Richtlinie HSK-R-41 mit einigen Änderungen definitiv erschienen. Ausserdem sind die Ausstossparameter beim 35 m Kamin (Verbrennungsabgase) jetzt bekannt. Deshalb wurden die Dosisberechnungen neu durchgeführt. Sie zeigen, dass im Sommer auch die Kurzzeitabgaben von Tritium und C-14 nicht voll ausgeschöpft werden sollen. Die HSK wird daher im Abgabereglement festlegen, dass Kurzzeitabgaben von H-3 und C-14 von mehr als 10% der Kurzzeitabgabelimite – die wegen des Verbotes der Verbrennung von deklarierten H-3 oder C-14 enthaltenden Abfällen im Sommerhalbjahr nicht auftreten sollten - der HSK zu melden sind. Sie wird dann aufgrund realistischer Dosisberechnungen über den weiteren Betrieb der Anlage entscheiden.

Die Auflage 3.13 der Baubewilligung wird hier, zum Verständnis der vorstehenden Ausführungen wiedergegeben [BUN96a]:

Der quellenbezogene Dosisrichtwert für das ZZL beträgt für Abgaben kurzer Dauer 0,10 mSv pro Jahr und für Langzeitabgaben 0,05 mSv pro Jahr. Bei der Abgabe der für das ZZL relevanten radioaktiven Stoffe an die Umwelt müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden, wobei sich die Abgaben über den Luftpfad auf die Abgabestelle der Verbrennungsanlage beziehen (HSK-Gutachten, Kap. 9.3.1):

	<u>Luftpfad</u>			
Nuklide bzw. Nuklidgruppen:	H-3	C-14	β/γ-Aerosole	α-Aerosole
Langzeitabgabelimiten (Bq/a):	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^7$
Kurzzeitabgabelimiten (Bq/Woche):	$1 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^6$

Abfälle, die gemäss Anlieferdeklaration H-3 oder C-14 enthalten, dürfen grundsätzlich nur während der Zeit vom 1. November bis zum 31. März verbrannt bzw. geschmolzen werden. Höchstens 10% der Langzeitabgabelimiten von H-3 und C-14 dürfen zwischen dem 1. April und dem 31. Oktober abgegeben werden. Weitere Einzelheiten legt die HSK in einem Reglement fest.

	<u>Wasserpfad</u>
Nuklide bzw. Nuklidgruppen:	Alle
Langzeitabgabelimite (Bq/a, bezogen auf den Referenz-LE-Wert von 200 Bq/kg):	$2 \cdot 10^{11}$
Maximale Konzentration im Abwasser bei der Abgabe (in Einheiten von LE):	100

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat mit Hilfe der Rechenmodelle nach HSK-R-41 die Dosen für die Umgebungsbevölkerung sowohl mit den für den Normalbetrieb abgeschätzten Abgaben wie auch bei Ausschöpfung der Abgabelimiten bei der Konditionierungs- und der Verbrennungs- und Schmelzanlage berechnet [ZWI97d, ZWI97g].

Die von der ZWILAG für den Normalbetrieb abgeschätzten Abgaben für Tritium, C-14,  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Aerosole sind in Der Tabelle 5-3 angegeben.

Gemäss den Abschätzungen der ZWILAG erfolgt somit der grösste Teil der Abgaben über die Verbrennungsabgase. Die aus diesen Abgaben abgeschätzte Dosis für die Bevölkerung in der Umgebung der Anlage liegt ungefähr bei 0,01 mSv.

**Tabelle 5-3:** Abgeschätzte Abgaben im Normalbetrieb

Abgabestelle	Tritium [Bq/a]	C-14 [Bq/a]	Aerosole	
			$\beta/\gamma$ [Bq/a]	$\alpha$ [Bq/a]
Konditionierungsanlage	$2,4 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^4$	$7,0 \cdot 10^2$
Verbrennungs- und Schmelzanlage (Fortluft)	$9,1 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$7,3 \cdot 10^3$
Verbrennungs- und Schmelzanlage (Verbrennungsabgase)	$5,3 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^4$

Die Resultate der Dosisberechnungen der ZWILAG bei Ausschöpfung der Kurzzeit- resp. Langzeitabgabelimiten sind in Tabelle 5-4 zusammengestellt:

**Tabelle 5-4:** Berechnung des Gesuchstellers: Dosis in der Umgebung für einen Aufschlagpunkt in 200 m Entfernung bei Ausschöpfung der Abgabelimiten der Gesamtanlage ZZL, jeweils über die Abluft der Konditionierungsanlage oder mit den Verbrennungsabgasen

Abgabestelle	Dosis bei Ausschöpfung der Langzeitabgabelimiten		Dosis bei Ausschöpfung der Kurzzeitabgabelimiten	
	Erwachsener [mSv/a]	Kleinkind [mSv/a]	Erwachsener [mSv]	Kleinkind [mSv]
Konditionierungsanlage	0,16	0,18	0,15	0,15
Verbrennungs- und Schmelzanlage (Verbrennungsabgase)	0,056	0,062	0,088	0,082

### Beurteilung der HSK

Nach den Berechnungen der ZWILAG würden bei Ausschöpfung der Abgabelimiten die dem ZZL aufgrund der gemeinsamen Nutzung mit dem PSI zugeteilten Dosiskontingente von 0,05 mSv pro Jahr für Langzeit- und 0,1 mSv pro Jahr für Kurzzeitabgaben überschritten. Dafür sind zur Hauptsache zwei Gründe zu nennen, die wie folgt kommentiert werden:

- Die ZWILAG ist bei ihren Berechnungen von einem kritischen Aufschlagpunkt in 200 m Entfernung ausgegangen. Bei der Bestimmung des kritischen Aufschlagpunktes können gemäss Kapitel 5.2 der Richtlinie HSK-R-41 aber landwirtschaftlich nicht für die Nahrungsmittelproduktion nutzbare sowie unbewohnte Gebiete ausgeschieden werden, sofern nicht die Direktstrahlung aus der radioaktiven Wolke den Hauptbeitrag zur Dosis liefert. Dies führt im vorliegenden Fall zu weiter entfernten Aufschlagpunkten und damit zu günstigeren Ausbreitungsfaktoren als von der ZWILAG angenommen.
- Die ZWILAG hat für die Dosisberechnungen angenommen, dass die in der Bewilligung festgelegten Abgabelimiten, die auf eine Abgabe der Verbrennungsabgase über den 35 m Kamin bezogen sind, ohne jegliche Modifikation auch für die Abgabestelle der Konditionierungsanlage anwendbar seien. Im Gutachten zur Baubewilligung wurde jedoch bereits festgelegt, dass im Rahmen des Abgabereglements für die einzelnen Abgabestellen eine anlagespezifische Limitierung so festgelegt wird, dass die erwähnten Schutzziele für die Bevölkerung sowohl bei Kurzzeit- (0,1 mSv pro Jahr) wie Langzeitabgaben (0,05 mSv pro Jahr) eingehalten bleiben. Die von der ZWILAG vorgelegten Dosisberechnungen geben somit einen Hinweis, um welchen Faktor die anlagespezifischen Abgabelimiten der Konditionierungsanlage gegenüber den für die Gesamtanlage geltenden Limiten reduziert werden müssen (ca. Faktor 2 für Kurzzeit- resp. 3-4 für Langzeitabgabelimiten).

Die HSK hat eigene Rechnungen nach Vorgaben ihrer Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt. Für die vom Gesuchsteller getroffenen Annahmen (z. B. 200 m Abstand vom Abgabeort) erhält sie Dosiswerte, die um weniger als einen Faktor 2 von den vorgelegten Ergebnissen abweichen. Abweichungen in dieser Grössenordnung sind z. B. mit verschiedenen Annahmen über den Einfluss von Gebäuden (Aufweitung der Fahne durch Verwirbelung) erklärbar.

Aufgrund der Vorgabe der Richtlinie HSK-R-41 hat die HSK die kritischen Orte und die zugehörigen Ausbreitungs- und Washoutfaktoren neu berechnet (Tabelle 5-5).

#### **Hinweis:**

Die HSK hat den Gesuchsteller aufgefordert, seine Berechnungen der Dosis in der Umgebung unter Berücksichtigung der erwähnten Hinweise der Richtlinie HSK-R-41 zu wiederholen und für die einzelnen Abgabestellen eine anlagespezifische Limitierung vorzuschlagen. Die HSK wird diese Angaben im Hinblick auf die Betriebsfreigabe prüfen.

**Tabelle 5-5:** Kritische Orte und zugehörige Ausbreitungs- und Washoutfaktoren gemäss den Vorgaben der Richtlinie HSK-R-41 für Kurzeitenausbreitung (a) und Langzeitausbreitung (b) für den 35 m Kamin (Verbrennungsabgase) und die übrigen Abgabestellen an die Atmosphäre wie Fortluft der Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie der Konditionierungsanlage.

**a) Kurzeitenausbreitung**

Abgabestelle	Aufschlagpunkte		Faktoren		
	Distanz Richtung	Bezeichnung	Ausbreitung $\chi_K$ [s/m <sup>3</sup> ]	$\chi_{K,s}$ [s/m <sup>3</sup> ]	Washout $W_K$ [1/m <sup>2</sup> ]
35 m Kamin (Verbrennungsabgase)	600 m W-N-W	Unterboden	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$
übrige Abgabestellen (Abgabe auf Bodenhöhe)	250 m W-N-W	W-Ufer Aare	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$

**b) Langzeitausbreitung**

Abgabestelle	Aufschlagpunkte		Faktoren			
	Distanz Richtung	Bezeichnung	Ausbreitung $\chi_L$ [s/m <sup>3</sup> ]	$\chi_{L,s}$ [s/m <sup>3</sup> ]	Washout $W_L$ [1/m <sup>2</sup> ]	$W_{L,HTO}$ [1/m <sup>2</sup> ]
35 m Kamin (Verbrennungsabgase)	500 m S-S-W	OASE PSI- Ost	$7,1 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$8,8 \cdot 10^{-10}$
übrige Abgabestellen (Abgabe auf Boden höhe)	500 m S-S-W	OASE PSI- Ost	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$

- $\chi_K, \chi_L$  Kurz- resp. Langzeitausbreitungsfaktoren (Inhalation, Ingestion, Bodenstrahlung)  
 $\chi_{K,s}, \chi_{L,s}$  Submersionskorrigierte Kurz- resp. Langzeitausbreitungsfaktoren (Direktstahlung aus der radioaktiven Wolke)  
 $W_K, W_L$  Kurz- resp. Langzeitwashoutfaktoren für Aerosole und Jod  
 $W_{L,HTO}$  Langzeitwashoutfaktoren für Tritium

Mit diesen Ausbreitungsparametern und den im Gutachten zur Baubewilligung in Tabelle 9-3 bereits genannten Nuklidgemischen berechnet die HSK für die Verbrennungsabgase und die Abwasserabgaben des ZZL bei Ausschöpfung aller Abgabelimiten für die Gesamtanlage die in den Tabellen 5-6 und 5-7 zusammengestellten Dosiswerte. Die HSK hat dabei Folgendes berücksichtigt:

- Aufgrund der oben genannten Auflage, dass im Sommerhalbjahr für Tritium und C-14 nur je 10% der Langzeitabgabelimiten ausgeschöpft werden dürfen, ist die Dosis für das Sommer- und das Winterhalbjahr separat berechnet worden. In den Tabellen 5-6 a) und b) sind die jeweils angenommenen Anteile der Jahres- respektive Kurzzeit-Abgabelimiten angegeben.
- Die separate Berechnung von Winter- und Sommerhalbjahr stellt einen Spezialfall dar, der in den Formeln der Richtlinie HSK-R-41 insbesondere für Tritium und C-14 nicht vorgesehen ist. Deshalb müssen bei Verwendung der in HSK-R-41 angegebenen Formeln für Tritium und C-14 die folgenden Anpassungen berücksichtigt werden:
  - im Winterhalbjahr spielt nur die Inhalation eine Rolle; die Inhalationsdosis für C-14 und Tritium kann nach Anhang A2.2 von HSK-R-41 berechnet werden.
  - bei Abgaben im Sommerhalbjahr muss die mit den Formeln der HSK-R-41 berechnete Ingestionsdosis zur Berücksichtigung von Lagerprodukten mit einem Faktor 2 multipliziert werden.
- Für die Kurzzeitberechnung wurde trockene und nasse Ablagerung angenommen. Aufgrund der Erfahrung mit der Verbrennungsanlage des PSI wird davon ausgegangen, dass die Dauer der Kurzzeitabgabe sehr kurz ist. Somit wird gemäss HSK-R-41, Kapitel 4.1, (b) kein Reduktionsfaktor angewendet.
- Für die Langzeitabgaben sind die Dosisbeiträge durch Abgaben mit der Abluft im Sommer- und im Winterhalbjahr (inklusive die Ablagerungen aus 50 Vorjahren) und durch Abgaben mit dem Abwasser berechnet worden (Tabelle 5-7).

**Tabelle 5-6:** Abgabelimiten für die Gesamtanlage und berechnete effektive Dosis am kritischen Ort für Erwachsene und Kleinkinder für das Sommerhalbjahr (a) und das Winterhalbjahr (b), wenn die Abgaben über den 35 m Kamin der Verbrennungs- und Schmelzanlage erfolgen

**a) Abgabelimiten und effektive Dosis im Sommerhalbjahr**

Expositions- pfad	Langzeitabgaben				Kurzzeitabgaben			
	Abgabe- limiten [Bq/a]	angenom- mener Anteil im Sommer	Effektive Dosis		Abgabe- limiten [Bq/Woche]	angenom- mener Anteil im Sommer	Effektive Dosis	
			Erwach- sener [mSv]	Klein- kind [mSv]			Erwach- sener [mSv]	Klein- kind [mSv]
Tritium als tritiertes Wasser	$1 \cdot 10^{14}$	10%	0,001	0,001	$1 \cdot 10^{13}$	10%	0,005	0,005
C-14	$1 \cdot 10^{12}$	10%	0,008	0,013	$1 \cdot 10^{11}$	10%	0,016	0,026
$\beta/\gamma$ -Aerosole	$1 \cdot 10^9$	50%	0,005	0,004	$1 \cdot 10^8$	100%	0,028	0,022
$\alpha$ -Aerosole	$3 \cdot 10^7$	50%			$3 \cdot 10^6$	100%		
<b>Total</b>	-	-	<b>0,014</b>	<b>0,018</b>	-	-	<b>0,049</b>	<b>0,053</b>

**b) Abgabelimiten und effektive Dosis im Winterhalbjahr**

Expositions- pfad	Langzeitabgaben				Kurzzeitabgaben			
	Abgabe- limiten [Bq/a]	angenom- mener Anteil im Winter	Effektive Dosis		Abgabe- limiten [Bq/Woche]	angenom- mener Anteil im Winter	Effektive Dosis	
Erwach- sener [mSv]			Klein- kind [mSv]	Erwach- sener [mSv]			Klein- kind [mSv]	
Tritium als tritiertes Wasser	$1 \cdot 10^{14}$	90%	0,003	0,002	$1 \cdot 10^{13}$	100%	0,005	0,004
C-14	$1 \cdot 10^{12}$	90%	<0,001	<0,001	$1 \cdot 10^{11}$	100%	<0,001	<0,001
$\beta/\gamma$ -Aerosole	$1 \cdot 10^9$	50%	0,002	0,001	$1 \cdot 10^8$	100%	0,006	0,005
$\alpha$ -Aerosole	$3 \cdot 10^7$	50%			$3 \cdot 10^6$	100%		
<b>Total</b>	-	-	<b>0,005</b>	<b>0,003</b>	-	-	<b>0,011</b>	<b>0,009</b>

**Tabelle 5-7:** Abgabelimiten und berechnete totale effektive Dosis inkl. Beiträge aus Ablagerungen von 50 Vorjahren und durch flüssige Abgaben, wenn die atmosphärischen Abgaben über den 35 m Kamin der Verbrennungs- und Schmelzanlage erfolgen

Expositionspfad	Langzeitabgaben Abgabelimiten [Bq/a]	Effektive Dosis	
		Erwach- sener [mSv/a]	Klein- kind [mSv/a]
<b>Abluft</b>			
Tritium (als tritiertes Wasser)	$1 \cdot 10^{14}$	0,004	0,003
C-14	$1 \cdot 10^{12}$	0,008	0,013
$\beta/\gamma$ -Aerosole	$1 \cdot 10^9$	0,008	0,006
$\alpha$ -Aerosole	$3 \cdot 10^7$		
<b>Abwasser</b>			
Nuklide	$2 \cdot 10^{11}$ LE-Äquivalent	0,006	0,001
<b>Total</b>	-	<b>0,026</b>	<b>0,023</b>

LE: Freigrenze nach StSV Anhang3, Spalte 9



Die oben für das ZZL erwähnten Dosiskontingente für Langzeitabgaben von 0,05 mSv pro Jahr und für Kurzzeitabgaben von 0,1 mSv pro Jahr bleiben somit bei Ausschöpfung der festgelegten Limitierung der Abgabe radioaktiver Stoffe über den Abgasstrang der Verbrennungs- und Schmelzanlage eingehalten. Die HSK wird vor der Betriebsaufnahme ein Reglement für die Abgaben radioaktiver Stoffe und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung in der Umgebung des ZZL erlassen. Darin wird eine anlagenspezifische Limitierung so festgelegt, dass die Schutzziele für die Bevölkerung von 0,1 mSv pro Jahr für Kurzzeit- und 0,05 mSv pro Jahr für Langzeitabgaben eingehalten bleiben. Die von der ZWILAG erwarteten tatsächlichen Abgaben sind bedeutend kleiner als die Abgabelimiten. Mit diesen Abgaben ist die für die Bevölkerung erwartete Strahlenexposition auch bedeutend kleiner.

### **5.5.3 Direkt- und Streustrahlung**

Abschirmrechnungen für die Konditionierungsanlage und die Verbrennungs- und Schmelzanlage wurden im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens sowohl vom Gesuchsteller wie von der HSK durchgeführt. Die errechneten Dosisleistungen für die Direkt- und Streustrahlung an der Arealgrenze waren dabei so tief, dass die vom Gesuchsteller seither angepassten Annahmebedingungen der Abfallbehandlungsanlagen in Richtung höherer Aktivität keine neue Berechnung erforderlich machen.

### **5.5.4 Umgebungsüberwachung**

Die in Kapitel 9.1.5 des HSK-Gutachtens zur Baubewilligung aufgestellten Forderungen zur Umgebungsüberwachung konnten entweder in Absprache zwischen ZWILAG und PSI bereits erfüllt werden oder werden, wie bei der Installation einer MADUK-Sonde und eines grossflächigen Regensammlers im Norden des ZZL, im Lauf dieses Jahres abgeschlossen. Ab Januar 1998 wurde das Umgebungsüberwachungsprogramm für das KKB, PSI und ZZL entsprechend erweitert, so dass die im Gutachten zur Baubewilligung erwähnte „Beweis-sicherungsphase“ gewährleistet werden kann.

## 6 STÖRFÄLLE

Seit der Sicherheitsanalyse zum Baubewilligungsgesuch sind gewisse Änderungen der Auslegung und der Annahmen zu den radiologischen Inventaren im ZZL vorgenommen worden. Im Jahre 1997 wurde die Richtlinie HSK-R-41, „Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen“ [HSK97a], in Kraft gesetzt. Aus diesen Gründen hat der Gesuchsteller die Störfallanalysen für die Konditionierungsanlage und die Verbrennungs- und Schmelzanlage wiederholt. Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen führt er im Wesentlichen mit den Methoden und Parametern der Richtlinie HSK-R-41 durch.

Nachfolgend werden im Kap. 6.1 zunächst die bei den Störfällen anzuwendenden Schutzziele genannt. Die Auswahl der bezüglich der radiologischen Auswirkungen detailliert analysierten Störfälle wird, nach Störfalltyp (Brand, Absturz, etc.) geordnet, im Kap. 6.2 besprochen. Die Zuteilung zu den Schutzzielen der Richtlinie HSK-R-14, nach Berücksichtigung der Eintretenshäufigkeit, wird im Rahmen der Beurteilung der Analyse in den Kapiteln 6.3 und 6.4 besprochen.

### 6.1 Schutzziele

Gemäss Art. 94 StSV muss der Gesuchsteller zeigen, dass er durch die Auslegung der Anlage sicherstellen kann, dass die Dosiswerte der Tabelle 6-1 für Einzelpersonen der Bevölkerung bei Störfällen eingehalten werden.

**Tabelle 6-1:** Zulässige Dosiswerte bei Störfällen gemäss StSV

Art. 94 StSV Abs.	Störfallhäufigkeit $h$ (pro Jahr)	Dosiswert
2	$h \geq 10^{-1}$ (inkl. Normalbetrieb)	Pro Jahr: Quellenbezogener Dosisrichtwert $D_Q$ nach Art. 7 StSV
3	$10^{-2} \leq h < 10^{-1}$	Pro Ereignis: $D_Q$ zusätzlich zur Dosis nach Absatz 2
4	$10^{-4} \leq h < 10^{-2}$	Pro Ereignis: 1 mSv
5	$h < 10^{-4}$	Anforderungen von der Aufsichtsbehörde festgelegt

Der quellenbezogene Dosisrichtwert für das ZZL beträgt für Abgaben kurzer Dauer (Kurzzeitabgaben) 0,1 mSv/a und für Langzeitabgaben 0,05 mSv/a (vgl. Kap. 5.5.1). Bei den Kurzzeitabgaben (nach HSK-R-41) wird berücksichtigt, dass die Zeiten und die Aufpunkte für kurzzeitige Emissionen aus dem ZZL und dem PSI voraussichtlich nicht gleich sind. Für Störfälle ist der Dosisrichtwert für Kurzzeitabgaben zu verwenden. Das Vorgehen zur Ermittlung der Dosen soll im Einklang mit der Richtlinie HSK-R-41 stehen.

Die Richtlinie HSK-R-14 legt ebenfalls störfallhäufigkeitsabhängige Dosiswerte fest, die bei Auslegungsstörfällen nicht überschritten werden dürfen, wobei hier die Störfallhäufigkeiten

qualitativ (im Sinne von Anlagezuständen) definiert werden. Die zulässigen Dosiswerte nach HSK-R-14 sind in Tabelle 6-2 zusammengefasst.

**Tabelle 6-2:** Zulässige Dosiswerte bei Störfällen nach HSK-R-14

HSK-R-14 Schutzziel	Anlagezustand	Dosiswert
1a	Normalbetrieb einschliesslich interner Ereignisse, mit deren Auftreten ein oder mehrere Male während der Betriebsdauer zu rechnen ist	0,1 mSv/a
1b	Ereignisse, mit deren Auftreten nicht gerechnet wird, welche aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können	1 mSv/Ereignis im ersten Jahr nach dem Ereignis
2	Seltene, schwere Störfälle. Zu unterstellendes Ereignis: Flugzeugabsturz mit anschliessendem Treibstoffbrand (vollbetanktes schweizerisches Militärflugzeug, realistische Rechnung)	100 mSv im ersten Jahr nach dem Ereignis

Die angegebenen Anlagezustände sind so zu interpretieren, dass Schutzziel 1a für Häufigkeiten  $h \geq 10^{-2}/a$ , Schutzziel 1b für Häufigkeiten im Bereich  $10^{-4}/a \leq h < 10^{-2}/a$  und Schutzziel 2 für Häufigkeiten  $h < 10^{-4}/a$  gilt. Falls die Häufigkeit des im Schutzziel 2 zu unterstellenden Flugzeugabsturzes auf das betrachtete Gebäude deutlich geringer als  $10^{-7}/a$  ist, können höhere Dosen akzeptiert werden [HSK96a]. Eine Anlage, welche die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 erfüllt, genügt auch den Anforderungen von Art. 94 StSV.

## 6.2 Allgemeine Annahmen

### 6.2.1 Störfallauswahl

Um den Nachweis zu erbringen, dass unter Störfallbedingungen die zulässigen Dosiswerte der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden, muss für jede Häufigkeitskategorie zumindest derjenige Störfall identifiziert und detailliert betrachtet werden, der die grössten Dosisfolgen hat. Die Ermittlung des Schadensumfangs an der Anlage und der radiologischen Auswirkungen erfolgt dabei durch Modellierung von denkbaren Störfalltypen und Ausbreitungsvorgängen.

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat gemäss Sicherheitsbericht [ZWI97b, ZWI97c] und Zusatzberichten [ZWI97d, ZWI97g] die nachfolgend aufgezählten Störfalltypen untersucht und Störfälle zur detaillierten Analyse ausgewählt. Zum Teil besteht dabei Übereinstimmung mit der für die Sicherheitsanalyse im Baubewilligungsgesuch erfolgten Auswahl, zum Teil sind wegen geänderter Auslegung der Anlagen Änderungen zu verzeichnen.

## **In der Konditionierungsanlage:**

### *Leckage von radioaktiven Flüssigkeiten*

Unter diesen Störfalltyp fallen mehrere mögliche Abläufe (Versagen von verschiedenen Abwasser-Behältern). Zur Bestimmung der grösstmöglichen Radioaktivitätsfreisetzung an die Umgebung werden sowohl der Wasserausfluss innerhalb der Anlage wie auch die Verdunstungsmenge herangezogen. Aufgrund der Tatsache, dass die Abluft des Konzentratbehälter-Raumes zur Umluftanlage geführt wird und jene des Verdampfer-Raumes direkt an die Abluftanlage angeschlossen ist, werden neu die Auswirkungen des Störfalls Versagen der Dampferzeuger-Blase (im Verdampfer-Raum) detailliert berechnet.

### *Gebindeabsturz*

Für die Auswahl des abdeckenden Störfalls werden die Kriterien Beschädigungsausmass und Aktivitätsinventar in den Fässern herangezogen. Unter Berücksichtigung der möglichen Randbedingungen ist, wie bereits im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs, der Absturz eines Fasses mit vorbehandeltem Abfall aus der höchst möglichen Position des Hochregallagers ausgewählt worden.

### *Brand*

Unter Berücksichtigung vorhandener Zündquellen, möglicher brennbarer Stoffe und vorhandener Brandschutzeinrichtungen ist bereits im Baubewilligungsgesuch als abdeckender Störfall ein Brand in der Sortierbox ausgewählt worden.

### *Verpuffung, Explosion*

Aufgrund des kontrollierten Einsatzes von brennbaren Gasen, der räumlichen Trennung und weiteren vorgesehenen Schutzmassnahmen (bauliche Gestaltung, Geräteauslegung, administrative Massnahmen) wird die Gefährdung bei diesem Störfalltyp neu als gering eingeschätzt. Deshalb wurde im Gegensatz zum Baubewilligungsgesuch dafür keine detaillierte Störfallanalyse durchgeführt.

### *Projektile*

Aufgrund der Auslegung, der baulichen Gestaltung, administrativen Festlegungen und regelmässigen Prüfungen der Zentrifuge, druckführender Systeme und Krananlagen ist die Gefährdung durch diesen Störfalltyp klein und es wird im Rahmen der Betriebsbewilligung auf eine detaillierte Störfallanalyse verzichtet.

### *Systemversagen*

Eine Untersuchung zum Versagen der Lüftungsanlagen, des Kaltwassersystems, der Druckluftversorgung und der Stromversorgung ergab, dass eine nur geringe sicherheitstechnische Bedeutung vorliegt. Wie bereits im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs festgehalten, ist mit keinen Freisetzungen radioaktiver Stoffe zu rechnen.

### *Helikopterabsturz*

Wegen des neu vor dem Eingang PSI-Ost errichteten Helikopterlandeplatzes wurde ein Absturz auf das Gebäude K untersucht. Aufgrund der Strukturfestigkeit des Gebäudes ist mit keinen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen zu rechnen.

### *Flugzeugabsturz*

Als umhüllender, die Anlagenauslegung überschreitender Störfall ist wie im Baubewilligungsgesuch der Absturz eines vollbetankten schweizerischen Militärflugzeuges auf das Hochregallager, mit anschliessendem Treibstoffbrand, analysiert worden. Bezüglich der Auswirkungen deckt dieser Störfall andere auslegungsüberschreitende Störfälle, wie starkes Erdbeben, ab.

## **In der Verbrennungs- und Schmelzanlage:**

### *Tankversagen*

Um die Störfallauswirkungen bei Freisetzung von in Flüssigkeit enthaltener Radioaktivität zu erfassen, wird wie im Baubewilligungsgesuch ein Versagen des Quenchtanks analysiert.

### *Brand*

Nach Berücksichtigung von vorhandenem brennbarem Material, möglichen Zündquellen und vorhandener Branddetektion wird wie im Baubewilligungsgesuch der Absturz eines mit Mischabfall gefüllten und nachfolgend in Brand geratenen Fasses im Eingangsbereich analysiert.

### *Versagen der Rauchgasleitung*

Um die Störfallauswirkungen bei Freisetzung von im Rauchgas enthaltenen radioaktiven Stoffen zu erfassen, ist dieser Störfall analysiert worden. Da die verstärkte Auslegung der Anlage in Sicherheitsklasse 4 bis zum und einschliesslich Quench erfolgt ist, ist gegenüber dem Baubewilligungsgesuch sowohl eine Analyse für einen Leitungsbruch vor als auch nach dem Quench durchgeführt worden.

### *Verpuffung*

Wegen der gegenüber dem Baubewilligungsgesuch veränderten Anlagenauslegung ist die Freisetzung radioaktiver Stoffe aufgrund von Verpuffung nicht mehr auszuschliessen. Der Gesuchsteller hat anstelle der ursprünglich vorgesehenen Installation von Rückhaltetanks die Rauchgasleitungen bis zum Quench verstärkt ausgelegt. Die Auswirkungen dieser Störfälle werden maximal gleich jenen der Störfälle Versagen der Rauchgasleitung vor und nach dem Quench erwartet und deshalb nicht detailliert separat analysiert.

### *Stromausfall*

Ein Ausfall der Stromversorgung beeinträchtigt die Anlagenverfügbarkeit und kann bei längerfristiger Einwirkung auch zu Anlagenschäden führen. Wie im Baubewilligungsgesuch werden dabei jedoch keine radiologischen Auswirkungen erwartet.

### *Helikopterabsturz*

Wegen des neu angelegten Helikopterlandeplatzes am Areal des PSI-Ost wurde ein Helikopterabsturz auf das Gebäude V untersucht. Aufgrund der Strukturfestigkeit des Gebäudes V ist mit keinen Freisetzen von radioaktiven Stoffen zu rechnen.

### *Flugzeugabsturz*

Als umhüllender, die Anlagenauslegung überschreitender Störfall ist wie beim Baubewilligungsgesuch der Absturz eines vollbetankten schweizerischen Militärflugzeuges auf das Hochregallager, mit anschliessendem Treibstoffbrand, analysiert worden. Bezüglich der Auswirkungen deckt dieser Störfall andere auslegungsüberschreitende Störfälle, wie starkes Erdbeben, ab.

Der Gesuchsteller geht im Sicherheitsbericht auch auf die Entwicklung der Absturzwahrscheinlichkeit ziviler Grossflugzeuge auf das ZZL ein. Trotz der in den letzten Jahren steigenden Anzahl der Flugbewegungen im Flughafen Kloten, hat die Absturzhäufigkeit nicht signifikant zugenommen, da gleichzeitig die Unfallwahrscheinlichkeit pro Flugbewegung abgenommen hat.

### Beurteilung der HSK

Die Auswahl der Störfälle, die gemäss Sicherheitsbericht insgesamt betrachtet wurden, ist seit dem Baubewilligungsverfahren erweitert worden. Neu wurden der Helikopterabsturz auf die Gebäude sowie, wegen einer Änderung der Auslegung, die Folgen von Verpuffungen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage betrachtet. Beide bedurften aber keiner Berechnung der Dosen, da im ersten Fall wegen der Auslegung der Gebäude eine Freisetzung nicht anzunehmen ist und der zweite Fall durch die Folgen der Störfälle Versagen der Rauchgasleitung vor oder nach dem Quench abgedeckt ist. Das Weglassen von Rückhaltetanks zur Beherrschung von Verpuffungen im Ofen wird durch die verstärkte Auslegung der Rauchgasleitungen vor dem Quench abgefangen. Die HSK stimmt der Auswahl der detaillierter betrachteten Störfälle zu.

Die zukünftige Entwicklung des Flugverkehrs zum und vom Flughafen Kloten ist gegenwärtig nur mit grosser Ungewissheit prognostizierbar. Gleiches gilt für die Flugsicherheit im Allgemeinen.

### **Hinweis:**

Der Gesuchsteller muss die Entwicklung im Flugverkehr verfolgen, um auf eine allfällige signifikante Änderung des für das ZZL heute sehr geringen Risikos reagieren zu können.

## **6.2.2 Quelltermbestimmung**

Soweit die Annahmen zu den Störfallabläufen und den resultierenden Quelltermen störfallspezifisch sind, werden sie in den Kapiteln 6.3 und 6.4 kommentiert. Von allgemeinerer Bedeutung sind die Voraussetzungen, welche das Inventar der Gebinde betreffen. Gemeinsam für viele Störfallabläufe ist auch z. B. der Rückhaltefaktor der Schwebstofffilter.

### Angaben des Gesuchstellers

In der vorliegenden Sicherheitsanalyse geht der Gesuchsteller allgemein von einem im Vergleich zur Sicherheitsanalyse zum Baubewilligungsgesuch erhöhten Inventar für die Konditionierungsanlage aus. Für die Störfallanalyse bedeutet das insbesondere ein um den Faktor 2 höheres mittleres Fassinventar und ein um den Faktor 5 höheres maximales Fassinventar. Bei der Quelltermbestimmung für den Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Konditionierungsanlage geht der Gesuchsteller allerdings vom früheren mittleren Inventar aus.

Die in den Abluftsträngen der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage enthaltenen Schwebstofffilter sind Filter der Klasse EU 13, die einen besseren Abscheidegrad als 99,99% von luftgetragenen Teilchen aufweisen. Die in den Störfallanalysen verwendeten Zahlenwerte für den Rückhaltefaktor betragen konservativerweise 99,95% im Falle der Konditionierungsanlage und 99,9% im Falle der Verbrennungs- und Schmelzanlage.

Für Störfälle ohne Beschädigung der Gebäudestruktur erfolgt der Austritt der radioaktiven Stoffe über den Fortluftaustritt, welcher sich bei der Konditionierungsanlage auf 19 m, bei der Verbrennungs- und Schmelzanlage auf 18 m Höhe befindet. Der Gesuchsteller verwendet in seinen Störfallberechnungen nicht diese Freisetzungshöhen, sondern geht konservativ von einer Freisetzung auf Bodenhöhe unter Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses aus, was zu einer effektiven Freisetzungshöhe von ca. 10 m führt.

### Beurteilung der HSK

Der für die Störfallanalysen angenommene geringere Abscheidegrad der Schwebstofffilter trägt zu einer Konservativität in den Berechnungen der Auswirkungen der Störfälle (ausser Flugzeugabsturz) bei.

Die Erhöhung des angenommenen Inventars der Konditionierungsanlage gegenüber den Annahmen im früheren Bewilligungsverfahren wurde im Sinne einer konservativeren Abdeckung heute unbekannter zukünftiger Abfallströme vorgenommen. Die HSK akzeptiert, dass der Gesuchsteller bei der realistischen Abschätzung der Folgen eines Flugzeugabsturzes noch vom ursprünglich erwarteten Inventar ausgeht. Mit dem neuen mittleren Inventar würde das Schutzziel bei realistischer Rechnung voraussichtlich ebenfalls eingehalten. Da die Störfallanalysen sich für die Hochregallager der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage auf die mittleren Fassinventare abstützten, muss der Gesuchsteller die folgende administrative Vorsorge treffen:

#### **Auflage 6:**

Der Gesuchsteller hat mittels administrativer Massnahmen dafür zu sorgen, dass die Inventare der Hochregallager die in der Störfallanalyse vorausgesetzten Werte nicht überschreiten. Wenn der Gesuchsteller die Inventare erhöhen will, muss er der HSK die Einhaltung des Schutzziels durch eine erneute Störfallanalyse nachweisen.

### **6.2.3 Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung und Dosisberechnung**

#### **Grundlagen**

Die aus der Anlage freigesetzten radioaktiven Stoffe gelangen in die Atmosphäre und breiten sich in Abwindrichtung aus. Besonders wichtig für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung ist die bei der Ausbreitung entstehende Verdünnung der radioaktiven Wolke, die vom Wetter abhängig ist. Es wird im allgemeinen zwischen sechs Stabilitätsklassen der Atmosphäre unterschieden, die zu unterschiedlicher Durchmischung und damit Verdünnung der radioaktiven Stoffe führen. Das Verhältnis zwischen der örtlichen Nuklidkonzentration in der Luft und der Freisetzungsrates aus der Anlage wird Ausbreitungsfaktor genannt.

Die radiologischen Auswirkungen hängen neben der Stabilitätsklasse von den Niederschlagsverhältnissen, der Freisetzungshöhe der radioaktiven Stoffe, der Windgeschwindigkeit und der betrachteten Abwinddistanz ab. Bei bodennahen Freisetzungen führen stabile Schwachwindlagen ohne Regen in der näheren Umgebung oft zu den grössten radiologischen Auswirkungen in der Phase des Wolkendurchzugs. Wetterlagen mit Regen verursachen gegenüber trockenen Wetterlagen meistens höhere lokale Bodenkontaminationen.

Die Bodenkontamination wird durch die trockene und nasse Ablagerung von radioaktiven Stoffen aus der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke verursacht. Bei der trockenen Ablagerung geht man davon aus, dass die Kontamination des Bodens proportional zur zeitintegrierten Konzentration der radioaktiven Stoffe in der bodennahen Luft ist. Der Proportionalitätsfaktor wird als trockene Ablagerungsgeschwindigkeit bezeichnet, die primär von der chemischen Form der Nuklide, der Bodenbeschaffenheit und bei Aerosolen auch von der Partikelgrösse abhängt. Das Verhältnis zwischen der trockenen Ablagerungsrate und der Freisetzungsrates aus der Anlage wird als Falloutfaktor definiert. Die Bodenkontamination durch nasse Ablagerung wird dagegen als proportional zur zeitintegrierten Aktivität in der Luftsäule über dem Ort am Boden angenommen. Die nasse Ablagerung wird durch den Auswaschkoeffizienten charakterisiert, der im wesentlichen durch die Niederschlagsintensität bestimmt wird. Das Verhältnis zwischen der nassen Ablagerungsrate und der Freisetzungsrates aus der Anlage heisst Washoutfaktor.

Die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der Anlage kann je nach Störfall innerhalb einer kurzen Zeitspanne von ca. einer Stunde, oder während einer längeren Zeitdauer erfolgen. Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch luftgetragene radioaktive Stoffe erfolgt daher ebenfalls über unterschiedliche Zeiträume. Aus der radioaktiven Wolke können radioaktive Stoffe auf dem Boden abgelagert werden und damit auch nach dem Durchzug der Wolke längerfristig Strahlenexpositionen verursachen. Abgelagerte radioaktive Stoffe können in den Boden hineinsickern, wodurch eine Abschwächung der externen Strahlung erzielt wird, oder sie können wiederaufgewirbelt werden und erneut Strahlenexpositionen durch luftgetragene radioaktive Stoffe verursachen.

#### **Berechnungsannahmen des Gesuchstellers**

Für den Sicherheitsnachweis von Auslegungstörfällen werden konservative Berechnungen durchgeführt. Damit wird sichergestellt, dass die Ergebnisse obere Grenzen der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen darstellen. Der Gesuchsteller hat die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen grundsätzlich mit den Methoden und Parametern der Richtlinie



HSK-R-41 durchgeführt. Zur Ermittlung der maximalen Dosis werden Berechnungen für verschiedene Abwinddistanzen und Stabilitätsklassen der Atmosphäre bei trockener und nasser Ablagerung durchgeführt und die jeweils ungünstigsten Resultate verwendet. Für Auslegungsstörfälle wird dabei gemäss Richtlinie HSK-R-41 von einer minimalen Abwinddistanz von 200 m ausgegangen. Gemäss dieser Richtlinie darf die effektive Nutzungsmöglichkeit des Bodens zwar berücksichtigt werden, was im Fall von ZZL zu grösseren Abwinddistanzen führen würde (siehe Kap. 5.5.2). Wie der Gesuchsteller, hat sich die HSK bei der Analyse der Auslegungsstörfälle konservativerweise an die Minimaldistanz gehalten. Beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand wird realistischerweise eine minimale Abwinddistanz von 500 m vorausgesetzt. Bei der Berechnung der atmosphärischen Ausbreitung und Ablagerung wird eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s und bei nasser Ablagerung eine mittlere Regenintensität von 2 mm/h angenommen. Die Dosisberechnungen werden mit den folgenden Expositionspfaden durchgeführt:

Wolkenphase:

- Externe Bestrahlung aus der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke,
- Interne Bestrahlung während des Wolkendurchzugs durch Inhalation luftgetragener radioaktiver Stoffe,

Bodenphase:

- Externe Bestrahlung durch auf dem Boden abgelagerte radioaktive Stoffe,
- Interne Bestrahlung durch Inhalation der nach dem Wolkendurchzug wieder aufgewirbelten radioaktiven Stoffe,
- Interne Bestrahlung durch Ingestion kontaminierter Lebensmittel.

Bei der Bestimmung der externen Bestrahlung aus der radioaktiven Wolke wurde abweichend von der Richtlinie HSK-R-41 das Submersionsmodell der BMI Störfall-Leitlinien verwendet [BRD94a].

In den Berechnungen des Gesuchstellers wird für Auslegungsstörfälle unter Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses eine bodennahe Freisetzung angesetzt. Beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand erfolgt eine Korrektur der Freisetzungshöhe durch den thermischen Auftrieb. Die wichtigsten Parameter zur Ausbreitungsanalyse des Gesuchstellers sind in Tabelle 6-3a zusammengefasst.

### **Berechnungsannahmen der HSK**

Die HSK hat die vom Gesuchsteller unterbreiteten Rechenmodelle für die atmosphärische Ausbreitung und Dosisberechnung sowie deren Annahmen und Eingabeparameter überprüft und durch eigene Analysen im Detail auch quantitativ kontrolliert. Die Überprüfung basiert auf den vom Gesuchsteller eingereichten Unterlagen zur Störfallanalyse [ZWI97b, ZWI97c, ZWI97d, ZWI97g].

Das von der HSK für die eigenen Berechnungen verwendete Ausbreitungs- und Dosisberechnungsprogramm DOSE [GUB91a] basiert auf dem Gauss'schen Ausbreitungsmodell. Die Entwicklung des in DOSE verwendeten Submersionsmodells zur Berechnung der externen Wolkenstrahlung stützt sich auf bereits existierende Modelle, hauptsächlich diejenigen in den Programmen ESCLOUD [JON80a] und LIGA [ROH81a].

Das Programm DOSE ist in der für die vorliegenden Störfallanalysen verwendeten Version mit den Berechnungsgrundlagen der Richtlinie HSK-R-41 [HSK97a] konsistent. Zusätzlich zu

den allgemeinen Empfehlungen der Richtlinie HSK-R-41 werden auch andere dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Phänomene berücksichtigt, z. B. Abreicherung der radioaktiven Wolke durch radioaktiven Zerfall und Ablagerung, sowie Aufbau von Tochternukliden. Folgende physikalische Prozesse werden berücksichtigt:

- Radioaktiver Zerfall und Aufbau von Tochternukliden während des Transports in der Atmosphäre und am Boden,
- Trockene und nasse Ablagerung radioaktiver Stoffe aus der Wolke und entsprechende Verminderung der luftgetragenen Aktivität,
- Einsickern abgelagerter radioaktiver Stoffe in den Boden,
- Wiederaufwirbelung von am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffen.

Zur Überprüfung der Ergebnisse des Gesuchstellers wurden Dosisberechnungen mit den gleichen Expositionspfaden und Integrationszeiten durchgeführt wie in seiner Analyse.

Wie in den Berechnungen des Gesuchstellers wird in den Berechnungen der HSK für alle Störfälle angenommen, dass die Freisetzung radioaktiver Stoffe zu einem nicht wählbaren Zeitpunkt erfolgt und somit die Wetterbedingungen nicht bekannt sind. Insbesondere werden zur Ermittlung der maximalen Dosis in der Umgebung Berechnungen für verschiedene Abwinddistanzen und Stabilitätsklassen der Atmosphäre bei 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 Wolkenzugs am ungünstigsten Ort aufhält und danach am Ort mit der grössten Dosis arbeitet, wohnt und ihren gesamten Bedarf an Nahrungsmitteln von diesem Ort deckt. Der Flugzeugabsturz mit Folgebrand gilt nicht als Auslegungsstörfall im Sinne vom Schutzziel 1 der Richtlinie HSK-R-14 [HSK88a]. Bei der Analyse darf realistisch gerechnet werden, was unter anderem auch die Berücksichtigung von nach dem Störfall getroffenen Massnahmen im Bereich der Nahrungsmittel einschliesst.

Für Auslegungsstörfälle wird unter Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses eine effektive Freisetzungshöhe von 10 m angesetzt. Dabei wird gemäss der Richtlinie HSK-R-41 von einer minimalen Abwinddistanz von 200 m ausgegangen.

Beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand sind gemäss der Richtlinie HSK-R-14 die Strahlenexpositionen in realistischer Rechnung zu ermitteln. Die HSK setzt für solche Störfälle eine minimale Abwinddistanz von 500 m voraus. Aufgrund der thermischen Überhöhung erreicht die radioaktive Wolke zwar eine Höhe von über 100 m. Um einen Vergleich mit den Ergebnissen im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch [HSK95a] zu ermöglichen, wurde jedoch von einer konstanten effektiven Freisetzungshöhe von 70 m ausgegangen.

Grundsätzlich werden für die Berechnung der atmosphärischen Ausbreitung und Ablagerung die Parameterwerte der Richtlinie HSK-R-41 eingesetzt. Insbesondere wird eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s und bei nasser Ablagerung eine mittlere Regenintensität von 2 mm/h angenommen. Als Ausbreitungsparameter werden Standardwerte eingesetzt, welche in Deutschland mittels Messungen bei Ausbreitungsversuchen bestimmt worden sind. Bei der trockenen und nassen Ablagerung wird zwischen Edelgasen, H-3, C-14 und Aerosolen unterschieden. Edelgase werden nicht abgelagert. Die Nuklide H-3 und C-14 stellen Sonderfälle dar, die mit den Spezial-Modellen der Richtlinie HSK-R-41 berechnet werden. Die wichtigsten Parameter zur Ausbreitungsanalyse sind in Tabelle 6-3b zusammengefasst.

**Tabelle 6-3a:** Ausbreitungs- und Ablagerungsparameter der ZWILAG-Analyse

	<b>Auslegungsstörfälle</b> mit Gebäudeeinfluss 200 m Abwinddistanz	<b>Flugzeugabsturz</b> mit therm. Überhöhung 500 m Abwinddistanz	
	KA & VS	KA	VS
<i>Ausbreitungsfaktor</i>			
- Immersion [s/m <sup>3</sup> ]	3,8·10 <sup>-4</sup>	4,9·10 <sup>-7</sup>	1,2·10 <sup>-6</sup>
- Submersion [s/m <sup>2</sup> ] nach BMI	7,7·10 <sup>-3</sup>	7,5·10 <sup>-4</sup>	7,5·10 <sup>-4</sup>
<i>Ablagerungsparameter Aerosole</i>			
- Ablagerungsgeschwindigkeit [m/s]	1,5·10 <sup>-3</sup>	1,5·10 <sup>-3</sup>	1,5·10 <sup>-3</sup>
- Falloutfaktor [1/m <sup>2</sup> ]	4,9·10 <sup>-7</sup>	7,4·10 <sup>-10</sup>	1,8·10 <sup>-9</sup>
- Auswaschkoeffizient [1/s]	1,2·10 <sup>-4</sup>	1,2·10 <sup>-4</sup>	1,2·10 <sup>-4</sup>
- Washoutfaktor [1/m <sup>2</sup> ]	1,2·10 <sup>-6</sup>	8,5·10 <sup>-7</sup>	8,5·10 <sup>-7</sup>

KA Konditionierungsanlage

VS Verbrennungs- und Schmelzanlage

**Tabelle 6-3b:** Ausbreitungs- und Ablagerungsparameter der HSK-Analyse

	<b>Auslegungsstörfälle</b> mit Gebäudeeinfluss 200 m Abwinddistanz	<b>Flugzeugabsturz</b> mit therm. Überhöhung 500 m Abwinddistanz
	KA & VS	KA & VS
<i>Ausbreitungsfaktoren</i>		
- Immersion [s/m <sup>3</sup> ]	3,8·10 <sup>-4</sup>	2,8·10 <sup>-5</sup>
- Submersion [s/m <sup>3</sup> ] nach HSK-R-41	7,3·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
<i>Ablagerungsparameter Aerosole</i>		
- Ablagerungsgeschwindigkeit [m/s]	1,5·10 <sup>-3</sup>	1,5·10 <sup>-3</sup>
- Falloutfaktor [1/m <sup>2</sup> ]	5,7·10 <sup>-7</sup>	4,2·10 <sup>-8</sup>
- Auswaschkoeffizient [1/s]	1,2·10 <sup>-4</sup>	1,2·10 <sup>-4</sup>
- Washoutfaktor [1/m <sup>2</sup> ]	1,1·10 <sup>-6</sup>	5,9·10 <sup>-7</sup>

KA Konditionierungsanlage

VS Verbrennungs- und Schmelzanlage

Zur Überprüfung der Einhaltung der Dosislimiten wird in den Dosisberechnungen gemäss der Richtlinie HSK-R-41 grundsätzlich von einer Integrationszeit (Expositions- bzw. Inkorporationsdauer) von einem Jahr unmittelbar nach dem Ereignis ausgegangen. Es wurden die gleichen Expositionspfade wie vom Gesuchsteller berücksichtigt.

Zur Abschätzung der Wirksamkeit dosisreduzierender Schutzmassnahmen werden die Strahlendosen auch für Integrationszeiten von einem Tag, zwei Tagen, 60 Tagen und fünfzig

Jahren berechnet. Beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand wird in realistischer Rechnung bei der Berücksichtigung des Ingestionspfades unterstellt, dass nur innerhalb der ersten 24 Stunden nach Störfalleintritt im betroffenen Gebiet eine nicht überwachte Ernte und Konsum von kontaminierten Nahrungsmitteln erfolgt.

Die Dosisfaktoren für externe Bestrahlung werden aus der Datenbank von Kocher [KOC81a] übernommen, jedoch unter Berücksichtigung der Organ-Wichtungsfaktoren gemäss ICRP-60 [ICR90a]. Bezüglich der externen Bestrahlung aus dem kontaminierten Boden nach dem Wolkendurchzug wird vorausgesetzt, dass sich die Bevölkerung im Mittel über die Expositionsdauer während 2/3 der Zeit 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.

Zur Bestimmung der Inhalations- und Ingestionsdosen werden die Dosisfaktoren aus der schweizerischen Strahlenschutzverordnung verwendet. Bei der 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 gerechneten Dosen aus Inhalation und Ingestion handelt es sich in allen Fällen um Folgedosen über 50 Jahre.

#### Beurteilung der HSK

Die vom Gesuchsteller für Auslegungstörfälle in 200 m Abwinddistanz ermittelten maximalen Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren stimmen sehr gut mit den entsprechenden Werten der HSK überein. Man beachte, dass wegen des andersartigen Modells die Ausbreitungsfaktoren für Submersion gemäss BMI Störfall-Leitlinien nicht direkt mit den HSK-Faktoren vergleichbar sind. Wie die Ergebnisse des Gesuchstellers zeigen, führt das BMI-Modell zu konservativen Strahlenexpositionen durch Submersion und wird daher von der HSK akzeptiert.

Die vom Gesuchsteller für den Flugzeugabsturz mit Folgebrand verwendeten Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren stimmen wegen den unterschiedlichen Freisetzungshöhen nicht mit den entsprechenden Werten der HSK überein. Wegen des grösseren Ausbreitungsfaktors für Immersion ergeben die Berechnungen der HSK höhere Werte für die Inhalationsdosis aus der radioaktiven Wolke. Andererseits verursacht der grössere Washoutfaktor bei den Berechnungen des Gesuchstellers höhere Werte der langfristigen Bodendosis. Insgesamt sind die Berechnungen des Gesuchstellers dennoch konservativ, weil bei der Dosisberechnung der Beitrag der Bodendosis überwiegt.

Die HSK hat die Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung, Ablagerung und Dosisberechnung des Gesuchstellers überprüft. Die HSK akzeptiert die verwendeten Rechenmethoden und erachtet die getroffenen Annahmen und Eingabeparameter als konservativ. Die Abweichungen beim Flugzeugabsturz mit Folgebrand sind auf die unterschiedlich angenommenen effektiven Freisetzungshöhen zurückzuführen und sind nicht modellbedingt.

### 6.3 Störfälle in der Konditionierungsanlage

Gegenüber der Darlegung im Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch sind folgende Änderungen zur Beurteilung der Gefährdung der Bevölkerung relevant:

- Der Gesuchsteller wird durch administrative Massnahmen dafür sorgen, dass keine Fässer mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Krananlage lagern resp. transportiert werden, womit der Absturz eines Gegenstandes auf ein Fass nicht mehr analysiert wird.
- Der Gesuchsteller hat durch den Einbau einer separaten Lüftung in die Zerkleinerungszelle Vorkehrungen gegen Explosionen in der  $\beta/\gamma$ -Box getroffen. Aufgrund dieser und weiterer vorgesehener Schutzmassnahmen werden die Auswirkungen von Explosionen in der Konditionierungsanlage nicht mehr analysiert.
- Vor dem Eingang des PSI ist neu ein Helikopterlandeplatz eingerichtet worden. Die Analyse des Gesuchstellers zeigt, dass bei einem Absturz eines Helikopters des Typs Agusta A109 K2 die Strukturfestigkeit des Gebäudes K erhalten bleibt (kein Durchstanzen der Decke, kein Entstehen von durchgehenden Rissen) wodurch nicht mit Aktivitätsfreisetzungen gerechnet werden muss.

Die HSK nimmt Kenntnis von den Vorkehrungen des Gesuchstellers und schliesst sich seiner Beurteilung an.

#### 6.3.1 Versagen der Dampferzeuger-Blase

##### Störfallablauf und Quellterm

###### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Versagen der Dampferzeuger-Blase" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Die Analyse dieses Störfalles hat gegenüber der Behandlung im Baubewilligungsgesuch Veränderungen erfahren. So wird nicht mehr eine Leckage am Kondensatbehälter unterstellt, sondern eine mengenmässig gleiche Leckage am unteren Teil des Dampferzeugers (Blase) analysiert. Dabei ergeben sich geringe Abweichungen in den Analysegrössen (z. B. Verdunstungsmenge) gegenüber der für die Baubewilligung vorgelegten Analyse. Als Abgabe an die Umgebung errechnen sich für Tritium  $5,6 \cdot 10^9$  Bq und für Aerosole  $5,0 \cdot 10^4$  Bq.

###### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Klassierung, zum Störfallablauf und zu den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm des Gesuchstellers einverstanden.

##### Radiologische Auswirkungen

###### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben eine maximale Dosis im ersten Jahr von  $5,4 \cdot 10^{-5}$  mSv.

### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-4 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $5,7 \cdot 10^{-5}$  mSv, wovon ca. 26% während des Wolkendurchzugs und ca. 74% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel dominiert. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung. Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Dosis für die Bevölkerung um mehr als drei Größenordnungen unterhalb des gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.

**Tabelle 6-4:** Maximale Dosis für das Versagen der Dampferzeuger-Blase [mSv]

	<b>ZWILAG-Analyse</b>	<b>HSK-Analyse</b>
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>5,4 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b><math>5,7 \cdot 10^{-5}</math></b>

## 6.3.2 Brand eines Einzelfasses

### **Störfallablauf und Quellterm**

#### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Brand eines Einzelfasses" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Wie im Baubewilligungsverfahren, wird für einen Brand eines Einzelfasses in der Sortierbox angenommen, dass der Brand innerhalb der Sortierbox nicht bekämpft wird, sondern lediglich das Schliessen der Zuluft- und Abluftklappen erfolgt. Der Brand erlischt in rund 30 Minuten eigenständig. Nach einer Abkühlungsphase werden die Rauchgase und luftgetragenen radioaktiven Stoffe durch manuelle Steuerung der Lüftungsanlage über Schwebstofffilter an die Umgebung abgegeben. Die Abgabe von radioaktiven Stoffen beträgt für Tritium  $8,0 \cdot 10^9$  Bq, für Edelgase  $1,1 \cdot 10^7$  Bq und für Aerosole  $5,6 \cdot 10^7$  Bq.

### Beurteilung der HSK

Die HSK stellt fest, dass die zugrunde gelegte Menge an radioaktiven Stoffen nicht der maximalen Menge entspricht, welche im Abschnitt 2.1.2 des Sicherheitsberichts [ZWI97b] angegeben ist (Kapazitätsgrenzen des ZZL). Die HSK hat in ihrem Gutachten zum Bau der

Konditionierungsanlage [HSK95a] ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei der Störfallanalyse von betroffenen Einzelfässern von der maximal möglichen enthaltenen Radioaktivität ausgegangen werden soll. Die hier unterstellten Mengen an radioaktiven Stoffen im Fass gelten deshalb als Betriebslimite. Eine Handhabung von Fässern mit grösserem Aktivitätsinhalt ist freigabepflichtig. Mit den übrigen Annahmen zum Störfallablauf ist die HSK einverstanden.

#### **Auflage 7:**

Für die Handhabung von Abfallfässern, deren Inventar durch die Störfallanalysen nicht abgedeckt ist, braucht es eine Freigabe der HSK.

#### **Radiologische Auswirkungen**

##### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben eine Dosis von maximal  $3,2 \cdot 10^{-2}$  mSv im ersten Jahr nach dem Ereignis.

##### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-5 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $3,0 \cdot 10^{-2}$  mSv, wovon ca. 37% während des Wolkendurchzugs und ca. 63% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel dominiert. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung deutlich unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.

**Tabelle 6-5:** Maximale Dosis für den Brand eines Einzelfasses [mSv]

	<b>ZWILAG-Analyse</b>	<b>HSK-Analyse</b>
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>3,2 \cdot 10^{-2}</math></b>	<b><math>3,0 \cdot 10^{-2}</math></b>

### 6.3.3 Gebindeabsturz

#### Störfallablauf und dessen Beurteilung

##### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Behälterabsturz" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Um eine abdeckende Analyse für alle denkbaren Störfallabläufe vorzunehmen, untersucht der Gesuchsteller den Absturz eines Fasses mit vorbehandeltem Abfall aus der höchst möglichen Position des Hochregallagers und ordnet diesen seltenen Ablauf dennoch dem strengeren Schutzziel 1a zu.

Die Störfallanalyse weist geringfügige Änderungen gegenüber der Analyse im Baubewilligungsgesuch auf (z. B. grössere Fallhöhe von 10,5 m). Im Wesentlichen bleibt aber die Modellierung unverändert mit einer teilweisen Zerstörung des Fasses, einer anteilmässigen Freisetzung von im Fass enthaltenen radioaktiven Stoffe in die Raumluft und anschliessend über Filter an die Umgebung. Die Freisetzung beträgt für Edelgase  $2,1 \cdot 10^6$  Bq und für Aerosole  $1,1 \cdot 10^7$  Bq.

##### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Störfallklassierung, zum Störfallablauf und zu den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm des Gesuchstellers einverstanden. Bezüglich allfälliger Handhabung von Abfallfässern mit höherem Inventar als hier angenommen, weist sie auf die Auflage 7 (Kap. 6.3.2) hin.

#### Radiologische Auswirkungen

##### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr eine maximale Dosis von  $6,3 \cdot 10^{-3}$  mSv.

##### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-6 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $6,0 \cdot 10^{-3}$  mSv, wovon ca. 37% während des Wolkendurchzugs und ca. 63% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel dominiert. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung um mehr als eine Grössenordnung unterhalb des gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.



**Tabelle 6-6:** Maximale Dosis für den Behälterabsturz [mSv]

	<b>ZWILAG-Analyse</b>	<b>HSK-Analyse</b>
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>6,3 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>6,0 \cdot 10^{-3}</math></b>

### 6.3.4 Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Folgebrand

#### Störfallablauf und Quellterm

##### Angaben des Gesuchstellers

Für den auslegungsüberschreitenden Störfall "Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Konditionierungsanlage mit Folgebrand" ist das Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Zur umhüllenden Abschätzung der Auswirkungen von seltenen schweren Störfällen, wie Sabotage oder einem stärkeren Erdbeben, analysiert der Gesuchsteller den Absturz eines vollbetankten schweizerischen Militärflugzeuges des Typs F/A-18 auf das vollbeladene Hochregallager. Analog zur Analyse im Baubewilligungsgesuch wird angenommen, dass sich das Kerosin über das gesamte Lager verteilt und entflammt. Durch den Brand wird der radioaktive Inhalt des brennbaren Anteils aller eingelagerten Fässer vollständig und des nicht brennbaren Anteils zu 10% an die Umgebung freigesetzt. Der Quellterm beträgt für Tritium  $7,4 \cdot 10^{10}$  Bq und für Aerosole  $1,3 \cdot 10^{12}$  Bq.

##### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit der Störfallklassierung, den Annahmen zum Störfallablauf und den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm des Gesuchstellers einverstanden. Bezüglich der angenommenen Gesamtaktivität im Hochregallager verweist sie auf Kap. 6.2.2.

#### Radiologische Auswirkungen

##### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr in realistischer Abschätzung eine Dosis von maximal 11,0 mSv. Ohne Massnahmen im Lebensmittelbereich würden sich maximal 96,5 mSv ergeben.

Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-7 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal 10,2 mSv, wovon ca. 57% während des Wolkendurchzugs und ca. 43% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird primär durch die Inhalation der radioaktiven Stoffe während des Wolkendurchzugs bestimmt. In der langfristigen Bodenphase ist vor allem die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus wichtig. Die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel ist nur sekundär von Bedeutung, da unterstellt wird, dass im ersten Jahr nur innerhalb der ersten 24 Stunden nach Störfalleintritt im betroffenen Gebiet eine nicht überwachte Ernte und Konsum von kontaminierten Nahrungsmitteln erfolgt.

Die Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen im Endergebnis gut überein. Infolge der verschiedenen effektiven Freisetzungshöhen ergeben sich Unterschiede bei den einzelnen Belastungspfaden, die sich jedoch teilweise kompensieren (vgl. dazu Kap. 6.2.3). Wegen des grösseren Ausbreitungsfaktors für Immersion ergeben die Berechnungen der HSK höhere Werte für die Inhalationsdosis aus der radioaktiven Wolke. Andererseits verursacht der grössere Washoutfaktor bei den Berechnungen des Gesuchstellers höhere Werte der langfristigen Bodendosis. Beide Analysen zeigen jedoch, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung bei realistischer Rechnung deutlich unterhalb des gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 100 mSv liegt.

**Tabelle 6-7:** Maximale Dosis für den Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Konditionierungsanlage mit Folgebrand (Realistische Berechnung) [mSv]

Integrationszeit 1 Jahr mit Massnahmen	ZWILAG-Analyse	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	0,1	5,8
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	10,9	4,4
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b>11,0</b>	<b>10,2</b>

**6.3.5 Zusammenfassende Bewertung**

Im Rahmen des Sicherheitsnachweises für Störfälle muss gezeigt werden, dass die radiologischen Auswirkungen für Personen in der Umgebung der Anlage gering sind und die behördlich festgelegten zulässigen Dosiswerte gemäss StSV und der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden.

### **Störfallablauf/Quellterm**

Der Gesuchsteller hat gegenüber der ursprünglich vorgesehenen Auslegung der Konditionierungsanlage sicherheitsgerichtete bauliche Verbesserungen und administrative Massnahmen getroffen, sodass die Störfälle Projektile und Explosionen nicht erneut analysiert werden mussten. Für die analysierten Störfälle ist die HSK mit den Annahmen des Gesuchstellers einverstanden. Die HSK sieht jedoch die durch die Störfallberechnungen getroffenen Festlegungen bezüglich Art und Menge an Radioaktivität im Rohabfall als Betriebslimiten an. Eine Handhabung von Abfall, welcher diese Festlegung übersteigt, ist freigabepflichtig.

Bezüglich den zu erwartenden Auswirkungen eines Helikopterabsturzes auf die Konditionierungsanlage hat die HSK die baustatischen Berechnungen des Gesuchstellers geprüft und bestätigt. Da mit keiner Durchdringung der Gebäudedächer zu rechnen ist, erübrigt sich eine Betrachtung der radiologischen Auswirkungen des Störfalls.

### **Radiologische Auswirkungen**

Die HSK hat die vom Gesuchsteller unterbreiteten Ausbreitungs- und Dosisberechnungen beurteilt und durch eigene Berechnungen quantitativ überprüft. Die Strahlenexposition wird in den meisten Fällen durch die langfristige Bodenphase dominiert, insbesondere durch die Ingestion von kontaminierten Nahrungsmitteln. Bei den Berechnungen mit Massnahmen im Lebensmittelbereich dominiert die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass bei allen Störfällen in der Konditionierungsanlage die maximalen Strahlendosen deutlich unterhalb der gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswerte liegen.

Neben den ausführlich dargelegten Störfallauswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung des ZZL hat der Gesuchsteller ebenfalls die zu erwartenden Auswirkungen auf das Betriebspersonal untersucht. Die ermittelten Strahlenbelastungen liegen im gesetzlichen Rahmen. Die HSK schliesst sich nach Durchsicht, aber keiner detaillierten Überprüfung der Analysen, der Bewertung des Gesuchstellers an.

## **6.4 Störfälle in der Verbrennungs- und Schmelzanlage**

Gegenüber der Darlegung im Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch sind folgende Änderungen zur Beurteilung der Gefährdung der Bevölkerung relevant:

- Die Rauchgasleitung bis einschliesslich dem Quench ist als Sicherheitsklasse 4 deklariert worden (Auslegung gegen die Wirkungen von Erdbeben).
- Die ursprünglich vorgesehenen Expansionsbehälter wurden nicht eingebaut. Deshalb wird eine Verpuffung neu untersucht.
- Wegen des neu am PSI errichteten Helikopterlandeplatzes ist in die Störfallanalysen der Absturz eines Helikopters einbezogen worden. Mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen ist bei einem Absturz auf das Gebäude V jedoch nicht zu rechnen, da aufgrund der Strukturfestigkeit weder mit einem lokalen Durchstanzen noch mit durchgehenden Rissen in der Decke zu rechnen ist.

## 6.4.1 Versagen des Quenchtanks

### Störfallablauf und Quellterm

#### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Versagen des Quenchtanks" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Bis auf Änderungen im Aktivitätseintrag in das Quenchwasser, ist der Störfall wie beim Baubewilligungsgesuch analysiert worden. Die aus dem Quenchtank austretende und anschliessend verdunstende Menge an Quenchwasser sowie der Anteil darin enthaltener radioaktiver Stoffe sind vergleichbar. Die Freisetzung radioaktiver Stoffe an die Umgebung beträgt für Tritium  $1,9 \cdot 10^7$  Bq, für C-14  $5,6 \cdot 10^5$  Bq und für Aerosole  $5,4 \cdot 10^3$  Bq.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Störfallklassierung, zum Störfallablauf und zu den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm einverstanden.

### Radiologische Auswirkungen

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr eine maximale Dosis von  $1,3 \cdot 10^{-5}$  mSv.

#### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-8 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $3,0 \cdot 10^{-6}$  mSv, wovon ca. 9% während des Wolkendurchzugs und ca. 91% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel dominiert. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG liegen insgesamt höher als diejenigen der HSK-Analysen. Beide Analysen zeigen jedoch, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung um mehr als drei Grössenordnungen unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.

**Tabelle 6-8:** Maximale Dosis für das Versagen des Quenchtanks [mSv]

	ZWILAG-Analyse	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b><math>3,0 \cdot 10^{-6}</math></b>

## 6.4.2 Brand eines Fasses im Eingangsbereich

### Störfallablauf und Quellterm

#### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Brand eines Fasses im Eingangsbereich" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Wie im Baubewilligungsgesuch ist der Absturz mit nachfolgendem Brand eines mit Mischabfall gefüllten Maximalwertfasses analysiert worden. Dabei ist eine automatische zu- und abluftseitige Isolation des Brandabschnittes nach Brandausbruch, sowie ein aktiver Eingriff des Personals zur Aufhebung des Lüftungsabschlusses nach einer Abkühlphase der Brandgase berücksichtigt worden. Der Quellterm für die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umgebung beträgt für Tritium  $5,4 \cdot 10^8$  Bq, für C-14  $2,9 \cdot 10^8$  Bq und für Aerosole  $8,2 \cdot 10^7$  Bq.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Störfallklassierung, zum Störfallablauf und zu den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm einverstanden.

### Radiologische Auswirkungen

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr eine maximale Dosis von  $1,6 \cdot 10^{-2}$  mSv.

#### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-9 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $1,5 \cdot 10^{-2}$  mSv, wovon ca. 9% während des Wolkendurchzugs und ca. 91% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase primär durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel und sekundär durch die externe

Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus bestimmt. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung deutlich unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.

**Tabelle 6-9:** Maximale Dosis für den Brand eines Fasses im Eingangsbereich [mSv]

	ZWILAG-Analyse	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>1,6 \cdot 10^{-2}</math></b>	<b><math>1,5 \cdot 10^{-2}</math></b>

### 6.4.3 Versagen der Rauchgasleitung nach Quench

#### Störfallablauf und Quellterm

##### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Versagen der Rauchgasleitung nach Quench" ist das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Durch die verstärkte Auslegung der Rauchgasreinigungsanlage bis und mit dem Quench (Sicherheitsklasse 4), kann es bei Einwirkungen bis einschliesslich jenen eines Betriebs-erdbebens lediglich zu einem Strukturversagen der daran nachfolgenden Rauchgasleitung, beziehungsweise Apparate kommen. Bei einem unterstellten Abriss der Rauchgasleitung erfüllt der Quench seine Funktion der Gaskühlung und Vorabscheidung voll. Dies gilt ebenfalls für das Betriebs-erdbeben während der Zeitspanne von rund einer halben Stunde, in welcher Rauchgase zu erwarten sind. Nur ein geringer Anteil der im Ofen vorhandenen Aktivität wird im Rauchgas fortgetragen. Von diesem Anteil wird wiederum ein Teil im Quench ausgeschieden. Die aus dem Quench austretenden radioaktiven Stoffe werden zu 90% in dem Gebäude zurückgehalten. Der Quellterm beträgt für Tritium  $5,4 \cdot 10^7$  Bq, für C-14  $2,9 \cdot 10^7$  Bq und für Aerosole  $1,9 \cdot 10^8$  Bq.

##### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit der vom Gesuchsteller getroffenen Störfallklassierung einverstanden. Sie kann aber die Störfallanalyse nicht vollständig nachvollziehen. Sie vermisst eine Begründung für die darin berücksichtigten Rückhaltefaktoren.

### **Auflage 8:**

Der Gesuchsteller hat vor der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage eine vertiefte Begründung für die in den Störfallanalysen bei einem Versagen der Rauchgasleitung angenommene Rückhaltung im Gebäude V zu geben und während des Probetriebs die in den Störfallanalysen verwendeten Rückhaltefaktoren für den Ofen und den Quench zu demonstrieren.

### **Radiologische Auswirkungen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr eine maximale Dosis von  $5,6 \cdot 10^{-2}$  mSv.

#### Beurteilung der HSK

Die von der HSK gestützt auf den Quellterm des Gesuchstellers ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-10 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $5,2 \cdot 10^{-2}$  mSv, wovon ca. 10% während des Wolkendurchzugs und ca. 90% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase primär durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel und sekundär durch die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus bestimmt. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung deutlich unterhalb des gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 0,1 mSv liegt.

**Tabelle 6-10:** Maximale Dosis für das Versagen der Rauchgasleitung nach Quench [mSv]

	<b>ZWILAG-Analyse</b>	<b>HSK-Analyse</b>
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>5,6 \cdot 10^{-2}</math></b>	<b><math>5,2 \cdot 10^{-2}</math></b>

#### 6.4.4 Versagen der Rauchgasleitung vor Quench

##### Störfallablauf und Quellterm

###### Angaben des Gesuchstellers

Für den Störfall "Versagen der Rauchgasleitung vor Quench" ist wegen der Systemauslegung bis und mit Quench gemäss Sicherheitsklasse 4 und der dadurch bedingten kleinen Eintrittshäufigkeit das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden.

Bei einem unterstellten Bruch der Rauchgasleitung vor dem Quench gelangen die Nuklide H-3 und C-14 vollständig, Kobaltnuklide mit einem Anteil von  $1 \cdot 10^{-6}$ , restliche Stoffe mit einem Anteil von 0,1 aus dem Maximalwertfass mit Verbrennungsabfällen in das Rauchgas. Die radioaktiven Stoffe im Rauchgas unterliegen weder im Gebäude, noch in den Abluftfiltern einer Rückhaltung und gelangen innerhalb von 8 Stunden an die Umgebung. Der Quellterm beträgt für Tritium  $5,4 \cdot 10^8$  Bq, für C-14  $2,9 \cdot 10^8$  Bq und für Aerosole  $3,2 \cdot 10^9$  Bq.

###### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Störfallklassierung und zum Störfallablauf einverstanden. Sie erwartet aber vom Gesuchsteller beim Probetrieb eine Demonstration der in der Störfallanalyse verwendeten Rückhaltefaktoren für den Ofen. Siehe dazu Auflage 8 (Kap. 6.4.3).

##### Radiologische Auswirkungen

###### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr eine maximale Dosis von  $9,9 \cdot 10^{-1}$  mSv.

###### Beurteilung der HSK

Die von der HSK gestützt auf den Quellterm des Gesuchstellers ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-11 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal  $9,2 \cdot 10^{-1}$  mSv, wovon ca. 11% während des Wolkendurchzugs und ca. 89% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase primär durch die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel und sekundär durch die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus bestimmt. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung knapp unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 1 mSv liegt. Bei der Berechnung nehmen sowohl der Gesuchsteller wie auch die HSK an, dass im Gebäude aufgrund der hohen Temperatur der Rauchgase keine Rückhaltung der radioaktiven Stoffe erfolgt. Für Aerosole ist diese Annahme konservativ, so dass die bei diesem Störfall effektiv zu erwartenden Dosen klar unterhalb des zulässigen Dosiswertes liegen.



**Tabelle 6-11:** Maximale Dosis für das Versagen der Rauchgasleitung vor Quench [mSv]

	ZWILAG-Analyse	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$8,9 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-2}$
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	$9,0 \cdot 10^{-1}$	$8,2 \cdot 10^{-1}$
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b><math>9,9 \cdot 10^{-1}</math></b>	<b><math>9,2 \cdot 10^{-1}</math></b>

#### 6.4.5 Verpuffung

##### Störfallablauf und Quellterm

###### Angaben des Gesuchstellers

Die für den Schadensumfang an der Anlage massgebenden Gasbildungsraten durch Verpuffung variieren aufgrund der möglichen prozesstechnischen Bedingungen wie reine Pyrolyse, Überbeschickung, selbstinduzierte Umsetzung des Beschickungsgutes und schnelle Verdampfung von Lösungsmitteln. Der Gesuchsteller teilt die Störfallvarianten je nach Häufigkeit den Schutzzielen 1a und 1b zu. Für die Ermittlung der Auswirkungen nimmt der Gesuchsteller Bezug auf die analysierten Störfälle Versagen der Rauchgasleitung vor und nach dem Quench (vgl. Kap. 6.4.3 und 6.4.4).

###### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit dem gewählten Vorgehen des Gesuchstellers einverstanden, den Bereich der möglichen Störfallauswirkungen durch die analysierten Störfälle Versagen der Rauchgasleitung nach und vor dem Quench abzudecken. Es wurden deshalb keine weiteren radiologischen Rechnungen durchgeführt. Die HSK ist der Ansicht, dass mit den in der Auflage 4 (Kap. 5.3.2) geforderten Qualitätssicherungsmaßnahmen die Häufigkeit von Verpuffungen ausreichend klein gehalten werden kann.

#### 6.4.6 Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Folgebrand

##### Störfallablauf und Quellterm

###### Angaben des Gesuchstellers

Für den auslegungsüberschreitenden Störfall "Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Verbrennungs- und Schmelzanlage mit Folgebrand" ist das Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14 einzuhalten.

Um das grösstmögliche Inventar an radioaktiven Stoffen zu berücksichtigen, wird ein Absturz eines vollbetankten Militärflugzeuges des Typs F/A-18 auf das voll belegte Hochregallager analysiert. Wie im Baubewilligungsgesuch wird angenommen, dass alle 320 eingelagerten Fässer mit Mischabfall (Mittelwertfässer) in Brand geraten und das gesamte enthaltene radioaktive Material ohne Rückhaltung durch Gebäudebarrieren innerhalb von 8 Stunden in die Atmosphäre freigesetzt wird. Dabei werden  $1,2 \cdot 10^{10}$  Bq Tritium,  $6,2 \cdot 10^9$  Bq C-14 und  $1,7 \cdot 10^{12}$  Bq Aerosole freigesetzt.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK ist mit den Annahmen zur Störfallklassierung, zum Störfallablauf und zu den darauf basierenden Angaben betreffend Quellterm einverstanden.

### **Radiologische Auswirkungen**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Berechnungen des Gesuchstellers ergeben im ersten Jahr in realistischer Abschätzung maximal 18,5 mSv. Ohne Massnahmen im Lebensmittelbereich würden sich maximal 101 mSv ergeben.

#### Beurteilung der HSK

Die von der HSK ermittelte maximal zu erwartende Strahlenexposition in der Umgebung wird in Tabelle 6-12 (realistische Berechnung) mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Die Strahlendosis für Einzelpersonen in der Umgebung beträgt nach den realistischen Berechnungen der HSK im ersten Jahr maximal 13,7 mSv, wovon ca. 15% während des Wolkendurchzugs und ca. 85% nach dem Wolkendurchzug akkumuliert werden. Die Dosis wird in der langfristigen Bodenphase durch die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus bestimmt. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke wichtig. Die Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel ist nur sekundär von Bedeutung, da unterstellt wird, dass im ersten Jahr nur innerhalb der ersten 24 Stunden nach Störfalleintritt im betroffenen Gebiet eine nicht überwachte Ernte und Konsum von kontaminierten Nahrungsmitteln erfolgt.

Die Ergebnisse der Analysen der ZWILAG und der HSK stimmen im Endergebnis annähernd überein. Infolge der verschiedenen effektiven Freisetzungshöhen ergeben sich Unterschiede bei den einzelnen Belastungspfaden, die sich jedoch teilweise kompensieren (vgl. dazu Kapitel 6.2.3). Wegen des grösseren Ausbreitungsfaktors für Immersion ergeben die Berechnungen der HSK höhere Werte für die Inhalationsdosis aus der radioaktiven Wolke. Andererseits verursacht der grössere Washoutfaktor bei den Berechnungen des Gesuchstellers höhere Werte der langfristigen Bodendosis. Beide Analysen zeigen jedoch, dass die maximale Strahlendosis für die Bevölkerung bei realistischer Rechnung deutlich unterhalb des gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswertes von 100 mSv liegt.

**Tabelle 6-12:** Maximale Dosis für den Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Verbrennungs- und Schmelzanlage mit Folgebrand (Realistische Berechnung) [mSv]

Integrationszeit 1 Jahr mit Massnahmen	ZWILAG-Analyse	HSK-Analyse
Wolkenphase (Externe Bestrahlung und Inhalation)	$9,4 \cdot 10^{-2}$	2,1
Bodenphase (Externe Bestrahlung, Inhalation und Ingestion)	18,4	11,6
<b>Total Wolken- und Bodenphase</b>	<b>18,5</b>	<b>13,7</b>

#### 6.4.7 Zusammenfassende Bewertung

##### Störfallablauf und Quellterm

Die HSK ist mit den Analysen bezüglich störfallbedingter Freisetzung radioaktiver Stoffe des Gesuchstellers bis auf die Störfälle Versagen der Rauchgasleitung vor und nach dem Quench einverstanden. Für die genannten Fälle sind die verwendeten Rückhaltefaktoren zu verifizieren, siehe Auflage 8 im Kap. 6.4.3.

##### Radiologische Auswirkungen

Die HSK hat die vom Gesuchsteller vorgelegten Ausbreitungs- und Dosisberechnungen beurteilt und durch eigene Berechnungen quantitativ überprüft. Die Strahlenexpositionen werden in den meisten Fällen durch die langfristige Bodenphase dominiert, insbesondere durch die Ingestion von kontaminierten Nahrungsmitteln. Bei den Berechnungen mit Massnahmen im Lebensmittelbereich dominiert die externe Bestrahlung vom kontaminierten Boden aus. In der Wolkenphase ist nur die Inhalation der radioaktiven Stoffe aus der Wolke von Bedeutung.

Die Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers stimmen insgesamt gut überein und zeigen, dass bei allen Störfällen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage die maximalen Strahlendosen unterhalb der gemäss der Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Dosiswerte liegen.

Der Gesuchsteller hat neben den ausführlich dargelegten Störfallauswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung des ZZL auch die Auswirkungen auf das Personal in der Anlage untersucht. Die Analyse ergibt Strahlenbelastungen im gesetzlichen Rahmen. Die HSK schliesst sich nach Durchsicht, aber ohne detaillierte Überprüfung, der Unterlagen der Bewertung durch den Gesuchsteller an.

## 7 ORGANISATION UND PERSONAL

### 7.1 Betriebsorganisation

#### Angaben des Gesuchstellers

Das Unternehmensleitbild [ZWI98a] beschreibt die übergeordneten Leitsätze, die Qualitätspolitik und die Grundsätze zur Sicherheitskultur. Im Betriebsreglement [ZWI98b] sind einleitend die Unternehmensziele für den Betrieb des ZZL festgelegt. Die Betriebsorganisation sowie die Verantwortlichkeiten und Kompetenzen von Betriebsleiter und Ressortleitern während der Betriebsphase sind geregelt. Die grundlegenden Aspekte des Betriebs und der Dokumentation sind die weiteren Teile des Betriebsreglements.

Die Betriebsorganisation des ZZL umfasst fünf Ressorts. Alle Ressortleiter sind direkt dem Betriebsleiter unterstellt. Das Ressort „Betrieb der Behandlungsanlagen“ betreibt die Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie die Konditionierungsanlage. Weiter ist es für die Annahme der in den genannten Anlagen zu verarbeitenden Abfälle und für die Herstellung von typengerechten endlagerfähigen Gebinden zuständig. Dem Ressort „Chemie/Strahlenschutz“ obliegt neben den durch die Bezeichnung evidenten Aufgaben das Führen der Dokumentation über die radioaktiven Abfälle (ISRA). Zu den Aufgaben des Ressorts „Maschinenteknik“ gehören insbesondere auch Lagerbewirtschaftung (HAA/BE, MAA, SAA) und Transporte ab Umladestation. Das Ressort „Elektro-/Leittechnik“ ist auch für Kommunikations- und Brandmeldeanlagen zuständig. Neben der Administration ist das Ressort „Administration“ für Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit verantwortlich. Die Bewachung des ZZL erfolgt durch die Betriebswache des Kernkraftwerks Beznau (KKB). Für die Fachgebiete Strahlenschutz, Qualitätsmanagement, Sicherung, Arbeitsplatzsicherheit und Brandschutz werden Beauftragte ernannt, die in Wahrnehmung dieser Funktionen direkten Zugang zum Betriebsleiter haben.

Das Notfallreglement [ZWI97k] und das Strahlenschutzreglement [ZWI97l] ergänzen das Betriebsreglement und umfassen spezielle Aspekte des Betriebs, die sich mit dem Schutz der Umgebung und des Personals befassen.

#### Beurteilung der HSK

Die Betriebsorganisation des ZWILAG, die Aufteilung in die fachspezifischen Ressorts und die Ernennung von Beauftragten für spezielle Sicherheits- und Überwachungstätigkeiten, ist aus der Sicht der HSK zweckmässig, damit die an den Betrieb gestellten Aufgaben erfüllt werden können.

Das Betriebsreglement enthält die für einen sicheren Betrieb des ZZL erforderlichen grundlegenden Bestimmungen. Das Strahlenschutzreglement (siehe Kap. 5.2.2) ist unter dem Gesichtspunkt der Betriebsorganisation als zweckmässig zu beurteilen. Das Notfallreglement (siehe Kap. 7.3) beschreibt die Notfallorganisation und das Vorgehen bei Notfällen.

Im Folgenden wird auf die Erfüllung der im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch, Kapitel 11.1 [HSK95a], gestellten Forderungen eingegangen.

- Die HSK hat Wert darauf gelegt, dass die Funktionen der Qualitätssicherung und des Strahlenschutzes auch in den technischen Abteilungen implementiert werden. Dies ist jetzt erfüllt. Die Sicherstellung der ressortinternen Qualität ist den Ressortleitern übertragen und durch die Einführung des QM-Systems nach IAEA-Norm [IAE96a] verwirklicht. Die Verantwortung für den Strahlenschutz liegt beim Leiter des Ressorts Chemie/Strahlenschutz, während die Durchsetzung der Massnahmen des Strahlenschutzes gemäss Punkt 4.1 des Strahlenschutzreglements Sache aller Vorgesetzten ist.
- Die Bedenken der HSK bezüglich der organisatorischen Einreihung des Strahlenschutzes sind behoben, da der Strahlenschutz ein eigenes Ressort (Chemie/Strahlenschutz) bildet. Die unter 4.5 im Strahlenschutzreglement enthaltene Weisungsbefugnis ermöglicht es dem Ressortleiter, der auch Strahlenschutzsachverständiger nach Art. 16 StSG ist, notfalls eine Arbeit aus Strahlenschutzgründen zu untersagen oder einstellen zu lassen.
- Die Forderung nach einem Werksreglement wird durch das Betriebsreglement erfüllt. Dem Betriebsreglement des ZZL kommt demzufolge im Rahmen der Aufsichtstätigkeit der HSK der gleiche Status zu wie dem Kraftwerksreglement eines Kernkraftwerks. Die Verantwortungsbereiche sind definiert, ebenso Entscheidungskompetenzen und teilweise die Entscheidungswege. Erfasst werden die Stufen Betriebsleiter und Ressortleiter. Die Verantwortung des Betriebsleiters für den sicheren Betrieb der Anlage wird explizit genannt. Die Stellvertretung des Betriebsleiters ist geregelt. Eine Darstellung der internen Abläufe ist in der Dokumentation zum Qualitätsmanagement enthalten (siehe Kapitel 7.4).
- Die Forderung nach einem Notfallreglement und einem Strahlenschutzreglement wurde erfüllt. Bisher wurde jedoch das Notfallreglement nicht der aktuellen Version des Betriebsreglements angepasst. Das Notfallreglement untersteht der Freigabepflicht. Die HSK wird die entsprechende Freigabe erst erteilen, wenn sie sich von der Vollständigkeit und der Zweckmässigkeit des Notfallreglements überzeugt hat.
- Für die Ausarbeitung von Betriebsvorschriften ist gemäss Punkt 5.4.3 des Betriebsreglements der Leiter des Ressorts Betrieb der Behandlungsanlagen zuständig, die Inkraftsetzung erfolgt durch den Betriebsleiter. Die Forderung nach der Erstellung der Betriebsvorschriften vor Betriebsbeginn bleibt bestehen, die HSK wird Einsicht in die Betriebsvorschriften nehmen.
- Eine technische Dokumentation über die Anlage wurde erstellt.

Explizit als solche deklarierte Massnahmen zur Förderung der Sicherheitskultur, wie sie im Kap. 8.4 der KSA-Stellungnahme zum Baubewilligungsgesuch [KSA96a] verlangt werden, sind in den Reglementen nicht vorhanden. Allerdings widmet das Unternehmensleitbild [ZWI98a] diesem Thema ein eigenes Kapitel und die daraus abgeleiteten Massnahmen finden sich in den Reglementen als praktische Umsetzung wieder, womit die Forderung aus Sicht der HSK erfüllt ist. Die HSK wird sich im Rahmen ihrer Aufsicht während des Betriebs des ZZL ein Bild über die Sicherheitskultur verschaffen.

#### **Hinweise:**

Das Notfallreglement ist gegen die aktuelle Version des Betriebsreglements abzugrenzen und entsprechend neu zu formulieren. Diese neue Version ist der HSK vor der aktiven Inbetriebnahme zwecks Freigabe zuzustellen.

Die Betriebsvorschriften sind vor der Inbetriebnahme zu erstellen.

## 7.2 Ausbildung

### Angaben des Gesuchstellers

Das Betriebsreglement enthält die grundlegenden Bestimmungen zur Ausbildung. Die Aus- und Weiterbildung des Personals sowie die Einführung neu eintretenden Personals werden in den Unternehmenszielen genannt. Verantwortlich für die Aus- und Weiterbildung sowie die Qualifikation des Betriebspersonals ist der Betriebsleiter. Die Aufgaben der Ressortleiter in diesem Bereich werden genannt. Im Strahlenschutzreglement ist die strahlenschutzspezifische Aus- und Weiterbildung geregelt. Für das Strahlenschutzpersonal wird direkt auf die entsprechende Richtlinie HSK-R-37 [HSK90a] verwiesen.

### Beurteilung der HSK

Die Vorgaben des Betriebsreglements bilden einen geeigneten Rahmen zur Sicherstellung eines nachhaltig hohen, den Aufgaben angemessenen Ausbildungsstandes des Personals der ZWILAG. Die HSK wird im Rahmen ihrer Aufsicht über den Betrieb die Aus- und Weiterbildungsprogramme und deren praktische Umsetzung prüfen. Die Bestimmungen zur Strahlenschutzausbildung entsprechen den Anforderungen der StSV, der Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung [EDI98b] und der Richtlinie HSK-R-37. Auch die Strahlenschutzausbildung wird während des Betriebs von der HSK geprüft werden.

### **Hinweis:**

Die Anforderungen an die Ausbildung des Bedienungspersonals sind schriftlich festzuhalten. Das Erreichen der Ausbildungsziele muss individuell nachgewiesen werden und ist nachvollziehbar zu begründen.

## 7.3 Notfallorganisation

### Angaben des Gesuchstellers

Die Betriebsleitung ist für die Sicherstellung der Notfallorganisation verantwortlich. Diese Verantwortung umfasst auch die Gewährleistung der Einsatzbereitschaft, die Ausbildung des Notfallstabes, die Durchführung von Notfallübungen und das Nachführen der Notfalldokumentation.

Die Notfallorganisation besteht aus einem Notfalleiter, dem Notfallstab und den Notfallequipen. Der Notfallstab setzt sich zusammen aus dem Betriebsleiter, seinem Stellvertreter, den Ressortleitern, dem Informationsbeauftragten der NOK sowie - je nach Notfallart - einem Vertreter der KKB-Wachorganisation. Es besteht ein Notfallpikettdienst.

Es wurden - analog wie bei den KKW - insgesamt 11 Notfallarten definiert. Für jede Notfallart werden Notfalleinweisungen und Notfallvorschriften erstellt, die die Aufgaben und die Aktionen der Notfallorgane beschreiben. Das Notfallreglement [ZWI97k] regelt die Verantwortlichkeiten für die Auslösung einer Notfallsituation, für das Aufgebot sowie für die zu ergreifenden Massnahmen.

Die Notfallorganisation (insbesondere die Einsatzequipen) stützt sich stark auf die Zusammenarbeit mit dem PSI, mit der Gemeinde Würenlingen (Gemeindefeuerwehr) und dem Kernkraftwerk Beznau (Wache) ab.

Als Notfallequipen werden ausgewiesen:

- Betriebsfeuerwehr des PSI und Gemeindefeuerwehr Würenlingen
- Ressort Strahlenschutz, unterstützt durch die Notfallgruppe Strahlenschutz des PSI
- Sanitätsgruppe des PSI
- Ordnungsdienst des PSI
- Betriebswache des KKB

Die Zusammenarbeit mit dem PSI bei Notfällen wird in einer Vereinbarung geregelt.

Die ZWILAG und das PSI verfügen über voneinander unabhängige Notfallpikettendienste. Das Aufgebot des Notfallstabes der ZWILAG erfolgt über eine eigene SMT-Anlage (System zur Mobilisation mittels Telephon).

Die Notfallorganisation berücksichtigt ebenfalls Unfallabläufe im benachbarten PSI sowie in den Kernkraftwerken Beznau und Leibstadt.

Der Standort des ZZL liegt in der gemeinsamen Zone 1 der Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt. Für das ZZL wurde eine eigene Gefährdungszone definiert. Eine Warnung der ganzen Zone 1 Beznau/Leibstadt im Sinne des Raschen Alarmsystems der Bevölkerung in der Umgebung der Kernkraftwerke (RABE) aufgrund von Notfällen im ZZL wird nicht in Betracht gezogen. Hingegen ist die Orientierung der Gemeinden und die Alarmierung der Bevölkerung in der speziellen Gefährdungszone im Bedarfsfall vorgesehen.

Die Alarmierung der HSK erfolgt gemäss der Richtlinie HSK-R-15.

Die Einsatzbereitschaft der Notfallorganisation wird durch jährliche Notfallübungen gewährleistet.

#### Beurteilung der HSK

Im Gutachten der HSK zum Baubewilligungsgesuch [HSK95a] werden die wesentlichen Anforderungen an die Notfallvorsorge (intern und extern) genannt. Diese Aussagen, insbesondere die spezielle Gefährdungszone des ZZL, behalten ihre Gültigkeit. Die Gefährdungszone besteht aus den Gemeinden:

- Würenlingen (inkl. Stationsgebiet)
- Villigen
- Stilli
- Böttstein (ohne Ortsteil Kleindöttingen).

Die Definition der Notfallarten entsprechen den Anforderungen der HSK und sind geeignet, eine zielgerichtete Notfallbekämpfung zu ermöglichen.

Die Genehmigung der Notfalldokumentation durch die HSK ist eine Voraussetzung für die Betriebsfreigabe. In Ergänzung zum Gutachten zum Baubewilligungsgesuch werden folgende Punkte präzisiert oder zusätzlich formuliert:

- Kriterien für die Auslösung einer Notfalllage sowie für die Meldungen gegenüber der HSK sowie zur NAZ sind in den Notfallanweisungen darzulegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ausserhalb der Arbeitszeit eine rasche, sachgerechte Beurteilung ebenfalls sichergestellt werden muss. Dazu sind die Regelungen bezüglich Pikettdienst aufzuzeigen.
- Notfallübungen: Neben den im Betrieb jährlich vorgesehenen Notfallübungen muss eine Notfallübung vor der Inbetriebnahme durchgeführt werden. Diese Übung soll insbesondere die korrekte Zusammenarbeit mit den extern involvierten Stellen (PSI, Feuerwehr Würenlingen, Wache Beznau) demonstrieren.
- Kommunikationsmittel: Die Übermittlungsmittel sollen häufiger getestet werden (nicht nur bei den Notfallübungen). Die ZWILAG hat der HSK dazu einen Testplan vor der aktiven Inbetriebnahme einzureichen.
- Ausbildung der Einsatzequipen: Neben der fachlichen Ausbildung der Einsatzequipen sind die externen Equipen (PSI, Gemeinde Würenlingen) vor Inbetriebnahme vor Ort auf die Besonderheiten der ZZL-Räumlichkeiten zu unterweisen.
- Information der Gemeindeorgane: Die Gemeinden der speziellen Gefährdungszone sollen in Absprache mit dem Kanton Aargau über die möglichen Gefahren durch das ZZL sowie über die Alarmierung im Ereignisfall vor Inbetriebnahme orientiert werden.
- Die Alarmierung der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) bei radiologischen Störfällen ist in Absprache mit der NAZ vor Inbetriebnahme zu regeln und in die entsprechenden Notfallanweisungen aufzunehmen.
- Nach Einreichung des Sicherheitsberichtes 1997 wurde das Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke [KOM98a] im März 1998 neu herausgegeben. Obwohl dieses Konzept primär für Kernkraftwerke erstellt wurde, ist es für den Betrieb vom ZZL sinngemäss anzuwenden. Hiernach ist für rasch ablaufende Störfälle die Information der genannten Gemeinden der Gefährdungszone und ihrer Bevölkerung in Zusammenarbeit mit dem Kanton Aargau sicherzustellen.

#### **Hinweis:**

Die Notfalldokumentation muss vor der Freigabe des aktiven Betriebs vorliegen. Die vorstehend aufgezählten Forderungen hinsichtlich der Notfallorganisation sind vor der aktiven Inbetriebnahme zu erfüllen.

## **7.4 Qualitätssicherung**

### Angaben des Gesuchstellers

Die ZWILAG ist dabei, ein Qualitätsmanagement-System (QMS) für die Betriebsphase bereitzustellen, welches den Anforderungen der IAEA [IAE96a] genügt. Um die Konformität mit diesen Anforderungen nachzuweisen, hat ZWILAG die Firma TÜV (Schweiz) AG in Thun beauftragt, ihr QMS gemäss den IAEA-Vorgaben zu überprüfen und zu auditieren. Es ist vorgesehen, dass ZWILAG den TÜV (Schweiz) AG zu periodischen Nachprüfungen einladen wird.



Die ZWILAG hat ferner die TÜV Consulting AG beauftragt, punktuell mit unterstützender Beratung bei der Entwicklung und Einführung des Systems mitzuwirken. Die TÜV (Schweiz) AG und die TÜV Consulting AG stehen unter dem Dach der gleichen Holding, sind jedoch juristisch und personell getrennte Firmen. Insbesondere bestätigt die TÜV (Schweiz) AG, dass jene Personen, welche die Audits bei ZWILAG durchführen werden, nicht in beratender Funktion für ZWILAG tätig sind.

Die ZWILAG hat der HSK für eine erste Beurteilung das "Reglement zum Qualitätsmanagement" [ZWI98c] zugestellt.

### Beurteilung der HSK

Die Bewilligung für den Bau und Betrieb des ZZL [BUN96a] enthält die folgende Auflage (Auflage 3.16): "Das Qualitätssicherungssystem des ZZL für den Betrieb muss den Anforderungen eines der heute üblichen QS-Systeme genügen. Sämtliche Tätigkeiten mit einer nukleartechnischen bzw. einer strahlenschutztechnischen Bedeutung müssen von diesem System abgedeckt werden".

Die HSK hat das Reglement zum Qualitätsmanagement überprüft. Die Aufteilung der Prozesse ist sinnvoll und kann auch die formalen Forderungen (Management, Betriebsprozesse, Unterstützungsprozesse) heutiger Qualitätsmanagement-Systeme erfüllen. Die Technischen Betriebsprozesse lassen absehen, dass die für die HSK relevanten Arbeitsbereiche abgedeckt und zweckmässig aufgegliedert sind. Eine formelle Überprüfung des Systems wird der TÜV (Schweiz) AG vornehmen, auf dessen Angaben sich die HSK bei der abschliessenden Beurteilung vor der aktiven Inbetriebnahme abstützen wird.

Die ZWILAG beabsichtigt, die Betriebsfreigaben für einzelne Einrichtungen des ZZL sequentiell zu beantragen. Entsprechend wird nicht davon ausgegangen, dass das gesamte QMS auf einmal erstellt wird, sondern etappenweise, je nach Realisierung der verschiedenen Arbeitsbereiche. Die HSK wird Freigaben für diese einzelnen Arbeitsbereiche dann erteilen, wenn das QMS für den Bereich und die zugehörigen Schnittstellen vorliegt und ein entsprechendes Audit durch den TÜV (Schweiz) AG keine wesentlichen Beanstandungen aufweist. Zudem muss für die übergreifenden und unterstützenden Prozesse, wie das Management, den Strahlenschutz, die Instandhaltung, den Werkschutz und die Notfallvorsorge das QMS bereits vorliegen und durch TÜV (Schweiz) AG auditiert sein.

Während des Betriebs des ZZL sind wiederkehrende Audits des QMS gemäss [IAE96a] vorzusehen.

In der Tatsache, dass die TÜV (Schweiz) AG und die TÜV Consulting AG über eine Holding verknüpft sind, sieht die HSK keinen Grund, die Unabhängigkeit der Beurteilung durch die TÜV (Schweiz) AG anzuzweifeln. Die HSK wird die Auditresultate der TÜV (Schweiz) AG in ihre Beurteilung miteinbeziehen; sie wird jedoch unabhängig davon das System durch eigenes Personal und durch eigene Beobachtungen während der Audits überprüfen.

### **Auflage 11:**

Es müssen periodische Audits des Qualitätsmanagementsystems der ZWILAG durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Audits sind der HSK mitzuteilen.

## **8 AUFSICHT WÄHREND INBETRIEBSETZUNG UND BETRIEB**

### **8.1 Inbetriebsetzungsverfahren**

#### Angaben des Gesuchstellers

Die Inbetriebsetzung der Anlagen erfolgt nach einem Inbetriebsetzungsprogramm, das die folgenden vier Phasen hat:

- Phase I Montage- und Komponentenprüfung
- Phase II Funktionsprüfungen
- Phase III Integrierte Funktionsprüfungen und inaktive Inbetriebsetzung
- Phase IV Aktive Inbetriebsetzung und Übernahme.

Die Voraussetzungen und Ziele der einzelnen Inbetriebsetzungsphasen werden im Sicherheitsbericht und im Inbetriebsetzungsprogramm [ZWI97n] beschrieben. Die Phasen I und II gelten einzelnen Komponenten und Systemen, während in der Phase III ein inaktiver Probetrieb der Gesamtanlage stattfindet. Bei diesem Probetrieb soll der Nachweis erbracht werden, dass die Anlage gemäss ihren technischen Spezifikationen betrieben werden kann. Hierbei wird auch der Nachweis der Einhaltung der konventionellen Abgas- und Abwassergrenzwerte geführt. Die provisorischen Reglemente, Weisungen und Betriebsvorschriften werden in dieser Phase implementiert und angewendet. Das gilt auch für den operationellen Strahlenschutz. Die Phase III wird mit einem Bericht abgeschlossen, welcher der HSK zusammen mit dem Antrag auf Freigabe der Phase IV vorgelegt wird. In diesem Bericht wird auch auf die Dauer der potentiellen Strahlenexposition eingegangen und allfällige Optimierungen beschrieben.

In der Phase IV findet die Übergabe der Anlage vom Generalunternehmer an die ZWILAG statt. Der aktive Probetrieb der Gesamtanlage dient der Demonstration des bestimmungsgemässen Betriebs der Anlage sowie der Funktionstüchtigkeit aller Schutzsysteme. Die ZWILAG beabsichtigt, die Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung systemweise gestaffelt zu beantragen. Es ist vorgesehen, den eigentlichen Betrieb mit sehr schwach aktiven Abfällen zu beginnen und den Radioaktivitätsgehalt mit steigender Erfahrung und Anlagenbewährung zu steigern.

#### Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen das in den Gesuchsunterlagen beschriebene Vorgehen zur Inbetriebnahme keine Einwände. Die Bewilligung der inaktiven Inbetriebsetzung wurde mit der Baubewilligung erteilt. Für die aktive Inbetriebsetzung (Phase IV) ist eine Freigabe der HSK erforderlich, wobei die aktive Inbetriebsetzung nach Arbeitsbereichen gestaffelt freigegeben werden kann. Der mit dem Freigabeantrag eingereichte Abschlussbericht über die Phase III muss auch einen Vergleich der Soll- und Ist-Werte der Dauer der potentiellen Strahlenexposition enthalten.

Der Betrieb der Anlagen bedarf einer weiteren Freigabe der HSK. Voraussetzung für die Freigabe des Betriebs ist der Nachweis des richtigen Funktionierens aller sicherheits-

relevanten Systeme, der Bereitschaft der Betriebsmannschaft und der Vollständigkeit der Betriebsdokumentation. Ebenfalls müssen die in diesem Gutachten formulierten Auflagen und Hinweise befolgt worden sein, soweit sie auf den Zeitpunkt der inaktiven oder aktiven Inbetriebnahme terminiert sind. Die Programme der Prüfungen zur inaktiven Inbetriebnahme der in die Sicherheitsklasse 4 eingeteilten Systeme und Komponenten sowie der Systeme der Kategorie A im Montagefreigabeverfahren müssen der HSK rechtzeitig im Voraus mitgeteilt werden, um eine Teilnahme von Experten der HSK an den Prüfungen zu ermöglichen.

Die Ofenanlage ist eine Erstanlage. Diesem Umstand muss während der Inbetriebsetzung Rechnung getragen werden: Nebst der technischen Optimierung der Anlage muss während der inaktiven Inbetriebsetzung auch auf die vorgesehene strahlenschutztechnische Optimierung der Arbeitsabläufe und -verfahren, zum Beispiel beim Brennerwechsel, sowie auf die bedarfsweise Ergänzung der Arbeitsanweisungen, grosses Gewicht gelegt werden. Die aktive Inbetriebsetzung muss mit radiologischen Aufzeichnungen und Überwachungsprogrammen zur Erfahrungsgewinnung verknüpft werden.

Bei Erfüllung der nachfolgenden Auflagen und Beachtung des Hinweises können nach Ansicht der HSK die Abfallbehandlungsanlagen aus der Sicht der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes sicher betrieben werden.

#### **Auflage 1:**

Für die aktive Inbetriebsetzung der Systeme der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie für den Betrieb der Anlagen sind je separate Freigaben der HSK einzuholen.

#### **Auflage 9:**

Im Rahmen der aktiven Inbetriebsetzung ist eine Erfassung der radiologischen Situation in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, in und an ihren Komponenten und den zugehörigen Hilfssystemen vorzunehmen. Diese Erfassung muss mindestens die Ortsdosisleistungen und die Oberflächen- und Luftkontaminationen enthalten. Vor der aktiven Inbetriebsetzung ist der HSK ein Programm für diese Erfassung einzureichen.

#### **Hinweis:**

Im Rahmen der inaktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage sind Verfahrensabläufe, Handgriffe und Manipulationen an Komponenten, die später kontaminiert oder strahlend sein können (z. B. Brennerwechsel), an den betroffenen Komponenten zu üben und zu optimieren.

## **8.2 Aufsicht im Betrieb**

Die Aufsicht während des Betriebs des ZZL erfolgt gemäss der Richtlinie HSK-R-30 [HSK92b]. Dabei steht die Beurteilung des Betriebs und des Anlagezustandes anhand der Berichterstattung des Betreibers, der Ergebnisse der durchgeführten Inspektionen, der Kontrolle der Betriebsdokumentation und der Aufsicht während Instandhaltungsarbeiten im

Vordergrund. Die Berichterstattung richtet sich nach den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-15. Diese für Kernkraftwerke geltende Richtlinie ist für das ZZL sinngemäss anzuwenden. Die HSK wird vor der Aufnahme des aktiven Betriebs die Erfordernisse und insbesondere die Häufigkeit der regelmässigen Berichterstattung präzisieren. Die Berichterstattung muss auch die radiologischen Inventare der Aus- und Eingangslager erfassen. Die Produktion von Abfallgebinden erfordert eine Freigabe nach der Richtlinie HSK-R-14 (siehe Auflage 5 im Kap. 5.3.2). Voraussetzung hierfür ist die Verfahrensqualifikation unter anderem durch Typenprüfung der Abfallgebinde, wobei insbesondere die Qualität des Abfallproduktes und das Dokumentationssystem der Gebinde geprüft wird. Eine Endlagerfähigkeitsbescheinigung der Nagra muss vorgelegt werden.

**Auflage 10:**

Während des Betriebs des ZZL ist der HSK entsprechend der Richtlinie HSK-R-15 regelmässig Bericht zu erstatten. Dabei ist auch über die radiologischen Inventare der Aus- und Eingangslager Auskunft zu geben. Die HSK legt die Häufigkeit der regelmässigen Berichterstattung fest.

## **9 ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG**

Die ZWILAG hat am 15. Dezember 1997 ein Gesuch um die Betriebsbewilligung für die Konditionierungsanlage und die Verbrennungs- und Schmelzanlage des ZZL an den Bundesrat gerichtet. Für das Gesamtprojekt wurde am 23. Juni 1993 die Rahmenbewilligung erteilt. Der Bau der Gesamtanlage sowie der Betrieb der Lagerhallen mit Eingangsbereich, der Heissen Zelle und der Umladestation wurden mit dem Bundesratsentscheid vom 21. August 1996 bewilligt.

Die HSK hat die Gesuchsunterlagen und ergänzende Stellungnahmen der ZWILAG im Hinblick auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz geprüft. Sie hat auch die Erfüllung der Auflagen, die mit den früheren Bewilligungen verknüpft waren, überprüft. Die Ergebnisse der Prüfungen sind im vorliegendem Gutachten festgehalten.

Das Gutachten kommt generell zu einem positiven Urteil. Die seit dem Bauverfahren gemachten Projektanpassungen haben zu Verbesserungen der Anlage bezüglich Strahlenschutz und Behandlung der Eigenabfälle geführt (Kap. 4). Die Forderungen der HSK aus der Begutachtung in den früheren Bewilligungsverfahren (Rahmenbewilligung und Baubewilligung) sind vom Gesuchsteller berücksichtigt worden. Die Auflagen der früheren Bewilligungen wurden erfüllt, soweit sie bis zum heutigen Projektstand zu erfüllen sind (Kap. 3).

Das vorliegende Gutachten enthält zahlreiche Anmerkungen und Forderungen, deren Berücksichtigung die HSK als notwendig erachtet. Die wichtigsten dieser Anmerkungen werden als besondere Hinweise im Text des Gutachtens hervorgehoben, sofern sie nicht als Vorschläge für Auflagen der Bewilligung erscheinen. Die Form des Hinweises wurde im Allgemeinen dann gewählt, wenn die Erfüllung der Forderung im Rahmen eines Freigabeverfahrens durch die HSK sichergestellt werden kann. Zahlreiche Hinweise informieren den Gesuchsteller über Fragestellungen, zu denen die HSK in Laufe des Inbetriebsetzungsverfahrens ausführlichere Informationen erhalten oder wo sie Prüfungen und Demonstrationen beiwohnen will. Weitere Hinweise betreffen die Anforderungen an die Betriebsdokumentation. Eine Ergänzung der Berechnung der Immissionen aus dem Normalbetrieb wird als notwendig erachtet (siehe Kap. 5.5.2). Die Hinweise sind am Schluss dieses Kapitels zusammengestellt.

Aufgrund ihrer Begutachtung kommt die HSK zum Schluss, dass die Voraussetzungen für den sicheren Betrieb der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage gegeben sind, sofern die Bemerkungen und Hinweise im Gutachten befolgt und die nachfolgend aufgezählten Auflagen erfüllt werden.

**Die HSK empfiehlt die Erteilung der Betriebsbewilligung mit den folgenden Auflagen:**

**Auflage 1:**

Für die aktive Inbetriebsetzung der Systeme der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie für den Betrieb der Anlagen sind je separate Freigaben der HSK einzuholen (Kap. 8.1).

**Auflage 2:**

Der Gesuchsteller hat vor der Betriebsfreigabe der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage den QS-Bericht Bautechnik mit der Zusammenfassung und der Beurteilung der Materialprüfungen der HSK einzureichen (Kap. 4.2.4).

**Auflage 3:**

Für die Gebäude der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist eine Alterungsüberwachung durchzuführen. Der QS-Bericht Bautechnik und die Schlussabnahme der Gebäude sind so zu gestalten, dass sie die Basisinspektion für die Alterungsüberwachung einschliessen (Kap. 4.2.4).

**Auflage 4:**

Der Gesuchsteller muss sich durch periodische Audits bei seinen Abfalllieferanten davon überzeugen, dass deren QS-Systeme geeignet sind, um ausreichende und korrekte Deklaration der angelieferten Abfälle sicherzustellen. Dabei ist auch auf das Vorhandensein von gefährlichen Stoffen zu achten. Die Ergebnisse der Audits sind der HSK mitzuteilen (Kap. 5.3.2, Kap. 5.4.2).

**Auflage 5:**

Für die Herstellung von Abfallgebinden muss eine Freigabe des Abfallgebindetyps oder eine Einzelfreigabe nach der Richtlinie HSK-R-14 vom Gesuchsteller eingeholt werden (Kap. 5.3.2, Kap. 5.4.4, Kap. 8.2).

**Auflage 6:**

Der Gesuchsteller hat mittels administrativer Massnahmen dafür zu sorgen, dass die Inventare der Hochregallager die in der Störfallanalyse vorausgesetzten Werte nicht überschreiten. Wenn der Gesuchsteller die Inventare erhöhen will, muss er der HSK die Einhaltung des Schutzziels durch eine erneute Störfallanalyse nachweisen (Kap. 6.2.2).

**Auflage 7:**

Für die Handhabung von Abfallfässern, deren Inventar durch die Störfallanalysen nicht abgedeckt ist, braucht es eine Freigabe der HSK (Kap. 6.3.2, Kap. 6.3.3).

**Auflage 8:**

Der Gesuchsteller hat vor der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage eine vertiefte Begründung für die in den Störfallanalysen bei einem Versagen der Rauchgasleitung angenommene Rückhaltung im Gebäude V zu geben und während des Probetriebs die in den Störfallanalysen verwendeten Rückhaltefaktoren für den Ofen und den Quench zu demonstrieren (Kap. 6.4.3, Kap. 6.4.4, Kap. 6.4.7).

#### **Auflage 9:**

Im Rahmen der aktiven Inbetriebsetzung ist eine Erfassung der radiologischen Situation in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, in und an ihren Komponenten und den zugehörigen Hilfssystemen vorzunehmen. Diese Erfassung muss mindestens die Ortsdosisleistungen und die Oberflächen- und Luftkontaminationen enthalten. Vor der aktiven Inbetriebsetzung ist der HSK ein Programm für die Erfassung einzureichen (Kap. 8.1).

#### **Auflage 10:**

Während des Betriebs des ZZL ist der HSK entsprechend der Richtlinie HSK-R-15 regelmässig Bericht zu erstatten. Dabei ist auch über die radiologischen Inventare der Aus- und Eingangslager Auskunft zu geben. Die HSK legt die Häufigkeit der regelmässigen Berichterstattung fest (Kap. 8.2).

#### **Auflage 11:**

Es müssen periodische Audits des Qualitätsmanagementsystems der ZWILAG durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Audits sind der HSK mitzuteilen (Kap. 7.4).

#### **Zusammenstellung der Hinweise**

- Das Alterungsüberwachungsprogramm für die Gebäude der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist nach der Vorgabe im GSKL-Dokument „Alterungsüberwachung in Kernkraftwerken der Schweiz, Leitfaden für Bautechnik-Steckbriefe“ [GSK97a] abzuwickeln. Die ausgefüllten Steckbriefe sind der HSK anlässlich der fünf Jahre nach Inbetriebnahme fälligen Zwischeninspektion einzureichen (S. 24).
- Die Funktion sowie auch die besonders relevanten, vorstehend (im Kap. 4.5.1 bzw. 4.5.2) im Detail erläuterten Eigenschaften der Lüftungsanlagen wie die Luftführung und die Unterdrücke, das automatische Schliessen der Lüftungsklappen, die Beherrschung von Betriebsstörungen, die Überwachung des Zustandes der Abluftfilter und die Überwachung der Druckverhältnisse im Rekuperativ-Wärmetauscher müssen im Rahmen der Inbetriebsetzungsprüfungen nachgewiesen werden. Die Betriebsvorschriften müssen Anweisungen enthalten, wie vorzugehen ist, wenn trotz Drosselung der Fortluftmenge eine Überschreitung der Abgabelimiten als möglich erscheint. (S. 31 und S. 34).
- Die Alarmschwellen der Aerosol- und Fortluftüberwachungsanlagen müssen zum Zeitpunkt der aktiven Inbetriebsetzung in den entsprechenden Dokumenten (Betriebshandbuch) festgehalten und an den Geräten eingestellt sein (S. 34).
- Die Betriebsvorschriften müssen klarstellen, dass alle Anlagenteile innerhalb der kontrollierten Zone nach einem Totalausfall der Lüftung erst nach Freigabe durch eine Strahlenschutzfachkraft betreten werden dürfen (S. 34).
- Vor der Betriebsfreigabe ist der HSK ein Konzept vorzulegen, wie die Entqualmung der vom Brand betroffenen Räume über die Filteranlagen der Abluft durchgeführt werden soll (S. 36).

- Die an der Löschwasserversorgung notwendigen Funktionstests und Wasserleistungsmessungen sind vor der aktiven Inbetriebnahme der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage unter Anwesenheit des HSK-Experten vorzunehmen (S. 37).
- Die HSK wird sich vor der Betriebsfreigabe von der Zweckmässigkeit der Annahmebedingungen für Abfallgebinde und der mit der Annahme im Zusammenhang stehenden Verfahrensvorschriften überzeugen (S. 41 und S. 47).
- Die HSK wird während des inaktiven Probetriebs überprüfen, ob das vorgeschlagene neue Verschlussystem der Abgussöffnung des Drehherdes die erwartete Zuverlässigkeit aufweist (S. 48).
- Vor der Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist der HSK nachzuweisen, dass die Beschickungseinrichtung für flüssige Abfälle zweckmässig ausgeführt und bezüglich der Strahlenschutzaspekte optimiert ist (S. 49).
- Während des inaktiven Probetriebs hat die ZWILAG durch Versuche der HSK das Ausbleiben von unzulässigen Druckstössen beim Verbrennen flüssiger Abfälle nachzuweisen (S. 49).
- Bei Verglasungsanlagen für hochaktive Abfälle wird die Bildung von Glasfäden an der Ausgussöffnung beobachtet. Der Gesuchsteller hat anlässlich der Inaktivversuche zu zeigen, dass dieses Problem mit der gewählten Schmelzenzusammensetzung und den zu schmelzenden Abfällen nicht auftritt (S. 50).
- Die Betriebsvorschriften müssen sicherstellen, dass bei unzulässigen Schadstoffkonzentrationen im Abgas der Verbrennungs- und Schmelzanlage geeignete Gegenmassnahmen eingeleitet werden (S. 53).
- Gegenüber dem ursprünglichen Projekt hat die ZWILAG auf eine grössere Anzahl fest installierter Aerosolmonitore zugunsten mobiler Geräte verzichtet. Dies bedingt, dass der Einsatz der mobilen Geräte in Arbeitsvorschriften geregelt werden muss (siehe auch Hinweis im Kap 5.3.1) (S. 57).
- Der Gesuchsteller sieht bei der Sortierbox der Konditionierungsanlage keine Raumluftüberwachung auf Tritium vor. Die HSK behält sich vor, aufgrund der QS-Programme der Abfalllieferanten und erster Betriebserfahrungen eine solche Überwachung nachzufordern (S. 57).
- Zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen bei bestimmten Betriebszuständen erachtet die HSK den Betrieb von Hand- und Fussmonitoren als notwendig. Die ZWILAG muss vor der aktiven Inbetriebnahme den Einsatz dieser Monitore regeln (S. 57).
- Die HSK wird sich vor der aktiven Inbetriebnahme der Anlagen von der Funktionstüchtigkeit aller Messgeräte für die Raumüberwachung und den operationellen Strahlenschutz überzeugen. Bei Probenahmeleitungen gehören dazu die Beurteilung der Messgutverluste und der Repräsentativität der Messorte (S. 57).
- Vor der Freigabe der aktiven Inbetriebnahme muss ZWILAG den Nachweis erbringen, dass die Triagemessung mit dem Quickcounter zur Erfassung der für die Inkorporation dosisrelevanten Nuklide geeignet ist (Art 9 und 35 des Entwurfes zur Dosimetrieverordnung) (S. 58).



- Zur Zeit der Fertigstellung des Gutachtens sind die Einrichtungen der Garderobe noch nicht installiert. Sie werden vor der Freigabe für den aktiven Betrieb von der HSK überprüft (S. 62).
- Im Betriebsfreigabeverfahren sind der HSK die geforderten Informationen zu den Aufstellungsorten und dem Einsatz der mobilen Atemschutzgeräte zu geben. Ebenso sind Anweisungen zum Einsatz mobiler Messgeräte vorzulegen (S. 64).
- Der Gesuchsteller hat im Rahmen der QS-Prüfung bei den Abfalllieferanten darauf hinzuwirken, dass für Harze und Schlämme Verpackungen vorgesehen werden, die in der Harze- und Schlämme-Box leicht zu entfernen sind (S. 68).
- Die HSK wird sich während der inaktiven Inbetriebnahme der  $\beta/\gamma$ -Box der Konditionierungsanlage davon überzeugen, dass ein Bediener in der Abschirmkabine mit den Manipulatoren Abfälle sicher dekontaminieren bzw. zerlegen kann (S. 71).
- Vor der aktiven Inbetriebsetzung der  $\beta/\gamma$ -Box ist vom Gesuchsteller das Verfahren zum Zementieren der 16-t-Container zu demonstrieren, einschliesslich der Optimierung der Arbeitsvorgänge. Der HSK ist nachzuweisen, dass bei der Zementierung in Containern mit einer geeigneten Zementmischung oder durch Vibration eine homogene Verfüllung erreicht werden kann (S. 71).
- Die HSK wird sich vor der Freigabe der aktiven Inbetriebsetzung der Ofenanlage vergewissern, dass ein Konzept für die Reparatur des Drehherdlagers bei vollem Drehherd vorliegt. Sie empfiehlt dem Gesuchsteller zur Vermeidung des Lagerausfalls bei vollem Drehherd eine präventive Instandhaltung des Drehherdlagers vorzusehen (S. 89).
- Das Vorgehen bei Störungen der Transport- und Lagereinrichtungen der Verbrennungs- und Schmelzanlage, wo ein Abfallfass sich noch im Transportwagen oder Bediengerät befindet, muss der HSK vor der aktiven Inbetriebnahme demonstriert werden (S. 89).
- Vor Beginn der aktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage müssen Geräte und Ausrüstungen für den Einsatz von Personal in fremdbelüfteten Schutzanzügen bereitstehen (S. 89).
- Die HSK hat den Gesuchsteller aufgefordert, seine Berechnungen der Dosis in der Umgebung unter Berücksichtigung der (im Kap. 5.5.2) erwähnten Hinweise der Richtlinie HSK-R-41 zu wiederholen und für die einzelnen Abgabestellen eine anlagespezifische Limitierung vorzuschlagen. Die HSK wird diese Angaben im Hinblick auf die Betriebsfreigabe prüfen (S. 92).
- Der Gesuchsteller muss die Entwicklung im Flugverkehr verfolgen, um auf eine allfällige signifikante Änderung des für das ZZL heute sehr geringen Risikos reagieren zu können (S. 101).
- Das Notfallreglement ist gegen die aktuelle Version des Betriebsreglements abzugrenzen und entsprechend neu zu formulieren. Diese neue Version ist der HSK vor der aktiven Inbetriebnahme zwecks Freigabe zuzustellen (S. 124).
- Die Betriebsvorschriften sind vor der Inbetriebnahme zu erstellen (S.124).

- Die Anforderungen an die Ausbildung des Bedienungspersonals sind schriftlich festzuhalten. Das Erreichen der Ausbildungsziele muss individuell nachgewiesen werden und ist nachvollziehbar zu begründen (S. 125).
- Die Notfalldokumentation muss vor der Freigabe des aktiven Betriebs vorliegen. Die vorstehend (im Kap. 7.3) aufgezählten Forderungen hinsichtlich der Notfallorganisation sind vor der aktiven Inbetriebnahme zu erfüllen (S. 127).
- Im Rahmen der inaktiven Inbetriebsetzung der Verbrennungs- und Schmelzanlage sind Verfahrensabläufe, Handgriffe und Manipulationen an Komponenten, die später kontaminiert oder strahlend sein können (z. B. Brennerwechsel), an den betroffenen Komponenten zu üben und zu optimieren (S. 130).

Würenlingen, den 30. August 1999

HAUPTABTEILUNG FÜR DIE  
SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

W. Jeschki  
Stellvertretender Direktor

Dr. J. Vigfusson  
Projektleiter der Begutachtung

## REFERENZEN

- BRD94a Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR, Bundesanzeiger Nr. 245a (31. Dezember 1983) und Neufassung des Kapitels 4, Bundesanzeiger Nr. 222a (26. November 1994)
- BUN85a Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985, SR 814.318.142.1
- BUN91a Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) vom 24. Januar 1991, SR 814.20
- BUN93a Botschaft des Bundesrates über die Genehmigung der Rahmenbewilligung des Bundesrates für das Zentrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle in Würenlingen und über die Gewährung eines Verpflichtungskredites für die finanzielle Beteiligung des Bundes vom 23. Juni 1993
- BUN96a Bewilligung des Bundesrates für den Bau und Betrieb der Lagergebäude einschliesslich Empfangsbereich, der heissen Zelle sowie der Umladestation Schiene/Strasse, und für den Bau der Konditionierungsanlage sowie der Verbrennungs- und Schmelzanlage (inkl. nichtnukleare Inbetriebnahme) vom 21. August 1996
- EDI96a Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle, SR 814.557 (8. Juli 1996)
- EDI98a Verordnung über die Dosimetrie (Dosimetrieverordnung) (Entwurf August 1998)
- EDI98b Verordnung über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung), SR 814.501.261 (15. September 1998)
- GSK97a Alterungsüberwachung in Kernkraftwerken der Schweiz, Leitfaden für Bautechnik-Steckbriefe, Rev. 01, GSKL-FT Bautechnik (19. 11. 1997)
- GUB91a R. Gubler, DOSE: Ein PC-Programm zur Dosisberechnung bei Submersion und für chronische Belastungspfade nach dem Wolkendurchzug, Version 1.0 (Mai 1991)
- HSK76a Sicherheit der Bauwerke für Kernanlagen, Prüfverfahren des Bundes für die Bauausführung, HSK Richtlinie HSK-R-08 (Mai 1976)
- HSK80a Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken, HSK Richtlinie HSK-R-11 (Mai 1980)
- HSK85a Sicherheitstechnische Klassierung, Klassengrenzen und Bauvorschriften für Ausrüstungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, HSK Richtlinie HSK-R-06 (Mai 1985)
- HSK88a Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle, HSK Richtlinie HSK-R-14 (Dezember 1988)

- HSK90a Anerkennung von Kursen für Strahlenschutz-Kontrolleure und -Chefkontrolleure; Prüfungsordnung, HSK Richtlinie HSK-R-37 (Mai 1990)
- HSK90b Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, mechanische Ausrüstungen, HSK Richtlinie HSK-R-05 (Oktober 1990)
- HSK90c Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, Projektierung von Bauwerken, HSK Richtlinie HSK-R-04 (Dezember 1990)
- HSK92a Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Gutachten zum Gesuch der ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG um eine Rahmenbewilligung für ein Zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle in Würenlingen, Bericht HSK 27/05 (März 1992)
- HSK92b Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen, HSK Richtlinie HSK-R-30 (Juli 1992)
- HSK95a HSK: Gutachten zum Gesuch der ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG um die Erteilung der Bewilligung für Bau und Betrieb des Zentralen Zwischenlagers für radioaktive Abfälle, HSK 27/12 & KSA 27/48 (Dezember 1995)
- HSK95b Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes, HSK Richtlinie HSK-R-07 (Juni 1995)
- HSK96a HSK, Geplante Neuformulierung der Richtlinie HSK-R-14, Schreiben an die ZWILAG, 19.02.1996
- HSK96b Aufsichtsverfahren bei Bau und Änderungen von Kernkraftwerken, Systemtechnik, HSK Richtlinie HSK-R-35 (Mai 1996)
- HSK96c Berichterstattung über den Betrieb von Kernkraftwerken, HSK Richtlinie HSK-R-15 (August 1996)
- HSK97a Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, HSK Richtlinie HSK-R-41 (Juli 1997)
- HSK97b Erfassung und Meldung der Dosen des Strahlenexponierten Personals der Kernanlagen und des Paul Scherrer Instituts, HSK Richtlinie HSK-R-12 (Oktober 1997)
- HSK98a Periodische Prüfung von Strahlenmessgeräten, HSK Richtlinie HSK-R-47 (Entwurf Oktober 1998)
- HSK98b Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus dem Paul Scherrer Institut (PSI) in Würenlingen und Villigen, HSK-Bewilligung 6/97 (Januar 1998)
- IAE96a Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations, IAEA Safety Series 50-C/SG-Q (1996)
- ICR90a 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP-60, Pergamon Press 1990
- JON80a J. A. Jones, ESCLOUD: A Computer Program to Calculate the Air Concentration, Deposition Rate and External Dose Rate from a Continuous Discharge of Radioactive Material to Atmosphere, NRPB-R101 (March 1980)

- KOC81a D. C. Kocher, Dose-Rate Conversion Factors for External Exposure to Photons and Electrons, NUREG/CR-1918 (July 1981)
- KOM98a KOMAC: Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke, (März 1998)
- KSA92a KSA: Stellungnahme zum Gesuch der Zwischenlager Würenlingen AG um Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen, KSA 27/24 (März 1992)
- KSA96a KSA: Stellungnahme zum Gesuch der Zwischenlager Würenlingen AG um Bewilligung für den Bau und den Betrieb eines Zwischenlagers für radioaktive Abfälle in Würenlingen, KSA 27/66 (Januar 1996)
- ROH81a F. Rohloff, E. Brunen, LIGA 2: Ein verbessertes Rechenprogramm zur Berechnung der lokalen individuellen Gammasubmersionsdosis durch Abluft-fahren aus kerntechnischen Anlagen, KFA Jül-1736 (August 1981)
- SIF99a Sicherheitsinstitut: ZWILAG, Begutachtung Brandschutz, TP 2, Konditionierungsanlage, Schweizerisches Institut zur Förderung der Sicherheit (Mai 1999)
- ZWI94a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Sicherheitsbericht zum Gesuch um Erteilung der nuklearen Bau- und Betriebsbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen. Band I: Allgemeiner Teil Rev. B (September 1994)
- ZWI97a FSAR Band I, Allgemeiner Teil (15.12.1997)
- ZWI97b FSAR Band III, Konditionierungsanlage (15.12.1997)
- ZWI97c FSAR Band IV, Verbrennungs- und Schmelzanlage (15.12.1997)
- ZWI97d Ergänzungsbericht zum FSAR Band III, Ermittlung der Strahlenexposition in der Umgebung im Normalbetrieb und bei Störfällen, ZWI 4290/D001-Rev.1 (15.12.1997)
- ZWI97e Ergänzungsbericht zum FSAR Band III, Ermittlung der Strahlenexposition des Betriebspersonals im Normalbetrieb und bei Störfällen, ZWI 4290/D002 (15.12.1997)
- ZWI97f Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Ermittlung der radiologisch bedingten Kapazitätsgrenzen der Konditionierungsanlage, ZWI 4290/D003 (15.12.1997)
- ZWI97g Ergänzungsbericht zum FSAR Band IV, Strahlenexposition in der Umgebung, ZWI 5390/D001-Rev.1 (15.12.1997)
- ZWI97h Ergänzungsbericht zum FSAR Band IV, Ermittlung der Strahlenexposition des Personals im Normalbetrieb und bei Störfällen ZWI 5390/D002 (15.12.1997)
- ZWI97i Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Erhöhung des Aktivitäts- und Chlorgehaltes in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, ZWI 5390/D003 (15.12.1997)
- ZWI97j Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Betriebsreglement, ZWI 2604/D001

- ZWI97k Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Notfallreglement, ZWI 2604/D002
- ZWI97ℓ Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Strahlenschutzreglement, ZWI 2604/D003
- ZWI97m Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Erstellen von Betriebsvorschriften (Administrative Weisung), ZWI 2604/D004 (28.11.1997)
- ZWI97n Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Inbetriebsetzungsprogramm für Anlagen mit Generalplaner (Administrative Weisung), ZWI 2715/D027 (15.12.1997)
- ZWI97o Zusatzbericht zum Gesuch um Betriebsbewilligung vom 15.12.1997, Provisorische Betriebsdokumente: Programm zu Aufbau und Implementierung des betrieblichen QM-Systems der ZWILAG (Technischer Bericht), ZWI 2730/D007 (29.11.1997)
- ZWI98a ZWILAG, Unternehmensleitbild, Revision 0, ZWI 2604/D012 (15.12.1998)
- ZWI98b ZWILAG, Betriebsreglement, Revision 0, ZWI 2604/D001 (15.12.1998)
- ZWI98c ZWILAG, Reglement zum Qualitätsmanagement, Revision 0, ZWI 2604/D013 (15.12.1998)
- ZWI98d ZWILAG, Provisorische Abfallannahmebedingungen für die Behandlungsanlagen (Technischer Bericht), Revision 0, ZWI 4440/D003 (12.07.1998)
- ZWI98e ZWILAG, Provisorische Annahmebedingungen und Behandlung von MIF-Abfällen (Technischer Bericht), Revision 0, ZWI2605/D006 (03.07.1998)
- ZWI99a FSAR, Band 2, Zwischenlagergebäude (31.03.1999)

## ABKÜRZUNGEN

ALARA	As low as reasonably achievable
Atg	Atomgesetz (Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie), SR 732.0 vom 23. Dezember 1959
BBAAtG	Bundesbeschluss zum Atomgesetz vom 06. Oktober 1978
BE	Brennelement
GSKL	Gruppe der schweizerischen Kernkraftwerksleiter
HEPA-Filter	High Efficiency Particulate Air Filter
HAA	Verglaster hochaktiver Abfall
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ISRA	Informationssystem für radioaktive Abfälle
KIGA	Kantonales Industrie-, Gewerbe- und Arbeitsamt des Kantons Aargau
KSA	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss (Deutschland)
PSI	Paul Scherrer Institut
QMS	Qualitätsmanagement-System
QS	Qualitätssicherung
MAA	Mittelaktiver Abfall
MADUK	Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung von Kernkraftwerken
SAA	Schwachaktiver Abfall
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein
SSVO	(Alte) Strahlenschutzverordnung, SR 814.50 vom 30. Juni 1976
StSG	Strahlenschutzgesetz, SR 814.50 vom 22. März 1991
StSV	Strahlenschutzverordnung, SR 814.501 vom 22. Juni 1994
TLD	Thermolumineszenz-Dosimeter
TÜV	Technischer Überwachungsverein
TV	Television, Fernsehen
ÜSP	Übergeordnetes Störungsmelde- und Protokolliertsystem
USV	Unterbrechungslose Stromversorgung

VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG
ZZL	Zentrales Zwischenlager Würenlingen