



GUTACHTEN

zum Gesuch der

ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG

**um Erteilung der Bewilligung für Bau und Betrieb des
Zentralen Zwischenlagers für radioaktive Abfälle**

Dezember 1995

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	5
1.1 Veranlassung	5
1.2 Technische Dokumentation	5
1.3 Beurteilungsgrundlagen	5
1.4 Aufbau des Gutachtens	6
2 KURZE BESCHREIBUNG DER ANLAGE	7
2.1 Einzulagernde und zu behandelnde Abfalltypen, Anlagekapazität	7
2.2 Umfang der projektierten Anlage und Anordnung der Gebäude	7
2.3 Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente	9
2.4 Lager für mittelaktive Abfälle	10
2.5 Heisse Zelle	10
2.6 Empfangsbereich	11
2.7 Lager für mittel- und schwachaktive Abfälle	11
2.8 Konditionierungsanlage	12
2.9 Verbrennungs- und Schmelzanlage	13
2.10 Umladestation	14
3 ERGEBNISSE DES RAHMENBEWILLIGUNGSVERFAHRENS	15
3.1 Bedeutung des Rahmenbewilligungsverfahrens	15
3.2 Ergebnisse der Prüfung des Rahmenbewilligungsgesuches durch die HSK	15
3.3 Entscheid des Bundesrates und Genehmigung der Bundesversammlung	17
4 KONFORMITÄT DES PROJEKTES MIT DER RAHMENBEWILLIGUNG	18
4.1 Konditionierung und Zwischenlagerung der Lucens-Abfälle	18
4.2 Erschliessung	19
4.3 Absturzhäufigkeit von zivilen Grossflugzeugen	20
4.4 Änderungen am Projekt seit dem Rahmenbewilligungsverfahren	21
4.5 Beitrag des Zentralen Zwischenlagers zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle in der Schweiz	22
5 AUFSICHTSVERFAHREN WÄHREND PROJEKTIERUNG, BAU UND BETRIEB	27
6 AUSLEGUNGSGRUNDLAGEN UND BEURTEILUNGSKRITERIEN	31
7 AUSLEGUNG DER SICHERHEITSTECHNISCH WICHTIGEN ANLAGETEILE	33
7.1 Standort und Auslegung der Bauten	33

7.1.1 Standort und Baugrund	33
7.1.2 Auslegungsbasis in Bezug auf äussere Einwirkungen	33
7.1.3 Auslegungsbasis im Hinblick auf Belastungen im Normalbetrieb und bei internen Störfällen	36
7.1.4 Bauvorschriften und Qualitätssicherung bei der Bauausführung	36
7.2 Bautechnik	37
7.3 Anlagentechnik	39
7.3.1 Elektrische Anlagen	39
7.3.2 Leittechnische Einrichtungen	41
7.3.3 Heiz- und Lüftungstechnik	43
7.3.4 Entwässerung und Schutz des Grundwassers	50
7.3.5 Behälterüberwachungssystem	51
7.3.6 Hebezeuge und Transporteinrichtungen	51
7.3.7 Brandschutz und Fluchtwege	52
7.3.8 Abfallbehandlungseinrichtungen	54
7.3.9 Verbrennungsofen und dazugehörige Hilfssysteme	56
7.3.10 Einrichtungen in der Heissen Zelle	58
8 BETRIEB DER ANLAGEN	60
8.1 Lagerung im HAA/BE-Lager	60
8.1.1 Ein- und Auslagerung	60
8.1.2 TL-Behälter	61
8.1.3 Wärmeabfuhr vom Lager	62
8.1.4 Unterkritikalität des Lagers	64
8.1.5 Integrität des Lagergutes	65
8.1.6 Lagerung der Lucens-Abfälle und von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager	67
8.2 Lagerung im MAA-Lager	68
8.2.1 Ein- und Auslagerung	68
8.2.2 Gasentwicklung im MAA-Lager	69
8.2.3 Wärmeentwicklung im Lager	69
8.3 Lagerung im MAA/SAA-Lager	71
8.3.1 Ein- und Auslagerung	71
8.3.2 Dauerbetrieb	72
8.4 Betrieb der Heissen Zelle	72
8.5 Betrieb der Konditionierungsanlage	73
8.5.1 Annahme, Transporte sowie Abgabe von Fässern und Gebinden	73
8.5.2 Handbediente und teilautomatisierte verfahrenstechnische Einrichtungen	74
8.5.3 Vollautomatisierte verfahrenstechnische Einrichtungen	75
8.6 Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage	76
8.6.1 Annahme, Transport sowie Abgabe von Fässern	76
8.6.2 Betrieb	76
8.6.3 Konditionierte und unkonditionierte Rückstände	78
9 STRAHLENSCHUTZ	79
9.1 Strahlenschutzmesstechnik	79
9.1.1 Generelle Anforderungen	79
9.1.2 Raumüberwachung und Messgeräte für den operationellen Strahlenschutz	80
9.1.3 Personendosimetrie	81
9.1.4 Abgabeüberwachung	82
9.1.5 Umgebungsüberwachung	84
9.2 Schutz des Personals	84

9.2.1 Übergeordnete Aspekte	84
9.2.2 Umladestation Schiene/Strasse	85
9.2.3 Zwischenlagergebäude	86
9.2.4 Konditionierungsanlage	86
9.2.5 Verbrennungs- und Schmelzanlage	88
9.2.6 Unterirdische Kanäle	90
9.3 Schutz der Umgebung im Normalbetrieb	90
9.3.1 Abgabelimiten	91
9.3.2 Direkt- und Streustrahlung	94
10 STÖRFÄLLE	96
10.1 Schutzziele	96
10.2 Annahmen zu den Freisetzen	97
10.3 Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung und Dosisberechnung	98
10.4 Durch Gasexplosionen und Strassentransporte verursachte Störfälle	102
10.5 Störfälle in der Umladestation	102
10.6 Störfälle in den Lagergebäuden	105
10.6.1 Einwirkungen von innen	105
10.6.2 Einwirkungen von aussen	111
10.6.3 Zusammenfassende Bewertung	116
10.7 Störfälle in der Konditionierungsanlage	116
10.7.1 Einwirkungen von innen	116
10.7.2 Einwirkungen von aussen	121
10.7.3 Zusammenfassende Bewertung	121
10.8 Störfälle in der Verbrennungs- und Schmelzanlage	122
10.8.1 Einwirkungen von innen	122
10.8.2 Einwirkungen von aussen	125
10.8.3 Zusammenfassende Bewertung	126
10.9 Folgerungen für den Notfallschutz	126
11 ORGANISATION UND PERSONAL	128
11.1 Betriebsorganisation	128
11.2 Ausbildung	129
11.3 Notfallorganisation	130
11.4 Qualitätssicherung	131
12 STILLEGUNG	133
13 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	134
14 LISTE DER ABKÜRZUNGEN	137
15 REFERENZEN	139

1 EINLEITUNG

1.1 Veranlassung

Mit Brief vom 15. Juli 1993 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 Bau und Betrieb eines zentralen Zwischenlagers (ZZL) für radioaktive Abfälle in Würenlingen (Kanton Aargau) zum Inhalt hat. Für dieses Projekt, das neben Zwischenlagerhallen auch eine Konditionierungsanlage und eine Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle umfasst, wurde die Rahmenbewilligung nach Art. 1 des Bundesbeschlusses zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978 (BB/AtG) vom Bundesrat am 23. Juni 1993 erteilt. Diese Rahmenbewilligung wurde mit dem Bundesbeschluss vom 6. Oktober 1994 von den Eidgenössischen Räten genehmigt.

Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) hat zu prüfen, ob dieses Projekt den gesetzlichen und behördlichen Anforderungen in bezug auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz genügt. Ferner nimmt die Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) zum Projekt und zum Gutachten der HSK Stellung.

1.2 Technische Dokumentation

Die ZWILAG hat im Juli 1993 in Sinne von Art. 7 Abs. 1 AtG einen aus vier Bänden bestehenden Sicherheitsbericht sowie ergänzende Unterlagen eingereicht, von denen insbesondere [ZWI91b-e, ZWI92a, ZWI93a-b, JAE91a, JAE92a] für die Beurteilung in bezug auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz von Relevanz sind. Im Lauf der Begutachtung hat die HSK vom Projektanten mehrere Ergänzungen und Abklärungen von Detailspekten gefordert. Diese werden von der HSK als integrale Bestandteile der Gesuchsunterlagen betrachtet. Da sich während der Begutachtung durch die HSK und die KSA mehrere Änderungen am Projekt ergaben, hat die ZWILAG eine Neufassung des Sicherheitsberichtes [ZWI94a-d] und der Mehrheit der ergänzenden Berichte [ZWI94e-s] herausgegeben. Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf diese Neufassung, in welcher auf Verlangen der HSK noch einige Blätter ausgetauscht wurden, die unklare bzw. unrichtige Textstellen enthielten.

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 (BB/AtG, SR 732.01)
- Strahlenschutzgesetz vom 22.03.1991 (StSG, SR 814.50)
- Strahlenschutzverordnung vom 22.06.1994 (StSV, SR 814.501)
- Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen vom 28.11.1983 (Notfallschutzverordnung, SR 732.33)

- Richtlinie HSK-R-04: Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, Projektierung von Bauwerken (Dezember 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 (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-14: Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle (Dezember 1988)
- Richtlinie HSK-R-30: Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen (Juli 1992).

Soweit sich Richtlinien auf das AtG in seiner Fassung vor Inkrafttreten des StSG und auf die Strahlenschutzverordnung vom 30.6.1976 (SSVO) beziehen, sind sinngemäss in diesen Richtlinien die Bestimmungen des AtG bzw. des StSG und der StSV zu berücksichtigen, auch wenn noch keine revidierte Fassung der Richtlinie vorliegt.

Ferner stützt sich die HSK auf die Ergebnisse des Rahmenbewilligungsverfahrens [HSK92a, BUN93a], sowie auf Expertisen zu einzelnen Aspekten des Projektes, die sie bei externen Organisationen in Auftrag gegeben hat [BAS93a, TÜV93a, GRS94a].

1.4 Aufbau des Gutachtens

Der Inhalt des vorliegenden Gutachtens gliedert sich folgendermassen:

In Kapitel 2 findet sich eine kurze Beschreibung der geplanten Anlage, wie sie vom Gesuchsteller vorgesehen wird. Dabei werden auch die Annahmebedingungen des Gesuchstellers für die verschiedenen Anlageteile angegeben. Kapitel 3 fasst die Ergebnisse des Rahmenbewilligungsverfahrens zusammen und im Kapitel 4 wird die Konformität des Projektes mit der Rahmenbewilligung beurteilt. Dabei wird auch auf die Erfüllung der Auflagen und der weiteren Pendenzen aus dem Rahmenbewilligungsverfahren eingegangen. Das folgende Kapitel 5 erläutert das Aufsichtsverfahren, das (nach Erteilung der Bewilligung durch den Bundesrat) während der weiteren Projektierung, des Baus und des Betriebs zur Anwendung kommt.

Anhand der in Kapitel 6 angegebenen Auslegungsgrundlagen und Beurteilungskriterien werden dann in Kapitel 7 die Bautechnik und die Anlagetechnik, in Kapitel 8 die vorgesehene Betriebsweise und in Kapitel 9 der Strahlenschutz beurteilt. Kapitel 10 ist den Auswirkungen von Störfällen auf die Umgebung und das Betriebspersonal gewidmet.

In Kapitel 11 werden die organisatorischen Aspekte des Projektes (inkl. Notfallorganisation und Qualitätssicherung) beurteilt. In Kapitel 12 wird auf die spätere Stilllegung der Anlage kurz eingegangen. Kapitel 13 fasst die Schlussfolgerungen und Empfehlungen der HSK einschliesslich der von ihr vorgeschlagenen Auflagen zusammen. Die verwendeten Abkürzungen und die Referenzen werden am Schluss des Dokumentes aufgelistet.

2 KURZE BESCHREIBUNG DER ANLAGE

2.1 Einzulagernde und zu behandelnde Abfalltypen, Anlagekapazität

Anlässlich des Rahmenbewilligungsverfahrens wurden die Abfalltypen festgelegt, die im ZZL zwischengelagert bzw. behandelt werden sollen [ZWI90a, HSK92a]. Zur Zwischenlagerung sind insbesondere folgende Abfalltypen vorgesehen [ZWI90a, ZWI94b]:

- Abgebrannte Brennelemente (BE) aus schweizerischen Kernkraftwerken (KKW)
- Verglaste, hochaktive Abfälle (HAA) aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente
- Mittelaktive (MAA) und schwachaktive (SAA) Abfälle aus dem Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke und aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente
- Stilllegungsabfälle aus schweizerischen Kernkraftwerken (insbesondere auch aus dem Versuchsa-tomkraftwerk Lucens)
- Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF), soweit freie Lagerkapazität vorhanden ist.

Zur Behandlung in der Konditionierungs- und in der Verbrennungsanlage gelangen vorwiegend β/γ -Abfälle, in geringen Mengen ist auch die Verarbeitung von α -Strahlern möglich. Die wichtigen Eigenschaften der einzulagernden und zu behandelnden Abfalltypen sind im Sicherheitsbericht angegeben.

Anlässlich des Rahmenbewilligungsverfahrens wurde insbesondere festgestellt, dass:

- ein Bedarf für das ZZL einschliesslich Konditionierungs- und Verbrennungsanlage besteht und
- die von der ZWILAG vorgesehene Zwischenlager-Kapazität der Anlage zusammen mit jener der schweizerischen Kernkraftwerke für die Abfälle aus dem Betrieb der KKW und der Wiederaufarbeitung des abgebrannten Brennstoffes (bzw. bei Verzicht auf die Wiederaufarbeitung, den Brennstoff selbst) ausreicht.

Bei den diesbezüglichen Abklärungen wurde von einem 40-jährigen Betrieb der bestehenden schweizerischen Kernkraftwerke und von der Inbetriebnahme eines Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle spätestens im Jahr 2010 ausgegangen.

2.2 Umfang der projektierten Anlage und Anordnung der Gebäude

Laut Gesuch umfasst die projektierte Anlage (Abb. 2-1) drei Zwischenlagergebäude - Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente (HAA/BE-Lager, Gebäude H), Lager für mittelaktive Abfälle (MAA-Lager, Gebäude M) und Lager für mittel- und schwachaktive Abfälle (MAA/SAA-Lager, Gebäude S) -, eine Heisse Zelle (Gebäude Z), eine Konditionierungsanlage (Gebäude K) und eine Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V) sowie ein Nebengebäude (Gebäude N). 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 sollen in einer Stimmseite (Bereich A) des Gebäudes K untergebracht werden. Die der kontrollierten Zone zugeordneten Gebäude können von der Umkleidegarderobe aus über unterirdische Gänge ohne Verlassen der kontrollierten Zone erreicht werden.

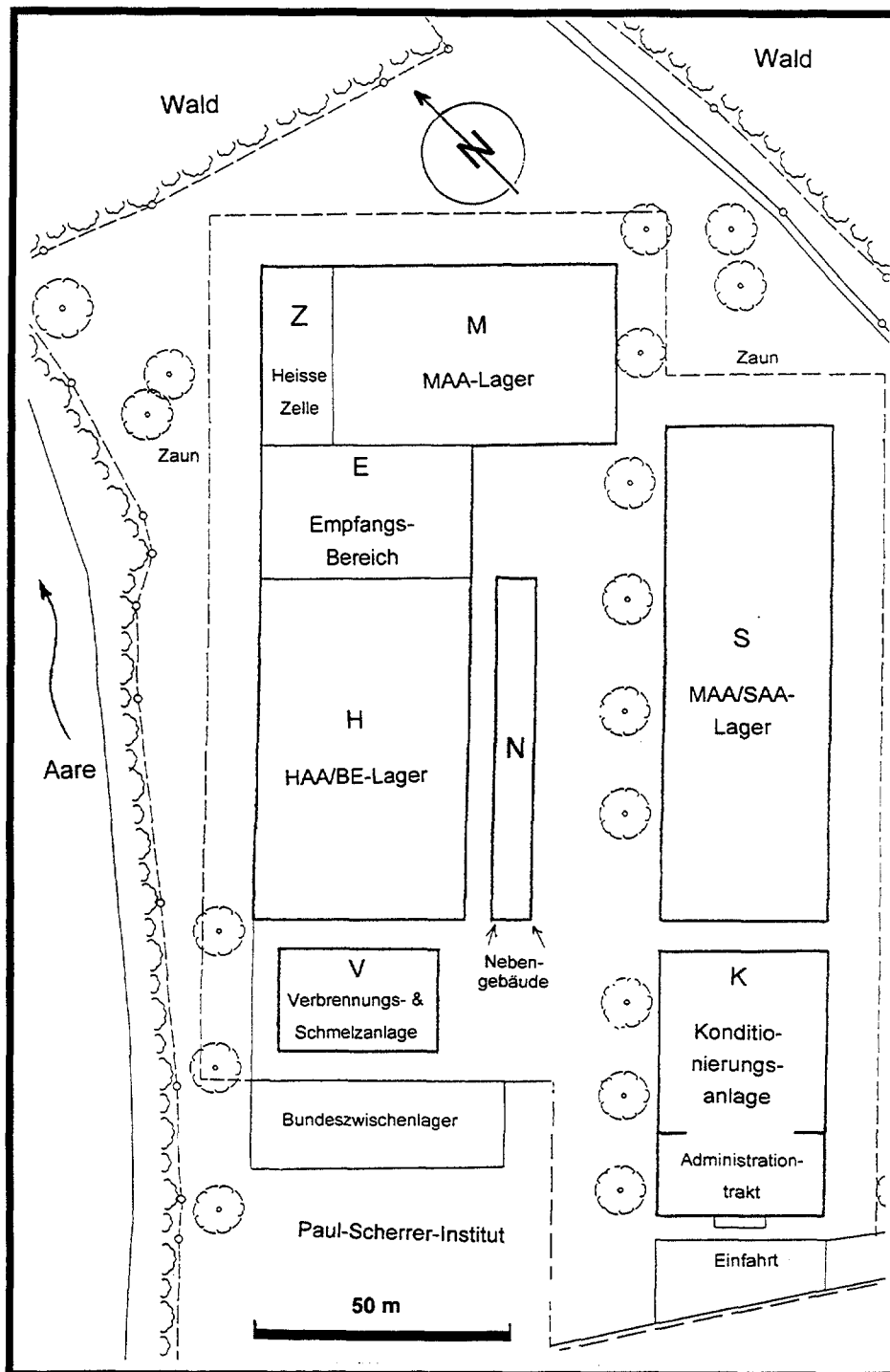


Abb. 2-1: Gebäudedisposition des ZZL

Für jedes der zur kontrollierten Zone gehörenden Gebäude ist ein individuelles Lüftungssystem vorgesehen. Die Verbrennungs- und Schmelzanlage verfügt zudem über einen 35 m hohen Kamin.

Im Nebengebäude befinden sich Fahrzeugstandplätze, Werkstätten, die elektrische Verteilung und die Sicherungszentrale. Für die Abfälle, die mit der Bahn angeliefert oder abtransportiert werden (insbesondere für die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich und England) ist eine Umladestation in 1 km Distanz vom ZZL (Kreuzung der Kantonsstrasse Baden-Koblentz mit der Verbindungsstrasse Würenlingen-Paul-Scherrer-Institut (PSI)) vorgesehen. Dort können die Abfälle auf Strassenfahrzeuge umgeladen werden, auf welchen sie über die Reststrecke bis zum PSI transportiert werden.

2.3 Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente

Das Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente (Gebäude H) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 68 m/41 m/18 m (ohne Dachaufbauten). Es bietet Platz für 200 Transport- und Lagerbehälter (TL-Behälter) mit hochaktiven verglasten Abfällen oder abgebrannten Brennelementen. Die Gesamtaktivität im Gebäude H wird in der Grössenordnung 10^{20} Bq, davon etwa 10^{18} Bq α -Strahler liegen. Die von den Abfällen und abgebrannten Brennelementen entwickelte Wärme wird in dem vom Projektant gewählten Konzept durch die natürliche Konvektion der Luft abgeführt. Das Lager ist für die Abfuhr von insgesamt 5,8 MW Wärmeleistung bei einer mittleren Temperaturerhöhung der durchströmenden Luft von weniger als 25 °C ausgelegt. Die Lufteintrittsöffnungen befinden sich in den Längswänden, die Luftaustrittsöffnungen auf dem Dach.

Beim Konzept der Kühlung durch natürliche Luftkonvektion übernehmen die TL-Behälter die Funktion der Sicherheitsbarriere gegen die Ausbreitung von Nukliden. Die Durchströmung der Halle durch die Aussenluft darf auch bei Störfällen nicht unterbrochen werden. Zur Einlagerung vorgesehene TL-Behälter müssen nach den Angaben des Projektanten eine Reihe von Annahmebedingungen erfüllen, von denen die wichtigsten die folgenden sind:

- Oberflächendosisleistung ($\dot{\gamma}/n$) max. 0,5 mSv/h
- Oberflächenkontamination max. 1 Richtwert gemäss StSV
- Zulassung als Typ B(U)-Behälter gemäss Vorschriften der Internationalen Atom-Energie-Organisation (IAEO)
- Dichter Einschluss der radioaktiven Stoffe, Kritikalitätssicherheit und sichere Abschirmung der Strahlung im Normalbetrieb und bei Störfällen
- Konstruktionsweise, die sicherstellt, dass die Zerfallswärme der radioaktiven Stoffe aus den Behältern ohne Beeinträchtigung der Integrität des Abfallgutes oder der Dichtheit der Behälter abgeführt werden kann
- Qualitätssicherungsmassnahmen bei Planung, Fertigung und Einsatz der Behälter.

Gemäss den Angaben der ZWILAG werden TL-Behälter für die Lagerung von abgebrannten Brennelementen zusätzlich zu diesen Bedingungen über zwei kontinuierlich überwachbare Dichtungssysteme verfügen.

Die ZWILAG plant neben der Zwischenlagerung von TL-Behältern mit hochaktiven Abfällen oder abgebrannten Brennelementen auch jene von schwachaktiven Abfällen (SAA) und von den Stilllegungsabfällen des Versuchsatomkraftwerkes Lucens im Gebäude H, wobei für letztere zunächst eine Lagerung über meh-

rere Jahre im unkonditionierten Zustand vorgesehen wird. Dabei sollen die zur Anwendung gelangenden Verpackungen dem Gefährdungspotential und der Beschaffenheit der enthaltenen radioaktiven Stoffe entsprechen.

Für den Transport von TL-Behältern und allfälligen anderen Abfallgebinden steht ein Lagerhallenkran mit abgeschirmter Krankabine zur Verfügung.

2.4 Lager für mittelaktive Abfälle

Das Lager für mittelaktive Abfälle (Gebäude M) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 56 m/36 m/25 m (ohne Dachaufbauten). Es ist für die Lagerung von wärmeerzeugenden mittelaktiven Abfällen, wie sie insbesondere bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Kernbrennstoffe entstehen, vorgesehen. Die in den Containern enthaltenen Abfallgebinde werden in zwangsbelüfteten Lagerschächten mit abnehmbaren Abschirmriegeln gelagert. Die Auslegungswärmeabfuhrleistung des ganzen Lagers beträgt 250 kW. Dies entspricht, bei einer Nettovolumenkapazität des Lagers von 4000 m³ konditionierter Abfälle, einer durchschnittlichen spezifischen Leistung von 62,5 W/m³. Die Gesamtaktivität im Gebäude M wird in der Größenordnung 10¹⁸ Bq liegen, davon etwa 10¹⁵ Bq α -Strahler.

Die wichtigsten vom Projektanten genannten Annahmebedingungen für das MAA-Lager lauten:

- Maximale Oberflächendosisleistung eines Gebindes 75 Sv/h
- Maximale Oberflächenkontamination der Gebinde 40 Bq/cm² β/γ , 4 Bq/cm² α
- Maximale Wärmeleistung eines Gebindes 120 W

Im Gegensatz zum HAA/BE-Lager werden im MAA-Lager die Schutz- und Barrierenfunktionen (Kühlung, Abschirmung der Direktstrahlung, Rückhaltung allfälliger aus den Abfallgebinden freigesetzter Radionuklide) vom Gebäude bzw. von dessen Sicherheitssystemen (Lüftung, Brandschutzanlagen usw.) übernommen. Aus diesem Grund ist für das Gebäude M eine massive Bauweise vorgesehen: Die Aussenwände haben eine Stärke von 140 cm, die Gebäudedecke eine solche von 130 cm. Die Lagerschächte sind durch Innenwände (Stärke mindestens 60 cm) voneinander bzw. vom Lüftungsschacht getrennt. Die Abschirmriegel oberhalb der Lagerschächte haben eine Stärke von 100 cm.

Als Transporteinrichtung ist ein fernbedienter Lagerhallenkran für den Transport von Containern mit Abfallgebinden sowie für die Hebung der Abschirmriegel vorgesehen. Für das Be- und Entladen von Abfallgebinden in und aus Transportbehältern sowie für Handhabungen bei diesen Arbeitsschritten stehen in einer Entladestation ein Umladekran und ein Kranmanipulator zur Verfügung. Für die Handhabung von Transportbehältern im Empfangsbereich sowie vor dem Entladen bzw. nach dem Beladen mit Abfallgebinden sind zudem ein Transportwagen und ein Arbeitskran vorgesehen.

Der Gesuchsteller sieht vor, im Gebäude M auch schwachaktive Abfälle in geeigneten Lagerbehältern zu lagern.

2.5 Heisse Zelle

Die Heisse Zelle (Gebäude Z) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 36 m/14 m/25 m. Es ist im wesentlichen aufgeteilt in einerseits den Zellentrakt mit einem in zwei Abschnitte unterteilten Transportkanal, der eigentlichen Heissen Zelle sowie dem darüberliegenden Interventionsraum und andererseits den Bedienungs- und Versorgungsbereich. An die Heisse Zelle können zwei TL-Behälter

angedockt werden, sodass Brennelemente und Gebinde mit verglastem HAA inspiziert und von einem TL-Behälter in einen anderen umgeladen werden können. Ausserdem können mittelaktive Abfälle bearbeitet werden. Die Barrieren- und Schutzfunktionen werden vom Gebäude und dessen Sicherheitssystemen (Lüftungsanlage, Filteranlagen usw.) übernommen. Aus diesem Grund und auch wegen der erforderlichen Abschirmwirkung des Gebäudes ist eine massive Bauweise mit Wandstärke 160 cm und Deckenstärke 150 cm vorgesehen.

Die Heisse Zelle wird als α/γ -Zelle mit einer niedrigen Leckrate (<1 Vol-% pro Stunde bei einem Unterdruck von 2 mbar, auch bei angedockten Behältern) ausgelegt. Sie wird mit einer geschlossenen Stahlblechhauskleidung versehen. Die Abluft wird über zwei hintereinander geschaltete Schwebstoff-Filter geführt. Das Zellenabluftsystem ist redundant ($2 \times 100\%$) ausgeführt.

Sämtliche Arbeitsgänge in der Heissen Zelle werden fernbedient ausgeführt. Die Handhabungsvorrichtungen (Zellenkran, Kraftmanipulator, usw.) können in einer Reparatur- und Wartungszelle instandgehalten werden. Zwei Interventionsräume befinden sich oberhalb und neben der eigentlichen Heissen Zelle.

2.6 Empfangsbereich

Der Empfangsbereich (Gebäude E) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 41 m/26 m/18 m. Er ist mit den Gebäuden H, M und Z zusammengebaut. Im Empfangsbereich können Strassenfahrzeuge be- und entladen und die Transportbehälter von bzw. auf Transportwagen umgeladen werden. Die auf Transportwagen befindlichen Transportbehälter werden in einen der zwei Transportkanäle gebracht und dort für die Zwischenlagerung bzw. für den Abtransport zum Endlager vorbereitet. Im Falle von mittelaktiven Abfällen werden die Transportwagen dann in das MAA-Lager aus- bzw. eingeschleust. Erst innerhalb des MAA-Lagergebäudes werden einzelne Abfallgebinde aus dem bzw. in den Transportbehälter umgeladen. Hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente bleiben in der Regel über die ganze Lagerdauer in TL-Behältern und werden nur bei Bedarf (z.B. undichter TL-Behälter) in der Heissen Zelle aus den Behältern herausgenommen.

Für den Transport aus dem Empfangsbereich in die Gebäude H, M und Z stehen Krananlagen und Transportwagen zur Verfügung.

2.7 Lager für mittel- und schwachaktive Abfälle

Das Lager für nicht wärmeerzeugende mittel- und schwachaktive Abfälle (Gebäude S) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 98 m/33 m/19 m (ohne Dachaufbauten). Es ist als Hallenlager für die Lagerung der Gebinde in normierten, stapelbaren Containern mit jeweils gleichen Grundflächen (Grundriss 6058 mm $\times$ 2438 mm), aber je nach Abfallgebindetyp unterschiedlicher Containerhöhe konzipiert. Die Nettoabfallvolumenkapazität des MAA/SAA-Lagers beträgt ungefähr $16'500 \text{ m}^3$. Die Gesamtaktivität wird im Bereich 10^{16} Bq liegen, wobei der Anteil der α -Aktivität ungefähr 10^{15} Bq betragen wird.

Die wichtigsten vom Projektanten formulierten Annahmebedingungen für das MAA/SAA-Lager lauten gemäss Sicherheitsbericht:

- Maximale Oberflächendosisleistung der Gebinde 7,5 mSv/h
- Maximale Oberflächenkontamination der Gebinde 1 Richtwert gemäss StSV
- Feste oder verfestigte Form der Abfallprodukte, keine faulenden, gärfähigen, selbstentzündlichen oder explosionsfähigen Abfallprodukte.

Das MAA/SAA-Lager verfügt über eine eigene Empfangsanlage, wo Gebinde aus Transportbehältern, Zwischenlagercontainern oder von Transportfahrzeugen entladen bzw. in solche eingeladen werden. Es wird nur gebaut werden, wenn ein Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle nicht rechtzeitig erstellt werden kann.

Das Gebäude ist als Rahmenkonstruktion in Beton mit aussteifenden Querwänden konzipiert. Die Aussenwände sind 80 cm stark. Das Dach ist als Rippendeckenplatte aus 140 cm hohen vorfabrizierten Betonträgern und einer 50 cm starken Betonplatte ausgebildet.

Die Transporteinrichtungen im Gebäude S sind ein fernbedienter Lagerhallenkran sowie ein Umladekran in der Empfangsanlage.

2.8 Konditionierungsanlage

Die Konditionierungsanlage (Gebäude K) ist ein Gebäude mit den ungefähren Abmessungen (L/B/H) 52 m/33 m/18 m. Die Stirnseite des Gebäudes wird als Administrations- und Bürotrakt ausgelegt, in dem sich auch der Zutritt zur kontrollierten Zone befindet, die sich mit unterirdischen Verbindungskanälen über sämtliche Räumlichkeiten der Gesamtanlage (mit Ausnahme des Nebengebäudes) erstreckt. Die Konditionierungsanlage ist für die Bearbeitung von schwachaktiven Abfällen aus dem Betrieb und der Stilllegung der schweizerischen Kernkraftwerke sowie von einem Teil der schwachaktiven Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung vorgesehen. In der Regel werden nur β/γ -Abfälle in der Konditionierungsanlage verarbeitet. In geringen Mengen ist die Verarbeitung von Rückständen mit α -Strahlern möglich. Die Verarbeitungstechniken werden so eingesetzt, dass die verarbeiteten Abfälle entweder soweit dekontaminiert werden, dass sie als inaktiv entsorgt werden können, oder derart konditioniert werden, dass sie nach ihrer Konditionierung die Bestimmungen der Richtlinie HSK-R-14 einhalten. Als Verfestigungsmaterial für die Konditionierung ist ausschliesslich Zement vorgesehen.

Die jährliche Verarbeitungskapazität der Konditionierungsanlage beträgt etwa 350 m³ Rohabfall bei einschichtigem Betrieb. Der Betrieb der Konditionierungsanlage erfolgt kampagnenweise. Um eine ausreichende Menge Abfall für die Kampagne bereitzustellen, ist ein Eingangspufferlager (Hochregallager) vorgesehen. Bei einer durchschnittlichen Aktivität der einzuliefernden Abfälle von 7,5 GBq pro Fass ergibt sich eine Gesamtaktivität der Konditionierungsanlage in der Grössenordnung 6 TBq. Der α -Anteil wird voraussichtlich im Bereich 10 GBq liegen.

Die Annahmebedingungen für die Konditionierungsanlage sind vom Gesuchsteller noch nicht endgültig festgelegt worden. Für den Routinebetrieb sind nach dem heutigen Stand der Planung folgende Erfahrungswerte zu erwarten:

- Aktivitätskonzentration maximal 220 GBq/m³
- Anlieferung der Abfälle in spezifizierten Normgebinden mit spezifizierten Höchstgewichten

- Ausreichend detaillierte Deklaration des Rohabfalls (insb. Aktivitätsinventar bzw. Angabe der Aktivität und der wichtigsten Leitnuklide, Angaben zu einem allfälligen α -Aktivitätsinhalt, Angaben zur chemischen und physikalischen Form des Rohabfalls).

Neben dem Routinebetrieb ist die Möglichkeit vorgesehen, auch Sonderabfälle auf einer Einzelfallbasis 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.

Das Gebäude K ist eine Stahlbetonkonstruktion. Die Stärke der Aussenwände und der Trennwand zum Bürotrakt beträgt 0,6 m. Zwischenwände im kontrollierten Bereich weisen eine Mindeststärke von 0,3 m auf. Die Aussenwand im Bereich des Eingangspufferlagers wird aufgrund der erforderlichen Abschirmwirkung um 0,1 m auf 0,7 m verstärkt.

Die wichtigsten Anlagen im Gebäude K sind:

- eine Sortierbox, eine β/γ -Box, in welcher Abfälle zerlegt und mittels verschiedener Verfahren dekontaminiert werden können und eine Mehrzweckhalle, in welcher eine Hochdruckpresse und andere Einrichtungen zur Behandlung von Abfällen temporär aufgestellt und betrieben werden können
- eine Zementverfestigungsanlage für die Konditionierung von Abfällen
- Abwasserbehandlungsanlagen
- ein Rollbahnsystem für den Transport der Fässer innerhalb der Anlage
- ein Hochregallager.

2.9 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. Mit dieser Anlage sollen dazu geeignete schwachaktive 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. zu schmelzenden Abfälle sind β/γ -Abfälle, in wenigen Fällen sollen auch α -haltige Abfälle verarbeitet werden.

Der geplante Verbrennungs- und Schmelzofen soll mit einem thermischen Plasma betrieben werden, mit dem eine hohe Energiedichte bei einer extrem hohen Temperatur (bis 20'000 K) erreichbar ist. Die voraussichtliche zur Verarbeitung anfallende Rohabfallmenge beträgt 200 Tonnen pro Jahr. Es ist vorgesehen, den Betrieb in Kampagnen zu führen. Um eine ausreichende Menge Rohabfall pro Kampagne bereitzustellen, ist ein Hochregallager mit einer Kapazität von 350 Fässern geplant. Die Gesamtaktivität der Anlage wird im Bereich 5 TBq, der α -Anteil voraussichtlich im Bereich 10 GBq liegen. Die wichtigsten vom Gesuchsteller formulierten Annahmebedingungen für die Verbrennungs- und Schmelzanlage lauten:

- Ausreichende detaillierte Deklaration des Rohabfalls
- Vorsortierung der Abfälle erforderlich
- Kontamination an der Anlieferflassoberfläche kleiner als 1 Richtwert gemäss StSV
- Keine Explosivstoffe und kein Quecksilber, beschränkter Chloridgehalt

- Mittelwert der Aktivität der angelieferten Abfälle nicht über 5,5 GBq/Fass; Maximalwert 83 GBq/Fass; höchstens 1% der Fässer dürfen eine Aktivität nahe des Maximalwertes aufweisen.

Das Gebäude V ist eine Stahlbetonkonstruktion. Die Stärke der Aussenwände und der Decke beträgt 40 cm. Die Wände um das Hochregallager und die Ofenanlage sind 60 cm stark.

Die Fördereinrichtungen umfassen das Hochregallager, die Ofenbeschickungsanlage sowie Transport- und Lagereinrichtungen für die fertigen Abfallprodukte.

2.10 Umladestation

Die in Abschnitt 2.2 erwähnte Umladestation wird unmittelbar neben dem SBB-Gleis Döttingen-Siggenthal errichtet, südlich der Bahnüberführung der PSI-Zufahrtsstrasse, in ca. 1 km Entfernung zum ZZL. Sie umfasst ein Terrain von ca. 200 m Länge und bis zu 18 m Breite und ist umzäunt. Bestandteil der Umladestation ist ein Betriebsgebäude, in dem die elektrischen Anlagen (Kransteuerung) sowie ein Aufenthaltsraum und ein Büro vorgesehen sind.

In der Umladestation können Behälter und Container mit radioaktiven Abfällen von Bahnwagen auf Strassenfahrzeuge (und umgekehrt) mit einem Portalkran umgeladen werden.

3 ERGEBNISSE DES RAHMENBEWILLIGUNGSVERFAHRENS

3.1 Bedeutung des Rahmenbewilligungsverfahrens

Nach Art. 1 des Bundesbeschlusses zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978 (BB/AtG) ist die Rahmenbewilligung eine Voraussetzung für die Erteilung der Bau- und Betriebsbewilligungen nach Art. 4 des Atomgesetzes (AtG). Sie legt den Standort und das Projekt in seinen Grundzügen, im Fall eines Lagers für radioaktive Abfälle insbesondere die Lagerkapazität, die Abfallkategorien sowie die ungefähre Gestaltung der unter- und oberirdischen Bauten, fest.

Im Rahmenbewilligungsverfahren wird geprüft, ob die in Art. 3 des BB/AtG genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Danach ist die Rahmenbewilligung insbesondere dann zu verweigern oder von der Erfüllung geeigneter Bedingungen oder Auflagen abhängig zu machen, wenn:

- dies zum Schutz von Menschen, fremden Sachen oder wichtigen Rechtsgütern einschliesslich der Erfordernisse des Umweltschutzes, des Natur- und Heimatschutzes sowie der Raumplanung notwendig ist
- an der Anlage voraussichtlich kein hinreichender Bedarf bestehen wird.

Die HSK hatte deshalb im Rahmenbewilligungsverfahren zum voraussichtlichen Bedarf, zum gewählten Standort und zum Konzept der Anlage aus der Sicht der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes Stellung zu nehmen.

3.2 Ergebnisse der Prüfung des Rahmenbewilligungsgesuches durch die HSK

Die HSK hat über den Umfang und die Ergebnisse ihrer Prüfung des Projektes sowie über ihre Schlussfolgerungen und Empfehlungen in einem Gutachten [HSK92a] berichtet.

Im Hinblick auf den Bedarf ist die HSK zum Schluss gekommen, dass die geplante Anlage notwendig ist, und dass mit einem Vorbehalt die vorgesehenen Kapazitäten für einen flexiblen Betrieb ausreichend sind, ohne dass die einzelnen Anlageteile überdimensioniert seien. Dabei ist sie von einer 40-jährigen Betriebsdauer der bestehenden schweizerischen Kernkraftwerke und von einer Kapazität der Verbrennungsanlage im Bereich von 80-120 kg/h ausgegangen. Der erwähnte Vorbehalt betrifft die Stilllegungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens, für deren Konditionierung die Anlagen des ZZL gemäss dem Technischen Bericht der ZWILAG zum Rahmenbewilligungsgesuch [ZWI90a] nicht ausgelegt waren. Die HSK hat deshalb in ihrem Gutachten zum Rahmenbewilligungsgesuch einen diesbezüglichen Auflagevorschlag gemacht.

Im Hinblick auf den Standort in unmittelbarer Nähe der Anlagen des Paul Scherrer Instituts (PSI) auf dem Gebiet der Gemeinde Würenlingen hat die HSK festgestellt, dass bezüglich der bautechnischen Eignung keine Bedenken bestehen. Der Standort liegt ausserhalb seismischer Quellgebiete mit hohem Erdbebenpotential in der nach der SIA-Norm 160, "Einwirkungen auf Tragwerke" durch Erdbeben am wenigsten gefährdeten Zone 1. Die Auslegung der Gebäude gegen ein Erdbeben der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} , wie dies von der Richtlinie HSK-R-14 für Zwischenlager gefordert wird, ist bautechnisch ohne weiteres möglich. Am Standort beträgt im Falle des Bruches eines flussaufwärts liegenden Stauwehrs das maximale kurzfristige Wasserniveau 329,70 m ü. M.; die Gebäude, deren Eingangstüren nicht tiefer als 332,50 m ü. M. liegen, können somit überflutungssicher gebaut werden. Der Schutz des Grundwassers vor einer Kontamination durch radioaktive Stoffe kann durch geeignete Massnahmen gewährleistet werden.

In der Nähe des Standorts gibt es keine industriellen Anlagen mit einem signifikanten Gefährdungspotential für das ZZL. Die Auswirkungen eines schweren Störfalles einer nuklearen Einrichtung des PSI oder des Kernkraftwerkes Beznau (KKB) könnten zwar zu einem zeitweiligen Betriebsunterbruch führen, nicht aber die Sicherheit des ZZL einschränken.

Nach der Erteilung der Rahmenbewilligung für das ZZL ist ein Konzessionsgesuch für eine Hochdruckgasleitung Zuzgen-Winterthur/Ohringen eingereicht worden. Die Konzession wurde vom Bundesrat am 10.5.1995 erteilt. Störfälle im Zusammenhang mit dieser Gasleitung können grundsätzlich die Sicherheit des ZZL tangieren. Diesbezügliche Angaben sind in Abschnitt 10.4 zu finden. Die Eignung des Standortes wird aber durch diese Hochdruckgasleitung nicht in Frage gestellt.

Ereignisse des Bahn- oder Strassenverkehrs sind selbst bei massiven Explosionen aufgrund der Distanzen nur für die Umladestation von sicherheitstechnischer Relevanz. Ebenfalls von Relevanz für die Umladestation können Ereignisse im Zusammenhang mit einem Helikopterlandeplatz sein. Dadurch wird aber die Eignung des Standortes nicht in Frage gestellt.

Aufgrund der geographischen Lage des ZZL im weiteren Bereich der An- und Abflugbewegungen des Flughafens Zürich-Kloten (Distanz 24 km) muss mit einer über dem schweizerischen Mittelwert liegenden Dichte des zivilen Luftverkehrs gerechnet werden. Die HSK hat deshalb im Rahmenbewilligungsverfahren eine verfeinerte Auswertung des verfügbaren statistischen Materials zur Absturzhäufigkeit von zivilen Grossflugzeugen gefordert mit dem Ziel, die Abhängigkeit der Absturzhäufigkeit vom Flugzeuggewicht und von der Distanz zum Flughafen zu ermitteln. Sie hat sich vorbehalten, aufgrund der Ergebnisse dieser verfeinerten Auswertung einen über die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 hinausgehenden Schutz einzelner Anlagenteile zu fordern (vgl. Abschnitt 4.3). Die Eignung des Standortes wird jedoch dadurch nicht in Frage gestellt.

Der Standort des ZZL befindet sich im Immissionsbereich des angrenzenden PSI und des etwa 1,5 km entfernt liegenden Kernkraftwerkes Beznau (KKB). Aufgrund von Artikel 7 der Strahlenschutzverordnung sind diese benachbarten Betriebe bei der Beurteilung der Strahlenexposition jeder einzelnen Person und der Gesamtheit der Betroffenen durch das geplante ZZL mitzuberoücksichtigen. Dabei gilt nach Ansicht der HSK das KKB als radiologisch unabhängiger Standort, sodass nur das ZZL und das PSI betrachtet werden müssen. Im Rahmenbewilligungsverfahren ist die HSK zum Schluss gekommen, dass die Dosisrichtwerte nach der Richtlinie HSK-R-11 von 0,2 mSv/a aus den Abgaben radioaktiver Stoffe und 0,3 mSv/a einschliesslich Direktstrahlung für die meistbetroffenen Personen im unteren Aaretal auch bei gleichzeitigem Betrieb des ZZL und des PSI eingehalten werden können.

Zur Frage der Erschliessung des Standortes für die Abfalltransporte ist die HSK zum Schluss gekommen, dass bei keiner der drei von der ZWILAG betrachteten Hauptvarianten (zwei mit Umladestation Schiene-Strasse sowie eine mit direktem Gleisanschluss) entscheidende nukleartechnische oder strahlenschutztechnische Vor- oder Nachteile erkennbar sind. Sie hat festgehalten, dass eine zweckmässige Erschliessung des Standortes möglich ist.

Anlässlich des Rahmenbewilligungsverfahrens hat die HSK auch geprüft, ob das Projekt bereits auf der Konzeptstufe alle Voraussetzungen für eine Auslegung bietet, welche sowohl im Normalbetrieb als auch unter Störfallbedingungen eine sichere Einhaltung der gesetzlichen und behördlichen Richtlinien und Anforderungen ermöglicht. Diese Prüfung erfolgte soweit möglich anhand von Referenzanlagen.

In ihrem Gutachten zum Rahmenbewilligungsgesuch [HSK92a] hat die HSK auf einige Punkte hingewiesen, denen nach ihrer Ansicht in der weiteren Projektbearbeitung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Solche Hinweise betreffen insbesondere:

- die Lagerung von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager im Hinblick auf die Begrenzung allfälliger Freisetzen.
- die Notwendigkeit ausreichender Rückhalteeinrichtungen für kontaminierte Feuerlöschmedien, insb. in der Verbrennungsanlage
- die Begrenzung des Aktivitätsinventars in der Konditionierungsanlage und in der Verbrennungsanlage im Hinblick auf Unfallfolgen.

Die HSK kam insgesamt zum Schluss, dass das von der ZWILAG vorgelegte Konzept für das ZZL eine sichere Abfallbehandlung und -zwischenlagerung erlauben würde. Sie hat deshalb in ihrem Gutachten erklärt, dass sie gegen die Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen keine Einwände hat. Sie hat im weiteren empfohlen, diese Bewilligung mit der Auflage zu verbinden, dass Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung der Stilllegungsabfälle des Versuchsa-
tomkraftwerkes Lucens vorgeschlagen werden sollen.

3.3 Entscheid des Bundesrates und Genehmigung der Bundesversammlung

Gestützt auf die eingeholten Vernehmlassungen, Gutachten und Stellungnahmen (Kantone, KSA, HSK, weitere Bundesfachstellen, Ergebnisse der öffentlichen Auflagen) hat der Bundesrat die Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen am 23.6.1993 erteilt und den eidgenössischen Räten beantragt, die Rahmenbewilligung zu genehmigen [BUN93a].

Im Entscheid des Bundesrates sind insbesondere die folgenden Auflagen enthalten:

- Im Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren sind Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung der Stilllegungsabfälle des Versuchsa-
tomkraftwerkes 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.

Die Bundesversammlung hat den Entscheid des Bundesrates am 6. Oktober 1994 genehmigt.

4 KONFORMITÄT DES PROJEKTES MIT DER RAHMENBEWILLIGUNG

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der von der HSK durchgeführten Prüfung der Konformität des vorgelegten Projektes mit der Rahmenbewilligung dargelegt. Dabei hat die HSK geprüft, ob:

- die Auflagen der Rahmenbewilligung (Abschnitt 3.3) betreffend die Konditionierung der Lucens-Abfälle (Abschnitt 4.1) und die Erschliessung des ZZL-Areals (Abschnitt 4.2) erfüllt wurden
- die Pendenz betreffend die Absturzhäufigkeit von zivilen Grossflugzeugen am Standort (Abschnitt 3.2) erledigt wurde (Abschnitt 4.3)
- die Grundzüge des Projektes seit dem Rahmenbewilligungsverfahren modifiziert wurden (Abschnitt 4.4)
- nach Realisierung des ZZL die radioaktiven Abfälle, die im Zusammenhang mit der Nutzung der Kernenergie und mit Medizin, Industrie und Forschung in der Schweiz stehen, lückenlos konditioniert und zwischengelagert werden können (Abschnitt 4.5).

4.1 Konditionierung und Zwischenlagerung der Lucens-Abfälle

Die ZWILAG hat von der Nagra eine Stellungnahme zur Endlagerfähigkeit der Lucens-Abfälle eingeholt. In dieser Stellungnahme macht die Nagra darauf aufmerksam, dass die definitiven Annahmebedingungen für das zukünftige Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle noch nicht vorliegen. Beim heutigen Stand der Kenntnisse ist zwar zu erwarten, dass der Inhalt von 5 der 6 Lucens-Behälter diese Annahmebedingungen erfüllen werden. Beim Behälter Nr. 2 müssen aber nach Ansicht der Nagra sowohl die Option einer Lagerung im Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle als jene der Lagerung in einem Endlager für langlebige mittelaktive Abfälle offen bleiben. Weil die optimale Konditionierungstechnik vom anvisierten Endlager abhängt, empfiehlt die Nagra, die Konditionierung erst dann festzulegen, wenn die definitiven Annahmebedingungen des Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle vorliegen.

Die Abfälle aus dem Versuchsatomkraftwerk Lucens befinden sich heute in 6 Stahlbehältern, welche auf dem Gelände des stillgelegten Kraftwerkes aufbewahrt werden. Die ZWILAG folgt der Empfehlung der erwähnten Stellungnahme der Nagra zur Endlagerfähigkeit dieser Abfälle und betrachtet die Weiterführung der Lagerung im unkonditionierten Zustand zumindest eines der Behälter mit Lucens-Abfällen über mehrere Jahre als erforderlich. In einem Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht [ZWI94p] werden die radiologischen Folgen eines Flugzeugabsturzes auf das die Lucens-Abfälle enthaltende HAA/BE-Lager mit anschliessendem Treibstoffbrand analysiert. Es wird der Schluss gezogen, dass auch für diesen Fall das entsprechende Schutzziel der Richtlinie HSK-R-14 erfüllt wird. Nach den Angaben der ZWILAG ist es deshalb vorgesehen, dass die Lucens-Abfälle nach dem Transport ins ZZL zunächst unkonditioniert im HAA/BE-Lager gelagert werden.

Die ZWILAG hat bezüglich der Konditionierungstechnik den Lucensbehälter mit der grössten Aktivität und Toxizität (Behälter Nr. 2 mit ca. 59 kg Uran in Form von Pulver aus dem beschädigten Brennstoff) betrachtet. Der Inhalt dieses Behälters deckt die Abfälle in den übrigen 5 hinsichtlich der Schwierigkeit der Konditionierungsarbeiten ab. Gemäss den Ausführungen der ZWILAG soll die Zerlegung und Konditionierung um das Jahr 2005 in einer dafür aufgestellten Unterdruckzelle im Mehrzweckraum der Konditionierungsanlage des ZZL stattfinden. Die ZWILAG wird anlässlich dieser Konditionierung alle Vorkehrungen treffen, um die Bedingungen für Laboratorien des Typs A (Art. 69 Abs. 3 StSV) zu erfüllen [ZWI95a]. Die Zerlegung des Behälters und der darin enthaltenen Reaktorteile wird derart ausgeführt werden, dass sämtliche Teile in drei

normierten Beton-Behältern („ISO-Behälter“) Platz finden. Diese Behälter werden anschliessend mit Zementmörtel verfüllt und mit Spezialbeton versiegelt.

Weil die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 dabei eingehalten werden können (siehe Kapitel 10), stellt nach Meinung der HSK die Zwischenlagerung der Lucens-Abfälle im unkonditionierten Zustand im HAA/BE-Lager des ZZL eine vertretbare Übergangslösung dar, bis die Konditionierungsarbeiten gezielt in Angriff genommen werden können. Die ZWILAG [ZWI95a] hat ihre Absicht bekanntgegeben, ihre Einrichtungen in der Konditionierungsanlage soweit zu ergänzen, dass die Konditionierungsarbeiten unter Einhaltung der einschlägigen Bestimmungen durchgeführt werden können. Eine im Hinblick auf die Endlagerung günstige Konditionierungsmethode mit anorganischen Materialien (Zementmörtel) und unter Vermeidung von Hohlräumen in den Abfallgebinden wird angestrebt. Die HSK betrachtet deshalb die Auflage der Rahmenbewilligung bezüglich der Lucens-Abfälle als erfüllt. Die Lucens-Behälter sind auf Dichtigkeit zu überwachen. Falls es der Zustand der Behälter erfordert, auf jeden Fall innerhalb zweier Jahre nach der Festlegung der definitiven Annahmebedingungen für das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle, sind die Behälter geeignet zu konditionieren (**Auflage 1**).

4.2 Erschliessung

Im Rahmenbewilligungsverfahren hatte die HSK festgestellt, dass im damaligen Planungsstand keine der zwei von der ZWILAG für eine detailliertere Bearbeitung ausgewählten Varianten für die Erschliessung des ZZL-Areals für Schwertransporte (mit Transport auf der Strasse ab einer Umladestation Schiene-Strasse) entscheidende nukleartechnische und strahlenschutztechnische Vorteile aufwies. Sie brachte auch ihre Erwartung zum Ausdruck, dass die ZWILAG im Sinne einer Optimierung beide vorgeschlagenen Varianten sowie mindestens eine Variante mit direktem Schienenanschluss näher untersucht.

Dieser Erwartung ist die ZWILAG mit zwei Studien nachgekommen:

- Erarbeitung eines Vorprojektes für einen direkten Bahnanschluss ab Erschliessungsgleis Industriezone Gänter (Gemeinde Döttingen) [ZWI92b]
- Erarbeitung einer Studie zu den Unfallrisiken für Schwertransporte zwischen der Umladestation und dem ZZL-Areal [COL92a].

Diese Studien zeigen, dass der Bau einer direkten Schienenverbindung zum ZZL-Areal zwar möglich wäre, diese Verbindung würde aber die Rodung von ca. 2,2 ha Wald und eine Beeinträchtigung des übrigen Waldes als Erholungsraum zur Folge haben. Der vom Bau dieser Bahnstrecke zu erwartende Sicherheitsgewinn wäre hingegen klein. Die HSK bleibt deshalb bei der Ansicht, dass keine der von der ZWILAG untersuchten Varianten entscheidende nukleartechnische oder strahlenschutztechnische Vorteile oder Nachteile aufweist.

Gemäss der Rahmenbewilligung vom 23. Juni 1993 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. Das Gesuch der ZWILAG um Erteilung der Bau- und Betriebsbewilligung entspricht dieser Auflage und ist somit in dieser Hinsicht rahmenbewilligungskonform.

4.3 Absturzhäufigkeit von zivilen Grossflugzeugen

Während des Rahmenbewilligungsverfahrens hat die HSK eine verfeinerte Auswertung des vorhandenen statistischen Datenmaterials bezüglich der Absturzhäufigkeiten von zivilen Flugzeugen in Abhängigkeit vom Flugzeuggewicht und von der Distanz zum Flughafen gefordert, damit die allfällige Notwendigkeit von Anforderungen, die über die Richtlinie HSK-R-14 (insb. bezüglich Flugzeuggewicht und Treibstoffmenge) hinausgehen, überprüft werden kann.

Im ersten Band des Sicherheitsberichtes zum ZZL [ZW194a] wird der von der ZWILAG zur Erfüllung dieser Forderung der HSK gewählte Weg erläutert. Weil das verfügbare Datenmaterial aus der Schweiz für eine statistische Bearbeitung nicht ausreicht, hat die ZWILAG die internationalen Unfallberichte ausgewertet, welche in der ADREP-Datenbank (Accident/Incident Data Reports) der ICAO (International Civil Aviation Organisation) enthalten sind. Die modellartige Übertragung der internationalen Daten auf die Schweiz ist nach Ansicht der ZWILAG deshalb statthaft, weil - im Gegensatz zu den Bedingungen für Kleinflugzeuge - die Operation von Grossflugzeugen international keine grossen Unterschiede aufweist.

Die von der ZWILAG durchgeführte Auswertung zeigt, dass in den Jahren 1970 bis 1989 weltweit insgesamt 198 für die modellmässige Übertragung auf den Standort Würenlingen relevante Abstürze von Flugzeugen mit einem maximalen Abfluggewicht von mehr als 9 t stattfanden. Als relevant wurden Abstürze im Abstand zwischen 10 km und 50 km vom Start- oder Landeflughafen betrachtet. Ausgenommen wurden Abstürze während Spezialeinsätzen, wie Sprüh- oder Löschflügen, die im Raum Würenlingen praktisch nicht durchgeführt werden. Diese Abstürze werden im Verhältnis zu der Anzahl der Flugbewegungen (Starts und Landungen) - z.B. weltweit ca. 29,2 Mio. in 1990 - auf den Flughafen Zürich-Kloten mit ca. 50'200 Flugbewegungen 1990 über die für den Standort Würenlingen relevanten Routen EKRON und HOCHWALD umgerechnet. Unter der Annahme, dass die Absturzhäufigkeit von Flugzeugen auf diesen Routen in einem 60°-Kreisingsektor von 10 km Innenradius und 50 km Aussenradius (1257km²) konstant ist, würde sie gemäss der Rechnungen der ZWILAG ca. $3 \cdot 10^{-5} \text{ km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ betragen. Auf das ZZL-Areal (0,04 km²) ergibt sich eine Absturzhäufigkeit von ca. $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$. Der entsprechende Wert für Militärflugzeuge beträgt nach den Berechnungen der HSK $2,8 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$.

Um die Abhängigkeit der Ergebnisse von den getroffenen Annahmen zu untersuchen, hat die ZWILAG diese Berechnungen auf der Basis der Unfalldaten 1970-1989 für Europa (ohne die U.d.S.S.R.) wiederholt. Die auf dieser Basis berechnete Absturzhäufigkeit auf das ZZL-Areal beträgt $0,86 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$. Durch eine konservative Kombination der Ergebnisse der Berechnungen auf der Basis der weltweiten und europaweiten Daten, wobei für jede Flugzeuggewichtsklasse das ungünstigere Ergebnis gewählt wird, kommt die ZWILAG auf eine Absturzhäufigkeit von ca. $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ für das ZZL-Areal. Dieser Wert ist nach Ansicht der ZWILAG konservativ, u.a. weil es in der Nähe des ZZL keine topographischen Hindernisse gibt und weil die Qualität der Ausrüstung und die Qualifikation des Personals des Flughafens Zürich und der diesen Flughafen anfliegenden Luftfahrtgesellschaften im weltweiten Vergleich überdurchschnittlich sind. Die ZWILAG erwartet, dass auch bei zukünftig steigenden Flugbewegungszahlen die Absturzhäufigkeit dank den technischen Verbesserungen an den Flugzeugen und an der Flugsicherung nicht signifikant zunehmen wird.

Die HSK ist der Ansicht, dass die von der ZWILAG gewählte Methodik zur Ermittlung der Absturzhäufigkeit von zivilen Flugzeugen am Standort des ZZL geeignet ist, weil sie der effektiven Flugverkehrsdichte des Flughafens Zürich-Kloten Rechnung trägt. Die Ergebnisse können als konservativ angesehen werden. Bezogen auf die Fläche der sicherheitstechnisch relevanten Anlagenteile liegt die realistisch zu erwartende Absturzhäufigkeit deutlich unter 10^{-6} a^{-1} . Werden nur Grossraumflugzeuge (Flugzeuge mit maximalem

Startgewicht von mehr als 100 t) betrachtet, liegt sie sogar deutlich unter 10^{-7} a^{-1} . Die HSK ist deshalb der Ansicht, dass Anforderungen über die Richtlinie HSK-R-14 hinaus nicht notwendig sind.

4.4 Änderungen am Projekt seit dem Rahmenbewilligungsverfahren

Zwischenlager

Die beantragten Zwischenlagerkapazitäten im vorliegenden Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch entsprechen jenen der Rahmenbewilligung.

Konditionierungsanlage

Bei der Konditionierungsanlage liegen zwei Änderungen gegenüber dem früheren Projektstand vor: Es wurde sowohl auf die ursprünglich vorgesehene α -Box (Box zur Konditionierung von α -Abfällen) verzichtet, als auch auf die Anschaffung einer eigenen Hochdruckpresse zugunsten einer Lösung, bei der eine Presse für periodische Press-Kampagnen gemietet wird. Um einen möglichst grossen zeitlichen Abstand zwischen Presskampagnen zu erreichen, wird in diesem Zusammenhang eine möglichst hohe Kapazität des Eingangslagers geplant.

Der Verzicht auf die Anschaffung einer eigenen Hochdruckpresse stellt nach Ansicht der HSK keine unzulässige Änderung des Projektes dar, sofern die strahlenschutztechnisch notwendigen Massnahmen für den Betrieb einer mobilen Presse getroffen werden. Die Verwendung einer mobilen Presse wurde bereits im Rahmenbewilligungsverfahren als eine Möglichkeit dargestellt. Bei Bedarf kann eine fest installierte Presse später noch angeschafft werden. Ein Pufferlager mit einer Kapazität bis zu der in [BUN93a] angegebenen Kapazität von 800 Fässern ist zulässig, sofern die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 nicht verletzt werden. Die HSK weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass sie nach Inbetriebnahme des ZZL keine temporäre Aufbewahrung von pressbaren Rohabfällen und Halbfabrikaten ausserhalb der umbauten kontrollierten Zonen der Kernkraftwerke dulden wird. Ebenso ist eine temporäre Lagerung solcher Abfälle in nicht dafür vorgesehenen Räumen des Werkes, welche zu einer zusätzlichen Bestrahlung des Personals führen kann, zu vermeiden. Dies bedeutet, dass die Frequenz der Verpressungskampagnen ausreichend hoch sein muss.

Der Verzicht auf eine Box für α -haltige Abfälle ist nach Ansicht der HSK von grösserer Bedeutung als jener auf eine eigene Hochdruckpresse. Die Flexibilität der Konditionierungsanlage wird dadurch bedeutend reduziert. Als Begründung für ihren Entscheid, auf die α -Box zu verzichten, gibt die ZWILAG an, dass eine α -Box nur für die Konditionierung von Abfällen aus dem Verantwortungsbereich des Bundes notwendig wäre. Das PSI hat jedoch gegenüber der ZWILAG und der HSK ausdrücklich erklärt, dass es angesichts der hohen Kosten einer Behandlung α -haltiger Abfälle im ZZL auf die Inanspruchnahme dieser Dienstleistung verzichtet und statt dessen seine eigenen Anlagen nachrüsten wird.

Die HSK schliesst sich der Meinung der ZWILAG an, dass eine α -Box im Normalfall für die Konditionierung von Abfällen aus den Kernkraftwerken nicht erforderlich ist. In Ausnahmefällen (z.B. nach Zwischen- bzw. Störfällen) könnten α -haltige Rohabfälle in der Heissen Zelle des ZZL behandelt bzw. konditioniert werden. Für die Konditionierung der Lucens-Abfälle kann eine Lösung gefunden werden, bei der eine α -taugliche Einrichtung in der Mehrzweckhalle der Konditionierungsanlage temporär aufgebaut werden kann. Für Abfälle, die aufgrund grösserer Brennelementdefekte mit Austritt von Brennstoff in den Kreislauf eine hohe Aktivität an α -haltigen Nukliden aufweisen, müssen von Fall zu Fall geeignete Behandlungsmöglichkeiten festgelegt werden. Das PSI hat seine eigenen Anlagen nachgerüstet, damit die im Verantwortungsbereich des Bundes anfallenden α -haltigen Abfälle dort endlagerfähig konditioniert werden können. Die HSK wird

bei einzelnen Abfalltypen zusätzliche Massnahmen fordern. Die grundsätzliche Eignung der nachgerüsteten PSI-Anlagen wird aber dadurch nicht in Frage gestellt.

Verbrennungs- und Schmelzanlage

Bei der Verbrennungs- und Schmelzanlage schätzt die ZWILAG die jährlich anfallenden Abfallmengen auf ca. 200 Tonnen (150 Tonnen brennbarer Abfall, 50 Tonnen zu schmelzende Metalle). Bei einer Anlagenkapazität von ca. 200 kg/h entspricht dies ca. 1000 Std. Betrieb pro Jahr. Bei der vorgesehenen Betriebsweise der Anlage von Montag 08.00 h bis Freitag 18.00 h sind es ca. 10 Betriebswochen pro Jahr. Daraus ist ersichtlich, dass die Verbrennungsanlage über eine bedeutende Überkapazität verfügen wird. Nach Aussagen des Gesuchstellers ist bei einem Ofen mit diskontinuierlicher Beschickung, insbesondere bei dessen Rauchgasreinigungsanlage, eine Mindestgrösse erforderlich, um die konventionellen Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung einzuhalten. Die gewählte Ofenkapazität sei die kleinste, die beim gewählten Prinzip der Plasmafeuerung sowohl eine ausreichende Kapazität und die Möglichkeit, ganze 200 I-Fässer zu verbrennen, als auch eine Garantie für die Einhaltung dieser Grenzwerte biete.

Für den Betrieb des ZZL werden tiefe Abgabelimits (Abschnitt 9.3) einzuhalten sein, die unabhängig von der Ofenkapazität bzw. von deren Ausnutzung gelten. Aus diesen Gründen und auch, weil die ZWILAG ausdrücklich erklärt hat [ZWI90a], dass ausschliesslich Rohabfälle aus den schweizerischen Kernkraftwerken sowie aus dem Verantwortungsbereich des Bundes in den Abfallverarbeitungsanlagen des ZZL angenommen werden (Deckung des Bedarfs im Inland, vgl. Art. 3 Abs. 1 Lit. b BB/AtG), stellt nach Ansicht der HSK die Überkapazität der Verbrennungs- und Schmelzanlage keinen Verstoß gegen die Rahmenbewilligung dar.

4.5 Beitrag des Zentralen Zwischenlagers zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle in der Schweiz

Im Technischen Bericht zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das ZZL [ZWI90a] wurden die Zielsetzungen der ZWILAG im Hinblick auf den Beitrag des ZZL zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle in der Schweiz formuliert.

Zwischenlagerung

Hinsichtlich der Zwischenlagerung soll gemäss dem Technischen Bericht das ZZL in der Lage sein, alle bei der Nutzung der Kernenergie in der Schweiz und bei der Wiederaufarbeitung von schweizerischem Kernbrennstoff in ausländischen Anlagen anfallenden radioaktiven Abfälle aufzunehmen. Dies heisst einerseits, dass die Annahmebedingungen des ZZL derart gewählt werden müssen, dass sie alle zu erwartenden Abfallkategorien abdecken. Andererseits muss auch die Kapazität der Anlagen ausreichen, um zusammen mit den Zwischenlagern der schweizerischen KKW alle bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers für kurzlebige schwach- und mittelaktive Abfälle (nach heutiger Planung spätestens 2010) bzw. jene eines Endlagers für langlebige und hochaktive Abfälle (nach 2020) zu erwartenden Abfälle aus der Nutzung der Kernenergie aufzunehmen.

In ihrem Gutachten zum Rahmenbewilligungsgesuch der ZWILAG hat die HSK festgehalten, dass die genannten Voraussetzungen im beantragten Projekt erfüllt werden. Das Projekt hat seither bezüglich der Zwischenlagerkapazität keine Änderung erfahren. Die Spezifikationen der Wiederaufarbeitungsabfälle aus Frankreich und England sind seit dem Rahmenbewilligungsverfahren endgültig festgelegt worden. Sie halten die geplanten Annahmebedingungen des ZZL ein.

Für Abfälle aus dem Verantwortungsbereich des Bundes steht das Bundeszwischenlager (BZL) zur Verfügung. Nötigenfalls (z.B. bei Kapazitätsengpässen im BZL oder bei die Annahmebedingungen des BZL nicht einhaltenden Sonderabfällen) könnten Abfälle aus dem Verantwortungsbereich des Bundes in den Lagerhallen des ZZL gelagert werden, sofern dort die Kapazität ausreicht.

Die Abfälle aus dem Versuchsatomkraftwerk Lucens können nach ihrer Konditionierung und, sofern diese Konditionierung verzögert wird (Abschnitt 4.1), auch vor ihrer Konditionierung im ZZL gelagert werden, wie dies in Kapitel 10 des vorliegenden Gutachtens gezeigt wird.

Die ZWILAG will das MAA/SAA-Lager nur dann bauen, falls das Endlager Wellenberg grössere Verzögerungen erfahren sollte. Da Abfälle, die in den Einrichtungen des ZZL behandelt wurden, nicht zu den Lagern der Kernkraftwerke zurücktransportiert werden sollen (unnötige Transporte) müssen schwachaktive Abfälle - solange das Lagergebäude S nicht gebaut wird - im MAA-Lager oder im HAA/BE-Lager untergebracht werden.

Bedingt durch den Austausch und die Erneuerung von Komponenten in den Kernkraftwerken lagern schon heute aktivierte und kontaminierte Bauteile auf dem Areal der Kernkraftwerke. So werden z.B. im Zwischenlager von KKM die alten Umwälzschleifen gelagert, in einem speziellen Gebäude im Areal des KKB die ausgebauten Dampferzeuger. Auf dem Areal des KKL lagern auf provisorisch eingerichteten Plätzen zwei Wasserabscheider/Zwischenüberhitzer und die Läufer sowie weitere Kleinteile der ausgewechselten Niederdruckturbinen. Die HSK regt an, dass solche Bauteile im Bedarfsfall auch in den Lagerhallen des ZZL gelagert werden können, insbesondere dann, wenn ihre Weiterbearbeitung in den Anlagen des ZZL vorgesehen ist. Die HSK wird bei zukünftigen Gesuchen zur Lagerung der oben erwähnten Bauteile auf Kernkraftwerkarealen, in dazu nicht vorgesehenen Gebäuden, verlangen, dass die Möglichkeit einer Zwischenlagerung im ZZL zu prüfen und gegebenenfalls vorzunehmen ist.

Die HSK stellt fest, dass der Beitrag des ZZL zur Zwischenlagerung der radioaktiven Abfälle dem zum Zeitpunkt des Rahmenbewilligungsverfahrens festgelegten Umfang entspricht und die heute bestehenden Lücken schliesst.

Abfallbehandlungsanlagen

Bei den Abfallbehandlungsanlagen bestand die Zielsetzung der ZWILAG laut Technischem Bericht zum Rahmenbewilligungsgesuch darin, die schwach- und mittelaktiven Rohabfälle aus den Kernkraftwerken sowie aus dem Verantwortungsbereich des Bundes zu behandeln und in eine zwischen- und endlagerfähige Form zu überführen. Die ZWILAG-Anlagen wurden als Ergänzung der in den Kernkraftwerken bestehenden Abfallbehandlungsanlagen und als Ersatz für heute im PSI bestehende, aber modernisierungsbedürftige Anlagen konzipiert.

Aus dieser Zielsetzung folgt, dass nach dem Bau des ZZL für alle zu erwartenden Abfallkategorien Behandlungsmöglichkeiten in den KKW, am PSI oder im ZZL vorhanden sein sollten. Um die Erfüllung dieser Zielsetzung zu prüfen, hat die HSK von den Kernkraftwerken und vom PSI eine Auflistung der zu erwartenden Abfälle aus dem Betrieb dieser Anlagen gefordert. Für jede Abfallkategorie waren die bereits angewendeten bzw. vorgesehenen Konditionierungsmethoden einschliesslich Standort (KKW, PSI oder ZZL) sowie die spezifische Aktivität und die Oberflächendosisleistung des Rohabfalls anzugeben.

Angaben der Abfallproduzenten

Das **Kernkraftwerk Beznau** (KKB) nennt 7 Abfallgruppen, die heute regelmässig anfallen und routinemässig behandelt werden. Davon sollen 4 auch nach Inbetriebnahme des ZZL im KKB konditioniert werden. Die übrigen drei sollen nach Inbetriebnahme des ZZL dort konditioniert bzw. verbrannt oder

verschmolzen werden. Die spezifische Aktivität des Rohabfalls liegt bei allen 3 Gruppen unterhalb von 100 GBq/m³. Diese Gruppen erfüllen somit die Annahmebedingungen der Konditionierungsanlage und der Verbrennungsanlage des ZZL. Neben diesen 7 Abfallgruppen gibt es fünf Rohabfallarten, die mit den heute vorhandenen Möglichkeiten nicht konditioniert werden können, für die aber eine spätere Behandlung in den ZZL-Anlagen vorgesehen ist. Davon sollen nach der Planung von KKB drei Rohabfallarten im ZZL sobald wie möglich behandelt werden. Diese drei Rohabfallarten halten die Annahmebedingungen der Behandlungsanlagen des ZZL ein. Die übrigen zwei Rohabfallarten erfüllen diese Annahmebedingungen zum heutigen Zeitpunkt nicht. Angesichts der kleinen Mengen an diesen Rohabfallarten (ca. 2,5 t) ist es jedoch vertretbar, diese Abfälle solange unkonditioniert abklingen zu lassen, bis sie der Verbrennung im ZZL zugeführt werden können. Zusätzlich zu den erwähnten Abfällen werden starkstrahlende (> 10 Sv/h) Reaktorabfälle (Quellen, Steuerstabelemente usw.) in den Brennelementbecken beider Blöcke unkonditioniert gelagert. Nach Ansicht von KKB soll mit der Konditionierung dieser Abfälle erst während der Stilllegungsarbeiten angefangen werden, weil zu jenem Zeitpunkt grössere Mengen Materialien mit ähnlich hohen Dosisleistungen anfallen werden, für die dann geeignete Konditionierungseinrichtungen bereitgestellt werden müssen. Ebenfalls unkonditioniert lagern die beiden 1993 ausgebauten Dampferzeuger, die einer Wiederverwertung bzw. Konditionierung als radioaktiver Abfall zugeführt werden müssen.

Das **Kernkraftwerk Mühleberg (KKM)** beabsichtigt, von insgesamt 31 identifizierten Abfallarten 13 im ZZL behandeln zu lassen, wobei bei 5 dieser 13 Arten eine Konditionierung im KKM als Alternative ebenfalls in Betracht gezogen wird. Für 5 der übrigen 18 Abfallarten käme auch nach Angaben von KKM eine Konditionierung im ZZL in Frage, wobei allerdings eine Konditionierung im KKM im Vordergrund steht. Für die übrigen 13 Abfallarten ist eine Konditionierung in Mühleberg vorgesehen. Die erwähnten 13 Rohabfallarten, deren Behandlung im ZZL beabsichtigt wird, haben alle eine mittlere spezifische Aktivität von weniger als 50 MBq/kg. Auch wenn die Maximalwerte der spezifischen Aktivität für diese Abfallarten noch nicht genau bekannt sind, ist zu erwarten, dass sie die vorgeschlagenen Annahmebedingungen des ZZL (Konditionierungsanlage 220 GBq/m³, Verbrennungsbetrieb 415 GBq/m³, Schmelzbetrieb 150 GBq/m³) in der Regel einhalten werden. Für die weiteren 5, selten vorkommenden Abfallarten, deren Konditionierung im ZZL als Option in Betracht gezogen wird, sind hingegen wesentlich höhere spezifische Aktivitäten zu erwarten. Diese Abfallarten könnten nicht in der Konditionierungsanlage oder in der Verbrennungsanlage angenommen werden, eine Konditionierung im ZZL hätte deshalb in der Heissen Zelle zu erfolgen.

Von 7 Rohabfallarten wird das **Kernkraftwerk Gösgen (KKG)** auch nach Inbetriebnahme des ZZL drei in den eigenen Anlagen konditionieren. Drei Rohabfallsorten mit mittleren spezifischen Aktivitäten im Bereich 0,6 bis 10 MBq/kg sollen nach dessen Inbetriebnahme in den Anlagen des ZZL konditioniert bzw. verbrannt oder verschmolzen werden. Als 7. Rohabfallsorte nennt KKG stark strahlende Reaktorabfälle mit spezifischen Aktivitäten bis 50 GBq/kg. Diese könnten im ZZL nur in der Heissen Zelle bearbeitet werden. Auch hier ist nur mit kleinen Mengen zu rechnen, sodass nach Ansicht von KKG eine Aufbewahrung im Werk bis zur Stilllegung und eine Konditionierung im Rahmen der Stilllegungsarbeiten möglich ist.

Das **Kernkraftwerk Leibstadt (KKL)** nennt 18 Rohabfallarten aus dem Betrieb der Anlage. Für 11 dieser Rohabfallarten stehen heute Konditionierungsverfahren zur Verfügung. Für 16 wünscht KKL eine Verbrennung/Verschmelzung/Konditionierung im ZZL, wobei nach den Vorstellungen von KKL nur 2 Rohabfallarten nach Inbetriebnahme des ZZL weiterhin im KKL konditioniert werden müssten. Von den erwähnten 16 Rohabfallarten haben 9 eine mittlere spezifische Aktivität unterhalb 50 MBq/kg und werden deshalb in der Regel die Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage und der Konditionierungsanlage des ZZL erfüllen. Zwei Rohabfallarten, welche regelmässig aus dem Betrieb des KKL anfallen und für welche ein erprobtes Konditionierungsverfahren im Werk selbst zur Verfügung steht, erfüllen diese An-

nahmebedingungen nicht und müssten deshalb auch nach Inbetriebnahme des ZZL im KKL konditioniert werden. Die übrigen 5 Rohabfallarten sind stark aktivierte und/oder kontaminierte Reaktorabfälle, die im ZZL in der Heissen Zelle konditioniert werden müssten. Wie bei den anderen KKW sind aber die Mengen an solchen Abfällen aus der Sicht von KKL klein, sodass auch für diese Abfälle kein dringender Handlungsbedarf besteht.

Das PSI hat zuhanden der HSK bestätigt, dass die von der ZWILAG im Sicherheitsbericht angegebene Auflistung der Rohabfalltypen, deren Konditionierung in den Anlagen des ZZL vorgesehen sind, aus der Sicht des PSI vollständig ist. Mit einer Ausnahme bestätigt das PSI ebenfalls, dass die von der ZWILAG zugrundegelegten Abfalleigenschaften (Inventare, spezifische Aktivitäten, Oberflächendosisleistungen) den Erfahrungen am PSI entsprechen: die Ausnahme betrifft Am-241-Abfälle, welche spezifische Aktivitäten bis 800 GBq/m^3 aufweisen können. Diese spezifische Aktivität ist erheblich höher als der Maximalwert von 220 GBq/m^3 laut Annahmebedingungen der Konditionierungsanlage für den Routinebetrieb. Die ZWILAG will deshalb technische und administrative Massnahmen treffen, damit trotz dieser hohen spezifischen α -Aktivität bei der Behandlung keine unzulässige Gefährdung der Bevölkerung und des Personals auftritt.

Das PSI macht darauf aufmerksam, dass die Stilllegungsabfälle der grösseren Anlagen des PSI (wie z.B. der Reaktor DIORIT) vor allem aus strahlenschutztechnischen Gründen am Standort der Anlage selbst verarbeitet werden und deshalb bei der Dimensionierung der Anlagen des ZZL nicht berücksichtigt werden müssen. Ferner werden die α -haltigen Abfälle aus dem Verantwortungsbereich des Bundes (mit Ausnahme der bereits erwähnten Am-241-Abfälle) auch nach dem Bau des ZZL in erster Linie in den Anlagen des PSI konditioniert. Bei starken γ -Quellen ist eine Vorkonditionierung am PSI mit anschliessender Endkonditionierung in den Anlagen des ZZL vorgesehen. Das PSI weist darauf hin, dass aus seiner Sicht eine ausreichende Flexibilität bei der Entscheidung über den Verarbeitungsort erhalten bleiben muss.

Beurteilung der HSK

Die HSK stellt fest, dass mit den vom Gesuchsteller vorgesehenen Annahmebedingungen für die Konditionierungsanlage und für die Verbrennungs- und Schmelzanlage des ZZL sämtliche in grösseren Mengen vorkommende Rohabfälle aus dem Betrieb der Schweizer Kernkraftwerke entweder im Werk selbst oder im ZZL konditioniert werden können. Wegen ihrer hohen spezifischen Aktivität können einige Reaktorabfallsorten im ZZL nur in der Heissen Zelle konditioniert werden. Es ist deshalb wichtig, dass die Heisse Zelle entsprechende Ausrüstungen einschliesst. Der Verzicht der ZWILAG auf den Bau einer α -Box, wie sie zum Zeitpunkt des Rahmenbewilligungsverfahrens vorgesehen war, führt im Hinblick auf die Entsorgungssituation der Kernkraftwerke voraussichtlich zu keinen schwerwiegenden Konsequenzen. Diese Schlussfolgerung gilt allerdings nur, solange in den Kernkraftwerken keine grossen Mengen an α -haltigen Betriebsabfällen (z.B. aufgrund von Brennstoffdefekten) entstehen.

Die HSK ist der Ansicht, dass die Abfälle hoher Aktivität wie Steuerstäbe, In-Core-Lanzen, Pins und Rollers nur dann in einer Anlage unkonditioniert bis zur Stilllegung gelagert werden dürfen, wenn in dieser Anlage geeignete Lagerplätze dafür zur Verfügung stehen. Da schon heute erprobte Methoden für die Dekontaminierung und Konditionierung solcher Abfälle bestehen, müssen diese nach Ansicht der HSK nicht notwendigerweise den Stilllegungsabfällen zugeordnet werden. Die HSK wird deshalb im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit Lösungsvorschläge für deren Behandlung verlangen.

Was die Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung betrifft, bringt der Bau des ZZL Vorteile nur für routinemässig anfallende Abfälle niedriger Aktivität. So werden auch nach dem Bau des ZZL die Abfälle aus dem Verantwortungsbereich des Bundes mit dem grössten Gefährdungspotential (α -haltige Abfälle, starke γ -Quellen) im PSI selbst konditioniert bzw. vorkonditioniert werden müssen. Das PSI muss somit nach wie

vor eine wichtige Rolle im Hinblick auf eine vollständige Abdeckung sämtlicher Abfallströme in der Schweiz übernehmen. Nicht alle dafür notwendigen Einrichtungen des PSI entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Die HSK hält Ertüchtigungen für erforderlich, erwartet diesbezügliche Vorschläge des PSI und wird die Eignung der vorgeschlagenen Verbesserungen prüfen. Bezüglich der Am-241-Abfälle mit höherer spezifischer Aktivität als den Annahmebedingungen für den Routinebetrieb entspricht, ist die HSK der Ansicht, dass diese bei Ergreifen geeigneter technischer (z.B. Abschirmungen) und administrativer Massnahmen (z.B. Beschränkung der Verweilzeit sowie der Gesamtaktivität in der Konditionierungsanlage), ohne unzulässige Gefährdung von Bevölkerung und Personal bearbeitet werden können. Der Gesuchsteller hat der HSK im Betriebsbewilligungsverfahren genaue diesbezügliche Angaben zu machen.

Hinsichtlich der Stilllegungsabfälle aus den Kernkraftwerken und aus dem PSI stellt die HSK in Übereinstimmung mit den Betreibern fest, dass sie in erster Linie im Werk selbst dekontaminiert bzw. konditioniert werden sollen. In Einzelfällen, z.B. bei stark aktivierten Komponenten, werden in der Heissen Zelle des ZZL geeignete Einrichtungen zur Verfügung stehen. Dass im jeweils stillzulegenden Werk zusätzliche Behandlungseinrichtungen errichtet werden müssen, kann jedoch aus heutiger Sicht nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend stellt die HSK fest, dass nach dem Bau des ZZL ausreichende Zwischenlagerkapazitäten in der Schweiz zur Verfügung stehen werden. Es werden veraltete Abfallbehandlungseinrichtungen durch modernere und flexiblere Anlagen ersetzt. Das ZZL muss allerdings nicht als Ersatz für alle in den Werken und im PSI vorhandenen Zwischenlager und Abfallkonditionierungsanlagen betrachtet werden. Auch nach Inbetriebnahme des ZZL werden Abfälle in den Kernkraftwerken und im PSI konditioniert und zwischengelagert werden. Die dazu benötigten Einrichtungen müssen deshalb auch weiterhin in einem sicheren Zustand gehalten und fallweise dem Stand der Technik angepasst werden.

5 AUFSICHTSVERFAHREN WÄHREND PROJEKTIERUNG, BAU UND BETRIEB

Die Beschreibung des ZZL-Projektes im Sicherheitsbericht entspricht dem Stand der Projektierung zum Zeitpunkt der Antragstellung und geht deshalb nicht überall ins Detail. Viele Fragen des Baus und der Einrichtungen werden erst bei der kommenden Detailprojektierung angegangen werden können. Auch die Betriebsvorgänge können aus diesem Grunde und wegen möglicher Anpassungen der Spezifikationen der Abfallgebinde an den Stand der Technik erst nachträglich im Detail festgelegt werden.

Eine Bau- und Betriebsbewilligung kann nicht auf alle Detailfragen eingehen. Diese Detailfragen sind im Rahmen von Bau-, Herstellungs-, Montage- und Einlagerungsfreigaben zu regeln. Die aufgrund der generellen Projektbeschreibung erteilte Bau- und Betriebsbewilligung muss demnach festhalten, welche technischen und organisatorischen Fragen im Laufe der Detailprojektierung, des Baus und des Betriebs behandelt werden müssen.

Projektierung und Bau

Je nach Stand der Projektierung und der Erstellung kennt die HSK verschiedene Schritte (Hierarchien) der begleitenden Beurteilung. Für jede Hierarchie muss der Antragsteller Dokumente zur Prüfung unterbreiten. Die Dokumentation der ersten Hierarchie schliesst den Sicherheitsbericht ein. In dieser Hierarchie sollen das geplante Projekt und die wesentlichen Anforderungen an die Auslegung seiner Teile beschrieben werden, einschliesslich der wichtigsten Spezifikationen, Dispositions- und Schaltpläne, der Beschreibung der Projektorganisation und der Qualitätssicherungskonzepte des Gesuchstellers und der Hauptlieferanten.

Voraussetzung für die Erteilung der nuklearen Baubewilligung ist laut Richtlinie HSK-R-30 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).

Die Ergebnisse der Beurteilung des Projektes anhand der Dokumentation der ersten Hierarchie sind Gegenstand des vorliegenden Gutachtens der HSK. Darin werden Auflagenvorschläge zuhanden der Bewilligungsbehörde (Bundesrat) gemacht. Werden diese Auflagen in die Bewilligung übernommen, so sind sie in der späteren Projektierungs-, Bau- und Betriebsphase vom Antragsteller zu erfüllen, was von der HSK anhand der Dokumentation der weiteren Hierarchiestufen geprüft wird. Im Anschluss an die Baubewilligung erfolgt die weitere Aufsicht der HSK im Rahmen des Freigabeverfahrens. Zweck des Freigabeverfahrens während der Bauphase 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.

Das Gefährdungspotential eines Zwischenlagers ist bedeutend kleiner als jenes eines Kernkraftwerkes. In einem Zwischenlager sind deshalb nur wenige Systeme sicherheitstechnisch klassiert (im Sinne der Richtlinie HSK-R-06). Es gibt aber auch Systeme und Ausrüstungen in Zwischenlagern und in Abfallaufbereitungsanlagen, welche zwar nach der Richtlinie HSK-R-06 unklassiert sind, welchen aber eine sicherheitstechnische Bedeutung zukommt. Wie im Falle des Projektes ZWIBEZ beabsichtigt die HSK,

jedes nicht klassierte System einer von drei Kategorien zuzuordnen:

- 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.

Das Freigabeverfahren für klassierte Systeme und Ausrüstungen richtet sich nach der Richtlinie HSK-R-30. Für unklassierte Systeme und Ausrüstungen der Kategorie A wird ein zweistufiges Freigabeverfahren vorgesehen, 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.

Inbetriebnahme und Betrieb

Die ZWILAG hat ein Gesuch um Erteilung der Bau- und der Betriebsbewilligung für das ZZL eingereicht. Gemäss Art. 7 Abs. 2 der Verordnung vom 18.1.1984 über Begriffsbestimmungen und Bewilligungen auf dem Gebiet der Atomenergie (Atomverordnung) kann die Betriebsbewilligung gleichzeitig mit der Baubewilligung erteilt werden, wenn die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb bereits zu diesem Zeitpunkt abschliessend beurteilt werden können. Wie dies aus den folgenden Kapiteln des vorliegenden Gutachtens hervorgeht, ist die HSK zum Schluss gekommen, dass im Falle der Lagerhallen des ZZL (einschliesslich der Heissen Zelle) und der Umladestation die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb zum gegenwärtigen Zeitpunkt abschliessend beurteilt werden können. Für die Konditionierungsanlage und für die Verbrennungs- und Schmelzanlage gilt diese Aussage jedoch nicht. Aus diesem Grund empfiehlt die HSK für diese Anlagenteile nur die Erteilung der Baubewilligung. Die folgenden Ausführungen gelten deshalb in erster Linie für den Betrieb der Lagerhallen und der Heissen Zelle. Entsprechende Angaben bezüglich des Betriebes der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage werden im Gutachten der HSK zur Betriebsbewilligung dieser Anlagenteile zu finden sein. Grundsätzlich kann die Einlagerung von TL-Behältern ins HAA/BE-Lager nur freigegeben werden, wenn die Heisse Zelle betriebsbereit ist, d.h. wenn Brennelemente bzw. HAA-Glaskokillen umgeladen werden können.

Für die Inbetriebnahme der Lagerhallen und der Heissen Zelle ist eine Freigabe der HSK notwendig. Zu diesem Zweck muss die ZWILAG nach Fertigstellung der Anlage mit ihrem Freigabeantrag einen aktualisierten Sicherheitsbericht erstellen, der allfällige Änderungen und Ergänzungen an den Gebäuden und Ausrüstungen berücksichtigt und Sicherheits- und Störfallanalysen enthält, welche die neuesten Kenntnisse über die Abfälle berücksichtigen. Neben dem aktualisierten Sicherheitsbericht muss auch gemäss der Richtlinie HSK-R-30 die vollständige Dokumentation der vierten Hierarchie vorliegen; diese umfasst insbesondere auch die Betriebsvorschriften.

Die Aufsicht während des Betriebes des ZZL wird gemäss der Richtlinie HSK-R-30 (Abschnitt 7) erfolgen. Dabei stehen 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.

Mit der Inbetriebnahmefreigabe für die Lagerhallen und für die Heisse Zelle wird der allgemeine Betrieb dieser Anlageteile von der HSK zugelassen. Die Einlagerung von jedem Abfallgebindetyp bzw. von Einzelgebinden, die keinem Abfallgebindetyp zugeordnet werden, muss dann in einem Freigabeverfahren nach der Richtlinie HSK-R-14 zugelassen werden. Dieses schrittweise Vorgehen hat verschiedene Gründe.

Zwar liegen die Spezifikationen der Wiederaufarbeitungsabfälle vor, die einen grossen Teil der einzulagernden Abfälle bilden werden. Mit Weiterentwicklungen ist aber zu rechnen. Auch geht die Entwicklung der Behältertechnologie für die trockene Lagerung von Brennelementen und verglastem hochaktivem Abfall weiter, und es wäre unvernünftig, bereits jetzt bestimmte Behältertypen als verbindlich zu erklären, unter weitgehendem Verzicht auf mögliche sicherheitstechnische Fortschritte bei späteren Entwicklungen. Somit erscheint es zweckmässig, die faktische Einlagerung von Abfallgebinden - wie in der Richtlinie HSK-R-14 vorgesehen - von einer Freigabe durch die HSK abhängig zu machen.

Im vorliegenden Gutachten basiert die Beurteilung der Sicherheit des Lagers auf dem Projektstand August 1995, insbesondere auf den im revidierten Sicherheitsbericht angegebenen und im Kapitel 2 dieses Gutachtens wiedergegebenen Annahmebedingungen für die Zwischenlagergebäude und für die Abfallbehandlungsanlagen. Sie erfolgt anhand der im Sicherheitsbericht modellmässig beschriebenen Abfallgebände, wobei geprüft wird, ob die dort angenommenen Gebindedaten den von den Wiederaufarbeitern in ihren Spezifikationen festgelegten Gebindedaten entsprechen. In der Regel müssen im Betrieb die vom Projektanten festgelegten Annahmebedingungen eingehalten werden. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass während der gesamten Betriebsdauer der Anlage die Spezifikationen der zwischenzulagernden bzw. zu behandelnden Abfallarten geändert werden, z.B. wegen höherem Abbrand des Brennstoffs oder bei neuen Produkten aus dem medizinischen Bereich. Mit der Annahme von Abfällen, welche die Annahmebedingungen des jeweiligen Anlageteils nicht erfüllen, ist aber nicht zwangsläufig die Möglichkeit einer Verletzung der Schutzziele verbunden. Vielmehr sind die möglichen Auswirkungen im Einzelfall zu untersuchen und zu beurteilen. Im Rahmen des Freigabeverfahrens nach der Richtlinie R-14 wird der Projektant der HSK deshalb anhand der aktuellen Abfalldaten nachzuweisen haben, dass die potentielle Gefährdung im Rahmen der Angaben des Sicherheitsberichtes liegt; andernfalls wird ein ergänzender Nachweis der Sicherheit des Lagers zu führen sein.

Bei der Lagerung der Brennelemente und des HAA wird zudem, anders als bei den übrigen Abfallsorten, der grösste Teil der Schutzwirkung vom Lagerbehälter geleistet, und nur ein kleinerer Teil vom Lagergebäude übernommen. Das Gutachten nimmt auf diese Besonderheit Rücksicht, indem Referenzanforderungen bezüglich der Schutzwirkung der Behälter definiert werden, die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen. Die hier vorgenommene Beurteilung der Sicherheit des Zwischenlagers im normalen Betrieb und bei Störfällen setzt die Erfüllung dieser Referenzanforderungen voraus. Bevor solche Behälter für die Einlagerung freigegeben werden können, muss der Projektant der HSK die Erfüllung der Referenzanforderungen nachweisen, oder bei Abweichungen einen ergänzenden Nachweis der Lagersicherheit führen.

Aus dem geschilderten Verfahren ergibt sich, dass im vorliegenden Gutachten Hinweise formuliert werden, welche die in späteren Freigabeverfahren zu erledigenden Punkte betreffen. Die für die Sicherheit entscheidenden Beurteilungen werden jedoch im jetzigen Gutachten gemacht.

Für die Bewilligung werden die folgenden, das weitere Verfahren betreffenden Auflagen vorgeschlagen:

Auflage 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.

- Auflage 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 des Systems bzw. der Komponente.
- Auflage 4:** Die Inbetriebnahme der Zwischenlager und der Umladestation bedarf einer oder mehrerer Freigaben der HSK. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist das Vorliegen eines aktualisierten Sicherheitsberichtes.
- Auflage 5:** Die erstmalige Einlagerung eines jeden Abfallgebindetyps bedarf einer Freigabe der HSK gemäss der Richtlinie HSK-R-14.
- Auflage 6:** Vor der Freigabe der Einlagerung von Lagerbehältern mit verglastem HAA oder BE muss eine ausreichende Schutzwirkung sowohl für die Umgebung als auch für das Lagergut selber nachgewiesen werden. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn der Behälter die im Gutachten der HSK definierten Referenzanforderungen an TL-Behältern erfüllt.

6 AUSLEGUNGSGRUNDLAGEN UND BEURTEILUNGSKRITERIEN

Ein Zwischenlagersystem, d.h. das Zwischenlager samt den dort eingelagerten Abfallgebinden, hat gleichermassen zwei Sicherheitsaufgaben wahrzunehmen: den Schutz von Mensch und Umwelt vor Emissionen aus den Abfallgebinden, und den Schutz der Abfallgebäude vor schädlichen (d.h. die weiteren Entsorgungsschritte gefährdenden) Einwirkungen. Diese allgemeine Forderung, die in der StSV, Art. 90 festgehalten ist, wird in der Richtlinie HSK-R-14 präzisiert, indem möglichst quantitative Schutzziele formuliert werden, welche das Zwischenlagersystem erreichen muss:

Schutzziel 1

Die durch das Zwischenlagersystem verursachten Individualdosen für Personen der Bevölkerung am jeweils ungünstigsten Standort dürfen, unter Berücksichtigung aller realistischerweise anzunehmenden Belastungspfade und Aufenthaltszeiten, folgende Grenzwerte nicht übersteigen:

- a) im Normalbetrieb einschliesslich interner Ereignisse, mit deren Auftreten ein oder mehrere Male während der Betriebsdauer zu rechnen ist: 0,1 mSv/a.¹
- b) bei Ereignissen, mit deren Auftreten nicht gerechnet wird, welche aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können: 1 mSv/Ereignis im ersten Jahr nach dem Ereignis.

Während des Betriebes ist die Einhaltung des Grenzwertes unter Bestimmung a) mit geeigneten radiologischen Überwachungsmassnahmen nachzuweisen.

Schutzziel 2

Im Sinne einer umhüllenden Abschätzung der Auswirkungen von seltenen, schweren Störfällen sind die radiologischen Folgen eines Flugzeugabsturzes mit Treibstoffbrand zu ermitteln. Berechnungsbasis ist ein vollbetanktes schweizerisches Militärflugzeug. Die in realistischer Rechnung ermittelten Individualdosen für die Bevölkerung der Umgebung sollen im ersten Jahr nach dem Ereignis 100 mSv nicht übersteigen.

Schutzziel 3

Das Zwischenlager ist so auszulegen, dass das Lagergut wieder ausgelagert werden kann und dass die Integrität der eingelagerten Abfallgebäude im Normalbetrieb vollständig und bei Störfällen möglichst gewahrt bleibt.

Im Rahmenbewilligungsverfahren für das Projekt ZZL hat die HSK festgehalten, dass diese Schutzziele von der Gesamtanlage (Zwischenlagerhallen und Abfallbehandlungsanlagen) erreicht werden müssen.

Wenn die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 erreicht werden, werden auch die Forderungen von Art. 94 StSV erfüllt.

Neben den genannten Schutzzielen werden in der Richtlinie HSK-R-14 Auslegungskriterien angegeben, die neben der Lagerkapazität die Auslegung gegen Störfälle, die Auslegung gegen Emissionen und den operationellen Strahlenschutz betreffen.

¹ Im besonderen Fall des ZZL, das den Standort Würenlingen mit dem Paul-Scherrer Institut teilt, muss eine weitere Einschränkung gemacht werden: Im Rahmenbewilligungsverfahren hat die HSK bekanntgegeben, dass sie eine maximale Dosis von 0,05 mSv/a für die Limitierung der Abgaben an die Biosphäre zugrundelegen wird.

Bei ihrer Beurteilung des Projektes ZZL berücksichtigt die HSK neben den geltenden gesetzlichen Bestimmungen und ihren eigenen Richtlinien die einschlägigen Normen und Regelwerke, wie z.B. auf den Gebieten der Bautechnik (SIA-Normen), der Fördertechnik (SUVA und KTA-Richtlinien, SEV-Vorschriften) und des Brandschutzes (VKF-Wegleitung für Feuerpolizeivorschriften). Die berücksichtigten Regelwerke werden im Kapitel 7 angegeben. Die Bestimmungen der HSK-Richtlinien für Kernkraftwerke werden sinngemäss berücksichtigt. Im Fall der Verbrennungsanlage werden auch die Empfehlungen der Internationalen Atomenergieorganisation IAEA herangezogen [IAE92a].

Während der Begutachtung des Projektes prüft die HSK auch, ob das ALARA-Prinzip (As Low As Reasonably Achievable) gemäss Art. 5 und 6 der StSV vom Gesuchsteller beachtet wurde und ob das vorgeschlagene Projekt dem heutigen Stand der Technik entspricht.

7 AUSLEGUNG DER SICHERHEITSTECHNISCH WICHTIGEN ANLAGETEILE

7.1 Standort und Auslegung der Bauten

7.1.1 Standort und Baugrund

Angaben des Gesuchstellers

Das Zwischenlager befindet sich am rechten Aareufer, nördlich des Paul Scherrer Institutes (PSI) in der Gemeinde Würenlingen. Das Gelände grenzt auf zwei Seiten an den Wald, auf der dritten an das Ufergehölz und auf der vierten an das PSI.

Zwischen 11,6 und 20,1 m unter Terrain liegt der aus Mergeln und Kalken bestehende Fels, darüber liegt eine 0,4 bis 0,5 m dünne Schicht aus Moränen oder verschwemmtem Moränenmaterial. Dann folgen bis 0,2 - 1,4 m unter Terrain Schotter aus sandigem Kies mit Steinen. Die Oberflächenschichten bestehen aus Humus, Lehm, kiesigem Lehm oder lehmigem Kies. Der Schotter kann als ein gut tragfähiger und wenig setzungsempfindlicher Fundamentsuntergrund angesehen werden. Bei den Gebäuden ohne Untergeschoss, die in den Oberflächenschichten zu liegen kommen würden, wird ein Materialersatz vorgesehen. Das bedeutet, dass die schlechten Oberflächenschichten abgetragen und durch gutes, verdichtetes Kiesmaterial ersetzt werden, sodass sich diese Gebäude bezüglich Setzung ähnlich verhalten wie die anderen.

Beurteilung der HSK

Wie bereits im Gutachten zum Rahmenbewilligungsverfahren [HSK92a] festgehalten, hat die HSK im Hinblick auf die bautechnische Eignung des Baugrundes keine Bedenken. Gegen den vom Gesuchsteller vorgeschlagenen Materialersatz hat sie keine Einwände. Die Bodenkennwerte werden in der Detailprojektion beurteilt.

7.1.2 Auslegungsbasis in Bezug auf äussere Einwirkungen

Angaben des Gesuchstellers

Als äussere Einwirkungen betrachtet der Gesuchsteller seismische Einwirkungen, Überflutungen, kapillar aufsteigendes Grundwasser sowie Absturz eines Militärflugzeuges auf die Anlage.

Stellungnahme der HSK

Im Gutachten zum Rahmenbewilligungsgesuch hat die HSK festgestellt, dass die Auswirkungen eines schweren Störfalles einer nuklearen Einrichtung des PSI oder des KKB zwar zu einem zeitweiligen Betriebsunterbruch führen, nicht aber die Sicherheit des ZZL einschränken können. In der Nähe des ZZL-Areals gibt es zur Zeit keine industriellen Anlagen mit einem signifikanten Gefährdungspotential für das ZZL. Allerdings wurde kürzlich die Konzession für eine Hochdruckgasleitung erteilt, deren voraussichtliches Trasse in der Nähe des ZZL vorbeiführt. Nähere diesbezügliche Angaben sind im Abschnitt 10.4 zu finden. Die HSK ist der Ansicht, dass die vom Gesuchsteller betrachteten Einwirkungen von aussen für das Hauptareal des ZZL bis auf den Einfluss von Blitzschlägen und von der erwähnten Gasleitung abdeckend sind.

Erdbeben

Angaben des Gesuchstellers

Den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 entsprechend, wählt der Gesuchsteller für die sicherheitstechnisch relevanten Gebäude (Empfangsbereich, Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente, Lager für mittelaktive Abfälle, Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle, Heisse Zelle, Konditionierungsanlage und Verbrennungs- und Schmelzanlage) ein Auslegungserdbeben der Häufigkeit $10^{-4}/a$. Aus der "Erdbebenrisikokarte der Schweiz" [SAE78s] ergibt sich eine Standort-Intensität I_s nach Medwedew, Sponheuer und Karnik (MSK) von VII,6 bis VII,7. Daraus wird eine horizontale Erdbebenbeschleunigung von 0,16 g ermittelt (g =Erdbeschleunigung). Wie üblich, wird für die vertikale Komponente $2/3$ der horizontalen gewählt, d.h. 0,11 g.

Für alle weiteren Bauten und die Gebindestapel wählt der Gesuchsteller ein Auslegungserdbeben der Häufigkeit $2,5 \cdot 10^{-3}/a$ gemäss der Norm SIA 160. Dieses entspricht einer horizontalen Erdbebenbeschleunigung von 0,06g. Daraus wird die vertikale Erdbebenbeschleunigung von 0,04 g abgeleitet.

Die Berechnungen sollen nach dem Vorschlag des Gesuchstellers mit den zur Zeit gültigen SIA-Normen durchgeführt werden. Die Konditionierungsanlage und die Verbrennungs- und Schmelzanlage sowie die Bauten mit SIA-Erdbebenauslegung werden in die Bauwerksklasse II gemäss Norm SIA 160 [SIA89s] eingeteilt. Die restlichen sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude, d.h. die Lager, die Heisse Zelle und der Empfangsbereich werden in die Bauwerksklasse III eingeteilt.

Beurteilung der HSK

Die Vorschläge des Gesuchstellers zur Erdbebenauslegung entsprechen den HSK-Vorgaben.

Die Wahl des SIA-Erdbebens für die Gebindestapel ist zulässig, weil die entsprechenden Beschleunigungen (z.B. horizontal 0,06 g) höher sind als für ein Erdbeben der Häufigkeit $10^{-2}/a$ (horizontale Beschleunigung 0,05 g), wie es in der Richtlinie HSK-R-14 als Auslegungsbasis für die Gebindestapel gefordert wird. Falls die Gebinde oder Gebindestapel beim Erdbeben der Häufigkeit $10^{-4}/a$ nicht stabil sind, sind die Konsequenzen des Umstürzens auf die Gebäude zu untersuchen oder durch konstruktive Massnahmen das Umstürzen zu verhindern. Es sind auch die radiologischen Konsequenzen eines allfälligen Umstürzens zu untersuchen: es ist zu zeigen, dass das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 erreicht wird. Die Container für die Gebindelagerung werden im Einlagerungsfreigabeverfahren von der HSK auf das für sie massgebende Erdbeben überprüft.

Die Komponenten sind ingenieurmässig zu verankern, insbesondere für die Erdbebeneinwirkung. Die HSK wird wichtige Verankerungen stichprobenweise überprüfen, insbesondere bei der Heissen Zelle, bei Behältern mit grundwassergefährdenden Flüssigkeiten und bei Grosskomponenten bzw. Hochregallagern.

Externe Überflutung

Angaben des Gesuchstellers

Die höchste Wasserkote von 329,7 m ü.M., die aus dem vollständigen Versagen des Stauwehrs Rapperswil ermittelt wurde, ist tiefer als die minimale Geländekote von rund 330,5 m ü.M, so dass für diese Einwirkung keine Vorkehrungen nötig sind. Die Oberkante des Terrains nach Fertigstellung beträgt etwa 332,5 m, so dass für das fertige Zwischenlager ein grosser Sicherheitsabstand gegen externe Überflutung vorhanden ist.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat bereits im Rahmenbewilligungsverfahren festgehalten, dass am vorgesehenen Standort keine externe Überflutung anzunehmen ist.

Grundwasser

Angaben des Gesuchstellers

Die tiefste Fundationskote der Gebäude kommt auf ca. 325,5 m ü.M. zu liegen. Dies entspricht dem höchsten gemessenen Grundwasserstand. Demzufolge wird das Fliesen des Grundwasserstromes nicht behindert.

Die Gebäude mit Untergeschossen werden mit einer Grundwasserisolation bis 330,0 m ü.M. als Schutz gegen kapillar aufsteigendes Grundwasser versehen. Diese eigentliche Feuchtigkeitsisolation soll Beschädigungen an den vorgesehenen innenliegenden Dekontaminationsbeschichtungen vermeiden.

Beurteilung der HSK

Die gewählte Kote für die Grundwasserisolation bietet einen ausreichenden Schutz auch bei grösseren Grundwasserspiegelschwankungen.

Flugzeugabsturz

Angaben des Gesuchstellers

Von der Richtlinie HSK-R-14 wird grundsätzlich für Zwischenlager keine Auslegung der Gebäude auf Flugzeugabsturz gefordert, sondern nur eine Untersuchung der radiologischen Auswirkungen des Absturzes eines schweizerischen Militärflugzeuges mit anschliessendem Treibstoffbrand. In den Störfallbetrachtungen wird aber davon ausgegangen, dass das Lager für mittelaktive Abfälle einen Penetrationsschutz und die Heisse Zelle einen Vollschutz gegen Flugzeugabsturz aufweisen. Dabei unterstellt der Gesuchsteller den Absturz eines Flugzeuges des Typs F/A-18 (20 Tonnen Startgewicht, 6000 l Treibstoff).

Beurteilung der HSK

In Abschnitt 4.3 wird dargelegt, dass bezüglich Flugzeugabsturz Anforderungen über die Richtlinie HSK R-14 hinaus nach Ansicht der HSK nicht notwendig sind. Gemäss Schutzziel 2 dieser Richtlinie sind die radiologischen Folgen eines Flugzeugabsturzes mit Treibstoffbrand zu ermitteln. Berechnungsbasis ist ein vollbetanktes schweizerisches Militärflugzeug. Das Zugrundelegen einer F/A-18 entspricht den heutigen Gegebenheiten. Für das Lastbild ist die Richtlinie HSK-R-102 [HSK86s] anzuwenden.

Unabhängig davon, ob die Wand- oder Deckenstärken einzelner Gebäude einen Vollschutz (Heisse Zelle) oder einen Penetrationsschutz (Lager für mittelaktive Abfälle) gewährleisten, ist nachzuweisen, dass die vorgesehenen Betonstärken und Bewehrungsgehalte einen Einsturz dieser Gebäude verhindern können, wenn dies für die Einhaltung der Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 notwendig ist. Wie üblich werden diese Nachweise, insbesondere die Wahl der Betonstärken, während der Detailbearbeitung von der HSK überprüft.

Beim Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente soll der Schutz gegen Herabstürzen der Dachkonstruktion infolge Flugzeugabsturz oder auch der direkte Flugzeugaufprall auf die Behälter durch diese selber gegeben sein. Der Nachweis der Schutzwirkung der Behälter für hochaktiven Abfall oder für Brennelemente ist spätestens im Rahmen des Freigabeverfahrens für die Einlagerung zu leisten. Dabei erwartet die HSK keine grundsätzlichen Schwierigkeiten. Im Ausland wurde ein solcher Nachweis für einen Behältertyp bereits erbracht, siehe dazu Abschnitt 8.1.2.

Wie aus den Störfallbetrachtungen (Kapitel 10) zu schliessen ist, sind gegen einen Helikopterabsturz keine darüberhinausgehenden baulichen Massnahmen notwendig.

Blitzschlag

Angaben des Gesuchstellers

Auf Anfrage der HSK hat der Gesuchsteller dargelegt, dass er den Blitzschutz in Übereinstimmung mit den Leitsätzen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) gestalten wird.

Beurteilung der HSK

Eine Störung der vorgesehenen elektrischen und leittechnischen Einrichtungen des ZZL verursacht keine unzulässige Freisetzung von Aktivität, wobei die Massnahmen bei der Lüftung der Heissen Zelle erst im Freigabeverfahren abschliessend beurteilt werden können: Bei gesteuerter Rückschlagklappe ist dann der Nachweis zu erbringen, dass auch bei Fehlsignalen, welche durch einen Blitzeinschlag in die Anlage verursacht werden, keine unzulässige Aktivitätsfreisetzung erfolgen kann. Dieser Nachweis vorausgesetzt, sind die Blitzschutzmassnahmen gemäss den Leitsätzen des SEV nach Ansicht der HSK hinreichend.

7.1.3 Auslegungsbasis im Hinblick auf Belastungen im Normalbetrieb und bei internen Störfällen

Angaben des Gesuchstellers

Für die konventionellen Einwirkungen wie Eigengewicht, Nutzlast, Schnee, Wind und Erddruck gelten die gültigen SIA-Normen wie auch für die Haupteinwirkung aus dem Lagergut.

Beurteilung der HSK

Die Raumtemperaturen und die Komponententemperaturen (z.B. die Temperatur der Behälter mit hochaktiven Abfällen) sind für den Normalbetrieb und die Störfälle zu spezifizieren und die Gebäude entsprechend dem Wärmefluss zu dimensionieren. Dabei ist den Grundsätzen der neuen SIA-Normen, nämlich der Gebrauchstauglichkeit, Beachtung zu schenken. Beim allfälligen Vorliegen von hohen Temperaturen sind gesonderte Überlegungen für die Bestimmung der Steifigkeiten nötig, da diese sowohl von der Last, von der Temperatur wie vom Rissezustand abhängen.

In Räumen mit nicht vernachlässigbarer Explosionsgefahr ist in die Wände und Decken die Mindestbewehrung für hohe Anforderungen gemäss der Norm SIA 162 einzulegen.

7.1.4 Bauvorschriften und Qualitätssicherung bei der Bauausführung

Angaben des Gesuchstellers

Für alle bautechnischen Berechnungen werden die gültigen SIA-Normen angewendet. Die wichtigsten sind:

- Norm SIA 160 (1989): Einwirkungen auf Tragwerke
- Norm SIA 161 (1990): Stahlbauten
- Norm SIA 161/1 (1990): Stahlbauten: Qualitätssicherung
- Norm SIA 162 (1993): Betonbauten
- Norm SIA 162/1 (1989): Betonbauten: Materialprüfung.

Beurteilung der HSK

Für die Projektierung ist die Richtlinie HSK-R-04 zu beachten und die Bauausführung soll in Anlehnung an die Richtlinie HSK-R-08 erfolgen.

Vor Baubeginn ist der HSK ein Qualitätssicherungsprogramm für die Bauausführung zur Beurteilung einzureichen. Als Grundlage sind die vorerwähnten SIA-Normen und HSK-Richtlinien zu wählen.

7.2 Bautechnik

Angaben des Gesuchstellers

Lager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente (Gebäude H)

Die quaderförmige Lagerhalle ist 68,4 m lang, 41,0 m breit und 17,9 m hoch über Terrain (ohne Dachaufbauten) und grenzt an der Nord-Ost-Fassade an den gemeinsamen Empfangsbereich für das Lager für hochaktive Abfälle, für die Heisse Zelle und für das Lager für mittelaktive Abfälle. Die Halle ist eine Rahmen- und Wandkonstruktion aus Stahlbeton. Unter der Fundamentplatte variabler Stärke (80 bis 180 cm) wird ein Materialersatz vorgenommen (siehe Abschnitt 7.1.1). Die Fundationskoten liegen auf 331,40 m.ü.M. und 330,40 m.ü.M. Die Fassadenstützen sind mit der Beton-Fassadenwand verbunden und tragen die Kranbahn des Lagerkrans. Die 30 cm dicke Dachplatte wird von ca. 2 m hohen vorgespannten vorfabrizierten Betonträgern getragen.

Für die passive Abfuhr der Nachzerfallswärme der Behälter durch Naturkonvektion sind Lufteintrittsöffnungen in den Hallenlängswänden und Luftaustrittsöffnungen in den Dachaufbauten vorgesehen. Die Lagerbehälter stehen auf dem 30 cm starken bewehrten Überbeton der Fundamentplatte. Die Installation für die Behälterüberwachung ist im Überbeton verlegt.

Lager für mittelaktive Abfälle (Gebäude M)

Die Lagerhalle mit dem Transport-, Bedienungs- und Versorgungsbereich ist 55,5 m lang, 36,0 m breit, ohne Dachaufbauten 24,5 m hoch und ist 6,5 m unter Terrain, das heisst auf 326,00 m.ü.M. flachfundiert. Die Fundamentplatte ist 120 cm stark. Das Gebäude besteht aus dicken Betonwänden (z.B. Aussenwände im Lagerbereich ca. 140 cm) und Betondecken. Die endgültige Stärke des Daches (erste Annahme 130 cm) wird aufgrund der Detailuntersuchungen zum Flugzeugabsturz festgelegt werden (siehe Abschnitt 7.1.2). Die Abfälle werden innerhalb der Lagerhalle in 6 Lagerschächten gelagert, die durch ca. 100 cm Beton/Stahlriegel abgedeckt werden. An den Aussenlängswänden sind die Konsolen zur Unterstützung der Kranbahn anbetoniert.

Am Lager für mittelaktive Abfälle sind die Heisse Zelle und das Empfangsgebäude anbetoniert. Diese drei funktionell verschiedenen Gebäude bilden somit bautechnisch ein einziges Gebäude und werden gemeinsam entworfen und berechnet.

Heisse Zelle und Empfangsgebäude (Gebäude Z und E)

Die Heisse Zelle ist gleich fundiert wie das Lager für mittelaktive Abfälle, ist 36,0 m lang, 14,0 m breit und 24,5 m hoch über Terrain. Es ist ein sehr massives Betongebäude. Die 1,6 m starken Wände der Heissen Zelle und 1,5 m starke Dachdecke gewährleisten einen Vollschutz gegen Flugzeugabsturz (siehe Abschnitt 7.1.2 und Richtlinie HSK-R-102).

An die Heisse Zelle und das Lager für mittelaktive Abfälle schliesst der Empfangsbereich an, der auf dieser Seite wie diese Gebäude fundiert ist und ebenfalls ein massives Betongebäude ist. Auf der anderen Seite

(zum Lager für hochaktive Abfälle hin) ist es wie dieses fundiert und ist konstruktiv die Fortsetzung dieser Lagerhalle. Das Gebäude ist 26,3 m lang, 41,0 m breit und die Höhe über Terrain beträgt 17,9 m.

Lager für mittel- und schwachaktive Abfälle (Gebäude S)

Die quaderförmige Lagerhalle mit eigenem Empfangs- und Lagerbereich ist 98,3 m lang, 33,1 m breit und über Terrain, ohne Dachaufbauten, 18,9 m hoch. Sie ist mit einer 140 cm starken Fundamentplatte 7,0 m unter Terrain auf Kote 325,50 m ü.M. flachfundiert. Empfangsbereich und Lagerbereich sind durch eine Abschirmwand abgetrennt. Die Halle besteht aus dicken Betonwänden und Betondecken. An den 80 cm starken Aussenwänden sind für die Auflagerung der Kranbahn Konsolen anbetoniert. Die 50 cm starke Dachdecke wird von 140 cm hohen vorfabrizierten vorgespannten Betonträgern unterstützt. Längs der Aussenwände sind Galerien vorgesehen, um das Kippen hoher Containerstapel infolge Erdbebeneinwirkung zu verhindern. Die Lagercontainer werden auf Stahlplatten gestellt, die in die Fundamentplatte versetzt werden.

Konditionierungsanlage (Gebäude K)

Das quaderförmige sechsstöckige Gebäude, das neben der Konditionierungsanlage auch noch einen Personal- und Büroteil beherbergt, ist 52 m lang, 33 m breit und hat eine Höhe von 18 m über Terrain. Das Untergeschoss ist 6,8 m unter Terrain auf Kote 326,0 m ü.M. auf einer 90 cm starken Fundamentplatte flachfundiert. Der Betriebstrakt besteht aus massiven Decken und Wänden aus Stahlbeton. Die Wände mit Abschirmfunktion sind 30 bis 70 cm, jene ohne Abschirmfunktion 20 bis 30 cm stark. Die Decken sind 40 bis 60 cm stark.

Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V)

Das quaderförmige Stahlbetongebäude ist 31,8 m lang, 20,0 m breit und ragt 17,9 m über Terrain. Es ist 325,9 m.ü.M., d.h. 6,6 m unter Terrain, auf einer 100 cm starken Fundamentplatte flachfundiert. Um die Ofen-Anlage und um das Hochregallager sind 60 cm starke Wände angeordnet. Die übrigen Aussenwände und die Dachplatte sind 40 cm stark. In der Ofen-Halle ist ein Kran vorgesehen. Die Kranbahn wird auf Konsolen verlegt, die an die 60 cm starke Aussenwand bzw. 60 cm starke innere Abschirmwand anbetoniert sind.

Unterirdische Verbindungen und Nebengebäude (Gebäude N)

Für die Begehung, den Material- bzw. Gebindetransport und die Medienversorgung werden alle Gebäude mit unterirdischen Verbindungskanälen aus Stahlbeton verbunden. Sie liegen mindestens 1 m unter Terrain und werden entsprechend Norm SIA 160 für Einwirkungen aus Schwertransporten ausgelegt. Die Kanäle sind mit Zwischendecken versehen, um die verschiedenen Transportflüsse trennen zu können.

Das Nebengebäude, das unter anderem die Lüftungsanlage der Verbindungskanäle beherbergt, ist 69 m lang, 9 m breit und 7,6 m hoch über Terrain. Das 5 m tiefe Untergeschoss ist aus Stahlbeton, während der Oberbau aus Stahl erstellt wird.

Umladestation Schiene-Strasse

Südlich der Kreuzung zwischen Bahnunterführung und PSI-Zufahrtsstrasse wird die Umladestation des ZZL errichtet. Neben der Gleisanlage, wo die Abfallbehälter mit einem Portalkran von den Bahnwagen auf das Strassenfahrzeug umgeladen werden, wird ein Betriebsgebäude gebaut. Dieses konventionelle Gebäude wird ohne zusätzliche Anforderungen mit den gültigen SIA-Normen projektiert. Die Bodenuntersuchungen zeigen, dass zuerst eine 0,9 bis 1,7 m starke, weiche Deckschicht aus lehmigem Sand oder sandigem Lehm angetroffen wird. Darunter liegt bis in ca. 50 m Tiefe eine Schotterschicht. Der mittlere

Grundwasserspiegel liegt ca. 34 m unter der Terrainoberfläche, so dass er durch Foundationen nicht beeinträchtigt wird. Die Foundation des Betriebsgebäudes und des Portalkranes wird in den Schotter zu liegen kommen und ist deshalb unproblematisch. Hingegen reicht die Foundationsschicht für die Gleisanlage und die Umschlagsplätze nur bis in die Deckschichten. Es ist deshalb vorgesehen, vor dem Einbringen der Foundationsschicht die humosen Partien der Deckschichten zur Vermeidung von Setzungen zu entfernen und den anstehenden Boden abzuwalzen. Sofern nötig kann anschliessend ein Geotextil als Trennschicht verlegt und die Foundationsschicht eingebaut werden.

Beurteilung der HSK

Die vom Gesuchsteller vorgesehene Disposition und Gestaltung der Gebäude entspricht dem im Rahmenbewilligungsverfahren gutgeheissenen Projekt. Die vom Gesuchsteller unterbreiteten Unterlagen der ersten Hierarchie sind ausreichend. Im Freigabeverfahren wird sich die HSK davon überzeugen, dass der Stand der Technik bei der Ausführung der Gebäude realisiert wird.

7.3 Anlagentechnik

7.3.1 Elektrische Anlagen

Angaben des Gesuchstellers

Die Wechselstromversorgung hat die Aufgabe, die Betriebssysteme des ZZL mit elektrischer Energie zu versorgen. Sie besteht aus:

- den Netzanschlüssen (Haupt- und Zweiteinspeisung)
- der Mittelspannungsanlage
- der 16/0,4-kV-Transformierung
- den Anlageverteilungen (Haupt- und Hilfsverteilung)
- dem Dieselaggregat
- den Gebäudeverteilungen
- Anlagen der unterbrechungslosen Stromversorgung (USV).

Die beiden Netzeinspeisungen werden in die ZZL-Schaltstation (Beznau-Nord) geführt.

Die *Haupteinspeisung* erfolgt ab der 16-kV-Leitung Beznau-Siggenthal über das Elektrizitätswerk Würenlingen und die PSI-Kabine (Beznau-Ost). Die *Zweiteinspeisung* erfolgt ab der 16-kV-Leitung Beznau-Villigen über die AEW-Schaltstation im PSI-West. Die Haupteinspeisung ist für einen Leistungsbedarf des ZZL von 6 MW ausgelegt. Die Zweiteinspeisung ist ebenfalls auf die maximal benötigte Leistung ausgelegt, die ohne Voranmeldung beziehbare Leistung ist jedoch auf 1 MW begrenzt.

Die im Untergeschoss des Nebengebäudes des ZZL zusammen mit 16/0,4-kV-Transformatoren und Anlageverteilern untergebrachte *Mittelspannungsanlage* besteht aus:

- einer zweiteiligen Hauptsammelschiene sowie
- den Abgängen für die Stromversorgung der ZZL-Anlagen

Der erste Teil der Hauptsammelschiene ist an die Haupteinspeisung und der zweite Teil an die Zweiteinspeisung angeschlossen. Beide Teile sind miteinander koppelbar.

Die 16/0,4-kV-Transformierung umfasst

- drei an den ersten Teil der Hauptsammelschiene angeschlossene 16/0,4-kV-Transformatoren, von denen jeder eine Anlagehauptverteilungs-Schiene versorgt
- einen separaten, an den ersten Teil der Hauptsammelschiene angeschlossenen Transformator, der im Gebäude der Verbrennungs- und Schmelzanlage untergebracht ist und den Plasmabrenner des Drehherdofens versorgt
- einen an den zweiten Teil der Hauptsammelschiene angeschlossenen 16/0,4-kV-Transformator, der eine Anlagehilfsverteilungs-Schiene versorgt

Die *Anlagehauptverteilung* besteht aus 3 Sammelschienen und Kabel- oder Stromschienenverbindungen zu den verschiedenen Gebäudeverteilungen. Die *Anlagehilfsverteilung* besteht aus einer Sammelschiene mit Kabel- oder Stromschienenverbindungen zu allen Gebäudeverteilungen. Diese Sammelschiene kann ausser von der Zweiteinspeisung auch ab einem *Dieselgenerator* versorgt werden.

In den ZZL-Gebäuden befinden sich die *Gebäudeverteilungen*. Sie bestehen aus je einer zweigeteilten Sammelschiene (BJA und BNA), deren Teile koppelbar sind. Die BJA-Sammelschienen sind an die Anlagehauptverteilung angeschlossen und somit von der Haupteinspeisung gespeist. Die BNA-Sammelschienen sind im Normalbetrieb mit den entsprechenden BJA-Sammelschienen gekoppelt und demzufolge auch über die Anlagehauptverteilung versorgt. Im Störfall (Ausfall der Haupteinspeisung, Unterspannung) werden die BNA-Sammelschienen von den BJA-Sammelschienen automatisch getrennt und auf die ständig unter Spannung stehende Anlagehilfsverteilung umgeschaltet. Sie werden dann entweder von der Zweiteinspeisung oder dem Dieselgenerator versorgt. Bei stromloser Anlagehilfsverteilung startet die Dieselgeneratoranlage automatisch und speist die BNA-Sammelschiene über diese Verteilung.

Zu den wesentlichen, an die BJA-Sammelschienen angeschlossenen Verbraucher gehören die Klima- und Lüftungsanlagen (mit Ausnahme jener der Heissen Zelle), die Umlade- und Ladekrane, die Schiebe- und Rolll Tore sowie die Beleuchtung und Steckdosen. Sämtliche sicherheitsrelevanten und wichtigen Verbraucher sind an die BNA-Sammelschienen angeschlossen. Die wesentlichen davon sind Klima- und Lüftungsanlagen der Heissen Zelle, die Anlagen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, die für ein geführtes Abfahren der Anlage benötigt werden, die Antriebe der Brandschutzklappen, die Notbeleuchtung sowie alle Versorgungsgeräte (Wechselrichter, Gleichrichter), die einer unterbrechungsfreien Stromversorgung dienen.

Für die unterbrochlose Versorgung bestimmter Einrichtungen weisen die einzelnen Verbraucherguppen eigene *USV-Anlagen* auf. Die Gesamtleistung aller USV wird ca. 160 kW betragen. Zu den wesentlichen Verbrauchern der USV zählen die leittechnischen Einrichtungen zur Steuerung und Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand, Kommunikationseinrichtungen, Strahlenschutzmessungen inkl. Auswerteelektronik, Brandmeldeanlage, Behälterüberwachungssystem, Störfallinstrumentierung sowie Not- und Fluchtwegbeleuchtung.

Ein Totalausfall der Wechselstromversorgung, ausser USV, führt laut [ZWI91e, ZWI94d, ZWI94e] in keinem Anlagenteil zu einer radiologischen Gefährdung der Bevölkerung. In ergänzenden Berichten [ZWI94f, ZWI94m, ZWI94s] wird ferner gezeigt, dass bei einem vollständigen Ausfall der Wechselstromversorgung, ausser USV, keine unzulässigen Dosen für das Betriebspersonal zu erwarten sind. In einem weiteren Bericht [NOK94a] wurde gezeigt, dass auch bei fehlender externer Stromversorgung die von den Abfällen bzw. von den abgebrannten Brennelementen entwickelte Wärme bis zu einer Zeit von 11

Tagen (MAA) bzw. 22 Tagen (BE in der Heissen Zelle) zu keinem die Integrität der Abfälle gefährdendem Wärmestau führt. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, dass eine zuverlässige Wechselstromversorgung vor allem dem betrieblichen Schutz der Anlagen dient. Der Gesuchsteller ordnet deshalb die Stromversorgung der Kategorie B für nicht klassierte Ausrüstungen zu. Sämtliche USV-Anlagen werden hingegen nach dem Vorschlag des Gesuchstellers der Kategorie A zugeordnet.

Beurteilung der HSK

Die HSK hält das Konzept der Stromversorgung für das ZZL als grundsätzlich geeignet, um die vorwiegend betrieblichen Aufgaben der elektrischen Einrichtungen zu erfüllen.

Die automatische Umschaltung wichtiger Verbraucher auf die Anlagenhilfsverteilung bei stromloser Gebäudeverteilung sowie der automatische Start und die Zuschaltung des Dieselgenerators werden von der HSK als zweckmässig beurteilt.

Die Batteriekapazität der USV-Anlagen muss so bemessen werden, dass die Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand, bis die Wechselstromversorgung wieder zur Verfügung steht, sichergestellt wird. Die HSK wird die diesbezüglichen Vorschläge des Gesuchstellers im Freigabeverfahren prüfen.

Bei der Detailprojektierung sind folgende Hinweise zu beachten:

- Für die Montagefreigabe benötigt die HSK genaue Angaben über die Systeme und Antriebe, die an die USV angeschlossen werden sollen, zusammen mit deren Strombedarf. Aufgrund dieser Angaben wird die HSK dann prüfen, ob alle nötigen Systeme und Antriebe von der USV gespeist werden; sie wird die projektierte Leistung beurteilen. Ebenso sind Unterlagen einzureichen, aus denen der Zustand der Lüftungsklappen bei Stromausfall ersichtlich ist.
- Um eine Brandgefährdung möglichst gering zu halten, sind für die 16/0,4-kV-Transformierung bewährte Trockentransformatoren vorzusehen.
- Dort, wo die elektrischen Einrichtungen in den Untergeschossen von Gebäuden untergebracht werden, ist der Nachweis eines hinreichenden Schutzes gegen eine Überschwemmung infolge Systemleckagen oder Überflutung, z. B. infolge von Brandbekämpfungsmassnahmen zu erbringen.

7.3.2 Leitechnische Einrichtungen

Angaben des Gesuchstellers

Im ZZL sind verschiedene autonome leitechnische Einrichtungen (LTE) vorgesehen, die vielfältige Steuer- und Überwachungsaufgaben von unterschiedlicher Sicherheitsrelevanz haben. Sie sind jeweils in entsprechenden Räumen der verschiedenen Gebäude untergebracht. Dort, wo eine kontinuierliche Überwachung oder Regelung erforderlich ist, sind bei Störung und Grenzwertüberschreitung optische und akustische Alarne vor Ort vorgesehen. Übergeordnete Meldungen, welche das Areal oder sicherheitstechnisch wichtige Daten betreffen, werden in der Meldezentrale im Bürotrakt der Konditionierungsanlage (Gebäude K) angezeigt und/oder registriert. Die Alarne werden gruppiert und als Sammelalarm in der Loge des selben Gebäudes angezeigt. Die Loge ist rund um die Uhr besetzt. In der Meldezentrale besteht für das Überwachungspersonal die Möglichkeit, genauere Angaben über die Herkunft eines Sammelalarms zu erhalten.

Abhängig von der sicherheitstechnischen Bedeutung der Anlagen und Systeme werden die leitechnischen Einrichtungen vom Gesuchsteller den Kategorien A, B und C (siehe Kap. 5) für nichtklassierte Ausrüstungen zugeordnet. Dementsprechend werden diese Anlagen und Systeme unterschiedlichen

Freigabeverfahren zugeordnet. Systeme der Kategorie C brauchen keine Freigabe und werden deshalb in der Folge nicht erwähnt.

Die vorgeschlagene Unterteilung der leittechnischen Einrichtungen der Zwischenlagerhallen des ZZL ist wie folgt.

Im HAA/BE-Lager (Gebäude H) werden das Behälterüberwachungssystem, die Luftüberwachung, die Lagerkransteuerung und die Ortsdosisleistungs-Messgeräte (ODL-Messgeräte) vom Gesuchsteller der Kategorie A, die Not- und Fluchtwegbeleuchtung der Kategorie B zugeordnet. Das Behälterüberwachungssystem dient der Überwachung der Dichtigkeit der TL-Behälter. Bei einer Undichtigkeit wird ein elektrisches Signal erzeugt, das nach Verarbeitung zu einer optischen und akustischen Meldung führt. Die Einzelmeldungen sind auf einer Anzeigetafel im Raum "Behälterüberwachung" (Gebäude E) sichtbar.

Im MAA-Lager (Gebäude M) werden die Fernbedienungen der Krananlagen, der Kraftmanipulator, der Transportwagen, sowie die ODL-Messgeräte, die Brandmeldeanlage, die Steuerung der Brandschutzklappen und die Abluftüberwachung vom Gesuchsteller der Kategorie A, die Not- und Fluchtwegbeleuchtung der Kategorie B zugeordnet. Die Fernbedienung erfolgt unter Einsatz eines Fernsehsystems. Die leittechnischen Einrichtungen werden in den Räumen der Bedienungs- und Versorgungsbereiche angeordnet.

Im MAA/SAA-Lager (Gebäude S) werden die Fernbedienung der Krananlage, die ODL-Messgeräte, die Steuerung der Brandschutzklappen und die Abluftüberwachung der Kategorie A, die Brandmeldeanlage, die leittechnischen Einrichtungen für die Lüftungsanlage sowie für die Not- und Fluchtwegbeleuchtung der Kategorie B zugeordnet. Die leittechnischen Einrichtungen werden im Kranbedienungsraum untergebracht.

In der Heissen Zelle (Gebäude Z) werden die leittechnischen Einrichtungen des Zellenkrans, des Transportwagens, der Interventionstür, des Andockadapters und der Deckelabziehvorrichtung sowie die leittechnischen Einrichtungen für den Kraftmanipulator, die Lüftungsanlage und die Abluftüberwachung, die Brandmeldeanlagen, die Steuerung der Brandschutzklappen und die ODL-Messgeräte der Kategorie A, die Steuerung des Interventionskrans und die Not- und Fluchtwegbeleuchtung der Kategorie B zugeordnet. Die Fernbedienung erfolgt unter Einsatz eines Fernsehsystems. Die leittechnischen Einrichtungen werden in den Räumen der Bedienungs- und Versorgungsbereiche angeordnet.

In der Konditionierungsanlage (Gebäude K) sind leittechnische Einrichtungen für die Systeme Verfahrenstechnik, Transport, Überwachung und Kontrolle vorhanden. Jede funktionelle Einheit verfügt über ein eigenes leittechnisches System, das alle notwendigen Komponenten, wie zentrale Bedienung im Kommandoraum, lokales Bedienpult sowie Schnittstellen zu anderen Systemen und zum übergeordneten Störungsmelde- und Protokollierungssystem in der Meldezentrale umfasst. Folgende Systeme der Kategorien A und B werden vom zentralen Kommandoraum der Konditionierungsanlage aus gesteuert und/oder überwacht:

- Kategorie A: Strahlenschutz- und Emissionsüberwachung, Abwasserbehandlung
- Kategorie B: Hochregallager, Transportsysteme mit allen Fassmessstellen.

Von lokalen Leitständen werden insbesondere folgende Systeme der Kategorien A und B gesteuert:

- Kategorie A: Lüftungsanlagen, Kräne und Hebebühnen
- Kategorie B: Sortierbox, Beta/Gamma-Box, Verdampfer, Zementbereitstellung, Zementieranlage.

Die leittechnischen Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Prozesse basieren auf vollautomatischen speicherprogrammierbaren Steuerungen. Die Steuerung einfacher Vorgänge erfolgt fernbedient von Steuerpulten aus.

Im Gebäude (K) der Konditionierungsanlage wird auch eine Meldezentrale eingerichtet, wo die übergeordneten Meldungen und sicherheitstechnisch wichtigen Daten aus den ZZL-Anlagen und dem Areal angezeigt und/oder registriert werden. In diesem Gebäude befindet sich auch die Loge, wohin die Sammelalarme geführt werden.

In der Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V) sind die Abläufe laut Sicherheitsbericht weitgehend automatisiert. Der Aufbau der leittechnischen Einrichtungen basiert auf mikroprozessorunterstützter Logik. Die Überwachung und Regelung des gesamten Prozesses erfolgt aus dem Kommandoraum der Verbrennungs- und Schmelzanlage. Dazu gehören folgende Funktionen, die mit Leitsystemen der Kategorien A und B für nicht klassierte Ausrüstungen gesteuert und überwacht werden:

- Kategorie A: Visuelle Gebäudekontrolle über Videokamera, Brandschutz, Betriebsüberwachung, Abgas- und Abluftüberwachung
- Kategorie B: Materialtransport.

Beurteilung der HSK

Die HSK betrachtet das dezentrale Leittechnik-Konzept des ZZL als zweckmässig. Gegen die vorgeschlagene Einteilung der erwähnten Systeme in die Kategorien A und B für nichtklassierte Systeme hat die HSK keine Einwände. Sie ist jedoch der Meinung, dass das übergeordnete Störungsmelde- und Protokollierungssystem der Konditionierungsanlage der Kategorie A zugeordnet werden muss.

Die für den Fall von Störungen in der Anlage vorgesehene Alarmierungsmöglichkeit mittels Sammelalarm in der dauerbesetzten Loge ist ausreichend. Das genaue Vorgehen bei Alarm ist in den Betriebsvorschriften zu regeln.

7.3.3 Heiz- und Lüftungstechnik

Angaben des Gesuchstellers

Die Lüftungstechnischen Anlagen für das ZZL haben in den verschiedenen Lager- und Anlagenbereichen je nach Bedarf die folgenden Aufgaben:

- Abfuhr der Nachzerfallswärme des Lagerguts
- Einhaltung definierter Raumluftzustände in den Lager- und Anlagenräumen
- Be- und Entlüftung von Technik- und Arbeitsräumen
- Verhinderung von zündfähigem Gemisch aus Radiolysegas und Luft
- kontrollierte Abgabe der Abluft ins Freie, wenn erforderlich nach deren Filterung
- Entqualmung und Lüftungstechnische Separierung für den Brandfall.

Für die verschiedenen Lager- und Anlagenbereiche sind getrennte Vorkehrungen bzw. Systeme vorgesehen, die nachfolgend aufgeführt werden. Das beiliegende Übersichtsschema (Abb. 7-1) gibt eine zusammenfassende Übersicht über die vorgesehenen Lüftungsanlagen. Die sich aus den jeweiligen spezifischen Aufgaben und Randbedingungen ergebenden Anforderungen an die Lüftungstechnischen Anlagen der

einzelnen Gebäude, wie Sicherheitsrelevanz, Kapazität und Verfügbarkeit sind unterschiedlich. Die Sicherheitsrelevanz findet ihren Ausdruck in der Zuordnung zu den für das ZZL in Anlehnung an die Richtlinie HSK-R-06 geschaffenen Kategorien A, B oder C, wovon die Kategorie A die höchste sicherheitstechnische Bedeutung hat (Kap. 5). Die leistungsmässige Bemessung sowie teilweise auch die Festlegung der Bemessungsgrundlagen sind im Sicherheitsbericht noch nicht abschliessend erfolgt; sie werden aufgrund der darin festgelegten Lufttemperaturen und Luftwechselzahlen zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

HAA/BE-Lager (Gebäude H)

Das Gebäude H hat keine aktive Lüftungsanlage. Die Wärme aus dem Behälterlagergebäude wird ohne aktive Systeme durch freie Konvektion abgeführt. Dazu sind die Hallen-Längswände mit Lufteintrittskanälen und das Hallendach mit Luftaustrittsöffnungen ausgestattet. Die durch die Lufteintrittskanäle zugeführte Umgebungsluft nimmt die Nachzerfallswärme an den Behälteroberflächen auf und tritt erwärmt über die Luftaustrittsöffnungen im Hallendach aus. Die Dimensionierung der passiven Lüftung wird im Abschnitt 8.1.3 angesprochen.

MAA-Lager (Gebäude M)

Die Lüftungsanlagen des Gebäudes M erfüllen zur Verwirklichung der einleitend angeführten Aufgaben auch jene der Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung von Räumen geringen zu Räumen höheren Kontaminationspotentials. Die Anlagen bestehen aus zwei getrennten Zuluftanlagen mit gemeinsamer Aussenluftansaugung und aus einer gemeinsamen Fortluftanlage. Die eine Zuluftanlage (4 x 25 %) versorgt den Lagerbereich sowie auch die Entladestation. Die Zuluft (bei Bedarf erwärmt) wird über ein Kanalnetz zu den einzelnen Bereichen geführt und dort verteilt. Die Lüftung dieser Bereiche kann zur Reduzierung der Wärmeverluste auch im Umluftbetrieb betrieben werden. Die andere Zuluftanlage (2 x 50 %) dient zur Belüftung (bei Bedarf gekühlt oder erwärmt) der Bedienungs- und Technikräume, worunter sich u.a. auch Elektrotechnikräume befinden. Diese Lüftung wird normalerweise im Umluftbetrieb mit Aussenluftbeimischung betrieben. Bei Umluftbetrieb wird nur ein Teil der Abluft über die Abluftanlage abgeführt; der andere Teil wird auf die Saugseite der Zuluftanlagen zurückgeführt. Die Abluft wird zusammen mit der Abluft des Lagerbereichs und der Entladestation über ein Kanalnetz zu den Fortluftventilatoren (4 x 25 %) geführt. Die Abluft des Lagerbereichs dient vor allem der Abfuhr der Nachzerfallswärme. Die Fortluft, die über einen Kanal auf dem Dach des Gebäudes M ins Freie abgegeben wird, wird auf radioaktive Stoffe überwacht. Die Lüftungsanlagen werden in verschiedenen Räumen des Gebäudes M aufgestellt. Störungen an den Lüftungsanlagen des Gebäudes M werden in der Meldezentrale (Kommandoraum) im Gebäude K gemeldet.

Ein Ausfall der Lüftungsanlage könnte zur Beeinträchtigung der Wärmeabfuhr von wärmeerzeugenden MAA-Gebinden und ggf. zum Aufbau eines Wasserstoff-Luftgemisches führen. Diese Auswirkungen wurden in der Störfallanalyse untersucht und stellen keine Gefährdung der Schutzziele dar, da beide Vorgänge sich sehr langsam auswirken, so dass genügend Zeit für geeignete Massnahmen zu Verfügung stehen würde. Die Lüftungsanlagen sind der Kategorie B für nicht klassierte Ausrüstungen zugeordnet. Die Abluftüberwachung ist der Kategorie A zugeteilt.

Heisse Zelle (Gebäude Z)

Die Lüftungsanlagen des Gebäudes Z erfüllen neben den einleitend angeführten allgemeinen Aufgaben - bedingt durch die Handhabung von hochaktivem Abfall - zusätzlich folgende Funktionen:

- Sicherstellung eines ausreichenden Luftunterdruckes zur Atmosphäre

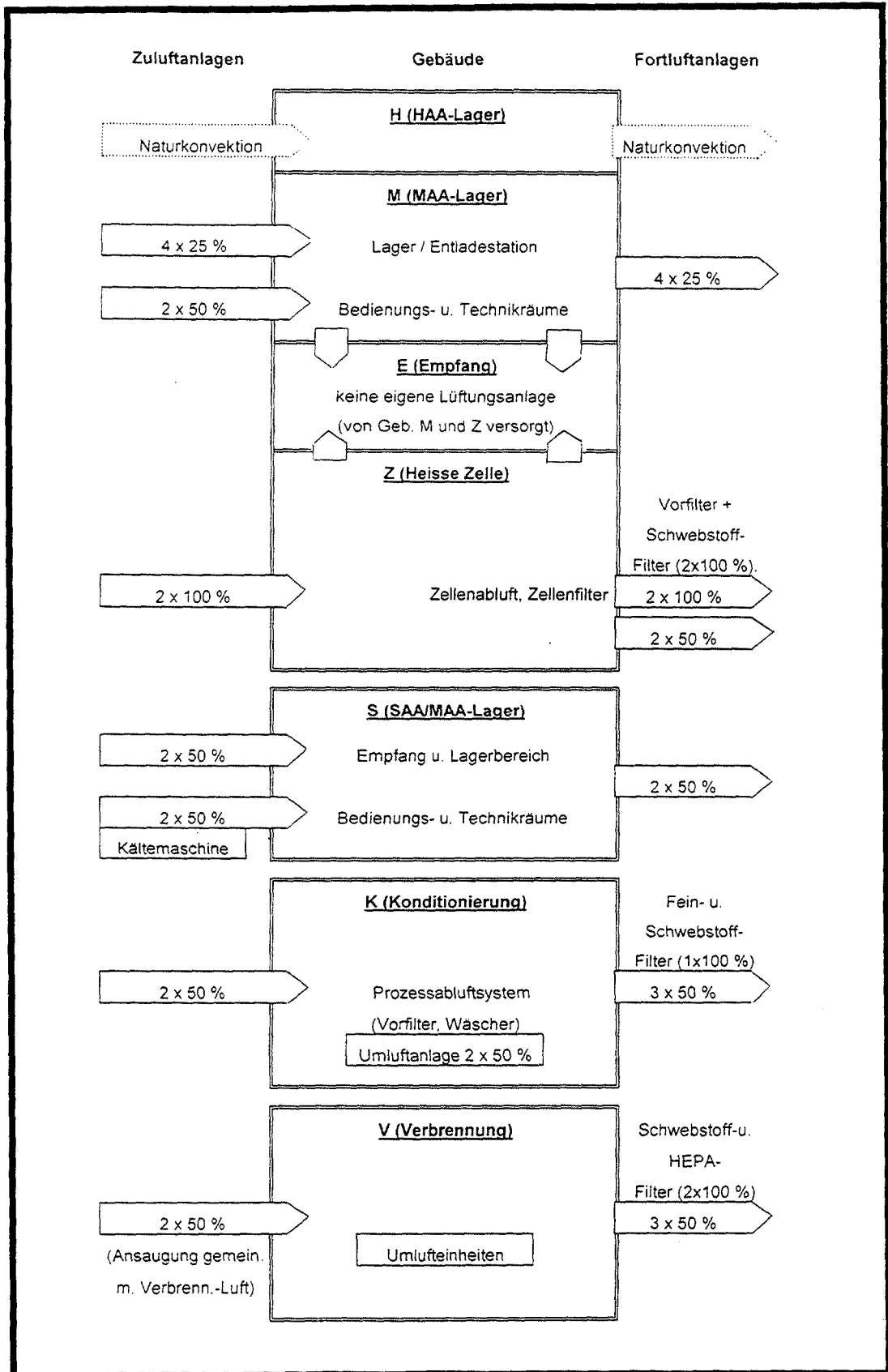


Abb. 7-1: Übersicht der Lüftungsanlagen gemäss Sicherheitsbericht

- Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung von Räumen geringen zu Räumen höheren Kontaminationspotentials
- Filterung der Zellenabluft.

Die Lüftungsanlagen beinhalten entsprechend deren Aufgaben ausser einer redundant ausgeführten Zuluftanlage (2 x 100 %) und einer Fortluftanlage (2 x 50 %) noch eine redundant bemessene Zellen-Abluftanlage (mit 2 x 100 % Ventilatoren und 2 x 100 % Filtersträngen) sowie auch eine Umluftanlage. Der Unterdruck im Gebäude gegenüber Atmosphäre wird durch Drosselung des Zuluftstromes eingestellt. Die Abluft der Heissen Zelle wird über zwei hintereinander geschaltete Schwebstofffilter geführt und zusammen mit der Abluft der anderen Räume über einen gemeinsamen Fortluftkanal auf dem Dach des Gebäudes Z ins Freie abgegeben. Die Fortluft wird auf radioaktive Stoffe überwacht. Zur Sicherstellung des Unterdruckes in der Heissen Zelle sind deren Abluft-Ventilatoren auch an die Ersatzstromversorgung mit Unterbrechung angeschlossen. Die mit einem Luftkühler versehene Umluftanlage dient zur Abfuhr von anfallender Wärme eines sich im Transportkanal befindlichen Behälters. Die Umluftanlage ist ebenfalls zusätzlich an die Ersatzstromversorgung mit Unterbrechung angeschlossen. Die Zuluftzentrale, die Abluftzentrale und die Umluftzentrale sind in verschiedenen Räumen im Gebäude Z untergebracht. Die ersten Schwebstofffilter der zweisträngigen Zellen-Abluftanlage sind im Raum der Heissen Zelle innerhalb der Abschirmung untergebracht. Störungen an den Lüftungsanlagen werden zum Kommandoraum im Gebäude K gemeldet.

Bei Ausfall der Lüftungsanlage sind gemäss der Störfallanalyse bei der gestörten Wärmeabfuhr keine unzulässigen Betriebszustände zu erwarten. Bezüglich der Bildung von Radiolysegas wäre erst nach Tagen mit unzulässigen Konzentrationen zu rechnen.

Die Lüftungsanlagen und die Abluftüberwachung sind der Kategorie A für nicht klassierte Ausrüstungen zugeordnet. Die Zellenabluftfilter werden der Sicherheitsklasse 4 zugeordnet.

Empfangsgebäude (Gebäude E)

Das Gebäude E hat keine eigenen Lüftungsanlagen. Die wegen Kontaminationsgefährdung zu belüftenden Räume dieses Gebäudes werden entsprechend ihrer Funktion von den Lüftungsanlagen des Gebäudes M bzw. des Gebäudes Z versorgt werden.

MAA/SAA-Lager (Gebäude S)

Der Empfangs- und Lagerbereich dieses Gebäudes wird durch eine Zuluftanlage (2 x 50 %), die Bediennungs- und Technikräume durch zwei weitere (2 x 50 %) Ventilatoren belüftet. Die Zuluftanlage der Bediennungs- und Technikräume verfügt über eine gesonderte Aussenluftansaugung mit Wetterschutzgitter. Die Frischluft kann erwärmt oder mit einer Kältemaschine gekühlt werden. Die Fortluft wird auf Aktivität überwacht.

Die Lüftungsanlagen sind in einem Raum im Untergeschoss des Gebäudes S untergebracht. Störungen werden zum Kommandoraum im Gebäude K gemeldet. Ein Ausfall der Lüftungsanlagen führt kurzfristig (einige Tage) nicht zu unzulässigen Betriebszuständen.

Die Lüftungsanlagen sind der Kategorie B für nicht klassierte Ausrüstungen zugeordnet.

Konditionierungsanlage (Gebäude K)

Die Lüftungsanlagen des Gebäudes der Konditionierungsanlage K belüften alle Räume und Boxen des Betriebstraktes sowie auch einige Räume des Bürotraktes. Die Lüftungsanlagen des Betriebstraktes erfüllen neben den einleitend angeführten allgemeinen Aufgaben - bedingt durch die Handhabung von radioaktivem Abfall - dieselben Funktionen wie in der Heissen Zelle, wenn auch (wegen der tieferen gehandhabten

Aktivitäten) das Gefährdungspotential hier kleiner ist. Sie beinhalten ausser einer Zuluftanlage (2 x 50 %) und einer mit Redundanz ausgelegten Fortluftanlage (3 x 50 % Ventilatoren) noch ein Prozessabluftsystem und eine Umluftanlage. Im Normalfall wird die Lüftung im Mischbetrieb (Umluft mit Frischluftzuführung) betrieben. Die Umluftanlage saugt die Abluft aus der nicht 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 Abluft der Bereiche mit potentieller Kontamination wird über verschiedene, den Bereichen (Zellen, Boxen) zugeordnete Vorfilter und anschliessend über parallel angeordnete Feinfilter bzw. ein Teil gegebenenfalls (während Kampagnen) über den Wäscher des Prozessabluftsystems geführt. Zusammen mit jener der anderen Räume wird die Abluft über einen Schwebstoff-Filter der Fortluftanlage und den gemeinsamen Fortluftkanal auf dem Dach dieses Gebäudes ins Freie abgegeben. Während der kalten Jahreszeit wird die mit der Fortluft mitgeführte Abwärme in einem Wärmetauscher zurückgewonnen und an die Zuluft abgegeben. Die Fortluft wird auf radioaktive Stoffe überwacht. Die Lüftungsanlagen (Zuluftanlage, Umluftanlage, Fortluftanlage, Steuerung) werden in verschiedenen Räumen im Gebäude der Konditionierungsanlage untergebracht. Störungen an den Lüftungsanlagen werden im Kommandoraum im demselben Gebäude K gemeldet. Dieser Kommandoraum beinhaltet ebenfalls die Störmeldeanzeigen der vorstehend beschriebenen Lüftungsanlagen in den Gebäuden M, Z, S sowie auch der Verbrennungsanlage.

Die Räume des Bürotraktes, die Cafeteria und der Vortragssaal werden von einer konventionellen Lüftungsanlage versorgt.

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 könnte der Unterdruck auch mit nur einem Ventilator aufrechterhalten werden. Bei fehlendem Unterdruck vor den Fortluftventilatoren werden die Zuluftventilatoren automatisch abgeschaltet. Bei vollständigem Ausfall der Lüftung (Zuluft, Umluft und Fortluft) und Verlust des Unterdruckes schliessen die Lüftungsklappen (in der Zu- und Fortluftanlage) automatisch.

Die Lüftungsanlagen sind der Kategorie B (Umluft- und Fortluftanlage der kontrollierten Zone, Prozessabluftanlage) und der Kategorie C (Frischluft- und Umluftanlage inaktiv, konventionelle Lüftungsanlage) für nicht klassierte Ausrüstungen zugeordnet. Die Filter der Umluft- und Fortluftanlage in der kontrollierten Zone und die Abluftüberwachung sind der Kategorie A zugeordnet.

Verbrennungs- und Schmelzanlage (Gebäude V)

Die Lüftungsanlagen der Verbrennungs- und Schmelzanlage erfüllen - bedingt durch die Handhabung von radioaktivem Abfall - dieselben grundsätzlichen Funktionen wie in der Heissen Zelle und in der Konditionierungsanlage. Sie beinhalten eine Zuluftanlage (2 x 50 %) und eine mit Redundanz ausgelegte Fortluftanlage (3 x 50 % Ventilatoren) sowie auch mehrere Umlufteinheiten. Die Zuluft wird filtriert, nach Bedarf vorgewärmt oder gekühlt und befeuchtet. Ein Teil der Luft wird nach den Filtern für den Verbrennungsluftventilator abgezweigt. Die Abluft aus den Innenräumen der Verbrennungsanlage wird über hintereinander geschaltete und redundant ausgeführte Schwebstofffilter und Absolutfilter (HEPA-Filter = High Efficiency Particulate Air Filter) der Abluftanlage geführt und über einen Abluftkamin auf dem Dach dieses Gebäudes ins Freie abgegeben. Die ständig betriebenen Abluftventilatoren erzeugen den Unterdruck und die Luftströmung in den Innenräumen. Bei Verlust der normalen elektrischen Versorgung kann der Unterdruck mit einem Abluftventilator aufrechterhalten werden. Die Abluft wird auf radioaktive Stoffe überwacht. Die Umlufteinheiten behandeln die Luft von Räumen mit grösserem Wärmeanfall und erhöhter potentieller Kontamination und beinhalten einen Ventilator, einen Kühler und einen Schwebstofffilter. 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 Kälteaggregaten rückgekühlt. Die Zuluftanlage und die Abluftanlage sind in zwei verschiedenen Räumen des Gebäudes V, die Kühlaggregate auf dessen Dach aufgestellt. Störungen der Lüftungsanlagen werden in den Kommandoräumen in den Gebäuden V und K gemeldet.

Die Lüftungsanlagen sind der Kategorie B (Abluftanlage) und der Kategorie C (Zuluft- und Umluftanlage) für nicht klassierte Ausrüstungen zugeordnet. Die Filter der Abluftanlage sowie auch die Abluftüberwachung sind der Kategorie A zugeordnet.

Die Ofenanlage (Drehherdofen, Beschickungs- und Abgusschleusen, Rauchgasreinigung) wird im Unterdruck betrieben. Die Abgase aus der Ofenanlage werden gewaschen, filtriert und unter kontinuierlicher Überwachung der Restaktivität über den 35 m hohen Kamin an die Umwelt abgegeben.

Verbindungskanäle

Die unterirdischen Verbindungskanäle, die alle Gebäude miteinander verbinden und normalerweise begangen werden, werden dementsprechend belüftet. Sie werden mit Frischluft von der Zuluftanlage im Nebengebäude N versorgt. Die Abluft der Kanäle wird über die Abluftanlage des Gebäudes K abgesaugt.

Beurteilung der HSK

Das vorgeschlagene Lüftungskonzept erfüllt die eingangs gestellten Aufgaben und die sich daraus ergebenden Anforderungen. Die vom Gesuchsteller vorgeschlagene Zuordnung der einzelnen Systeme und Ausrüstungen zu den Sicherheitsklassen und Kategorien entspricht nach Ansicht der HSK deren Bedeutung. Allerdings fehlen im Sicherheitsbericht Angaben über die Beherrschung und die Folgen von Betriebsstörungen in den Lüftungsanlagen der kontrollierten Zonen. Im Freigabeverfahren sind diesbezügliche Angaben der HSK nachzureichen.

Neben der Einhaltung von definierten Lufttemperaturbereichen im MAA-Lager und im MAA/SAA-Lager ist nach Ansicht der HSK der Luftfeuchtigkeit in diesen Lagern Beachtung zu schenken, weil eine allfällige Kondensation zu Korrosionsproblemen führen kann. Im Verlauf der Begutachtung des Projektes durch die HSK hat die ZWILAG erklärt, dass sie sowohl im MAA-Lager als auch im MAA/SAA-Lager die Lüftungsanlagen so gestalten wird, dass an den Lagerbehältern keine Kondensation auftritt. Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in den Lagerbereichen werden regelmässig erfasst und protokolliert. Die HSK weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass zur zuverlässigen Vermeidung von Kondensation die im Sicherheitsbericht dargestellte Lösung mit Lufterhitzern nicht ausreichend ist.

Das Gebäude E hat keine eigene Lüftungsanlage. Laut Sicherheitsbericht werden die zu belüftenden Räume des Gebäudes E ihrer jeweiligen Funktion entsprechend von den Lüftungsanlagen des Gebäudes M oder Z versorgt. Aus den der HSK zur Verfügung stehenden Unterlagen lässt sich nicht beurteilen, wie die Lüftungsverhältnisse im Gebäude E bei verschiedenen Betriebszuständen sein werden. Die HSK denkt dabei z.B. an die Anlieferung von Abfallgebinden über das Materialtor (Unterdruckverhältnisse), das Einbringen von Behältern in die Transportkanäle bzw. Entladestationen und den Einfluss einer mit Behältern beladenen Lagerhalle. Im Freigabeverfahren sind der HSK Unterlagen zuzustellen, aus denen die Lüftungsverhältnisse im Gebäude E bei den möglichen Betriebszuständen hervorgehen.

In der Konditionierungsanlage kann die Frischluft bei Bedarf mittels eines Regenerativwärmetauschers vorgewärmt werden. Der Regenerativwärmetauscher wird aus dem Abluftsystem bespiesen, welches potentiell kontaminierte Luft führt. Er steht ausserhalb der kontrollierten Zone. Nach Angaben des Gesuchstellers ist der Druck in den Abluftkanälen, aus denen der Wärmetauscher bespiesen wird, tiefer als in den Zuluftleitungen bzw. im Raum, wo sich der Wärmetauscher befindet. Undichtheiten würden daher Luft aus

dem Raum bzw. dem Zuluftsystem zur Abluftanlage saugen. Der Unterdruck vor den Abluftanlagen wird permanent überwacht mit Eingriffen bei zu kleinem Unterdruck. Die HSK erwartet im Freigabeverfahren Angaben über die Eingreifdrücke und die vorgesehenen Massnahmen.

Die Abluftanlagen der Heissen Zelle, der Konditionierungsanlage und der Verbrennungsanlage verfügen über Abluftfilter. Im Verlauf der Begutachtung des Projektes durch die HSK hat die ZWILAG erklärt, den Zustand der Abluftfilter regelmässig auf Dichtheit und Rückhaltevermögen zu überwachen. Dabei ist eine Überwachung auf Druckdifferenz, auf Partikel auf der Reinfluftseite sowie auf Dosisleistung vorgesehen. Entsprechende Probenahmeanschlüsse sind vorzusehen. Ein Partikelmessgerät muss vor der Inbetriebnahme verfügbar sein. Die Filter müssen so angeordnet sein, dass periodisch zu Überwachungszwecken an geeigneten Orten Dosisleistungsmessungen vorgenommen werden können.

Die dicht verschlossenen TL-Behälter stellen die massgebende Barriere gegen die Kontamination der Luft im HAA/BE-Lager. Die Dichtheit dieser Behälter wird vom Behälterüberwachungssystem (Abschnitt 7.3.5) überwacht. Nicht zuletzt weil der Gesuchsteller beabsichtigt, im HAA/BE-Lager neben den TL-Behältern auch die Lucens-Behälter (Abschnitt 4.1) sowie weitere Behälter mit schwachaktiven Abfällen zu lagern, ist nach Ansicht der HSK auch eine (zumindest zeitweise) Überwachung der konvektiven Abluft in diesem Lager notwendig. Sie erwartet vor der Montagefreigabe des Behälterüberwachungssystems diesbezügliche Vorschläge des Projektanten (**Auflage 11 b**, siehe dazu Abschnitt 9.1.4).

Gemäss Sicherheitsbericht wird die Abluft des MAA-Lagers, des MAA/SAA-Lagers, der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage auf radioaktive Stoffe überwacht. Um ein unkontrolliertes Entweichen von Aktivität in die Umgebung zu verhindern, erwartet die HSK, dass im Freigabeverfahren das sichere und automatische Schliessen sämtlicher Lüftungsklappen der kontrollierten Zonen bei einem vollständigen Ausfall der Lüftung oder bei festgestellter Radioaktivität nachgewiesen wird. Die HSK geht ferner davon aus, dass diese Gebäudeabschlussklappen in das Programm der wiederkehrenden Prüfungen aufgenommen werden.

Die Lagerräume des MAA-Lagers gehören dem Zonentyp III gemäss der Richtlinie HSK-R-07 an. Im jetzigen Planungsstand des Projektes ist der Einbau von Abluftfiltern nicht vorgesehen. Nach Angaben der ZWILAG wird jedoch Platz für solche Filter vorhanden sein. Die HSK behält sich vor, im Freigabeverfahren den Einbau von Abluftfiltern ab Betriebsaufnahme zu fordern oder von Betriebserfahrungen abhängig zu machen.

Im Freigabeverfahren werden ausser der leistungsmässigen Bemessung der Anlagen folgende Punkte noch zu klären sein:

- die Gestaltung der Klappen der Lüftungsöffnungen des Gebäudes H insbesondere im Hinblick auf deren Schutz gegen Verstopfung sowie auch auf ggf. sichere Blockierung im offenen Zustand.
- die Unterdruckverhältnisse in den Räumen des Gebäudes E. Falls aus diesen Verhältnissen Anforderungen an die Bauten abgeleitet werden müssen, sind entsprechende Unterlagen bereits anlässlich des Baufreigabeantrages einzureichen.
- die Einrichtungen zur Überwachung von Temperatur und Wasserstoff-Konzentration in den Gebäuden M und Z. Diese werden von der HSK der Kategorie A für nichtklassierte Ausrüstungen zugeordnet.
- die genauen Lüftungsführungen in der Konditionierungsanlage. Diese werden von der HSK zusammen mit Luftwechselzahlen und Unterdrücken für die Herstellungsfreigabe benötigt.
- Angaben über die Beherrschung und die Folgen von Betriebsstörungen der Lüftungsanlagen der kontrollierten Zonen. Diese werden von der HSK für die Betriebsfreigabe benötigt.

- die Lüftungsverhältnisse in den Verbindungskanälen bei den verschiedenen Betriebszuständen der einzelnen Gebäudelüftungen. Die HSK benötigt diese Angaben für die Herstellungsfreigabe der Lüftungssysteme.
- der lüftungsmässige Gebäudeabschluss der Verbindungskanäle bei Ausfall der Lüftung (keine Abluft). Die dazu notwendigen Systeme werden von der HSK der Kategorie B für nichtklassierte Ausrüstungen zugeordnet.
- das Kühlwassersystem für die Umluftanlage im Gebäude Z. Dieses System wird von der HSK der Kategorie A für nichtklassierte Ausrüstungen zugeordnet.
- die Überwachung des Zustands der Filter. Die HSK wird die diesbezüglichen Betriebsvorschriften im Betriebsfreigabeverfahren prüfen.

7.3.4 Entwässerung und Schutz des Grundwassers

Angaben des Gesuchstellers

Im normalen Betrieb fallen nur in der Konditionierungsanlage aktive Abwässer an (siehe Abschnitt 9.2). Diese sollen über das Abwasser-Überwachungssystem kontrolliert an den Vorfluter abgegeben werden.

Es sind folgende Massnahmen zum Schutz des Grundwassers gegen gefährdende Flüssigkeiten vorgesehen:

- Mindestbewehrung gemäss Norm SIA 162 zur Begrenzung der Rissbreiten
- Rissüberbrückende Fliessepoxi-Beschichtung der Lagerböden und der Auffangwannen für grundwassergefährdende Flüssigkeiten
- Dekontaminierbare Anstriche an Böden, Wänden und wo notwendig an Decken in den kontrollierten Zonen
- Auskleidung der Heissen Zelle mit Edelstahlblech.

Abwässer aus dem nicht kontrollierten Bereich werden an die kommunale Kanalisation abgegeben.

Auf Anfrage der HSK hat der Gesuchsteller bestätigt, dass alle Räume mit Behältern, Tanks und Apparaten, die radioaktive Flüssigkeiten enthalten, mit Auffangwannen ausgerüstet werden. Die Auffangwannen sind so dimensioniert, dass sie das gesamte Nutzvolumen eines Behälters aufnehmen können. Sie werden entweder in Stahl oder in Beton mit Beschichtung ausgeführt.

Beurteilung der HSK

Entgegen den Angaben des Gesuchstellers können im Normalbetrieb auch in den Zwischenlagergebäuden, insbesondere in der Heissen Zelle und im MAA-Lager aktive Abwässer anfallen, ebenso im Gebäude der Verbrennungs- und Schmelzanlage. Diese Abwässer entstehen z.B. bei der Reinigung kontaminierter Komponenten und Oberflächen. Zudem können aktive Flüssigkeiten bei Zwischenfällen nicht ausgeschlossen werden. Die HSK erwartet, dass im Normalbetrieb anfallende Abwässer in Sammel tanks geleitet werden und von diesen in die Konditionierungsanlage abgeführt werden. Für allfällige Löschwasser und Reinigungswasser nach Brandfällen werden vom Gesuchsteller die tiefstgelegenen Geschosse bzw. Räume der Gebäude als Auffangwannen vorgesehen. Die HSK wird deren Gestaltung im Freigabeverfahren prüfen. Dabei wird sie sich insbesondere davon überzeugen, dass das Grundwasser auch nach einem Erdbeben nicht kontaminiert werden kann.

Nach Rückfrage der HSK hat die ZWILAG das Abwasserkonzept für die Zwischenlager gegenüber jenem im Sicherheitsbericht geändert. Demnach wird ein Sammelsystem für Abwässer aus den Gebäuden E, M und Z installiert werden, von welchen die Abwässer in die Konditionierungsanlage zur Aufbereitung gepumpt werden. Die Leitungsführungen und die Verbindungen zwischen den einzelnen Gebäuden und Anlageteilen sind so zu gestalten, dass Ablagerungen in Toträumen verhindert werden und keine Kontamination durch Rückströmung möglich ist. Die HSK stuft sämtliche Abwassersysteme aus dem kontrollierten Bereich in die Kategorie B der nichtklassierten Systeme ein.

7.3.5 Behälterüberwachungssystem

Angaben des Gesuchstellers

Das Lagerkonzept im HAA/BE-Lager des ZZL sieht eine kontinuierliche Dichtheitsüberwachung der BE-Behälter vor. Bei einem heute verfügbaren Behältertyp geschieht dies durch eine permanente Druckmessung im Zwischenraum zwischen den beiden übereinander angebrachten Deckeln des Behälters. Der Druck in diesem Zwischenraum liegt über den Drücken im Behälterinnern und der Aussenluft. Bei einem Druckabfall wird optisch und akustisch ein Alarm im Anzeigetafelraum im Empfangsbereich (Gebäude E) sowie ein Sammelalarm ausgelöst. Der Gesuchsteller sieht nicht vor, die HAA-Behälter (welche den Abfall in Form von Glaszylindern enthalten) der kontinuierlichen Dichtheitsüberwachung anzuschliessen.

Beurteilung der HSK

Die HSK hält das Konzept der Dichtheitsüberwachung aufgrund eines doppelten Deckelsystems für tauglich. Die Leckageüberwachung direkt am Behälter weist eine grosse Empfindlichkeit auf. Eine Beurteilung der Zweckmässigkeit und Zuverlässigkeit des eingesetzten Überwachungssystems kann aber erst aufgrund detaillierter Angaben geschehen, die im Laufe des Freigabeverfahrens für die Behälter (siehe Abschnitt 8.1.2) der HSK gegenüber zu machen sind.

Die Dichtheit der HAA-Behälter muss nach Ansicht der HSK ebenfalls in geeigneter Weise überwacht werden (**Auflage 7**), obwohl wegen der zusätzlichen Barrieren im Behälter (Glasmatrix und Kokille) und dem geringeren Gehalt an flüchtigen Komponenten die möglichen Folgen einer Undichtheit hier kleiner sind. Die HSK wird die diesbezüglichen Vorschläge des Gesuchstellers im Freigabeverfahren prüfen.

7.3.6 Hebezeuge und Transporteinrichtungen

Angaben des Gesuchstellers

Die Hebezeuge und Transporteinrichtungen im Gebäude Z werden vom Gesuchsteller in die Sicherheitsklasse 4 gemäss HSK Richtlinie HSK-R-06 eingeteilt. Des weiteren sind in den verschiedenen anderen Gebäuden und in der Umladestation Schiene/Strasse Hebezeuge vorhanden, die unklassiert sind, für die aber ein Freigabeverfahren vom Typ A (siehe Kap. 5) vom Gesuchsteller vorgeschlagen wird. In der Heissen Zelle wird der Interventionskran in die Kategorie B eingeteilt. In der Verbrennungs- und Schmelzanlage werden Kräne und Hebezeuge zum Teil der Kategorie B, zum Teil der Kategorie C zugeteilt.

Beim Lagerhallenkran im Gebäude M und beim Zellenkran in der Heissen Zelle ist eine doppelte Ausführung der Fahr- und Haupthubantriebe inklusive ihrer Stromzuführung vorgesehen. Der Lagerhallenkran im Gebäude S wird rückholbar ausgeführt.

Beurteilung der HSK

Nach Ansicht der HSK sind Hebezeuge und Transporteinrichtungen grundsätzlich in die Sicherheitsklasse 4 (Heisse Zelle) oder in die Kategorie A (andere Anlagenteile) einzuteilen, sofern sie radioaktive Materialien heben bzw. transportieren und Störungen mit radioaktiven Freisetzungen verursachen können.

Als Bauvorschrift für Hebezeuge der Sicherheitsklasse 4 und der Kategorie A ist die Richtlinie des deutschen Kerntechnischen Ausschusses KTA-3902 zu verwenden. In Anbetracht der möglichen radiologischen Folgen von Störfällen (Absturz der Kranlast, siehe Kapitel 10) kommt dort das Kap. 4.2 "Krane, Winden, Laufkatzen und Lastaufnahmeeinrichtungen mit zusätzlichen Anforderungen" zur Anwendung.

Um einen Kranabsturz, z.B. bei einem Erdbeben, zu verhindern, sind bei allen Kränen geeignete konstruktive Massnahmen zu treffen. Es ist ferner nachzuweisen, dass Fässer in den Hochregallagern der Konditionierungsanlage und der Verbrennungs- und Schmelzanlage auch im Erdbebenfall nicht abstürzen können.

7.3.7 Brandschutz und Fluchtwege

Für die Begutachtung und Abnahme des Brandschutzes des ZZL sind hinsichtlich der konventionellen Belange das Aargauische Versicherungsamt, der Brand-Verhütungs-Dienst Zürich und das kantonale Industrie-, Gewerbe- und Arbeitsamt zuständig. Die HSK beurteilt den Brandschutz in bezug auf die Belange der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes: Die Massnahmen des Brandschutzes sollen sicherstellen, dass ein Brand in den Anlagen des ZZL keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen haben kann und dass die Strahlenschutzvorschriften (auch hinsichtlich des Schutzes der Feuerwehrleute bei einem Einsatz) auch bei einem Brand in der Anlage beachtet werden.

Im folgenden werden die Brandschutzmassnahmen des ZZL nach baulichen Massnahmen, technischen Massnahmen und organisatorischen Massnahmen erläutert und bewertet. Die Wirkung dieser aufeinander abgestimmten Massnahmen soll hinreichend sein, um die erwähnten Zielsetzungen zu erfüllen.

Baulicher Brandschutz

Angaben des Gesuchstellers

Der bauliche Brandschutz dient zur Brandbegrenzung. Die einzelnen Gebäude des ZZL stellen jeweils einzelne Brandzonen dar. Die baulichen Begrenzungen dieser Zonen weisen eine Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten auf. Ihre Öffnungen für Durchgänge sowie Rohrleitungs-, Kabel-, und Lüftungskanaldurchführungen sind mit Brandabschlüssen wie z.B. Brandschutztüren, Rohrleitungsschottungen, Kabelschottungen oder Brandschutzklappen ausgestattet. Die Feuerwiderstandsdauer dieser Brandabschlüsse beträgt mindestens 90 Minuten.

Die Aufteilung der Gebäude in Brandabschnitte erfolgt gemäss den für den konventionellen Brandschutz gültigen Vorschriften und Beurteilungskriterien, wie etwa mögliche Brandbelastung oder Zweckmässigkeit der Raumgestaltung. Die Brandabschnittsgrenzen weisen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (Brandabschlüsse mindestens 60 Minuten) auf.

Wegen der speziellen Verwendung der Gebäude sind keine separaten Rauch- und Wärmeabzüge eingeplant. Es ist vorgesehen, dass diese Funktion, wo notwendig, durch die Lüftungsanlage wahrgenommen wird. Auch aus dem Kontrollbereich der Anlagen ist eine Rauchentqualmung vorgesehen, soweit diese zur Brandbekämpfung und zur Personenrettung erforderlich ist. Sie erfolgt grundsätzlich über den Abgabepfad für radioaktive Stoffe und ist daher überwacht.

Um die Brandgefahr gering zu halten, ist für die bautechnische Ausführung der ZZL-Anlagen eine weitgehende Verwendung nicht brennbarer oder schwer entflammbarer Baustoffe vorgesehen. Insbesondere sind für die Elektro- und Leittechnikabel schwer brennbare, halogenfreie Materialien geplant.

Die Zufahrtsmöglichkeiten zum eingezäunten Gelände des ZZL für die Feuerwehr sind einerseits die normale Werkszufahrt, andererseits eine Zufahrtsmöglichkeit aus dem PSI.

Die Löschwasserversorgung des ZZL wird über eine Ringleitung mit Rohrdurchmesser 150 mm aus der Wasserversorgung des PSI gespeisen. Die Löschwasserleistung beträgt ca. 3000 l/min bei 5-6 bar Fließdruck. Falls erforderlich, könnte zusätzlich eine fest installierte Leitung von der Wasserentnahmestelle der PSI-Feuerwehr an der Aare zum ZZL gebaut werden.

Der Gesuchsteller ordnet die Brandschutzklappen (inkl. ihrer Steuerung) der in Kapitel 5 definierten Kategorie A den nicht klassierten Ausrüstungen zu.

Beurteilung der HSK

Die Abluft erfolgt auch im Brandfall über den Abgabepfad für radioaktive Stoffe. Dort, wo die Abluft filtriert wird, müssen deshalb die Filteranlagen entsprechend gestaltet werden.

Der Zutritt in die Gebäude zur Brandbekämpfung ist nur beschränkt möglich, es können vorwiegend nur die eigentlichen Flucht- und Interventionswege dafür benutzt werden: Demzufolge ist den Flucht- und Interventionswegen eine erhöhte Bedeutung zuzumessen. Diese Brandabschnitte sollen daher lüftungstechnisch gegenüber anderen Räumen, insbesondere auch gegenüber Räumen der kontrollierten Zone, mit Überdruck betrieben werden. Dadurch soll gewährleistet werden, dass sie bei der Brandbekämpfung nicht verqualmt werden.

Im Gebäude E sind die Fluchtwege nach aussen nicht klar ersichtlich. Es sind nur Fluchtwege bis in die internen Treppenhäuser eingezeichnet, aber aus den Treppenhäusern ins Freie ist der Weg unklar. Diese Fluchtwege sind noch anzugeben.

Die HSK betrachtet die vorgesehene Wasserversorgung als grundsätzlich hinreichend. Abschliessend kann dieser Punkt allerdings erst im Freigabeverfahren behandelt werden, wenn die Löschsysteme dimensioniert sind.

Technischer Brandschutz

Angaben des Gesuchstellers

Für die Gebäude des ZZL ist eine Überwachung aller Räume durch Brandmeldeanlagen vorgesehen. Für die Anlagenteile, wo grosse Brandlasten vorhanden sein können (Hochregallager der Konditionierungsanlage und der Verbrennungsanlage) sind Sprinkler- oder Sprühflutanlagen vorgesehen.

Der Gesuchsteller schlägt für das Freigabeverfahren die folgende Zuordnung der Systeme zu den in Kapitel 5 definierten Kategorien für nichtklassierte Systeme vor: Brandmeldeanlagen in den Gebäuden M, Z, K, V zur Kategorie A, in den Gebäuden H, E und S zur Kategorie B.

Beurteilung der HSK

Die HSK ist der Ansicht, dass die geplanten Löschanlagen ausser im MAA-Lager und in der β/γ -Box-Halle im wesentlichen dem vorhandenen Brandrisiko entsprechen.

Im MAA-Lager sind Massnahmen zu treffen, damit ein allfälliger Brand eines bitumenhaltigen Abfallgebirges sich nicht auf weitere Fässer ausdehnen kann. Solche Massnahmen sind sowohl in der Entladestation

als auch in den entsprechenden Lagerbuchten des MAA-Lagers zu implementieren (**Auflage 14**, siehe Abschnitt 10.6.1).

Da in der β/γ -Box auch Zerlegungsarbeiten mit dem Plasmatreppvrenverfahren zur Ausführung kommen, hält die HSK den Einbau einer Löschanlage in der β/γ -Box der Konditionierungsanlage für zweckmässig. Sie hält es darüber hinaus für notwendig, dass der Einbau einer zusätzlichen Löschanlage für die gesamte β/γ -Box-Halle noch geprüft wird, wenn die detaillierte Verteilung der Brandlasten und der Aktivitäten auf die Räume der Konditionierungsanlage bekannt ist.

An diversen Orten werden brennbare oder brandfördernde Gase und Flüssigkeiten verwendet. Auch besteht insbesondere in den Gebäuden M und S die Möglichkeit einer H_2 -Freisetzung aus dem Lagergut. Für die entsprechenden Räume soll entweder dargelegt werden, dass die mögliche Gefährdung auch bei längerem Ausfall der Lüftung unbedenklich ist (siehe Abschnitte 8.2.2 und 8.3.2), oder es müssen Explosionschutzmassnahmen getroffen werden.

Für das Freigabeverfahren sollen nach Ansicht der HSK die Sprinkler- bzw. Sprühflutanlagen sowie sämtliche Brandmeldeanlagen der Kategorie A der nichtklassierten Systeme zugeordnet werden.

Organisatorischer Brandschutz

Angaben des Gesuchstellers

Die organisatorischen Massnahmen beinhalten die Massnahmen zur Brandverhütung sowie die vorbereitenden Massnahmen zur Brandbekämpfung. Im Rahmen der Betriebsorganisation wird im ZZL ein Sicherheitsbeauftragter ernannt werden.

Da die Belegschaft (rund 30 Personen) für die Bildung einer eigenen Betriebsfeuerwehr nicht ausreichend ist, wird eine Zusammenarbeit mit dem PSI oder der NOK angestrebt.

Beurteilung der HSK

Eine abschliessende Beurteilung der organisatorischen Massnahmen wird von der HSK im Betriebsfreigabeverfahren vorgenommen. Dazu sind detaillierte Unterlagen erforderlich, insbesondere zur Personalausbildung, zum Erfassen und Beheben von Betriebsmängeln, zur Sicherheitsorganisation sowie vor allem zum Alarmplan und zur Brandbekämpfung.

7.3.8 Abfallbehandlungseinrichtungen

Angaben des Gesuchstellers

In der Konditionierungsanlage sind folgende Abfallbehandlungseinrichtungen vorhanden:

- Sortierbox
- Box zur Entleerung von Harzen und Schlämmen
- β/γ -Box
- Kompaktierung (Kleinpresse, periodisch gemietete Hochdruckpresse)
- Flüssigabfallbehandlung (Verdampfung, Zentrifugierung, Ionenaustausch)
- Zementierung homogener und heterogener Abfälle.

Zum Transport der Fässer wird ein vollautomatisch betriebenes Rollenbahnsystem eingesetzt, das das anlageninterne Hochregallager mit den Konditionierungseinrichtungen sowie mit der Abfallfassannahme verbindet.

Die Sortierbox ist für Mischabfälle vorgesehen: in ihr können brennbare, dekontaminierbare und kompaktierbare Abfallbestandteile von den übrigen getrennt werden, nach der Trennung in Fässer bzw. Kunstsacksäcke gefüllt und für die entsprechende Weiterbehandlung vorbereitet werden. Die Sortierung erfolgt manuell von aussen mittels Boxenhandschuhen, Hilfswerkzeugen oder Manipulatoren. Entsprechende Abschirmungen schützen das Personal bei den Arbeiten an Abfällen hoher Dosisleistung. Die Sortierbox ist ca. 4 m × 1,6 m (L × B) gross. Die Sortierbox ist an das Prozessabluft- und das Prozessabwassersystem angeschlossen.

In der Box zur Entleerung von Harzen und Schlämmen werden schwachaktive flüssige β/γ -Abfälle aus den 200 l-Anlieferfässern in einen Behälter für Harze und Schlämme umgefüllt. Von dort können sie chargenweise zur Verfestigung mit Zement gepumpt werden. Die Box für Harze und Schlämme ist ca. 2 m × 1 m (L × B) gross. Die angelieferten Harze und Schlämme sind üblicherweise in Kunstsacksäcke verpackt, die in der Box aufgeschnitten werden. Die Verpackung sowie in den Harzen und Schlämmen enthaltene Fremdkörper werden seitlich in an die Box angeflanschte Kunstsacksäcke abgefüllt (Ausschweisstechnik). Die Box hat keine Abschirmung. Die Handhabungen erfolgen von Hand. Die Box ist an das Prozessabluft- und an das Prozessabwassersystem angeschlossen.

In der β/γ -Box können Abfälle zerlegt, grobdekontaminiert und feindekontaminiert werden. Die zerkleinerten Abfälle können einer Dekontamination oder der Kompaktierung zugeführt werden. Die Grobdekontamination erfolgt mittels eines Tauchbads und/oder Hochdruckwasserspritzlanzen. Für die Feindekontamination können abrasive und elektrolytische Verfahren sowie ein Ultraschallverfahren eingesetzt werden. Ein Arbeitsplatz steht für manuelle mechanische Dekontaminationsarbeiten zur Verfügung. Die Abmessungen der β/γ -Box sind ca. 20 m × 6 m × 5 m (L × B × H). Das Personal kann je nach den Erfordernissen der Arbeiten mit Manipulatoren von ausserhalb oder direkt in der Box arbeiten, wobei auch Abschirmungen vorhanden sind. Die Box ist an das Prozessabluft- und an das Prozessabwassersystem angeschlossen.

Für die Kompaktierung von Abfällen steht eine Kleinpresse (Presskraft 200 kN) in einem Raum in der Nähe des Sortierboxraumes zur Verfügung. Für periodische Presskampagnen wird eine gemietete Hochdruckpresse (Presskraft bis 20'000 kN) gemietet und im Mehrzweckraum aufgestellt.

Prozessabwässer und Nebenabwässer aus dem Betrieb der Konditionierungsanlage werden in den Anlagen der Flüssigabfallbehandlung (z.B. in Konzentratbehältern) gesammelt, die flüssige Phase durch Verdampfung, Zentrifugierung und Ionenaustausch gereinigt und dem Abwassersystem zugeführt. Aus diesen Prozessen entstehende feste Abfälle (Harze, Schlämme usw.) werden zementiert oder der Verbrennungsanlage zugeführt. Zur Behandlung von kontaminierten Flüssigkeiten steht noch ein weiteres System („Dekontammittelannahme“) zur Verfügung, mit welchem Dekontaminationsflüssigkeiten mittels Zugabe von Chemikalien neutralisiert werden können sowie deren Redoxpotential abgeglichen werden kann. Chemische Fällreaktionen können dort ebenfalls bei Bedarf durchgeführt werden.

Bei der Zementierung heterogener Abfälle können Presslinge aus der Kompaktierung, nichtkompaktierte, z.T. zerkleinerte Rohabfälle sowie Mischabfälle und vorkonditionierte Abfälle (z.B. umschlossene Strahlenquellen) weitgehend fernbedient verarbeitet werden. Die maximal vorgesehene spezifische Aktivität der zur Zementierung zugeführten heterogenen Abfälle liegt bei 100 GBq/m³. Die zu verfestigenden homogenen Abfälle sind angelieferte Ionenaustauscharze, Konzentrate aus der Verdampfung und Schlamm aus der Zentrifugierung. Die maximal vorgesehene spezifische Aktivität liegt bei 1,8 GBq/m³ für die angelieferten Abfälle bzw. bei 370 GBq/m³ für die in der Konditionierungsanlage entstehenden Rohabfälle (Konzentrate aus der Verdampfung, Schlämme aus der Zentrifugierung).

Die Krananlagen in der Konditionierungsanlage werden vom Gesuchsteller der Kategorie A, die Abfallbehandlungsanlagen und das Hochregallager der Kategorie B der nichtklassierten Systeme zugeordnet.

Beurteilung der HSK

Die eingesetzten Abfallbehandlungseinrichtungen sind zweckmässig, um die vorgesehenen Abfallsorten verarbeiten zu können. Die HSK akzeptiert die Auswahl der Behandlungseinrichtungen. Die Ausführung und die Aufstellung der Anlagen hinsichtlich Strahlenschutzaspekte sind im Rahmen des Freigabeverfahrens zu regeln. Bemerkungen der HSK zu den vorgeschlagenen Anlagen sind im Abschnitt 9.2.4 zu finden.

Zur verfahrenstechnischen Auslegung ist festzustellen, dass für die nassen Dekontaminierungs- bzw. Reinigungsverfahren nicht Trinkwasser, sondern demineralisiertes Wasser eingesetzt werden sollte, damit der Sekundärabfall minimiert wird.

Die HSK akzeptiert die vom Gesuchsteller vorgeschlagene Zuordnung der Systeme zu den verschiedenen Freigabekategorien mit folgenden Zusatzforderungen:

- Das Dekontaminationsannahmesystem ist der Kategorie B für nichtklassierte Systeme zuzuordnen.
- Es soll nachgewiesen werden, dass auch beim Versagen einer elektrischen Komponente das Bediengerät im Hochregallager aus jeder Stellung in die Wartungsposition gebracht werden kann, ohne dass der Hochregallageraum betreten werden muss. Weiter soll aufgezeigt werden, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines mechanischen Versagens minimiert wird.
- Das automatische Aktivitätsmesssystem bei der Fassannahme und bei der Endkontrolle ist der Kategorie A zuzuordnen.

Die letzten zwei dieser Zusatzforderungen gelten ebenfalls für die Verbrennungsanlage.

7.3.9 Verbrennungsöfen und dazugehörige Hilssysteme

Angaben des Gesuchstellers

Die Ofen-Anlage besteht aus vier funktionalen Teilen:

- Versorgung
- Plasma - Drehherdöfen
- Rauchgasreinigung
- Interne Restwasseraufbereitung.

Der Versorgungsteil beinhaltet sämtliche zum Betrieb der Anlage nötigen Elemente wie Energie- und Plasmagasversorgung, geschlossenen Kühlkreislauf und Sauerstoffversorgung für den Nachbrenner sowie die Mess-Steuer-Regelzentrale und Prozessleittechnik. Die Zuführung von brennbarem Material erfolgt aus dem eigenen Hochregallager über eine Beschickungseinrichtung in den Drehherd.

Der plasmabefeuerte, mit Stickstoff inertisierte Drehherd ist mit Keramiksteinen aus Aluminiumoxid ausgekleidet, die eine erwartete Lebensdauer von 10'000 Betriebsstunden haben. Die Inspektion und Ausbesserung der Keramikausmauerung wird mit Manipulatoren ausgeführt.

Die Schmelze und die Rauchgase verlassen durch eine gemeinsame zentrale Bodenöffnung den Drehherd. Die Rauchgase gelangen durch den Gas/Schmelzenseparator in die Nachbrennkammer. Dort werden sie unter Sauerstoffzugabe aufoxidiert. Die Schmelze wird in eine mit einem Kühlbehälter umgebene Kokille abgefüllt, nachdem die Drehzahl des Drehherdes abgesenkt worden ist. Den heissen, aus der

Nachbrennkammer austretenden Abgasen werden in einer Mischkammer (Vorquench) Kühlluft bzw. alternativ Kühlwasser zugegeben, um thermische Materialbeanspruchungen am nachfolgenden Abhitze-kessel zu reduzieren. Die Austrittstemperatur aus der Mischkammer wird auf ca. 1200°C geregelt. Im Ab-hitze-kessel wird mit einem Kühlmittelkreislauf dem Abgas soviel Wärmeenergie entzogen, dass sich eine Austrittstemperatur von ca. 450°C einstellt. In einem Quenchkühler wird das Abgas auf Taupunkttemperatur - ca. 60° bis 80°C - heruntergekühlt. Nach dem Quench ist ein Kondensator mit Tropfenabscheider eingebaut; anschliessend durchströmt das Abgas die HEPA-Filter.

Die für die Rauchgasreinigung verwendeten Waschwässer werden in internen Kreisläufen aufbereitet und rezykliert. Nur ein kleiner Teil wird an die Konditionierungsanlage abgegeben.

Die Verbrennungs- und Schmelzanlage ist als vollautomatische Anlage für β/γ -haltige Abfälle konzipiert. Das Abfallprodukt ist glasartig (Verbrennungsbetrieb) bzw. metallisch (Schmelzbetrieb). Die Brennpara-meter (Temperatur, Sauerstoffzufuhr, usw.) können zur Optimierung des Abfallproduktes eingestellt wer-den. Die Abgasreinigungsstrecke ist derart konzipiert, dass sowohl die radioaktiven Abgaben wie auch die konventionellen Emissionen sehr tief gehalten werden. Der Ofen ist mit einer Berstscheibe mit einem An-sprechdruck von 2 bar und einer Ansprechzeit von weniger als 5 ms sowie mit einem auf 10 bar ausgeleg-ten Druckentlastungsrohr und einem evakuierten Rückhaltetank als Schutz gegen die Folgen einer Verpuffung ausgerüstet.

Der Gesuchsteller ordnet die Ofenanlage (Drehherdofen, Nachbrennkammer, Abgusskammer, Gas/Schmelzeseparator und Rückhaltesystem) und die wichtigsten Teile der Rauchgasreinigungsanlage (Abhitze-kessel, Quench, HEPA-Filter, Saugzuggebläse und Abgasüberwachung) der Kategorie A der nichtklassierten Systeme zu. Dem Typ B zugeordnet werden die Ofenbeschickungsanlage und der Gleich-richter für die elektrische Versorgung des Plasmabogens, die Notkühlung des Abhitze-kessels, das Hoch-regallager und das Fassausgangslager.

Beurteilung der HSK

Obwohl die Verwendung von Plasma als eine energiedichte Wärmequelle in konventionellen Anlagen auf eine breite Erfahrung zurückgreifen kann, hat das Plasma-Verfahren in der Kerntechnik erst als Pilotanlage Eingang gefunden. Bei der Übertragung der konventionellen Technik auf die Kerntechnik wird die HSK im Freigabeverfahren als Massstab für den Stand der Technik die Sicherheitsrichtlinie 108 der IAEA [IAE92a] verwenden. Ferner wird sie insbesondere auf folgende Punkte achten:

- Die Lagerung und der Antrieb des Drehherdes müssen sicher und wartungsfreundlich ausgebildet sein.
- Die Abdichtung des inertisierten und auf Unterdruck gehaltenen Drehherdes muss ebenfalls sicher und wartungsfreundlich ausgebildet sein.
- Die Einrichtungen zum Elektrodenwechsel müssen robust und so konstruiert sein, dass beim Wechsel die Dosisaufnahme des Bedienungspersonals tief gehalten wird.
- Der PSI-Verbrennungs-Ofen ist ebenfalls mit einer Aluminiumoxid-Ausmauerung ausgekleidet, die bisher nicht gewechselt werden musste. Die im PSI-Verbrennungs-Ofen anfallende Asche besitzt jedoch andere Korrosionseigenschaften als eine Glas- und Metallschmelze. Die Erfahrung zeigt, dass die Alu-miniumoxid-Keramik eine gute Korrosionsresistenz gegenüber Glas besitzt und nur eine bedingte Re-sistenz gegenüber Temperaturwechselbeanspruchung aufweist. Eventuell können massgeschneiderte Keramikzusammensetzungen die Standzeit verbessern. Die HSK fordert Unterlagen an, aus denen hervorgeht, ob die Aluminiumoxid-Keramik für den vorgesehenen Einsatz die optimalen Eigenschaften

hat oder diese durch eine andere Keramikzusammensetzung (z.B. Zirkon/Aluminium/Chromoxidkeramik) verbessert werden könnte.

- Der grösste Anteil der Dosis an das Betriebspersonal fällt während der Wartungsarbeiten an. Der Gesuchsteller gibt an, dass diese Arbeiten bei Bedarf mit Hilfe von Manipulatoren und mobilen Abschirmungen durchgeführt werden. Die Angaben in den Gesuchsunterlagen sind jedoch zu pauschal. Detailliert soll beschrieben und dargestellt werden, an welcher Stelle und wie die Manipulatoren aufgestellt werden, welche Arbeiten mit ihnen durchgeführt werden, wie die Abschirmungen beschaffen sind und welche Dosis vom Betriebspersonal aufgenommen wird.
- Die Rauchgasleitung muss derart ausgelegt und befestigt werden, dass sie keinen Schwachpunkt des Ofensystems hinsichtlich Einschluss der Aktivität darstellt (siehe Abschnitt 10.8).
- Es sind Massnahmen zu treffen, damit bei einem gleichzeitigen Ausfall der Normalstromversorgung und der Ersatzstromversorgung mit Unterbrechung keine signifikante Kontamination ausserhalb des Ofens auftritt. Zudem ist dafür zu sorgen, dass für die Wiederinbetriebnahme der Ofenanlage nach einem solchen Störfall keine oder nur wenige Handhabungen an der Ofenanlage notwendig sind.
- Es ist detailliert darzustellen, wie die Keramikausmauerung erneuert wird und welche Dosis bei den Arbeiten auftritt.

Die weiteren Einrichtungen der Verbrennungsanlage sind konventionell und nuklear gut erprobt. Der Drehherdofen und die anderen Einrichtungen unterliegen in der weiteren Planungs- und Errichtungsphase dem vorgeschriebenen Freigabeverfahren. Die vom Antragsteller vorgeschlagene Kategorisierung der Systeme und Komponenten akzeptiert die HSK nur teilweise. Sie ordnet die Ofenanlage und die wichtigsten Teile der Rauchgasreinigungsanlage der Sicherheitsklasse SK4 zu (Richtlinie HSK-R-06, Punkt 5.4.b). Ferner sind die unter Kapitel 7.3.8 genannten Randbedingungen zu beachten.

7.3.10 Einrichtungen in der Heissen Zelle

Angaben des Gesuchstellers

Die Heisse Zelle wird als α/γ -Zelle ausgelegt und wird dementsprechend abgedichtet. Dies bedeutet, dass die Leckrate höchstens 1 Vol-% pro Stunde bei einem Unterdruck von 2 mbar beträgt, dies auch bei angedockten Behältern. An die Heisse Zelle können zwei TL-Behälter angedockt werden. Für das Andocken der Behälter befinden sich im Boden der Zelle zwei Andockvorrichtungen, die einen dichten Anschluss des zu be- oder entladenden Behälters an den Zellenboden im Bereich der dort befindlichen Öffnungen gewährleisten. Die Deckel der angedockten Behälter können mit den in der Heissen Zelle befindlichen Deckelabziehvorrichtungen entfernt werden. Der Inhalt eines Behälters kann dann mit Hilfe des Zellenkrans angehoben und anschliessend inspiziert bzw. in den zweiten angedockten Behälter transferiert werden.

Die Deckelabziehvorrichtungen haben neben der bereits beschriebenen eine weitere Funktion: Solange kein Behälter angedockt ist, stellen sie die Lüftungstechnische Trennung zwischen der Heissen Zelle und dem darunter befindlichen Transportkanal sicher. Weitere Massnahmen, die zur Abdichtung des Zellenraumes vorgesehen sind, umfassen die geschlossene Stahlblechauskleidung und die mit Dichtungen versehenen Durchführungen.

Die Heisse Zelle verfügt über eine Interventionstür in der Zellendecke für das vertikale Schleusen von Werkzeugen, Materialien usw. aus dem oberhalb der Zelle befindlichen Interventionsraum.

Als Arbeitsvorrichtungen sind in der Heissen Zelle der Zellenkran und ein Kraftmanipulator vorgesehen. Dieser Kraftmanipulator soll aus Teleskop mit Manipulatorarm, Katze und Brücke bestehen. Er ist über

Fernsehsysteme fernbedient. Der Zellenkran und der Manipulator können im neben der Heissen Zelle befindlichen Wartungsraum abgeschirmt gewartet werden.

In Anlehnung an die Richtlinie HSK-R-06 schlägt der Gesuchsteller vor, die folgenden Systeme bzw. Komponenten der Sicherheitsklasse SK4 zuzuordnen:

- Zellenkran
- Andockadapter
- Deckelabziehvorrichtung
- Transportwagen
- Interventionstür

Der Kraftmanipulator wird der Kategorie A der nicht klassierten Ausrüstungen zugeordnet.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen das präsentierte Konzept keine grundsätzlichen Einwände. Die Zuordnung von Ausrüstungen, die die Abdichtung der Zellen gewährleisten sollen, zur Sicherheitsklasse 4 entspricht den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-06. Allerdings sind dieser Sicherheitsklasse auch die Stahlblechhauskleidung und die Durchführungen zuzuordnen. Im Freigabeverfahren wird sich die HSK davon überzeugen, dass die Andockvorrichtungen und die Deckelabziehvorrichtungen die notwendige Flexibilität aufweisen, um die verschiedenen zu erwartenden Behältertypen aufnehmen zu können. Ferner erwartet die HSK, dass die Zellengestaltung und der Kraftmanipulator die zur Konditionierung von mittelaktiven Abfällen notwendige Flexibilität aufweisen. Sie wird dies ebenfalls im Freigabeverfahren prüfen. Ferner müssen die Heisse Zelle und die dazugehörigen Einrichtungen die Bedingungen für Laboratorien des Typs A (Art. 69 Abs. 3 und 5 StSV) erfüllen. Weitere Bemerkungen der HSK zur Heissen Zelle, den Strahlenschutz betreffend, finden sich im Abschnitt 9.2.3.

8 BETRIEB DER ANLAGEN

8.1 Lagerung im HAA/BE-Lager

In diesem Lager sollen sowohl verglaste HAA aus der Wiederaufarbeitung als auch abgebrannte BE gelagert werden. In der Regel wird das Lagergut in den Behältern belassen, in denen es antransportiert wird. Nötigenfalls können aber die HAA-Glaskokillen bzw. die abgebrannten Brennelemente in der Heissen Zelle umgeladen werden.

Der Gesuchsteller plant auch die Lagerung der Lucens-Abfälle sowie anderer schwachaktiver Abfälle im HAA/BE-Lager.

8.1.1 Ein- und Auslagerung

Angaben des Gesuchstellers

Die Transport- und Lagerbehälter (TL-Behälter) werden in der Regel mit der Bahn bis zur Umladestation und anschliessend auf einem Strassenfahrzeug von der Umladestation in das Gebäude E des ZZL gebracht. Dort wird nach Wegnahme allfälliger Stossdämpfer und Abdeckmaterialien eine Eingangskontrolle durchgeführt. Bei positivem Befund werden die Behälter in die senkrechte Position gedreht und auf den Transportwagen gebracht. Mit dem Transportwagen wird der stehende Behälter zum Arbeitsplatz I der Heissen Zelle gebracht. Dort werden die Vorbereitungen für das Einlagern getroffen. Im Falle der BE-Behälter wird insbesondere die Instrumentierung zur Dichtheitsüberwachung angebracht. Anschliessend werden die TL-Behälter wieder ins Gebäude E transportiert und von dort in das HAA/BE-Lager gebracht. Im Lagerraum werden die Behälter schliesslich senkrecht stehend auf den Boden aufgestellt. Die Instrumentierung der BE-Behälter wird über Kabel mit dem Überwachungssystem verbunden. Zum Transportieren der Behälter zwischen Strassenfahrzeug, Transportwagen und Lagerstandplatz wird der Lagerhallenkran verwendet.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen den geplanten Ablauf des Einlagerungsvorgangs keine Einwände, fordert jedoch Unterlagen, aus welchen die vorgesehenen Schritte im Fall eines negativen Befundes bei der Eingangskontrolle hervorgehen. Das Einbringen des Behälters zum Arbeitsplatz I für die vorbereitenden Arbeiten dürfte zugunsten des Personals eine bessere Abschirmung der Strahlung ermöglichen, als ein Vorgehen, wo der Behälter für diese Arbeiten auf ebenerdigen Boden abgestellt würde. Nach Ansicht der HSK müssen allerdings die Vorbereitungen zum Einlagern auch eine Dichtheitsprüfung des gesamten Behälterdeckelsystems (z.B. Leckprüfung der einzelnen Dichtungen) einschliessen, sowohl für die BE-Behälter wie auch für die HAA-Behälter. Die TL-Behälter müssen die Referenzanforderungen gemäss Abschnitt 8.1.2 erfüllen und als Typ von der HSK freigegeben werden. Die Einlagerung jedes einzelnen Behälters ist der HSK zu melden.

Bei der Auslagerung wird in umgekehrter Reihenfolge vorgegangen. Angesichts des Alters der TL-Behälter zu diesem Zeitpunkt (ca. 40 Jahre) kann aber nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass das ursprüngliche Transportzertifikat (B(U)-Zertifikat) seine Gültigkeit über die gesamte Lagerdauer behält. Zudem sind Änderungen der Transportvorschriften der IAEA [IAE91a] während der Lagerdauer der Behälter zu erwarten, sodass der TL-Behälter am Ende der Lagerzeit die dann gültigen Anforderungen für den Transport von hochaktivem Abfall bzw. von abgebrannten Brennelementen möglicherweise nicht erfüllt. Der Gesuchsteller legt im Sicherheitsbericht dar, dass zur Endlagerung eine weitere Konditionierung bzw. eine

Verpackung der HAA bzw. BE notwendig sind. Für den Transport zur Konditionierung bzw. Verpackung und zum Endlager stehen folgende Möglichkeiten im Vordergrund:

- Transport aufgrund einer besonderen Vereinbarung im Sinne der Transportvorschriften [IAE91a, insb. Art. 211 und 727].
- Transfer des HAA bzw. der BE in einen Transportbehälter, der den am Ende der Lagerzeit gültigen Vorschriften entspricht. Dies hätte in der Heissen Zelle zu erfolgen.

8.1.2 TL-Behälter

Angaben des Gesuchstellers

Im Projekt ZZL nimmt das HAA/BE-Lager sicherheitstechnisch eine Sonderstellung ein. Im Gegensatz zu den Lagern für schwach- und mittelaktive Abfälle soll hier die Schutzfunktion hauptsächlich von den Lagerbehältern übernommen werden, und nur zu einem kleineren Teil vom Gebäude. Im gegenwärtigen Zeitpunkt soll aber auf eine definitive Festlegung der Behälter verzichtet werden, da in der Behälterbau-technik die Entwicklung noch im Gange ist und zu gegebener Zeit die Wahl einer besseren Option möglich sein sollte. Dennoch muss die Sicherheit des HAA/BE-Lagers schon jetzt beurteilt werden. Als Beurteilungsgrundlage wurden im Sicherheitsbericht für das Projekt ZWIBEZ zwei Behälter als typische Beispiele von Transport- und Lagerbehältern angeführt, Castor Va für Brennelemente und Castor HAW-20 für verglasten HAA, beide von der Gesellschaft für Nuklearservice mbH (heute: Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH), Essen (Deutschland) entwickelt.

Beurteilung der HSK

Behälter aus der Castor-Familie wurden in den Zwischenlagern Ahaus und Gorleben in Deutschland als Lagerbehälter für abgebrannte Brennelemente zugelassen; ausserdem wird ein solcher Behälter seit 1983 im heutigen Paul Scherrer Institut (PSI) als Lagerbehälter für die Brennelemente des stillgelegten Reaktors DIORIT verwendet. Die bisherigen Erfahrungen am PSI mit der Trockenlagerung im Castorbehälter sind positiv.

Wie im Fall des Zwischenlagers ZWIBEZ hat der Gesuchsteller anlässlich seines Gesuches um Bau- und Betriebsbewilligung keine konkreten TL-Behälter vorgeschlagen. Solche Lagerbehälter sollen vielmehr im Freigabeverfahren von der HSK beurteilt und freigegeben werden. Weil die Sicherheitsbeurteilung des HAA/BE-Lagers in erster Linie auf der Barrierenfunktion des TL-Behälters beruht, hat die HSK in ihrem Gutachten zum Projekt ZWIBEZ Referenzanforderungen formuliert. Damit soll bei der Lagerung von HAA bzw. BE die Einhaltung der Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 gewährleistet werden, wenn diese Referenzanforderungen erfüllt sind. Im Freigabeverfahren muss der Gesuchsteller nachweisen, dass die Behälter die Referenzanforderungen erfüllen, oder andernfalls durch eine ergänzende Sicherheitsanalyse zeigen, dass die Sicherheit des Lagers gewährleistet ist.

Für das ZZL stellt die HSK folgende Referenzanforderungen:

- Die effektive Oberflächendosisleistung am Behälter darf 0,5 mSv/h nicht überschreiten.
- Die freie konvektive Kühlung des Behälters durch die Luft in der Halle muss bei Aussentemperaturen bis 32°C die Überschreitung von Maximaltemperaturen im Lagergut verhindern. Diese Maximaltemperatur beträgt für verglasten HAA (Zentrum der Glasmatrix) 450°C. Für abgebrannte Brennelemente müssen Hüllrohrschäden vermieden werden. Aus dieser Forderung wird eine maximal zulässige Temperatur der Brennelementhülle für jeden Brennelementtyp im Freigabeverfahren abgeleitet. Diese Maximaltemperatur wird im Bereich 350°C - 390°C liegen.

- Die Leckrate des verschlossenen Behälters soll während der Lagerung den Wert 10^{-7} mbar · l/s nicht übersteigen (Normalbetrieb). Für die Brennelementbehälter wird ein doppeltes Deckelsystem verlangt, wobei jeder Deckel die genannte Dichtheit aufweisen muss. Sowohl für Brennelement- als auch für HAA-Behälter muss die Dichtheit überwacht werden können.
- Die Behälter müssen als B(U)-Transportbehälter gemäss den internationalen Transportvorschriften [IAE91a] zugelassen sein.
- Die Unterkritikalität des Lagerguts muss bei beliebiger Aufstellung der Behälter und bei unterstellter Überflutung durch Wasser nachgewiesen sein.
- Es ist nachzuweisen, dass mit diesen Behältern im Lager die Folgen eines Flugzeugabsturzes mit anschliessendem Kerosinbrand gemäss den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 (Individualdosis an einzelne Personen der Bevölkerung < 100 mSv) begrenzt bleiben.
- Das bei der Herstellung und Auslieferung der Behälter zur Anwendung gelangende Qualitätssicherungsprogramm muss der HSK zur Zustimmung unterbreitet werden.

Die Referenzanforderungen gelten sowohl für die Lagerung von UO_2 - als gegebenenfalls auch MOX-BE und den entsprechenden HAA. Die HSK erwartet diesbezüglich keine wesentlichen Unterschiede, weist aber auf mögliche Unterschiede in der Neutronenstrahlung hin. Sie erachtet aufgrund ihrer eigenen Überlegungen und der Erfahrungen im Ausland die oben erwähnten Anforderungen als erfüllbar.

8.1.3 Wärmeabfuhr vom Lager

Angaben des Gesuchstellers

Die Behälterinhalte (HAA bzw. BE) haben eine hohe thermische Leistung. Das HAA/BE-Lager wird für eine maximale abzuführende Wärmeleistung von 5,8 MW ausgelegt, d.h. bei Belegung mit 200 TL-Behältern eine durchschnittliche Wärmeabfuhr pro Behälter von 29 kW. COGEMA garantiert einen Höchstwert von 2 kW für die Wärmeleistung einer Kokille beim Versand zum Kunden, BNFL denselben Wert als Durchschnitt über eine Transportbehälterladung. Falls TL-Behälter mit einem Fassungsvermögen von 28 Kokillen zum Einsatz kommen, ist mit einer maximalen Leistung von 56 kW pro Behälter zu rechnen. Bei Vollbelegung des HAA/BE-Lagers mit HAA-Behältern der genannten maximalen Leistung wäre die totale Wärmeleistung im Lagerbereich 11,2 MW. Die Wärmeleistung der einzelnen Behälter nimmt aber mit der Zeit ab. Auch haben TL-Behälter für abgebrannte Brennelemente eine kleinere Wärmeleistung, die ebenfalls mit der Zeit abnimmt. Weil die Anlieferung des Lagergutes voraussichtlich über 20 Jahre verteilt erfolgt, ergibt sich die eingangs erwähnte durchschnittliche Wärmeleistung pro Behälter von 29 kW.

Die Abfuhr der Zerfallswärme im HAA/BE-Lager geschieht durch freie Konvektion der Luft. Aussenluft tritt durch Öffnungen in den Wänden in die Lagerhalle ein, wo sie zunächst zum Boden hin gelenkt wird. Die Behälter sind auf dem Hallenboden in Reihen aufgestellt. Beim Durchströmen des Behälterfeldes nimmt die Luft von den Behältern Wärme auf, steigt als Warmluft nach oben und verlässt die Halle durch Öffnungen im Dach. Die Konvektion wird durch den Gewichtsunterschied der warmen Luft in der Halle zur kälteren Luft ausserhalb angetrieben. Dem Antrieb wirken die Fließwiderstände der Luft in den Ein- und Austrittsöffnungen und beim Um- und Vorbeiströmen der Behälter begrenzend entgegen. Sicherheitstechnisch hat diese Art der Wärmeabfuhr den Vorteil der Unabhängigkeit von elektromechanischen Komponenten (Pumpen, Gebläse), und sie reagiert selbstregulierend auf Leistungsänderungen im Lager.

Dieses Prinzip der freien konvektiven Kühlung der Lagerbehälter wird für die beiden deutschen Brennelementbehälterlager Gorleben und Ahaus genutzt. Um die Lüftung dieser bauähnlichen Lager auch in den

Einzelheiten besser zu verstehen, wurden Modellexperimente durchgeführt [HEE81a], wofür ein Abschnitt des Lagergebäudes Ahaus einschliesslich der eingelagerten Behälter im Masstab 1:5 nachgebaut wurde. In den Experimenten wurde einerseits das Strömungsbild der Lagerluft untersucht und andererseits die Wärmeabgaberaten der Behälter unter Lagerbedingungen gemessen und mit denen freistehender Behälter verglichen. Es konnte festgestellt werden, dass alle Modellbehälter gleichmässig mit Kühlluft versorgt werden und dass keine grossräumigen Warmluftückströmungen aus dem oberen Lagerteil zu den Modellbehältern entstehen. Die Oberflächentemperaturen aller Modellbehälter waren bis auf unbedeutende Abweichungen gleich. Die Differenz zwischen den Modellbehälter-Oberflächentemperaturen im Freifeld und in der Modellhalle betrug bei dieser Versuchsreihe weniger als 10 K bei einer Wärmeleistung der Modellbehälter entsprechend einer Behälterwärmeleistung von 40 kW im Zwischenlager Ahaus. Der Aufbau der HAA/BE-Lagerhalle des ZZL weicht wenig von jenem dieses deutschen Lagers ab: deshalb kann ein ähnliches Strömungsbild erwartet werden, obwohl gewisse Abweichungen der Geometrie der Gebäude und der Behälteraufstellung vorhanden sind und die Wärmeleistung der HAA-Behälter bedeutend grösser sein kann.

Die wichtigsten Kennzahlen in bezug auf die Kühlung im HAA/BE-Lager sind einerseits der maximale Temperaturanstieg der Kühlluft, der z.B. für die Berechnung der möglichen Spannungszustände in der Betondecke benötigt wird, und andererseits die Temperatur des Lagergutes in den Behältern (HAA oder BE), die gewisse Grenzen nicht übersteigen darf, damit eine zerstörungsfreie Aufbewahrung gewährleistet ist. Bei gegebenem Behältertyp und gegebener Leistung kann die Temperatur des Lagergutes aus der Oberflächentemperatur des Behälters abgeleitet werden. Die Oberflächentemperatur ihrerseits ist von der Kühlleistung der Luftkonvektion im Lager abhängig.

In einem Ergänzungsbericht [ZWI91c] zum Sicherheitsbericht wurden für eine Besetzung mit einem modellmässigen Behältertyp die Ablufttemperatur und die Behälteroberflächentemperatur bei verschiedenen Wärmeleistungen im Lager bestimmt. Für die Oberflächentemperatur eines Behälters mit der Leistung 37,5 kW wurde maximal 76°C, für den Fall einer Leistung von 56 kW maximal 98°C erhalten. Für den Temperaturanstieg der Kühlluft bei Vollbelegung (Gesamtwärmeleistung 5,8 MW) wurde maximal 23°C berechnet. Die Ablufttemperaturen wurden dabei aus den für Ahaus gültigen Temperaturwerten abgeleitet, wobei die baulichen und leistungsmässigen Differenzen zum ZZL berücksichtigt wurden. Die Oberflächentemperatur wurde mit Hilfe der in den erwähnten Modellexperimenten gewonnenen Daten direkt berechnet. In beiden Fällen wurde das gleiche Strömungsbild der Kühlluft wie in Ahaus vorausgesetzt. Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass auch bei der durch die Behältergeometrie bedingten Inhomogenität der Temperaturverteilung an keinem Punkt der Behälteroberfläche Temperaturen über 120°C zu erwarten sind.

Beurteilung der HSK

Den Annahmen über das Strömungsbild der Lagerluft kann bezüglich der groben qualitativen Züge zugestimmt werden. Die für den Strömungswiderstand massgebliche lokale Geschwindigkeitsverteilung hängt aber von baulichen Details ab, die zur Zeit noch nicht detailliert bekannt sind, sowie von Abmessungen und Aufstellungsichte der verwendeten Behälter.

Eine zusätzliche detaillierte Studie der konvektiven Wärmeabfuhr wurde im Auftrag der HSK von der Firma Basler & Hofmann, Zürich, durchgeführt [BUH94a]. Hier wurde der Strömungsverlauf der Kühlluft vereinfacht, aber qualitativ ähnlich wie in Ahaus angesetzt und die Widerstandsbeiwerte beim Durchströmen der Gebäudeöffnungen und beim Vorbeiströmen an den Behältern nach üblichen Methoden berechnet. Es zeigte sich, dass der Luftwiderstand im Bereich der Behälter von der Aufstellungsichte sehr empfindlich abhängt. Dies beeinflusst die berechnete Luftaustrittstemperatur aber nur wenig. Die Studie kommt zum

Ergebnis, dass die maximale Temperaturerhöhung der Luft 26°C bei einer gesamten Wärmeleistung des Lagers von 5,8 MW beträgt. Dieser Wert weicht nur unerheblich von dem Ergebnis des Gesuchstellers (23°C) ab.

Die HSK erachtet den vom Gesuchsteller unter der Annahme eines berippten Behälters bestimmten maximalen Wert der Oberflächentemperatur von etwas weniger als 100°C für BE bzw. 120°C für HAA als hinreichend konservativ. Bei Behältern des in Deutschland zugelassenen Typs Castor wäre diese im Normalbetrieb erreichte Temperatur ohne Nachteil für die Dichtheit des Deckelsystems. Hingegen ist darauf zu achten, dass der Schmelzpunkt des in den Behältern für BE üblicherweise verwendeten Moderatormaterials (Polyäthylen, Schmelzpunkt ca. 120°C) überschritten werden könnte. Im Freigabeverfahren für die Behälter werden die zu erwartenden maximalen Oberflächentemperaturen anhand der genauen Behältergeometrie zu bestimmen sein. Der Nachweis muss dann erbracht werden, dass die Behälter bei den ermittelten Temperaturen ihre Funktion dauerhaft erfüllen können, und dass insbesondere im Behälterinneren keine unzulässig hohen Temperaturen auftreten (siehe Abschnitt 8.1.5). Im Betrieb sind die Oberflächentemperaturen periodisch zu kontrollieren.

In Abschnitt 7.3.3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Klappen der Luftein- und -austrittsöffnungen im Hinblick auf deren Schutz gegen Verstopfung sowie auch auf eine sichere Blockierung im offenen Zustand gestaltet werden müssen. Es ist auch zu zeigen, dass die zu erwartenden Ablufttemperaturen bezüglich der Gebäudestabilität (z.B. Spannungen im Dach) zulässig sind. Gegebenenfalls kann durch eine weniger dichte Aufstellung der Behälter in der Halle eine ausreichende Kühlung bei niedrigeren Behälter- und Ablufttemperaturen erreicht werden. Bei der voraussichtlichen Anlieferungsrate von rund 10 Behältern pro Jahr wäre auch z.B. eine Aufstellung der zuerst gelieferten Behälter auf nur jeden zweiten Standplatz möglich. Bei der späteren Besetzung der übrigen Standplätze wäre angesichts der durch 10 - 15 Jahre längeren Abklingzeit reduzierten Leistung der benachbarten Behälter dann mit geringeren Temperaturen zu rechnen (geringere Leistungsdichte im Lager). Bei der Festlegung der Ein- und Auslagerungsstrategie ist auf die Strahlenschutzaspekte zu achten: insbesondere ist eine Minimierung der notwendigen TL-Behälterverschiebungen anzustreben.

8.1.4 Unterkritikalität des Lagers

Angaben des Gesuchstellers

Der Sicherheitsbericht für das Zwischenlager enthält keine Kritikalitätsuntersuchungen, da der detaillierte Aufbau der Lagerbehälter für die Brennelemente und für die HAA-Gebinde zum heutigen Zeitpunkt noch nicht feststeht. Die Lagerbehälter werden gemäss Sicherheitsbericht die Anforderungen bezüglich Kritikalität erfüllen, welche in den internationalen Transportvorschriften an ein Typ B(U)-Versandstück gestellt werden.

Beurteilung der HSK

Die HSK geht davon aus, dass die neuesten Vorschriften verwendet werden [IAE91a]. Im Fall einer Einlagerung von Brennelementen wird die HSK die Kritikalitätssicherheit des Zwischenlagers nochmals unabhängig von der Behörde, welche die Behälterzulassung für den Transport erteilt hat, überprüfen. Dabei wird sie sowohl die Anforderungen der IAEO als auch jene der Richtlinie HSK-R-14 berücksichtigen. Die erforderlichen Kritikalitätsrechnungen sind unter den vorhandenen konkreten Lagerbedingungen durchzuführen. Es sind folgende Annahmen zu unterstellen und Kriterien einzuhalten:

- Das Lager ist vollständig mit der vorgesehenen Anzahl von Brennelementbehältern beladen. Zur Berücksichtigung des Wassergehaltes in den Lagerwänden sind die Behälter auf allen Seiten von einem

mindestens 20 cm dicken Wasserreflektor umschlossen. Die Sicherheit gegen Kritikalität ist nachgewiesen, falls der Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} unter Berücksichtigung konservativer Randbedingungen (inklusive allfälliger Verschiebungen der Behälter infolge von Störfällen) und der Rechenunsicherheiten kleiner als 0,95 ist.

- Um das Vorhandensein von Sprühwasser oder Löschschaum nach einem Brand zu berücksichtigen, ist durch Variation der Wasserdichte ausserhalb der Behälter die bezüglich Reaktivität optimale Moderation festzustellen. Im Innern der Behälter ist Wasser gemäss den Ergebnissen der vorgenommenen Wassereindringprüfungen vorauszusetzen. In Anlehnung an die entsprechende amerikanische Vorschrift [NRC75] ist unter diesen Bedingungen ein k_{eff} -Wert von kleiner als 0,98 nachzuweisen.
- Grundsätzlich ist frischer Brennstoff anzunehmen. Wird jedoch durch administrative Massnahmen und durch eine Messung bei der Annahme jedes Brennelementes ins Zwischenlager sichergestellt, dass nur abgebrannte Brennelemente eingelagert werden, so darf ein minimaler Brennelementabbrand berücksichtigt werden.

Ein HAA-Gebinde enthält bei einem Glasvolumen von ca. 150 Litern gemäss der Spezifikation von COGEMA [COG86a] höchstens 100 g spaltbare Nuklide U-235, Pu-239 und Pu-241. Die Spaltstoffdichte beträgt somit maximal 0,7 g/Liter. Unterhalb einer Spaltstoffdichte von 7 g/Liter kann auch mit einer beliebigen Spaltstoffmenge kein kritisches System mehr erzeugt werden, auch wenn der weniger wirksame Glasmoderator durch Wasser ersetzt wird. Es ist somit ersichtlich, dass das Vorhandensein von HAA-Gebinden das Kritikalitätsproblem entschärft.

8.1.5 Integrität des Lagergutes

Bestrahlte Brennelemente

Angaben des Gesuchstellers

Die Brennstabhüllrohre, welche in Leichtwasserreaktoren aus Zircaloy bestehen, bilden zusammen mit dem Lagerbehälter und der Brennstoffmatrix selber die Barrieren, welche die Freisetzung der radioaktiven Stoffe verhindern. Damit die Integrität des Lagerguts erhalten bleibt, ist es vorgesehen, die Zerfallswärme der radioaktiven Nuklide derart aus den Lagerbehältern abzuführen, dass keine Temperaturen auftreten, bei denen ein systematisches Versagen der Hüllrohre unterstellt werden muss.

Beurteilung der HSK

Die zweite Referenzanforderung in Abschnitt 8.1.2 betrifft die maximal zulässige Temperatur der Brennstäbe während der Trockenlagerung. Diese höchstzulässige Temperatur kann erst im Freigabeverfahren anhand detaillierter Angaben bezüglich der zu lagernden Brennelemente und ihrer Einsatzbedingungen festgelegt werden. Der zu erwartende Bereich von höchstzulässigen Temperaturen kann jedoch schon heute anhand von Literaturangaben abgeleitet werden.

Prinzipiell mögliche Ursachen für ein Versagen der Hüllrohre bei der Trockenlagerung sind der Kriechbruch, die Zirkonoxidation und die Wasserstoffversprödung [GIL88a, PEE86a]. Es ist nicht zu erwarten, dass durch Zirkonoxidation und Wasserstoffversprödung bedeutende Hüllrohrschäden auftreten werden, da die Verunreinigung des verwendeten inerten Behälterfüllgases erfahrungsgemäss [GIL88a] genügend klein gehalten werden kann. Der Druck des in den Behältern eingefüllten Heliums liegt leicht unterhalb des Atmosphärendruckes. Deshalb werden die Brennstabhüllen während der Trockenlagerung praktisch nur durch den Brennstabinnendruck belastet. Der Innendruck setzt sich aus dem Vorinnendruck des Heliums, das bei der Brennstabfertigung eingebracht wurde, und dem Druck der aus der Brennstoffmatrix freigesetzten gas-

förmigen Spaltprodukte zusammen. Bei bekannter Hüllrohrgeometrie lässt sich aus dem Innendruck die Spannung im Hüllrohr bestimmen. Diese Spannung verursacht während der Trockenlagerung eine mit der Zeit fortschreitende Dehnung des Hüllrohrs, das Hüllrohrkriechen.

In Deutschland wird ein Hüllrohrversagen durch Kriechbruch dann angenommen, wenn eine gleichmässige Umfangsdehnung von 1% erreicht ist [TÜV82a]. Aufgrund dieser maximal zulässigen Kriechverformung hat die deutsche Bewilligungsbehörde eine maximal zulässige Hüllrohrtemperatur von 390°C in der Lagergenehmigung für die Zwischenlager von Ahaus und Gorleben festgelegt.

In einer generischen Studie [LEV87a] wurden in USA Grenzkurven entwickelt, aus denen die bei einem gegebenen tolerierten Anteil von Brennelementhüllrohrschäden maximal zulässige Temperatur der Brennstabhülle bei Beginn der Trockenlagerung in Funktion des Abbrandes und der Abkühlzeit der Brennelemente im Nasslager [Brennelementlagerbecken im KKW] hergeleitet werden kann. Diese Grenzkurven beruhen auf Bruchzeiten, welche durch Zeitstandversuche bestimmt worden sind. Für Brennelemente nach einer Abkühlzeit von 5 Jahren und mit einem mittleren Abbrand von 35 MWd/kg und einer als tolerierbar betrachteten Schadenquote von 0,5% ergibt sich eine maximal zulässige anfängliche Hüllrohrtemperatur von 380°C.

Bisherige Erfahrungen bezüglich der Erhaltung der Integrität der Hüllrohre abgebrannter Brennelemente beziehen sich hauptsächlich auf inneninstrumentierte Testanordnungen [GIL88a, PEE86a]. In der Reaktoranlage von Würgassen wurden z.B. während zweier Jahre Messungen an einem CASTOR-Behälter des Typs 1c durchgeführt [FLE83a], der mit 16 Siedewasserreaktor-Brennelementen beladen war. Die Nachwärme wurde durch freie konvektive Kühlung abgeführt. Der Maximalwert der Oberflächentemperatur der Hüllrohre betrug 380°C. Während der Versuchsperiode wurde kein Versagen der Hüllrohre festgestellt.

Diese Beobachtungen und Rechenmodelle lassen höchstzulässige Temperaturen der Brennstabhüllen im Bereich von 350°C bis 390°C (abhängig von Brennelementtyp und Abbrand) erwarten. Der genaue Wert wird für die einzelnen Brennelementtypen und Abbrände im Freigabeverfahren festgelegt werden. Dass diese höchstzulässige Brennstabtemperatur unterschritten wird, kann durch eine Begrenzung der Zahl der pro Behälter eingelagerten Brennelemente oder durch eine genügend grosse Abklingzeit im Nasslager gewährleistet werden.

Verglaster HAA

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller macht zu den höchstzulässigen Temperaturen, die zur Gewährleistung der Integrität des Abfallproduktes bei der Lagerung von HAA-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung einzuhalten sind, keine Angaben.

Beurteilung der HSK

Fast die gesamte Menge an radioaktiven Nukliden, die bei der Wiederaufarbeitung des abgebrannten Brennstoffs als Abfall ausgeschieden wird, ist im verglasten HAA enthalten. Die radioaktiven Stoffe sind dort hauptsächlich in Form von Oxiden enthalten, die in verschiedener Weise in die chemische Struktur des Borosilikatglases eingefügt sind. Das Abfallglas enthält auch einen gewissen Anteil an Edelmetall- und Metalloxydpartikeln, die als Kristallisationskeime nachteilig wirken können. Glas hat als Bindemittel für Abfalloxide gegenüber anderen Stoffen den Vorteil einer gewissen Unempfindlichkeit gegenüber der Zusammensetzung der Abfallkomponente und ist vergleichsweise temperatur- und strahlenresistent.

Dennoch ist für die Erhaltung der Qualität des HAA-Glases die Vermeidung allzu hoher Temperaturen während der Zwischenlagerung wichtig. COGEMA nennt als wichtige charakteristische Temperaturbereiche

des Glaskörpers den Bereich der Glastransformationstemperatur T_g , die Rekristallisationstemperatur T_s und den Bereich des Schmelzpunktes. Bei der Glastransformationstemperatur T_g findet der Übergang zwischen Glas und unterkühlter Flüssigkeit statt. Der genaue Wert von T_g ist von der Kühl- oder Heizrate abhängig. Für ihr Glas gibt COGEMA den Bereich 500 - 522°C an [COG86a, HSK88b], für jenes von BNFL wird der Wertebereich 505 - 535°C angegeben [BNF90a, HSK92b]. Die Kristallisierung hat eine maximale Rate bei einer Temperatur, die zwischen T_g und dem eigentlichen Schmelzpunkt des Materials (COGEMA-Glas ca. 1160°C, BNFL-Glas ca. 1010°C) liegt. Cogema bezeichnet als Rekristallisationstemperatur ("low crystallization temperature") T_s die tiefste Temperatur, bei der sie die Kristallbildung experimentell beobachtet hat, $T_s = 610^\circ\text{C}$ [COG86a].

Beim Aufwärmen des Glaskörpers kündigt sich der Übergang Glas-Flüssigkeit bereits im Temperaturbereich 400 - 500°C durch Änderungen im Verlauf der thermischen Ausdehnungskurve und der Wärmeleitfähigkeitskurve an [COG86b]. Experimentell wird auch eine Tendenz zur Auftrennung verschiedener Glasphasen beobachtet und generell die beschleunigte Bildung von Kristallen erwartet [MAL89a]. Die Qualität der Glasmatrix, insbesondere ihre Korrosionsresistenz, ist einer der vielen Faktoren, welche in den Sicherheitsnachweis für ein Endlager eingehen. Um die Eigenschaften des Abfallglaskörpers im Hinblick auf die Endlagerung nicht zu gefährden, sind deshalb andauernde Zustände mit Temperaturen im Bereich der Glastransformationstemperatur während der Zwischenlagerung zu vermeiden. Nach Ansicht der HSK ist zur Wahrung einer Sicherheitsmarge dafür zu sorgen, dass während der Zwischenlagerung die Temperatur innerhalb des Glaskörpers im Normalfall jederzeit unterhalb 450°C bleibt. Die Erfüllung dieser Forderung wird im Freigabeverfahren für die zu verwendenden Behälter zu prüfen sein.

8.1.6 Lagerung der Lucens-Abfälle und von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager

Angaben des Gesuchstellers

Neben der Lagerung von TL-Behältern mit HAA oder BE plant der Gesuchsteller jene der Abfälle aus dem Versuchsatomkraftwerk Lucens sowie von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager. Die Lucens-Abfälle sollen zunächst in unkonditionierter Form in denselben Behältern gelagert werden, in welchen sie sich zur Zeit auf dem Gelände in Lucens befinden (Abschnitt 4.1). Sie sollen erst dann in der Konditionierungsanlage des ZZL konditioniert werden, wenn die definitiven Annahmebedingungen des Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle vorliegen.

Schwachaktive Abfälle sollen in geeigneten Verpackungen gelagert werden. Diese Verpackungen werden dem Gefährdungspotential und der Beschaffenheit der enthaltenen radioaktiven Stoffe entsprechen.

Beurteilung der HSK

Gegen die Lagerung der Lucens-Abfälle und von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager hat die HSK keine grundsätzlichen Einwände, sofern der Nachweis erbracht wird, dass dabei die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 erreicht werden. Sie hat in eigenen Rechnungen festgestellt, dass beim Störfall „Flugzeugabsturz auf die unkonditionierten Lucens-Behälter“ das entsprechende Schutzziel dieser Richtlinie erreicht werden kann (siehe Abschnitt 10.5). Für den Fall der Lucens-Abfälle erwartet sie bei der Einhaltung der übrigen Schutzziele keine Schwierigkeiten. Sie erwartet im Einlagerungsfreigabeverfahren entsprechende Nachweise.

Im HAA/BE-Lager dürfen keine Abfallgebinde mit brennbarer Abfallmatrix gelagert werden (**Auflage 9**, siehe Abschnitt 10.6).

Nach Ansicht der HSK ist eine (zumindest zeitweise) Überwachung der konvektiven Abluft im HAA/BE-Lager notwendig (**Auflage 11b**, siehe dazu Abschnitt 9.1.4).

Die Lucens-Behälter sind regelmässig auf Dichtheit zu überwachen (**Auflage 1**, Abschnitt 4.1).

8.2 Lagerung im MAA-Lager

8.2.1 Ein- und Auslagerung

Angaben des Gesuchstellers

Die im Sicherheitsbericht genannten Annahme- und Einlagerungsbedingungen für das MAA-Lager beschränken die Oberflächendosisleistung der einzelnen Abfallgebinde auf 75 Sv/h, die Wärmeleistung auf 120 W und das Gewicht auf 50 t. Die Abfälle müssen in fester oder verfestigter Form vorliegen und dürfen weder gärfähige, selbstentzündliche noch explosionsfähige Abfallprodukte enthalten. Für die Oberflächenkontamination sind Grenzwerte von 40 Bq/cm² (β/γ) bzw. 4 Bq/cm² (α) festgelegt. Nach den Angaben im Sicherheitsbericht wird der im MAA-Lager einzulagernde Abfall in einer Zement- oder einer Bitumenmatrix verfestigt sein. Die Gebinde werden in Transportbehältern angeliefert, die auf Strassenfahrzeugen in das Empfangsgebäude gebracht werden. Die Transportbehälter dürfen bis zu 140 t wiegen, entsprechend der Tragfähigkeit der Transporteinrichtungen. Neben den von aussen gebrachten Abfällen können auch solche auf internen Transportmitteln angeliefert werden, welche nach der Konditionierung in der Heissen Zelle oder in der Konditionierungsanlage ins MAA-Lager eingelagert werden sollen.

Nach der Anlieferung eines Transportbehälters werden allfällige Stossdämpfer entfernt und eine erste Eingangskontrolle durchgeführt. Anschliessend wird der Transportbehälter mit dem Hallenkran des Gebäudes H auf einen Transportwagen befördert. Mit diesem Transportwagen wird der Behälter vom Empfangsgebäude in den Arbeitsraum des MAA-Lagergebäudes verschoben, wo zunächst Oberflächenkontaminations- und Oberflächendosisleistungsmessungen durchgeführt werden. Anschliessend erfolgen Vorbereitungsarbeiten zum Öffnen des Behälters, wie z.B. Lösen von Deckelschrauben und Anbringen von Greiferanschlüssen (vom Transportbehältertyp abhängig). Der Transportbehälter wird dann weiter in die Entladestation des MAA-Lagers verschoben. Die Entladestation kann gegen den Arbeitsraum wie gegen das Innere des MAA-Lagers durch ein Abschirmtor bzw. Betonriegel verschlossen werden.

In der Entladestation wird der Transportbehälter fernbedient geöffnet. Die darin enthaltenen Gebinde werden mit dem Umladekran in einen bereitgestellten Lagercontainer transferiert. Stichprobenweise werden die Gebinde auf Oberflächendosisleistung und -kontamination geprüft.

Mit dem Lagerhallenkran des Gebäudes M werden die Abschirmriegel oberhalb der Entladestation und oberhalb der zur Einlagerung vorgesehenen Lagerbucht gehoben. Anschliessend wird der Lagercontainer mit dem Lagerhallenkran aus der Entladestation gehoben, über die Lagerposition im MAA-Lager gefahren und dort in die Lagerbucht abgesenkt. Die Lagerbucht und die Entladestation werden anschliessend durch Aufsetzen der Abschirmriegel wieder verschlossen. Nach dem Einlagerungsvorgang wird der Deckel des leeren Transportbehälters wieder aufgesetzt, der Transportbehälter aus der Entladestation ausgeschleust und für den Rücktransport vorbereitet.

Bei der Auslagerung werden dieselben Handlungen in umgekehrter Reihenfolge und Richtung vorgenommen.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen die dargelegten Schritte zur Ein- und Auslagerung von Abfällen aus dem MAA-Lager keine Einwände, weist aber auf die folgenden Aspekte hin.

Korrosionsschäden an den Abfallgebinden können deren Handhabbarkeit bei der Auslagerung, dem Transport und der Einlagerung ins Endlager sowie allgemein ihre Endlagerfähigkeit beeinträchtigen. Der Gesuchsteller hat diesbezüglich seine Absicht erklärt, die Lüftungsanlagen im MAA-Lager und im MAA/SAA-Lager so zu gestalten, dass an den Lagerbehältern keine Kondensation auftritt (Abschnitt 7.3.3).

Laut Annahmebedingungen können im MAA-Lager Gebinde mit Oberflächenkontaminationen bis 40 Bq/cm^2 (β/γ) bzw. 4 Bq/cm^2 (α) gelagert werden. Die Lagerräume des MAA-Lagers gehören deshalb zum Zonentyp III gemäss der Richtlinie HSK-R-07. Im jetzigen Planungsstand des Projektes ist der Einbau von Abluftfiltern nicht vorgesehen. Nach Angaben der ZWILAG wird jedoch Platz für solche Filter vorhanden sein. Die HSK behält sich vor, im Freigabeverfahren den Einbau von Abluftfiltern ab Betriebsaufnahme zu fordern oder von Betriebserfahrungen abhängig zu machen (siehe Abschnitt 7.3.3).

Brennbare Abfälle stellen ein potentiell Brandrisiko dar, auch wenn Zündmöglichkeiten zur Zeit nicht erkennbar sind. Die HSK fordert deshalb entsprechende Brandschutzmassnahmen (siehe Abschnitte 7.3.7 und 10.6.1, **Auflage 14**). Darüber hinaus vertritt sie weiterhin die Meinung, dass auf die Produktion von Abfallgebinden mit brennbarer Abfallmatrix nach Möglichkeit verzichtet werden sollte [HSK90a]. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich um höhere Aktivitätskonzentrationen und/oder um α -haltige Abfälle handelt. In diesem Zusammenhang stellt die HSK mit Befriedigung fest, dass die Wiederaufarbeitungsfirma COGEMA beabsichtigt, ab dem Jahr 1995 keine bitumengebundenen Abfallgebinde mehr zu produzieren. Damit wird die Anzahl bitumengebundener Abfallgebinde aus der Wiederaufarbeitung auf weniger als 500 reduziert [UAK94a].

8.2.2 Gasentwicklung im MAA-Lager

Angaben des Gesuchstellers

In mehreren Abfallgebindetypen, welche im MAA-Lager zwischengelagert werden sollen, werden Gase freigesetzt, die bei genügender Konzentration in Luft brennbar sind. Den Hauptbeitrag hierzu liefert die Radiolyse vom Zementporenwasser, einen kleineren Beitrag die Radiolyse von Bitumen sowie andere Quellen. Es wird hauptsächlich Wasserstoff freigesetzt. Die Zementmatrix der einbetonierten Abfälle enthält immer einen gewissen Anteil an Wasser, das durch Radiolyse zu Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Bei der Radiolyse von Bitumen entsteht ein Gasgemisch, das grösstenteils aus H_2 besteht aber auch Anteile von Methan (2%) und anderen organischen Stoffen aufweist. Die Lüftung des MAA-Lagers hat deshalb unter anderem die Aufgabe, die Bildung eines zündfähigen Gasgemisches zu verhindern. Die Vorgänge laufen allerdings so langsam ab, dass auch ein längerer Unterbruch der Lüftung zu keiner Gefährdung führt.

Beurteilung der HSK

Auch wenn die von den Abfallgebinden zu erwartenden Gasentwicklungsraten in den Spezifikationen der Produzenten angegeben werden und klein sind, ist eine Überwachung der Wasserstoffkonzentration in den Lagerschächten nach Ansicht der HSK nötig. Im Verlauf der Begutachtung des Projektes durch die HSK hat die ZWILAG bestätigt, dass sie entsprechende Vorkehrungen treffen wird.

8.2.3 Wärmeentwicklung im Lager

Angaben des Gesuchstellers

Die im MAA-Lager eingelagerten Gebinde geben Wärme ab, die vom radioaktiven Zerfall herrührt. Das MAA-Lager ist deshalb für eine abzuführende Gesamtwärmeleistung von 250 kW ausgelegt, wobei die höchstzulässige Wärmeleistung pro Abfallgebinde auf 120 W festgelegt wird.

Beurteilung der HSK

Die höchste Wärmeleistung ist von den Abfallgebinden mit zementierten Hülzen und Endstücken aus der Wiederaufarbeitung zu erwarten. Für diesen Abfalltyp garantiert die britische Wiederaufarbeitungsfirma BNFL einen Maximalwert von 21 W pro Gebinde. Hingegen garantiert die französische COGEMA bei diesem Abfalltyp keinen Maximalwert; sie nennt aber einen durchschnittlichen Wert (Nominalwert) von 115 W pro Gebinde. Dies liegt nur knapp unterhalb des im Sicherheitsbericht genannten Grenzwertes von 120 W pro Gebinde. Im Einlagerungsfreigabeverfahren für diesen Abfallgebindetyp wird deshalb der Nachweis zu erbringen sein, dass die Wärme sicher abgeführt werden kann. Ferner muss die Auslegung der Lüftung auf folgendes Rücksicht nehmen: Die Zementmatrix, in welche die Abfälle gebunden sind, erträgt nicht allzu hohe Temperaturen. Bei Temperaturen, oberhalb 105°C verdampft das freie Porenwasser und je nach Temperatur auch ein Teil des gebundenen Wassers. Neben Qualitätsänderungen der Zementmatrix sind dabei auch Aktivitätsabgaben zu erwarten. Die Belüftung der einzelnen Lagerschächte muss sicherstellen, dass bei der vorgesehenen Beladung eines Schachts mit zementierten Abfällen keine Temperaturen über 100°C entstehen. Auch darf der Temperaturgradient in den Schachtwänden und der Bodenplatte nicht Werte erreichen, bei denen Spannungsbrüche zu erwarten wären. Die entsprechenden Nachweise sind in den Bau- und Montagefreigabeverfahren zu erbringen sowie, was die Wärmeleistung der einzelnen Abfallgebindetypen betrifft, im Einlagerungsfreigabeverfahren.

Im Rahmen des Freigabeverfahrens wird die HSK detaillierte Angaben zu den für die Lagerung von bituminierten Abfällen vorgesehenen Containern fordern. Eine Selbstentzündung des bituminierten Abfalls ist erst bei Temperaturen über ca. 340°C möglich [COG91a], und ist unter normalen Bedingungen im Lager nicht zu erwarten. Eine Überwachung der Temperatur in den Lagerschächten mit bituminierten Abfällen ist jedoch eine notwendige Sicherheitsmassnahme. Die HSK fordert zudem entsprechende Brandschutzmassnahmen (siehe Abschnitt 7.3.7).

Da die Möglichkeit der Sedimentation des Rohabfalls in der Bitumenmatrix bereits bei Temperaturen von 15°C bis 20°C unterhalb des Erweichungspunktes besteht [CEA83a], soll während der Zwischenlagerung von bituminierten Abfällen die Temperatur begrenzt bleiben. Während der Lagerung bei COGEMA und im ZZL in Würenlingen folgt die Temperatur im Lager etwa dem Verlauf der Aussentemperatur. Bei den zu erwartenden Aussentemperaturen (bis ca. 30°C) kann deshalb wegen des niedrigen Erweichungspunktes des von COGEMA verwendeten Bitumens (im Bereich 38-53°C) und des damit verfestigten Abfallproduktes (45-60°C) eine teilweise Sedimentation des Rohabfalls nicht ausgeschlossen werden. Die HSK hält deshalb den Nachweis für erforderlich, dass beim zu erwartenden Jahres- und Tageszyklus des Temperaturverlaufes im ZZL die mögliche Sedimentation zu keinen explosionsfähigen Materialgemischen und zu keiner unzulässigen Herabsetzung der Selbstentzündungstemperatur des Abfallproduktes führen kann (**Auflage 8**). Die entsprechenden Nachweise sind im Einlagerungsfreigabeverfahren zu erbringen.

Im Verlauf der Begutachtung durch die HSK hat die ZWILAG erklärt, dass eine Überwachung der Temperatur dort vorgesehen ist, wo eine Kühlung der Abfälle erforderlich ist oder brennbares Gut gelagert wird.

8.3 Lagerung im MAA/SAA-Lager

8.3.1 Ein- und Auslagerung

Angaben des Gesuchstellers

Die Abfallgebinde enthaltenden Transportcontainer werden mit Strassenfahrzeugen angeliefert. Nach einer radiologischen Eingangskontrolle der Transportcontainer im Empfangsbereich des MAA/SAA-Lagers werden diese mit dem Lagerhallenkran angehoben und zum abgeschirmten Umladebereich transportiert. Dort werden mit dem Umladekran die Abfallgebinde aus dem Transportcontainer in einen Lagercontainer umgeladen. Volle Lagercontainer werden mit dem Lagerhallenkran in den Lagerbereich transportiert.

Die Steuerung der Kräne erfolgt in der abgeschirmten Krankabine.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen die dargestellte Einlagerungstechnik keine grundsätzlichen Einwände. Sie weist jedoch darauf hin, dass der geplante Lagerhallenkran so ausgelegt werden muss, dass Transportcontainer mit Wiederaufarbeitungsabfällen aus Frankreich (1200 l-Fässer der COGEMA bzw. Abfälle aus Zone 4 der COGEMA sowie 700 l-Fässer der COGEMA bzw. Abfälle aus Zonen 2/3 der COGEMA) transportiert werden können. Das Gewicht der vollen Transportcontainer beträgt gegenwärtig gemäss [UAK92a] 120 t bzw. 115 t. Nach Ansicht der HSK muss der Lagerhallenkran für die schwersten zu erwartenden Transportbehälter dimensioniert sein.

Die Einlagerung der Abfallgebindetypen bedarf nach der Richtlinie HSK-R-14 einer Freigabe der HSK. Dazu ist die folgende Bemerkung anzubringen. Die im Sicherheitsbericht genannten Annahme- und Einlagerungsbedingungen sind durchaus geeignet, um die Anforderungen des Strahlenschutzes im Normalbetrieb sicherzustellen. Der Schutz des Personals und der Bevölkerung bei Störfällen mit Freisetzung aktiver Gase oder Aerosole wird aber dadurch nicht gewährleistet. Im Freigabeverfahren müssen voraussichtlich für die verschiedenen Abfallgebindetypen zusätzliche Annahmebedingungen festgelegt werden, damit sichergestellt wird, dass die Freisetzungen aus den Abfallgebinden bei Störfällen keine unzulässige Dosisbelastung der Bevölkerung oder des Personals verursachen. Die HSK erwartet insbesondere, dass im Einlagerungsfreigabeverfahren für die einzelnen Abfallgebindetypen Grenzwerte für die spezifische Aktivität einzelner Nuklidgruppen spezifiziert werden. Solche Anforderungen an das Inventar lassen sich aus Störfallanalysen oder aus dem Vergleich der aktuellen Inventare mit den im Sicherheitsbericht und in den Ergänzungsberichten zum Sicherheitsbericht betrachteten Modellabfallgebinden ableiten.

Ein weiterer wichtiger Punkt betrifft ebenfalls die vom Gesuchsteller genannten Annahmebedingungen: gemäss diesen ist die Lagerung von brennbaren Abfällen im MAA/SAA-Lager nicht ausgeschlossen. Wie im Kapitel 10 dieses Gutachtens gezeigt wird, wurden jedoch im Sicherheitsbericht die Störfallfreisetzungen aus den Abfallgebinden unter der Annahme berechnet, dass im MAA/SAA-Lager kein selbsterhaltender Brand stattfinden kann. Bei der Lagerung von Abfällen mit einer brennbaren Verfestigungsmatrix (z.B. in einer Bitumenmatrix verfestigte Ionenaustauscherharze) kann ein selbsterhaltender Brand jedoch nicht ausgeschlossen werden. Es dürfen deshalb im MAA/SAA-Lager keine Abfälle mit einer brennbaren Abfallverfestigungsmatrix zwischengelagert werden (**Auflage 9**, siehe Abschnitt 10.6). Für solche Abfälle ist das MAA-Lager vorgesehen.

8.3.2 Dauerbetrieb

Angaben des Gesuchstellers

Im MAA/SAA-Lager werden die Lagercontainer bis zu einer Höhe von 16 m gestapelt. Während der Zwischenlagerung werden die γ -Ortsdosisleistungen an 4 Standorten im Empfangsbereich und in der Lagerhalle überwacht. Zudem wird zur Beweissicherung eine Abluftüberwachungsanlage (Aerosole) im Abluftstrang der Lüftungsanlage installiert.

Beurteilung der HSK

Die Richtlinie HSK-R-14 stellt Anforderungen an die Stabilität der Gebindestapel im Erdbebenfall, von deren Einhaltung sich die HSK im Verlauf des Bau- und Betriebsfreigabeverfahrens überzeugen wird. Neben dem Nachweis der Stabilität der Gebindestapel bis zu einem Erdbeben mit der Häufigkeit $10^{-2}/a$ muss auch jener erbracht werden, dass die Folgen eines Erdbebens mit einer Häufigkeit von weniger als $10^{-2}/a$, aber mehr als $10^{-4}/a$ die Dosislimite des Schutzzieles 1b dieser Richtlinie (1 mSv pro Ereignis) nicht überschreiten.

Anlässlich der Begutachtung des Projektes ZWIBEZ der NOK [HSK90a] hat die HSK darauf aufmerksam gemacht, dass eine Gasbildung in den Abfallgebinden nicht ausgeschlossen werden kann. Diese Gasbildung kann durch die Korrosion von Metallen, wie insbesondere Zink und Aluminium bei einem pH-Wert, wie er im Zementporenwasser vorkommt, und auch durch eine nicht auszuschliessende mikrobielle Aktivität verursacht werden [HSK90a, HSK94a]. Die HSK empfiehlt dem Gesuchsteller, bei der Dimensionierung der Lüftungsanlage auf die mögliche Gasbildung zu achten, um das allfällige Entstehen zündfähiger Gasgemische vermeiden zu können. Im Betrieb sind im MAA/SAA-Lager periodische Kontrollen der Lagerluft auf Wasserstoff und Methan vorzunehmen.

Die HSK erwartet, dass bestimmte Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrenzen eingehalten werden (Korrosion, Frostschäden). Die ZWILAG hat eine entsprechende Zusicherung abgegeben (siehe Abschnitt 7.3.3).

8.4 Betrieb der Heissen Zelle

Angaben des Gesuchstellers

Gemäss Sicherheitsbericht dient die Heisse Zelle einerseits zur Inspektion und zum Umladen von abgebrannten Brennelementen von einem TL-Behälter in einen anderen, andererseits (im Bedarfsfall) zur Konditionierung von MAA-Abfällen. Im Sicherheitsbericht werden als Beispiel die wichtigsten Schritte der Prozedur "Inspektion/Transfer von Brennelementen" beschrieben. Dabei wird ein TL-Behälter mit dem Lagerhallenkran des Gebäudes zu einem im Gebäude E befindlichen Transportwagen gebracht. Mit diesem Transportwagen wird der TL-Behälter stehend bis zu einem ersten Arbeitsplatz gebracht, wo Strahlenschutzmessungen am Behälter durchgeführt werden und anschliessend eine allfällig vorhandene Schutzplatte mit dem Sekundärdeckel demontiert werden. Danach wird der TL-Behälter zu einem zweiten Arbeitsplatz weiter transportiert. Dieser zweite Arbeitsplatz befindet sich oberhalb des Behälters und erlaubt unter einer ausreichenden Abschirmung die Evakuierung und Spülung des Behälterinnenraumes sowie das Lösen der Primärdeckelschrauben. Nach diesen Arbeitsschritten kommt der Behälter bis zur im Boden der Heissen Zelle platzierten Andocköffnung. Dort wird der Primärdeckel mittels einer Deckelabziehvorrichtung gehoben. Die abgebrannten Brennelemente können nun, nach dem Anbringen von Kontaminationsschutzvorrichtungen, mit dem Zellenkran in die Heisse Zelle gehoben werden und dort über

ihre gesamte Länge durch ein Strahlenschutzfenster inspiziert oder in einen anderen TL-Behälter umgeladen werden.

Nach der Beladung eines neuen oder des bereits verwendeten TL-Behälters werden dieselben Schritte in umgekehrter Reihenfolge bis zur erneuten Positionierung des Behälters in das Gebäude H ausgeführt. Dabei finden Prüfungen der Deckeldichtungen statt.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen die vorgesehene Betriebsweise der Heissen Zelle keine Einwände. Es sind ihr detaillierte Unterlagen auch betreffend der anderen vorgesehenen bzw. notwendigen Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Betrieb der Heissen Zelle im Freigabeverfahren zuzustellen (Umfang und Art der Dichtheitsprüfungen am fertigen Behälter, Umrüstung der Heissen Zelle, der Andockvorrichtung und der Deckelabziehvorrichtung zwecks Aufnahme von verschiedenen Behältertypen, Einrichtung zur Spülung der Behälter vor dem Andocken, Vorgehen bei der Konditionierung mittelaktiver Abfälle).

8.5 Betrieb der Konditionierungsanlage

8.5.1 Annahme, Transporte sowie Abgabe von Fässern und Gebinden

Angaben des Gesuchstellers

Die mit Lastwagen angelieferten Fässer werden auf ein Rollbahnsystem gesetzt und durchlaufen eine Eingangskontrolle, die die Identifikation des Gebindes sowie physikalische (Gewicht) und radiologische (Gesamtdosisleistung, Nuklidspektrum, Kontamination) Ausmessungen umfasst. Bei Einhaltung der Annahmebedingungen der Konditionierungsanlage (siehe Abschnitt 2.8) werden die Fässer mit dem Rollbahnsystem in der Regel in das Hochregallager transportiert, das als Pufferlager für unkonditionierte und zum geringen Anteil konditionierte Abfälle dient. Die Grösse des Pufferlagers ist den Intervallen für die Verpressungskampagnen angepasst (siehe Abschnitt 4.4).

Mit dem Rollbahnsystem werden die Fässer zu den diversen Konditionierungseinrichtungen transportiert. Die konditionierten Fässer werden identifiziert, auf Oberflächenkontamination geprüft und die Dosisleistung gemessen. Dekontaminierte Teile werden in einem gesonderten Raum einer Freigabemessung unterzogen.

In Sonderkampagnen werden Rohabfälle mit grossen Abmessungen im Mehrzweckraum angeliefert, von wo sie nach einer Eingangskontrolle per Hubstapler oder Kran zu den Abfallbehandlungseinrichtungen transportiert werden.

Der Transport von Grossgebinden erfolgt unter manueller Bedienung der Einrichtungen. Dagegen ist die Annahme, der innerbetriebliche Transport und die Abgabe von Fässern weitgehend vollautomatisch und wird von einem zentralen Kommandoraum aus gesteuert und überwacht. Im Hochregallager und in der Anlage sind an bestimmten Stellen Videokameras installiert, sodass der Operateur im Kommandoraum die Bewegung der Fässer auf Bildschirmen beobachten kann.

Das Prozessleitsystem umfasst die Übersicht über die Lokalisation sämtlicher Fässer, die sich in der Konditionierungsanlage und in den Kanälen, die die einzelnen Anlagen des ZZL verbinden, befinden.

Beurteilung der HSK

Die HSK akzeptiert grundsätzlich die Betriebsweise bei Annahme, Transport und Abgabe von Fässern und Gebinden. Der in weiten Bereichen vollautomatische Betrieb und die zentrale Überwachung des Trans-

portsystems tragen dazu bei, die Strahlendosen für das Personal tief zu halten. Der Detaillierungsgrad des Sicherheitsberichtes und der ergänzenden Berichte genügt jedoch nicht, um die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb abschliessend zu beurteilen: Insbesondere fehlen detaillierte Angaben, welche Massnahmen getroffen werden, damit gefährliche Materialien (z.B. explosionsfähige Stoffe) ausgeschlossen werden. Ferner ist im Hinblick auf die Revision des Sicherheitsberichtes ein Programm für die Identifikation, Prüfung und Messung von konditionierten Fässern und Gebinden auszuarbeiten. Es ist detailliert darzulegen, welche Parameter geprüft werden.

Die HSK erwartet, dass in Einzelfällen (insbesondere bei der Konditionierung von Strahlenquellen und von Am-241-enthaltenden Feuermeldern) Abfälle konditioniert werden müssen, welche die vom Gesuchsteller angegebenen Annahmebedingungen der Konditionierungsanlage gemäss Abschnitt 2.8 nicht erfüllen. Im revidierten Sicherheitsbericht müssen solche Fälle betrachtet werden.

8.5.2 Handbediente und teilautomatisierte verfahrenstechnische Einrichtungen

Angaben des Gesuchstellers

In der Sortierbox werden β/γ -Mischabfälle in brennbare, pressbare und sonstige Abfälle getrennt. Normalerweise geschieht die Sortierung von Hand, bei stärker strahlenden Abfällen mit Hilfe von Manipulatoren geschützt von einer Abschirmung.

In der Harze- und Schlämmebox werden die Rohabfälle umgefüllt und von Fremdkörpern gereinigt. Sie gelangen dann in einen Speichertank, von wo aus sie vollautomatisch zur weiteren Verarbeitung gepumpt werden.

In der β/γ -Box werden Abfälle artspezifisch in folgenden Schritten behandelt:

- Auspacken der Inhalte von Fässern oder Sondergebinden
- Vordekontamination (z.B. Hochdruck-Absprühung)
- Dekontamination zur schadlosen Wiederverwertung (z.B. abrasiv)
- Zerkleinerung (z.B. mechanisch oder mit Plasmabrenner)
- Feinbehandlung (chemisch, elektrolytisch, Ultraschall oder mechanisch)

In der β/γ -Box wird manuell in Vollsicht oder fernbedient mit Manipulatoren hinter einer Abschirmwand gearbeitet. Die Feinbehandlung und die abrasive Dekontamination finden in Handschuhboxen statt.

Die Hochdruckkompaktierung von dazu geeigneten Abfällen findet mit einer mobilen Presse kampagnenweise statt.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen den Betrieb mit den halbautomatisch arbeitenden Abfallbehandlungseinrichtungen keine Einwände, sofern er im Hinblick auf eine tiefe Strahlenexposition des Personals optimiert wird. Die diesbezüglichen Beurteilungen, Hinweise und Forderungen der HSK sind in Abschnitt 9.2.4 zu finden.

Die Konditionierungsanlage bietet eine Einrichtung für die abrasive Dekontamination nur für Kleinkomponenten. Eine entsprechende Einrichtung für Grosskomponenten fehlt in der bisherigen Planung des Gesuchstellers. Die HSK sieht jedoch die Möglichkeit, in der β/γ -Box oder im Mehrzweckraum zu einem späteren Zeitpunkt die abrasive Dekontamination für Grosskomponenten einzusetzen, sofern sie sich als notwendig erweisen sollte.

Die Verwendung einer zugemieteten Hochdruckpresse ist nach Ansicht der HSK zulässig, sofern die Frequenz der Verpressungskampagnen ausreichend ist (Abschnitt 4.4).

8.5.3 Vollautomatisierte verfahrenstechnische Einrichtungen

Behandlung flüssiger Abfälle

Angaben des Gesuchstellers

Die Behandlung flüssiger radioaktiver Abfälle erfolgt für die ZZL-Anlagen in der Konditionierungsanlage. Es stehen zwei Systeme zur Verfügung: das Prozessabwassersystem und das Nebenabwassersystem. Im Prozessabwassersystem werden Abwässer aus der Dekontamination, der Zementierung, der Reinigung entleerter Fässer, dem Prozessabluftsystem, dem aktiven Labor und der Dekontaminationsaufnahme zusammengefasst. Es handelt sich hierbei um Abwässer, deren Gehalt an radioaktiven Stoffen relativ hoch sein kann (max. erwartete spezifische Aktivität $3,7 \cdot 10^9$ Bq/m³). Abwässer mit kleineren Aktivitätskonzentrationen werden im Nebenabwassersystem gesammelt und behandelt. Es wird hier max. die halbe Aktivitätskonzentration der Prozessabwässer erwartet. Zum Nebenabwassersystem gehören Abwässer aus den Entwässerungen der Lüftungsanlagen, den Duschen und Waschräumen der kontrollierten Zone, der Wäscherei und aus Bodenabläufen, Sumpf, Auffangwannen.

Prozessabwässer und Nebenabwässer werden in je zwei Behältern mit einem Fassungsvermögen von je 10 m³ gesammelt. Die Behandlung der Abwässer kann in einer Zentrifuge, einem Verdampfer, einem Ionenaustauscher und mittels chemischen Behandlungsschritten (Dekontaminationsaufnahme) erfolgen.

Beurteilung der HSK

Aus den Angaben des Gesuchstellers geht hervor, dass sowohl die gewählten Behandlungsmethoden für die Abwässer als auch die Kapazität der Behandlungssysteme den Anforderungen genügen. Die anfallenden Abwässer können in den Sammelbehältern aufgefangen, den Behandlungseinrichtungen zugeführt und so gereinigt werden, dass sie entweder dem Abfallbehandlungsprozess wieder zugeführt werden, z.B. als Zusatzwasser zur Zementierung, oder kontrolliert über den Abgabebehälter an die Umwelt abgegeben werden können. Die HSK ist daher mit dem gewählten Abwassersystem einverstanden.

Zur Ausführung bzw. zur Anordnung von Komponenten des Abwassersystems hat die HSK neben ihrer Kommentare in Abschnitt 7.3.4 (Schutz des Grundwassers) und 7.3.8 (Zuordnung der Dekontaminationsaufnahme der Kategorie B der nichtklassierten Ausrüstungen) die folgende Bemerkung: Komponenten, die radioaktive Stoffe enthalten, sollen so angeordnet oder abgeschirmt werden, dass sie Personal, welches an anderen Komponenten Unterhaltsarbeiten ausführt, nicht unnötig bestrahlen. Laut Sicherheitsbericht sollen die Zentrifuge und der Ionenaustauscher in einem Raum aufgestellt werden. Auf Anfrage der HSK hat die ZWILAG neuere Unterlagen überreicht, aus denen hervorgeht, dass Zentrifuge und Ionenaustauscher nun in getrennten Räumen aufgestellt werden. Die HSK wird für die Baufreigabe prüfen, ob der Grundsatz der weitgehenden Trennung von strahlenden Komponenten zur Erleichterung des Unterhaltes beachtet wird. Sie benötigt dazu rechtzeitig vor Baubeginn die entsprechenden Pläne und Unterlagen.

Zementieranlagen

Angaben des Gesuchstellers

Zur Verfestigung von radioaktiven Abfällen sind eine Zementieranlage für homogene und eine für heterogene Abfälle vorgesehen. Die Silos für Zement, Sand und feste Zuschlagstoffe werden als mobile Einheiten ausserhalb der kontrollierten Zone aufgestellt. Absperrklappen zwischen diesen Silos und den Mixern, welche sich innerhalb der kontrollierten Zone befinden, sollen eine luftdichte Trennung zwischen Silo- und Mixerraum herstellen. Die Mischung homogener Abfälle mit der Verfestigungsmatrix erfolgt im Mischer; das Abfallprodukt wird in 200 l-Fässer abgefüllt. Heterogene Abfälle werden in 200 l-Fässer bzw. 16 t-Container vorgelegt. Die Verfüllung der 200 l-Fässer erfolgt an der Abfüllstation unterhalb des Mixers,

die der 16 t-Container in der β/γ -Box. Im Sicherheitsbericht fehlen Angaben über die zu erwartenden Kollektivdosen bei den Verfestigungsarbeiten.

Beurteilung der HSK

Da die Arbeiten fernbedient erfolgen sollen, wird die Dosisbelastung des Personals wahrscheinlich tief sein. Der Verfestigungsprozess der Grosscontainer in der β/γ -Box sowie Wartungsarbeiten können aber nicht zu vernachlässigende Dosen verursachen. Die HSK erwartet daher vor Baubeginn Unterlagen zur Dosisbelastung bei der Zementverfestigung. Dabei wird sie auch die Anordnung der Komponenten, insbesondere hinsichtlich Unterhaltsfreundlichkeit, beurteilen.

8.6 Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage

8.6.1 Annahme, Transport sowie Abgabe von Fässern

Angaben des Gesuchstellers

Die in 200 ℓ -Normfässer abgefüllten Abfälle werden entweder mit Lastwagen angeliefert und über ein Rollbahnsystem in das der Verbrennungs- und Schmelzanlage zugeordnete Hochregallager transportiert oder sie gelangen über den Verbindungskanal von der Konditionierungsanlage in dieses Hochregallager. Vor dem Eingang ins Hochregallager werden sämtliche Fässer in einer automatischen Mess- und Prüfstation kontrolliert. Fässer, die die Annahmebedingungen (Abschnitt 2.9) nicht erfüllen, werden entweder zurückgewiesen oder zur weiteren Untersuchung in die Konditionierungsanlage befördert.

Aus dem Verbrennungs- und Schmelzofen wird die Schmelze in Kokillen abgefüllt. Nach Abkühlung wird jeweils eine Kokille in ein vorbereitetes 200 ℓ -Fass gestellt. Die Fässer werden anschliessend im verschlossenen Zustand über den Verbindungskanal zu den entsprechenden Zwischenlagern auf dem ZZL-Areal transportiert.

Beurteilung der HSK

Die Annahme, der Transport sowie die Abgabe von 200 ℓ -Fässern erfolgen nach den gleichen Prinzipien wie in der Konditionierungsanlage. Wie bei der Konditionierungsanlage genügt der Detaillierungsgrad des Sicherheitsberichtes und der ergänzende Bericht jedoch nicht, um die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb abschliessend zu beurteilen: Insbesondere fehlen detaillierte Angaben, welche Massnahmen getroffen werden, damit gefährliche Materialien (z.B. explosionsfähige Stoffe) ausgeschlossen werden. Ferner ist im Hinblick auf die Revision des Sicherheitsberichtes ein Programm für die Identifikation, Prüfung und Messung der Kokillen sowie der 200 ℓ -Fässer auszuarbeiten; dabei ist detailliert darzulegen, welche Parameter geprüft werden.

8.6.2 Betrieb

Angaben des Gesuchstellers

Die für die Verbrennung bestimmten Fässer werden kontrolliert an der Ofenbeschickungsöffnung aufgetrennt und der Inhalt mit dem Fassmantel fällt in den drehenden Ofen. Die für den reinen Schmelzprozess bestimmten Fässer werden in den ruhenden Drehherd gestellt und anschliessend beginnt unter langsamer Rotation der Schmelzprozess.

Der Abguss der Schmelze erfolgt durch Reduktion der Drehzahl aus der zentralen Bodenöffnung in eine Kokille mit ca. 140 ℓ Fassungsvermögen, die nach Abkühlung in ein vorbereitetes 200 ℓ -Fass gestellt wird.

Der Schmelzherd wird zur Herstellung des Plasmas mit Stickstoff inertisiert. Die Abgase gelangen ebenfalls durch die Bodenöffnung in die Nachbrennkammer, die eine Ölstützheizung besitzt. Zur restlosen Verbrennung dieser Abgase wird bei Bedarf Sauerstoff bzw. Luft zugegeben. Eine Verweilzeit von mindestens zwei Sekunden bei 1200°C ist dabei sichergestellt. Im Quench und in den redundanten HEPA-Filtern wird der notwendige Dekontaminationsfaktor zur kontrollierten Ableitung der Abluft erreicht. Im Quench werden die Abgase rasch abgekühlt, damit die Bildung von Dioxinen minimiert wird und deren Abgaben unterhalb der zugelassenen Limiten liegen. Der "Ionisierende Nasswäscher" und die DeNox-Anlage sorgen für die Einhaltung weiterer konventioneller Emissionsgrenzwerte.

Aus dem Quenchwasser und der ersten Stufe des Nasswäschers wird durch Destillation 18%-ige Salzsäure abgeschieden. In der Restwasseraufbereitung fällt zusätzlich in der Filterpresse Gips an. Sonstige Abwässer und Schlämme werden in der Verbrennungsanlage selbst rezykliert.

Im Normalbetrieb arbeiten die verfahrenstechnischen Prozesse weitgehend vollautomatisch. Die Handhabungen wie der Kokillenwechsel erfolgen fernbedient.

Beurteilung der HSK

Mit dem Plasmaofen-Verfahren wurde ein bisher in der Kerntechnik kaum erprobtes Verfahren zur Verbrennung radioaktiver Abfälle gewählt. Daher können unvorhersehbare Schwierigkeiten bei Inbetriebnahme und Betrieb nicht ausgeschlossen werden. Beim gegenwärtigen Kenntnisstand können die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb nicht abschliessend beurteilt werden. Damit eine abschliessende Beurteilung möglich ist, müssen insbesondere zu den folgenden Aspekten detaillierte Unterlagen vorliegen:

- Die Schmelzbad-Oberfläche wird auf hohen Temperaturen gehalten und an der Stelle des Auftreffens des Lichtbogens stark bewegt, wodurch die Flüchtigkeit von Radionukliden begünstigt wird. Die erwarteten Nuklide höherer Aktivität sind Co, Zn, Zr/Nb und Cs als β/γ -Strahler und Am als α -Strahler. Mit Ausnahme von Cs lassen sich diese Elemente gut in Metall bzw. in oxidierte Form in Glas einbinden. Cs als Cs_2O würde eine sehr hohe Flüchtigkeit über 900°C aufweisen. Da aufgrund der Inertisierung und der Zusammensetzung der Abfälle jedoch CsCl gebildet wird, ist die Cs-Fluchtigkeit tatsächlich in dem vom Antragsteller genannten Bereich von 10% zu erwarten. Die flüchtigen Cs-Verbindungen werden vom Quenchwasser aufgenommen und gelangen nach Fällung mit dem Schlamm wieder in den Schmelzofen, wo sie in niedrig schmelzendes Borosilikatglas fixiert werden sollen. Im Sicherheitsbericht findet sich hierzu keine Angabe der Schmelztemperatur. Da diese jedoch über 900°C liegen dürfte, ist mit hoher Cs_2O -Volatilität zu rechnen. Ein beträchtlicher Anteil des Cäsiums wird somit ständig im Kreis gefahren.
- Die keramische Aluminiumoxid-Ausmauerung ist gegen Temperaturänderungen empfindlich. Daher sollte der Ofen langsam an- und abgefahren und lange Betriebskampagnen durchgeführt werden, um eine höhere Lebensdauer der keramischen Ausmauerung zu gewährleisten. Das Erneuern der keramischen Aluminiumoxid-Ausmauerung wird im Sicherheitsbericht nicht detailliert betrachtet. Nach Ansicht der HSK dürfte daraus ein signifikanter Beitrag an die Kollektivdosis des Betriebspersonals zu erwarten sein (siehe Hinweis im Abschnitt 7.3.9).

Für die Inbetriebnahme der Verbrennungsanlage ist ein Programm mit inaktiven und aktiven Versuchen vorzusehen. Diesbezügliche Vorschläge sind der HSK spätestens im Betriebsbewilligungsverfahren zu unterbreiten.

8.6.3 Konditionierte und unkonditionierte Rückstände

Angaben des Gesuchstellers

Der von den Fässern stammende Stahl wird gemeinsam mit den festen Rückständen aus der Pyrolyse und den Zuschlagstoffen erschmolzen. Glas und Metall sind im Drehherd völlig entmischt. Diese Entmischung bleibt auch beim und nach dem Ausgiessen erhalten, sodass sich in der Kokille ein Metallboden ausbildet, auf dem sich Glas befindet.

Die Cs-haltigen Abfälle aus der internen Restwasseraufbereitung werden periodisch in niedrigschmelzendes Borosilikatglas eingebunden.

Rückstände, die nicht in den Drehherdofen zurückgeführt werden können, sind Salzsäure und Gips. Diese sollen als Inaktivmaterial abgegeben werden.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat vom Gesuchsteller Unterlagen zur Endlagerfähigkeit der Abfallprodukte aus dem Plasmaofen gefordert. Die ZWILAG hat daraufhin eine Stellungnahme der Nagra eingeholt. In dieser Stellungnahme bestätigt die Nagra, dass die Glas- und Schmelzprodukte aus dem Plasmaofen grundsätzlich endlagerfähig sind, wobei in erster Linie die Einlagerung in einem Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) anvisiert wird. Diese Stellungnahme stellt jedoch keine Endlagerfähigkeitsbescheinigung im Sinne der Richtlinie HSK-R-14 dar.

Die HSK sieht keine Gründe, weshalb die glasförmigen und metallischen Abfallprodukte die Anforderungen der Richtlinie HSK-R-14 nicht erfüllen sollten. Für jeden Abfallgebindetyp aus dem Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist eine Freigabe nach dieser Richtlinie einzuholen.

Der Gesuchsteller sieht vor, dass die als Rückstände anfallenden Salzsäure und Gips nach Freigabe als inaktiver Abfall entsorgt werden. Aufgrund der bisherigen Angaben des Antragstellers ist es für die HSK nicht nachvollziehbar, ob aufgrund der Dekontaminationsfaktoren der einzelnen Behandlungsstufen die Freigrenzen tatsächlich erreicht werden. Die anfallenden Mengen sind vergleichsweise gering. Der Gesuchsteller soll jedoch zeigen, wie diese Stoffe gegebenenfalls als radioaktive Abfälle entsorgt werden können (**Auflage 10**).

9 STRAHLENSCHUTZ

9.1 Strahlenschutzmesstechnik

9.1.1 Generelle Anforderungen

Zur Gewährleistung des Schutzes von Personal und Umwelt sowie zur Überwachung der bestimmungsgemässen Funktion von Systemen müssen die radiologischen Verhältnisse innerhalb der Anlagen, 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 Strahlenfelder in den Anlagen (Abschnitt 9.1.2)
- Erfassung der Strahlendosen des Personals (Abschnitt 9.1.3)
- Messung und Bilanzierung der an die Umwelt abgegebenen radioaktiven Stoffe (Abschnitt 9.1.4)
- Aufnahme von Messwerten über Radioaktivität und Strahlenfelder in der Umgebung (Abschnitt 9.1.5).

Bei der Auslegung und Beschaffung der Strahlenschutzinstrumentierung sind generell folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Messwerte sind in Kommandoräumen anzuzeigen, zu registrieren sowie auf Grenzwertüberschreitungen und Geräteausfälle zu überwachen. Die Signalisation der Überschreitungen und Ausfälle 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).
- Für die Instrumente muss eine Ersteichung vorliegen. Die Verfahren zur periodischen Nachprüfung der festinstallierten Instrumente sind festzulegen. Für die dabei zu verwendenden Prüfquellen muss die Rückführbarkeit auf Eichquellen und die Zertifizierung der Sollwerte gewährleistet sein (Art. 64 StSV).

Angaben des Gesuchstellers

Messwerte von sicherheitsrelevanten Kenngrössen werden von den Messgeräten, wie z.B. Abluft- und Abwasser-Monitoren, Aerosol- und Dosisleistungs-Monitoren in der Anlage, Überwachungssystem der Lagerbehälter, über ein Bussystem in den Kommandoraum der Konditionierungsanlage geschickt, wo sie jederzeit visualisiert werden können und protokolliert werden. Alarme werden zusätzlich in der Loge des Bürotraktes der Konditionierungsanlage angezeigt. Die Loge ist 24 Stunden pro Tag besetzt.

Für das ZZL werden die nichtklassierten Systeme einer von 3 Kategorien (A, B, C) zugeordnet (vgl. Kap.5). Die festinstallierten Strahlenmessgeräte sind der Kategorie A zugeteilt (vgl. Abschnitt 7.3.2).

Beurteilung der HSK

Die HSK hat gegen die Einstufung der Strahlenmessgeräte keine Einwände. Im Freigabeverfahren muss der Gesuchsteller darlegen, wie die oben erwähnten Anforderungen an die Geräte im einzelnen erfüllt werden.

9.1.2 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 somit die Anlagen in Übereinstimmung mit den technischen Vorgaben betrieben werden. Bei Überschreitungen von Grenzwerten sind Gegenmassnahmen zum Schutz des Personals und allenfalls der Umgebung einzuleiten.

Angaben des Gesuchstellers

Die Messeinrichtungen zur Raumüberwachung für die verschiedenen Gebäude des ZZL und für den operationellen Strahlenschutz sind im Kapitel 10.2 der Bände II bis IV sowie im Kapitel 10.3 des Bandes IV des Sicherheitsberichtes dargelegt. Tabelle 9-1 gibt eine Übersicht der im ZZL gemäss Sicherheitsbericht vorgesehenen festinstallierten Strahlenmessgeräte.

Tabelle 9-1: Festinstallierte Messgeräte gemäss Sicherheitsbericht

Gebäude	Anzahl Monitore			
	Ortsdosisleistung		Aerosol	Personen- kontamination
	γ	Neutron		
Empfangsgebäude	1	1	-	-
HAA/BE-Lager	2	2	vorgesehen	-
MAA-Lager	3	-	vorgesehen	-
MAA/SAA-Lager	5	-	-	-
Heisse Zelle	2	2	-	1
Konditionierungsanlage	10	-	2	1 + 3 Hand/Fuss
Verbrennungs- und Schmelzanlage	7	-	7	1

Der Zugang zu der kontrollierten Zone und somit zu allen in der Tabelle erwähnten Gebäuden erfolgt über die Garderobe im Gebäude K und von dort durch unterirdische Verbindungskanäle. Bei der Garderobe werden am Zonenausgang Personenkontaminationsmonitore installiert, in den Gebäuden Z und V je einer am Bereichsübergang. Mit zusätzlich drei Hand-/Fuss- resp. Kleidermonitore im Gebäude K können allfällige Verschleppungen von Kontaminationen erkannt werden.

Nebst den festinstallierten Geräten kommen für den radiologischen Arbeitsschutz während verschiedener Arbeiten mobile Geräte zur Bestimmung der γ -Ortsdosisleistung zum Einsatz. Im weiteren sind zur Bestimmung der Oberflächenkontamination in kritischen Räumen regelmässig Wischtests vorgesehen.

Beurteilung der HSK

Die HSK erachtet die geplanten Messeinrichtungen zur Raumüberwachung und für den operationellen Strahlenschutz, so wie sie im Sicherheitsbericht beschrieben sind, im allgemeinen als zweckmässig und sinnvoll, wobei sie aber Ergänzungen sowie Begründungen für die getroffene Auswahl verlangt. Im Rahmen der Montagefreigabe muss der Betreiber darlegen, wie die nachfolgenden Punkte erfüllt werden:

- Im Gebäude E erfolgt die Raumüberwachung mittels je einem γ - resp. Neutronen-Ortsdosisleistungs-

messgerät. Der Gesuchsteller wird im Freigabeverfahren nachweisen, dass damit eine hinreichende Raumüberwachung des Gebäudes gewährleistet ist oder zusätzliche Messgeräte vorsehen.

- Nach der Eingangskontrolle im Gebäude E werden die TL-Behälter zur weiteren Behandlung in die Transportkanäle zu den Arbeitsplätzen I oder II verbracht. Dort werden die notwendigen Arbeiten an den Behältern vorgenommen (z.B. Lösen der Behälterdeckelschrauben). Die HSK hält in diesen Bereichen eine Überwachung der Ortsdosisleistung und Aerosolkonzentration für notwendig. Der Gesuchsteller hat dazu einen Vorschlag zugesichert.
- Die Ortsdosisleistungsmonitore des Gebäudes H sind beide auf der gleichen Hallenseite beim Eingangstor geplant. Der Gesuchsteller muss im Freigabeverfahren nachweisen, dass die Raumüberwachung dadurch in der ganzen Halle in ausreichendem Masse gewährleistet ist.
- Bei der Heissen Zelle ist eine zusätzliche Überwachung der γ - und Neutronen-Ortsdosisleistung beim Arbeitsplatz III, wo sich das Bedienungspersonal aufhält, durchzuführen.
- Die Standorte und die Zahl der Aerosolmonitore, welche zum Einsatz kommen sollen, wird der Gesuchsteller im Freigabeverfahren spezifizieren. Die HSK hält eine Aerosolüberwachung im Raum, in welchem das Umfüllen von Harzen und Schlämmen erfolgt, für notwendig. Sie weist darauf hin, dass bei allen Aerosolüberwachungen der Verlust des Messgutes in den Transportleitungen zu den Messfiltern 50% nicht übersteigen darf. Sie wird die Zweckmässigkeit der Probenahmestellen, der Transportleitungen und Monitorstandorte im Detail prüfen und verlangt entsprechende Unterlagen.
- Die benötigten mobilen Messgeräte für den operationellen Strahlenschutz inklusive Geräte für Kontaminationsmessungen müssen vor der Betriebsfreigabe vorhanden sein.

9.1.3 Personendosimetrie

Die Aufgaben der Personenüberwachung sind:

- die aufgenommenen Dosen zu ermitteln
- vor einer unzulässigen Dosisaufnahme zu warnen
- die Dosen des Personals so gering wie mit vernünftigen Mitteln erreichbar zu halten (ALARA-Prinzip).

Diesen Aufgaben ist bei der Wahl der Personendosimeter (z.B. durch die Notwendigkeit, bei gewissen Arbeiten eine arbeitsspezifische Dosimetrie betreiben zu können) Rechnung zu tragen.

Angaben des Gesuchstellers

Aus dem Sicherheitsbericht geht hervor, dass bei Personen, die in den kontrollierten Zonen des ZZL und bei der Umladestation arbeiten, die externe Dosis individuell mit Personendosimetern ermittelt werden soll. Es wird der parallele Einsatz von zwei diversitären Dosimetern vorgesehen.

Beurteilung der HSK

Gemäss Art. 42 StSV muss die Dosis der beruflich strahlenexponierten Personen individuell ermittelt werden. Dabei sind die interne und die externe Strahlenexposition zu berücksichtigen. Die externe Strahlenexposition ist mit Dosimetern einer anerkannten Dosimetriestelle zu ermitteln. Ein zweites Dosimetriesystem muss die Ermittlung arbeitsspezifischer Dosen nach dem gegenwärtigen Stand der Technik erlauben (elektronische Personendosimetrie). Um die Personendosen niedrig halten zu können, sollte das zweite Dosimetriesystem auch über Dosis- und Dosisleistungswarnfunktionen verfügen.

Es muss erwartet werden, dass bei der Konditionierungsanlage, der Verbrennungsanlage und der Heissen Zelle eine Inkorporationsüberwachung notwendig sein wird. Der Gesuchsteller hat eine Darlegung der Personendosimetrie unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse bezüglich Inkorporationsüberwachung in der Konditionierungsanlage, der Verbrennungsanlage und der Heissen Zelle, bis spätestens ein Jahr vor der Inbetriebnahme zugesagt.

9.1.4 Abgabeüberwachung

Die Emissionsmessungen dienen im Normalbetrieb:

- der Überprüfung der Einhaltung der Abgabelimits, wie sie im Abschnitt 9.3.1 festgelegt werden
- der Abschätzung der Immissionsdosen für die Bevölkerung
- der Überprüfung, dass die Einrichtungen des ZZL bestimmungsgemäss funktionieren und möglichst wenig radioaktive Stoffe an die Umwelt freisetzen

und bei Störfällen:

- als Kriterien für die Warnung bzw. Alarmierung der Bevölkerung bei einem erhöhten Aktivitätsaustritt
- der Beurteilung der Notwendigkeit und Wirksamkeit von Massnahmen gegen einen solchen Aktivitätsaustritt.

Dazu sind sowohl bilanzierende wie kontinuierlich messende Geräte nötig.

Angaben des Gesuchstellers

Eine kontrollierte Abgabe von radioaktiven Abwässern an die Aare ist im ZZL nur aus der Konditionierungsanlage vorgesehen. Sollten in anderen Anlagen radioaktive Abwässer entstehen, so werden diese zur Weiterbearbeitung in die Konditionierungsanlage verbracht. Soweit möglich werden die aufbereiteten Abwässer der Konditionierungsanlage intern wiederverwendet. Der nicht wiederverwendbare Teil wird in einem Prüfbehälter gesammelt. Aus diesem Behälter werden Proben entnommen, welche analysiert und für die Bilanzierung verwendet werden. Wenn die Qualitätsanforderungen an das Abwasser erfüllt sind, kann der Inhalt des Prüfbehälters an den Vorfluter, d.h. die Aare, abgegeben werden, sonst wird eine weitere Aufbereitung durchgeführt. Das Abwasser wird während der Ableitung von einem γ -Monitor, der die Abgabe bei Überschreitung eines Grenzwertes automatisch unterbricht, kontinuierlich überwacht. Bei einer Unterbrechung der Abgabe wird das Abwasser erneut aufgearbeitet.

Die Abluftüberwachung gemäss Sicherheitsbericht und die Forderungen der HSK sind in Tabelle 9-2 zusammengestellt, in der auch einige ergänzende Angaben zu den Abgabestellen aufgeführt sind. Das Gebäude H (HAA/BE-Lager) besitzt keine aktive Lüftungsanlage. Die Kühlung der Gebinde erfolgt über Naturkonvektion. Die eingelagerten Behälter werden kontinuierlich auf ihre Dichtheit überprüft (Abschnitt 8.1.2). Allfällige Undichtheiten der Behälter werden mittels des Leitsystems in der Meldezentrale des Gebäudes K signalisiert.

Beurteilung der HSK

Die geplante Abwasserüberwachung der Konditionierungsanlage entspricht dem Stand der Technik und den Anforderungen im Abschnitt 9.1.1. Die Abluftüberwachung des ZZL muss gegenüber den Angaben im Sicherheitsbericht erweitert werden (Tabelle 9-2):

- Die HSK fordert für alle Abgabestellen mit Ausnahme des HAA/BE-Lagers eine Bilanzierung und kontinuierliche Überwachung der Aerosole. Für das HAA/BE-Lager ist eine zumindest stichprobenweise

Tabelle 9-2: Abluftüberwachung im ZZL

Legende: B: nur bilanzierende Messung; K: nur kontinuierliche Messung; KB: kontinuierliche und bilanzierende Messung; S: stichprobenweise Überwachung.

A_{α} : α -Aerosole; A_{β} : β -Aerosole; I: Jod; T: Tritium.

Bereich/Gebäude	Abgaben				
	Parameter			Überwachung	
	Stelle	Höhe	Bemerkung	Sicherheitsbericht	Forderung der HSK
<i>Lagerung:</i>					
- Empfangsgebäude	-	-	über Abluft des MAA-Lagers oder der Heissen Zelle	-	-
- HAA/BE-Lager	Dach	18 m	Naturkonvektion	-	S: A_{β}
- MAA-Lager	wird in Detailplanung spezifiziert		-	K: A_{β}	KB: A_{β}
- MAA/SAA-Lager			-	K: A_{β}	KB: A_{β}
- Heisse Zelle			Schwebstofffilter	K: A_{β}	KB: A_{α} , A_{β} , T B: I
<i>Konditionierung:</i>	Kamin	20 m	Schwebstofffilter	KB: A_{β} B: I	KB: A_{β} , T B: I
<i>Verbrennung:</i>					
- Verbrennungsabgase	Kamin	35 m	Quenching und HEPA-Filter	KB: A_{β}	KB: A_{α} , A_{β} , T B: I
- Gebäudeabluft	Seitenwand	12 m	horizontaler Ausstoss Schwebstoff-, HEPA-Filter	KB: A_{β}	KB: A_{β}

wachung der konvektiven Abluft notwendig. Zusätzlich sind bei der Heissen Zelle, der Konditionierungsanlage sowie den Verbrennungsabgasen die Abgaben von Jod zu bilanzieren und die Abgaben von Tritium kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren; ferner sind bei der Heissen Zelle wie auch bei den Verbrennungsabgasen die α -Aerosole kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren (**Auflage 11 a-d**).

- In der Verbrennungsanlage kann C-14 als Bestandteil von CO_2 nicht zurückgehalten werden. Sofern der Gesuchsteller zeigen kann, dass Abgaben oberhalb der in Abschnitt 9.3.1 angegebenen Limiten nicht möglich sind, kann auf eine messtechnische Bilanzierung dieser Abgaben verzichtet werden (**Auflage 11e**).

- Bei den Abluftmonitoren ist aufzuzeigen, dass der Verlust des Messgutes in den Transportleitungen zu den Messfiltern 50% nicht übersteigt. Die HSK wird die Zweckmässigkeit der Probenahmestellen, der Transportleitungen und Monitorstandorte im Detail im Freigabeverfahren prüfen und verlangt entsprechende Unterlagen.
- Die kontinuierliche Messung der β/γ -Aerosole in den Verbrennungsabgasen hat redundant zu erfolgen, falls nicht durch technisch-administrative Massnahmen sichergestellt werden kann, dass der Verbrennungs- bzw. Schmelzprozess bei einer Messgerätestörung sofort unterbrochen werden kann.

Abgaben von Edelgas (Kr-85) könnten allenfalls aus dem HAA/BE-Lager und aus der Heissen Zelle wegen Leckagen von Brennelementen erfolgen. Allerdings zeigen Störfallbetrachtungen (vgl. Kap. 10), dass selbst in einem Störfall die durch Kr-85 verursachten Dosen in der Umgebung sehr klein sind (ca. 10^{-6} Sv), so dass davon ausgegangen werden kann, dass allfällige kleinere Abgaben im Normalbetrieb unbedeutend sind und somit keine Edelgasmessung gefordert werden muss.

9.1.5 Umgebungsüberwachung

In der Umgebung des Paul Scherrer Instituts besteht bereits ein Umgebungsüberwachungsprogramm. Dieses deckt die Aufgaben der Umgebungsüberwachung des ZZL zum grössten Teil ab. Allerdings sind folgende Punkte zu beachten:

- Der Gesuchsteller hat für die Überwachung der γ - und Neutronen-Dosis am Zaun des Betriebsareals und der Umladestation, in allfälligen Aufenthaltsräumen ausserhalb des Areals sowie für die Überwachung langlebiger Nuklide in der Umgebung einen Vorschlag einzureichen und 2 Jahre vor der Inbetriebnahme des ZZL die Messungen zwecks Beweissicherung aufzunehmen.
- Im Norden des ZZL wird die HSK mit Kostenfolge für die ZWILAG das Messnetz zur Automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK) mit einer Sonde ergänzen und einen grossflächigen Regensammler einsetzen (1 m² ; γ -Spektrometrie und Tritiumanalyse im Labor).

9.2 Schutz des Personals

9.2.1 Übergeordnete Aspekte

Angaben des Gesuchstellers

Als Planungsziel gibt die ZWILAG an, dass während des Normalbetriebs die Individualdosen des Betriebspersonals 5 mSv/a nicht überschreiten sollen.

Die kontrollierte Zone des ZZL erstreckt sich über sämtliche Gebäude mit der Ausnahme des Nebengebäudes und eines Teiles des Gebäudes K (Konditionierungsanlage). In letzterem befindet sich der Zugang zur kontrollierten Zone (Umkleidegarderobe). Von dort können die anderen Gebäude, die zur kontrollierten Zone gehören, über unterirdische Kanäle erreicht werden.

Beurteilung der HSK

Die HSK definiert den Normalbetrieb als alle Arbeiten, die für einen reibungslosen Betrieb aller Anlagen des ZZL notwendig sind. Dazu gehören also die Einlagerung und die Auslagerung von Abfallgebinden, die Handhabung von Gebinden innerhalb der Anlage und an der Umladestation, die Arbeiten zur Konditio-

nierung und Verbrennung von Abfällen sowie der Unterhalt und die Reparatur an allen zum ZZL gehörenden Systemen inklusive der Behebung von Störungen (Betriebsstörungen).

Gemäss der StSV beträgt der Grenzwert für die jährliche Strahlenbelastung von beruflich strahlenexponierten Personen 20 mSv/a. Die HSK ist einverstanden, dass als Planungsziel für die so umschriebenen Arbeiten ein Wert von 5 mSv/a für die Individualdosen des Personals angesetzt wird. Neben einem Planungsziel für die Individualdosis muss für die Projektierung auch ein Kollektivdosiswert vorgegeben werden. Die HSK erachtet für den Normalbetrieb des ZZL einen Planungswert für die Kollektivdosis von 100 Per-mSv/a als angebracht.

Die im Sicherheitsbericht angegebenen Zonen- und Gebietseinteilungen sowie die Planungswerte für Dosisleistungen an oft begangenen Orten entsprechen nicht der StSV und der revidierten Richtlinie HSK-R-07. Die HSK hat den Gesuchsteller darauf aufmerksam gemacht. Dieser hat bestätigt, dass im weiteren Verlauf alle Gebäude und Räume, die über die Garderobe zur kontrollierten Zone erreichbar sind und nicht aufgrund erhöhter Kontamination höheren Zonen zugeordnet werden, als Zonentyp I nach der Richtlinie HSK-R-07 bezeichnet werden.

Nach der Richtlinie HSK-R-07 soll die Ortsdosisleistung an oft begangenen Orten (wie Kommandoräume, Treppenhäuser, usw.) weniger als $1\mu\text{Sv/h}$ (entsprechend 2 mSv/a bei einer Aufenthaltsdauer von 2000 h/a) betragen. Dieses Ziel wird an einigen Orten im ZZL nicht erreicht, wobei nach Aussage des Gesuchstellers die Aufenthaltsdauer an diesen Orten unterhalb 2000 h/a liegt. Nach Ansicht der HSK müssen im Falle des ZZL die Planungsunterlagen zeigen, dass die Individualdosen für Personen in Räumen, die selber keine Strahlenquellen enthalten, weniger als 2 mSv/a betragen. Dieses Ziel kann entweder über eine Beschränkung der Ortsdosisleistung oder/und über eine Beschränkung der Aufenthaltszeit erreicht werden. Der HSK stehen heute keine vollständigen Angaben über die Ortsdosisleistung und über die Aufenthaltszeit in solchen Räumen zur Verfügung. Die HSK erwartet daher vor Baubeginn zusätzliche Angaben über die Ortsdosisleistung in oft begangenen Räumen ohne eigene Strahlenquellen und den Nachweis, dass Personen in solchen Räumen unter Berücksichtigung ihrer Aufenthaltszeit keine Dosen von mehr als 2 mSv/a erhalten können.

9.2.2 Umladestation Schiene/Strasse

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller sieht vor, die in der Umladestation arbeitenden Personen mit Dosimetern auszurüsten. Weitere Strahlenschutzmassnahmen sind nicht vorgesehen.

Beurteilung der HSK

Bei den in der Umladestation gehandhabten Transportbehältern sind Oberflächendosisleistungen bis zu 2 mSv/h zugelassen. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass hier arbeitendes Personal eine jährliche Dosis von mehr als 1 mSv akkumulieren kann. Nach Ansicht der HSK ist die Umladestation deshalb als kontrollierte Zone im Sinne von Buchstabe d) der Definition im Anhang I (Begriffsbestimmungen) der StSV einzurichten. Personal, das in der Umladestation regelmässig Arbeiten verrichtet, muss den Status von beruflich strahlenexponierten Personen besitzen.

9.2.3 Zwischenlagergebäude

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat einige Beispiele für die Kollektivdosis bei Handhabungen im HAA/BE-Lager abgeschätzt. Er legt dar, dass zur Auslagerung von TL-Behältern höchstens 4 Behälter bewegt werden müssen. Die eingelagerten Behälter mit den Stilllegungsabfällen aus Lucens können jederzeit, ohne andere Behälter bewegen zu müssen, ausgelagert werden.

Das Lager für mittelaktive Abfälle besteht aus der Entladestation, in welcher MAA-Gebinde aus den Transportbehältern in Lagercontainer umgelagert werden, dem Lagerbereich mit 6 Lagerschächten, dem Transportbereich oberhalb der Lagerschächte und dem Bedienungs- und Versorgungsbereich. Der Transportkanal und die Entladestation sind normalerweise durch ein Abschirmtor mit aufblasbarer Dichtung getrennt. Die Ein- und Auslagerungsvorgänge werden fernbedient ausgeführt.

Beurteilung der HSK

Den ausgewiesenen Wert bei der Einlagerung von TL-Behältern von 0,57 Per-mSv pro Behälter betrachtet die HSK als hoch. Sie hält die Durchführung von Abschätzungen der Kollektivdosis gemäss Art. 6 StSV (Optimierung) für erforderlich. Sie wird die Ergebnisse dieser Abschätzungen im Freigabeverfahren prüfen.

Bei der Einlagerung von SAA-Gebinden in die Behälter-Lagerhalle hat die Einlagerung so zu erfolgen bzw. sind die Gebinde so abzuschirmen, dass Personal, welches bei der Einlagerung von Behältern tätig ist, nicht durch die SAA-Gebinde, für die eine Oberflächendosisleistung von 2 mSv/h erlaubt ist, unnötig bestrahlt wird.

Für die Einlagerung eines Lagercontainers (6 Gebinde) in das MAA-Lager gibt der Gesuchsteller eine Kollektivdosis von 0,32 Per-mSv an. Bei der inaktiven Probearbeitung von MAA-Gebinden wird sich die HSK überzeugen, ob zusätzliche Strahlenschutzmassnahmen mit dem Ziel, diese Dosis weiter zu reduzieren, sinnvoll ergriffen werden können.

Bei der Einlagerung von Abfallgebinden ins MAA-Lager werden vor dem Abladen des Behälters vom Strassenfahrzeug und im Transportkanal 1 Strahlenschutzmessungen (Dosisleistung, Kontamination) durchgeführt. Nach Angaben des Gesuchstellers wird die Freigabe zum Abladen vom Transportfahrzeug bzw. zur Fortführung der Arbeiten im Transportkanal dann erteilt, wenn die Strahlenschutzmessungen keine Beanstandung ergeben. Offen bleibt, was mit Behältern geschieht, die z.B. eine zu hohe Oberflächenkontamination aufweisen. Diesbezügliche Angaben sind der HSK vor Baubeginn nachzureichen.

9.2.4 Konditionierungsanlage

Angaben des Gesuchstellers

Die strahlenschutztechnische Personenüberwachung erfolgt mittels Massnahmen planerischer, betrieblicher und administrativer Art. Die Raumüberwachung ergänzt die Personenüberwachung an jenen Stellen, wo Aktivitätsquellen auftreten oder wo generell eine Möglichkeit zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Raumluft besteht.

Für den Betrieb der Konditionierungsanlage gibt der Gesuchsteller eine Kollektivdosis des Betriebspersonals von etwa 50 Per-mSv/a an.

Beurteilung der HSK

Der Wert von 50 Per-mSv/a für die jährliche Kollektivdosis des Betriebspersonals ist nach Ansicht der HSK bezüglich der geplanten Arbeiten vertretbar. Die HSK wird sich im Baufreigabeverfahren davon

überzeugen, dass bei der Auslegung der Anlagen der Optimierungsgrundsatz berücksichtigt wurde. Insbesondere wird sie den Ablauf der Arbeiten, die bereitgestellten Abschirmungen, die Anordnung von strahlenden Komponenten gegenüber nicht aktivitätsführenden Komponenten, die Führung von Leitungen, die wartungsgerechte Auslegung und Anordnung von Komponenten, die Anordnung der Transportbänder usw. beurteilen.

Zur Raumüberwachung sind Ortsdosisleistungsmessstellen und Aerosolmessgeräte, zur Personenüberwachung Kontaminationsmonitore vorgesehen. Die Anzahl Messstellen ist nach Ansicht der HSK zu gering (Abschnitt 9.1.2).

Neben der eigentlichen Konditionierungsanlage (Betriebstrakt) befinden sich im Gebäude K auch der Bürotrakt für das ganze ZZL. Es stellt sich die Frage, wie weit es aus Strahlenschutzgründen zweckmässig ist, Bürotrakt und Betriebstrakt in einem Gebäude zu vereinigen. Nach Rückfragen beim Gesuchsteller stellt die HSK fest, dass eine jährliche Individualdosis von rund 16 μSv an das Personal in den Büroräumen des ZZL bei einem Aufenthalt von 2000 h zu erwarten ist. Diese Dosis ist nach Meinung der HSK genügend tief, so dass sie keine Einwände gegen den Zusammenbau von Büro- und Betriebstrakt und die strahlenschutz-mässige Auslegung des Gebäudes hat.

Die Pläne im Sicherheitsbericht sind nach Angaben des Gesuchstellers noch Änderungen unterworfen. Dies betrifft auch insbesondere die Gestaltung des Garderobenbereiches. Die HSK weist darauf hin, dass ihr anlässlich des Baufreigabeverfahrens rechtzeitig vor Baubeginn die endgültigen Pläne und Unterlagen zuzustellen sind.

Die HSK ist mit der Art der vorgesehenen Behandlungseinrichtungen und Hilfssysteme (Abschnitt 7.3.8) aus strahlenschutztechnischer Sicht einverstanden. Im Betriebsfreigabeverfahren erwartet sie Unterlagen über die Art, die möglichen Aufstellungsorte und den Einsatz der mobilen Atemschutzanlagen, die vom Gesuchsteller für die Atemluftversorgung bei Einsätzen von Personal in fremdbelüfteten Schutzanzügen vorgesehen werden.

Nach Rückfragen der HSK hat der Gesuchsteller bestätigt, dass in Abweichung zu den Angaben im Sicherheitsbericht die Zentrifuge und der Ionenaustauscher in getrennten Räumen aufgestellt werden. Die HSK wird im Baufreigabeverfahren prüfen, ob der Grundsatz der weitgehenden Trennung von strahlenden Komponenten zur Erleichterung des Unterhalts beachtet wird.

Aus den Unterlagen des Sicherheitsberichtes gehen noch nicht die genaue Leitungsführung und die Verlegung der Rohrleitungen hervor, in denen radioaktiv kontaminierte Flüssigkeiten transportiert werden. Die Leitungsführung ist zu beachten, um eine unnötige Bestrahlung von Personal zu vermeiden. Die Verlegung der Rohrleitungen ist wichtig, um Ablagerungen von radioaktiven Stoffen in Toträumen zu verhindern und um die Unterdruckhaltung in Räumen nicht zu beeinträchtigen (Bypass via trockene Leitung). Die HSK wird sich im Freigabeverfahren anhand der definitiven Unterlagen überzeugen, ob die Leitungen, insbesondere auch das Abwassersystem der Konditionierungsanlage, diesen Kriterien gerecht werden.

Nach Rückfrage der HSK hat der Gesuchsteller angegeben, dass für das Entnehmen von Gegenständen aus der Sortierbox die Ausschweisstechnik angewandt werden soll, wie sie für das Entnehmen von Gegenständen aus α - und Tritiumboxen üblich ist. Da in der Konditionierungsanlage aber in der Regel keine α -haltigen Abfälle behandelt werden, stellt sich die Frage, ob dieses relativ zeitaufwendige Verfahren im Hinblick auf eine externe Strahlenbelastung des Personals sinnvoll ist. Im Freigabeverfahren erwartet die HSK deshalb genaue Angaben über die Anordnung der Box im Raum, über die Notwendigkeit des Einsatzes der Ausschweisstechnik, über Dosisleistungen an den Arbeitsplätzen und über die Kriterien zur Benutzung des abgeschirmten, mit Manipulatoren ausgerüsteten Arbeitsplatzes.

Die HSK stellt bezüglich der vorgesehenen Box zur Entleerung von Harzen und Schlämmen fest, dass der für die Aufstellung der Box vorgesehene Raum keine Möglichkeiten für zusätzliche Abschirm- oder andere Strahlenschutzmassnahmen bietet. Zur Ausschleusung von Plastiksäcken und Fremdkörpern, die in Schlämmen durchaus vorkommen können, erscheint das vorgesehene Ausschweissverfahren als sehr zeitaufwendig. Für Schlämme und Harze mit den vorgesehenen oberen Aktivitätskonzentrationen dürfte die Dosisleistung am Arbeitsplatz höher sein als die vom Gesuchsteller errechneten 0,14 mSv/h. Da nach Ansicht der HSK nicht auszuschliessen ist, dass der Arbeitsaufwand höher sein kann als die angegebenen 21 Stunden pro Jahr, sollte die Box und das Arbeitsverfahren strahlenschutzmassig optimiert werden. Der HSK ist daher im Freigabeverfahren vor der Montage der Box eine Studie gemäss Art. 6 StSV vorzulegen.

Die vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht und in weiteren, nach Rückfragen der HSK eingereichten Unterlagen gemachten Angaben erlauben den Schluss, dass sowohl der Aufstellungsort für die β/γ -Box als auch die Box selbst mit ihren Einrichtungen eine strahlenschutzmassig adäquate Behandlung der Abfälle erlauben wird. Hinsichtlich der Strahlenschutzoptimierung lassen sich die Einrichtungen und die vorgesehenen Arbeitsweisen erst beurteilen, wenn detailliertere Unterlagen vorliegen. Die HSK wird Aspekte der Optimierung bei Erhalt der Unterlagen für die Herstellungsfreigabe prüfen und allenfalls Änderungen oder zusätzliche Schutzmassnahmen verlangen.

Die HSK begrüsst die Schaffung eines Mehrzweckraumes, da er die Möglichkeit bietet, bei Bedarf diverse, insbesondere sperrige, nicht stark strahlende Komponenten und Materialien zu behandeln. Damit temporäre Einrichtungen zu diesem Zweck leicht und strahlenschutzgerecht installiert werden können, erwartet die HSK, dass der Mehrzweckraum mit genügend und geeignet angeordneten Anschlüssen für die Prozessabluft und das Prozessabwassersystem versehen wird.

Da bei der Zementieranlage die Arbeiten weitgehend fernbedient erfolgen sollen, wird die Dosisleistung des Personals wahrscheinlich tief sein. Der Verfestigungsprozess der Grosscontainer in der β/γ -Box sowie Wartungsarbeiten können aber nicht vernachlässigbare Dosen verursachen. Die HSK erwartet deshalb vor Baubeginn Unterlagen zur Dosisbelastung bei der Zementverfestigung. Auf der Basis dieser Unterlagen wird sie auch die Anordnung der Komponenten, insbesondere hinsichtlich Unterhaltsfreundlichkeit, beurteilen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mehrere Aspekte des Strahlenschutzes in der Konditionierungsanlage z.Z. nur ansatzmässig bekannt sind. Detailliertere Unterlagen, die erst zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar sein werden, sind nötig, damit die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb abschliessend beurteilt werden können.

9.2.5 Verbrennungs- und Schmelzanlage

Angaben des Gesuchstellers

Der betriebliche Strahlenschutz ist primär dadurch gekennzeichnet, dass Personendosen durch Unterhaltsarbeiten und eventuell bei der Behebung von Störungen auftreten. Nach den Angaben des Gesuchstellers arbeitet die Anlage im Normalbetrieb so weit automatisch bzw. ferngesteuert, dass die resultierenden Personendosen gering sind.

Der Gesuchsteller geht von einer Kollektivdosis von 14,3 Per-mSv bei den vorgesehenen 1000 Betriebsstunden/Jahr aus. Die Personenstunden treten fast ausschliesslich im Kommandoraum (2800 von 3040 Per-Std/a) auf, für den eine Dosisleistung von 0,39 μ Sv/h angenommen wird. Der damit verbundene Kollektivdosisanteil beträgt rund 1 Per-mSv/a. Ähnliche Kollektivdosisanteile (typischerweise 1 - 5 Per-mSv/a)

ergeben sich je für „Allgemeine Wartung“, „SU-Aufgaben“, „Fassanlieferung“ und „Rauchgasbehandlung“. Die Anteile aus weiteren aufgelisteten Arbeiten sind deutlich weniger signifikant.

Der Gesuchsteller rechnet mit einer Stillstandsphase von rund 10,5 Monaten. Er geht aber davon aus, dass während dieser Zeit nur rund 16% (2,8 Per-mSv) der Jahres-Kollektivdosis für die Verbrennungs- und Schmelzanlage akkumuliert werden.

Etwa die Hälfte der Stillstandsdosis tritt bei der Entfernung von Schlackenresten und Asche aus der Anlage auf und je rund 10 % werden durch allgemeine Wartungsarbeiten und durch Strahlenschutzaufgaben hervorgerufen. Die übrigen vom Gesuchsteller aufgeführten Arbeiten bringen keine signifikanten Beträge. Für die dosisleistungsmässig bedeutenden Orte bzw. Arbeiten nimmt der Gesuchsteller an, dass zwischen Betriebs- und Wartungsphase keine Dosisleistungs-Unterschiede auftreten.

Beurteilung der HSK

Die berechnete Dosisleistung im Kommandoraum von knapp 0,4 $\mu\text{Sv/h}$ ist recht hoch, liegt aber unter der Limite der Richtlinie R-07 (1 $\mu\text{Sv/h}$) für Arbeitsräume ohne eigene Quellen mit 2000 Std./Jahr Aufenthalt. Bei der Detailberechnung der Wandstärken aus Normalbeton zwischen der Verbrennungsanlage und dem Kommandoraum ist das ALARA-Prinzip zu berücksichtigen. Damit eine ausreichende Flexibilität für eine allfällige spätere Anpassung der Annahmebedingungen der Anlage an neue Rohabfalltypen (Erhöhung der zulässigen Oberflächendosisleistung der Rohabfallgebinde) gewährleistet wird, soll in der Detailplanung - mindestens bei der Festlegung der Bodenbelastungswerte und bei der Planung der fixen Teile der Installation des Kommandoraums (Kabelkanäle usw.) - das einfache Einbringen von zusätzlichen Abschirmungen berücksichtigt werden.

Die übrigen, für die Routinephase gezeigten Aufenthaltszeiten werden von der HSK im Freigabeverfahren geprüft. Weil es sich um eine Prototypanlage handelt, ist es darüber hinaus unabdingbar, dass in einer "kalten" Inbetriebnahmephase alle Arbeiten, bei denen später Dosen akkumuliert werden können, im Detail erfasst werden, um Prognosen und Arbeitsprogramme zu verbessern. Diese Detaillierung darf sich nicht auf die zeitliche Erfassung beschränken, sondern soll bei schwierigeren Arbeiten als „mock up“ - Training zu einem technisch und strahlenschutzmassig optimierten Ablauf führen. Die Angaben des Gesuchstellers gehen mit nur 10 Stunden für „Allgemeine Wartungsarbeiten“ von einem nach Ansicht der HSK unrealistisch störungsfreien Betrieb aus, mindestens was die ersten "Lern"-Betriebsphasen mit radioaktiven Stoffen angeht.

Störungen wie z.B. ein im Kippmechanismus oder in der Zufuhr verklemmtes Fass sind im Betrieb zu erwarten. Spätestens in der „kalten“ Testphase muss die Arbeitstechnik zur Behebung von Störungen im Routinebetrieb möglichst realitätsnah getestet und optimiert werden. Die notwendige Infrastruktur (Druckluftversorgung, Ton- und Bildübermittlung, Zonengrenzen mit SU-Material, Monitoren usw., Zelt-Aufhängungen) ist kaum vollständig durch mobile Geräte abzudecken, sondern sie muss schon in der Detaillierungsphase des Projekts integriert werden. Diese Vorarbeiten werden ebenfalls die Durchführung von anspruchsvollen Arbeiten während der Wartungsphase erheblich erleichtern.

Auf Basis der vom Gesuchsteller eingereichten Unterlagen und insb. gegeben durch den Prototyp-Charakter der Anlage sind die im Sicherheitsbericht angegebenen Aufenthaltszeiten für die einzelnen Arbeiten der Stillstandsphase mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Nur bei wenigen Arbeiten führt dies aber zu einer signifikanten Unsicherheit in der postulierten Kollektivdosis:

- Für die Entfernung von Schlackenresten und Asche sind bei einer signifikanten Ortsdosisleistung von knapp 0,2 mSv/h nur 7 Aufenthaltsstunden ausgewiesen.

- Rund ein Drittel der Wartungsstunden (200 Std.) fallen in der Ofenhalle an, sodass eine Fehleinschätzung der dortigen Ortsdosisleistung (postuliert: $0,7 \mu\text{Sv/h}$) einen grösseren Einfluss auf die Kollektivdosis hätte.
- Strahlenschutz-Aufgaben und Rundgänge scheinen mit 110 Stunden bzw. rund $0,5 \text{ Per-mSv}$ tief angesetzt zu sein.

Auch für die Wartungsphase gilt, dass die „kalte“ Erprobungsphase sehr detailliert dazu dienen muss, den Arbeitsablauf hinsichtlich Arbeitstechnik und somit der Individual- und Kollektivdosen zu optimieren.

Insgesamt erscheint der HSK die vom Gesuchsteller geschätzte Jahres-Kollektivdosis von 17 Personen-mSv, akkumuliert in rund 3600 Personenstunden für Betrieb und Wartung der Anlage, als gerechtfertigt im Sinne des Artikels 5 der StSV.

Verschiedene Zahlenangaben im Sicherheitsbericht sind zwangsläufig Schätzungen, die aber z.T. schon in der „kalten“ Testphase konkretisiert werden können. In der Detailprojektierung muss weiterhin ein grosses Gewicht auf die Optimierung von Arbeitsabläufen im Sinne von Artikel 6 StSV gelegt werden. Auch aus baulicher Sicht müssen an kritischen Stellen (Personalwege insb. Tunnel, Abschirmung Kommandoraum, Strahlenschutz-Infrastruktur) noch weitere Optimierungs-Überlegungen folgen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Bau nach Ansicht der HSK bewilligt werden kann. Im gegenwärtigen Projektstadium reicht der Detaillierungsgrad der Unterlagen jedoch nicht aus, um die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb abschliessend beurteilen zu können. Eine solche Beurteilung wird erst nach dem weiteren Konkretisieren des Projektes möglich sein.

9.2.6 Unterirdische Kanäle

Angaben des Gesuchstellers

Durch die Verbindungskanäle gelangen Personen von einem Gebäude der Anlage zu den anderen ohne Verlassen der kontrollierten Zone. In diesen Verbindungskanälen finden auch Transporte von Abfallfässern statt. Ebenso sind darin die Abwasserleitungen verlegt.

Beurteilung der HSK

Die HSK erwartet, dass durch geeignete Massnahmen sichergestellt wird, dass eine unnötige Bestrahlung des Personals durch den Transport von Fässern in den Verbindungskanälen vermieden wird. Dabei sind nicht nur administrative Massnahmen vorzusehen.

9.3 Schutz der Umgebung im Normalbetrieb

Zum Schutz der Bevölkerung in der Umgebung einer Kernanlage legt die Bewilligungsbehörde gemäss Art. 7 StSV einen quellenbezogenen Dosisrichtwert als Bruchteil des Dosisrichtwertes von 1 mSv pro Jahr (Art. 37 StSV) fest. Dabei ist der Grundsatz der Optimierung zu beachten und es sind die Immissionen anderer Betriebe zu berücksichtigen. Der Standort des ZZL wird bezüglich Immissionen bereits vom PSI genutzt. Für dieses gilt gemäss Richtlinie HSK-R-11 der quellenbezogene Dosisrichtwert von $0,2 \text{ mSv/a}$ aus Abgaben und $0,3 \text{ mSv pro Jahr}$ inklusive Direktstrahlung. Für Zwischenlager ist in der Richtlinie HSK-R-14 ein quellenbezogener Dosisrichtwert von $0,1 \text{ mSv pro Jahr}$ festgelegt. Für die Limitierung der Langzeitabgaben wird der gemeinsamen Nutzung des Standortes Rechnung getragen, indem ein Dosiskontingent von $0,05 \text{ mSv pro Jahr}$ dem ZZL zugeteilt wird [HSK92a] und für den Gesamtstandort der quellenbezogene Dosisrichtwert von $0,2 \text{ mSv pro Jahr}$ aus Abgaben gemäss Richtlinie HSK-R-11

unverändert gilt. Da der Betrieb der verschiedenen Anlagen des ZZL und des PSI voneinander unabhängig ist und daher nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit mit gleichzeitig stark erhöhten Abgaben kurzer Dauer zu rechnen ist (und deshalb für solche Emissionen unterschiedliche Aufschlagpunkte angenommen werden dürfen), wendet die HSK für die Limitierung der Kurzzeitabgaben den vollen, von der Richtlinie HSK-R-14 zugelassenen, quellenbezogenen Dosisrichtwert von 0,1 mSv an. Die daraus abgeleiteten Abgabelimiten für das ZZL werden in der Bewilligung als Auflage festgelegt.

Der Immissionsgrenzwert der Ortsdosis ausserhalb des Betriebsareals beträgt gemäss Artikel 102 StSV in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen 1 mSv pro Jahr, in andern Bereichen 5 mSv pro Jahr.

Wie bereits in Kapitel 5 erwähnt, kommt die HSK zum Schluss, dass bei den Lagergebäuden (inkl. Heisse Zelle) die Bau- und die Betriebsbewilligung gleichzeitig erteilt werden können. Bei den Abfallaufbereitungsanlagen hingegen empfiehlt sie, vorerst nur die Baubewilligung zu erteilen. Die in 9.3.1 vorgeschlagenen Abgabelimiten sind jedoch für den Betrieb der Gesamtanlage gültig. Es ist zu erwarten, dass beim ZZL die Abgaben aus den Abfallbehandlungsanlagen den dominierenden Beitrag liefern werden und, dass durch den Betrieb der Lagerhallen die radioaktiven Abgaben nur einen Bruchteil der Abgabelimiten betragen werden.

9.3.1 Abgabelimiten

Angaben des Gesuchstellers:

Der Gesuchsteller hat aufgrund der bei Normalbetrieb zu erwartenden Abgaben die Dosis der Personen in der Umgebung abgeschätzt. Bei der Berechnung hat er die Expositionspfade Inhalation und Submersion berücksichtigt und Lang- resp. Kurzeitenausbreitungsfaktoren verwendet, die für ähnliche Abgabestellen des PSI bestimmt wurden. Für die Verbrennungs- und Schmelzanlage liegt der Zusatzbericht "Strahlenexposition in der Umgebung" [ZWI 94m] vor. Für diese Anlage, für die Konditionierungsanlage und für die Heisse Zelle sind kleinere Werte als 10 μ Sv pro Jahr zu erwarten. Für die übrigen Gebäude, insbesondere alle Lagerhallen, sind die Abgaben gemäss Sicherheitsbericht sehr klein und daher nicht dosisrelevant. Der Gesuchsteller hat, gemäss bisheriger Praxis bei neuen Kernanlagen, Limiten für die Gesamtabgaben des ZZL über den Luft- und Wasserpfad vorgeschlagen.

Beurteilung der HSK

Wie bereits in der Einleitung dargelegt, werden die zulässigen Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt sowohl für den Zeitraum eines Jahres (Jahresabgabelimiten) als auch für kürzere Perioden (Kurzzeitabgabelimiten) festgelegt. Mit den Kurzzeitabgabelimiten wird berücksichtigt, dass ungünstigere Ausbreitungsfaktoren vorliegen können als bei einer Mittelung über ein ganzes Jahr. Mit den in der Richtlinie HSK-R-41 (Entwurf von September 1995) dargelegten Rechenmodellen wurden die Abgabelimiten so berechnet, dass bei deren Ausschöpfung die eingangs angegebenen, für das ZZL festgelegten quellenbezogenen Dosiskontingente von 0,05 mSv/a bei Langzeitabgaben und 0,1 mSv/a für Kurzzeitabgaben nicht überschritten werden.

Im vorliegenden Gutachten wurde zur Bestimmung der Ausbreitungsfaktoren für den Normalbetrieb das Gauss'sche Ausbreitungsmodell verwendet [IAE81m, BRD90m]. Die Orographie des Geländes ist im Sinne einer Korrektur der Abgabehöhe berücksichtigt worden. Es zeigte sich dabei, dass die Orographie bei der Berechnung der ungünstigsten Ausbreitungsfaktoren des ZZL keine dominierende Rolle spielt. Bei der Abgabestelle der Verbrennungsabgase wurde eine Kaminhöhe von 35 m berücksichtigt und ein Kamindurchmesser von 0,4 m sowie eine Ausstosseschwindigkeit von 5 m/s angenommen. Bei den andern Abgabestellen wurde konservativ von einer Bodenabgabe ausgegangen, da im jetzigen Planungsstand

Angaben über die Ausstossgeschwindigkeit aus den Lüftungsschächten und über deren Querschnitte nicht vorliegen. Bei den von der HSK berechneten Ausbreitungsfaktoren wurden Distanzen zum Abgabeort von weniger als 200 m nicht berücksichtigt, da innerhalb dieses Umkreises weder bewohnte Gebäude noch intensiv landwirtschaftlich genutzte Gebiete liegen. Der Langzeitausbreitungsfaktor beträgt damit beim Kamin der Verbrennungs- und Schmelzanlage $9 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$ (in einer Distanz von 200 m, nördlich der Abgabestelle) und bei den übrigen Abgabestellen $9 \cdot 10^{-5} \text{ s/m}^3$ (200 m, südlich, Annahme einer bodennahen Abgabe). Sehr deutlich kommen dabei je nach Abgabehöhe eine der beiden Hauptwindrichtungen in der Nord-Süd-Ausrichtung des Tales zur Geltung. Der Kurzzeitausbreitungsfaktor beträgt für den Kamin der Verbrennungs- und Schmelzanlage $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$ (500 m, westlich aufgrund des Topographieinflusses) und bei den übrigen Abgabestellen $7 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$ (200 m, rundum). Die Abweichungen zu den im Sicherheitsbericht angegebenen Ausbreitungsfaktoren lassen sich durch die unterschiedlichen Annahmen über die Abgabehöhe, die Distanz zur Abgabestelle oder die Berücksichtigung von Einflüssen benachbarter Gebäude erklären.

Die Berechnungen der HSK basieren auf den in Tabelle 9-3 zusammengestellten Nuklidgemischen.

Bei der Dosisberechnung wird nicht nur Inhalation und Immersion wie im Sicherheitsbericht sondern auch Bodenstrahlung und Ingestion berücksichtigt. Bei der Festlegung der Abgabelimiten hat die HSK, nach Rücksprache mit dem Gesuchsteller, dessen Vorschläge soweit möglich berücksichtigt.

Beim Abwasser wird die Aktivität der Isotope mit ihren Werten für die Freigrenze (LE, StSV, Anhang 3, Spalte 9) gewichtet. Der Gewichtungsfaktor ist gleich dem Verhältnis des Referenz-LE-Wertes von 200 Bq/kg zum LE-Wert des jeweiligen Nuklides.

Tabelle 9-3: Verwendete Nuklidgemische (Angaben in Prozent der abgegebenen Aktivität) zur Festlegung der Abgabelimiten

β/γ -Aerosole (Luftpfad)		α -Aerosole (Luftpfad)		Nuklide ausser H-3 (Wasserpfad) (in LE-Äquivalent)	
Co-60:	10%	Po-210:	10%	Na-22:	10%
Sr-90:	30%	Ra-226:	10%	Zn-65:	10%
Cs-134:	30%	Pu-239:	40%	Ag-110m:	10%
Cs-137:	30%	Am-241:	40%	Cs-134:	30%
				Cs-137:	30%
				Am-241:	10%

Die HSK empfiehlt, die in Tabelle 9-4 als Ausbreitungsäquivalente angegebenen Abgabelimiten für die Gesamtanlage des ZZL als **Auflage 12** in die Bewilligung aufzunehmen. Im Reglement für die Abgaben radioaktiver Stoffe und deren Überwachung in der Umgebung des ZZL werden für die einzelnen Abgabestellen Äquivalenzfaktoren festgelegt, welche die unterschiedlichen Abgabehöhen, Ausstossgeschwindigkeiten usw. dieser Abgabestellen berücksichtigen: Der Gesuchsteller hat während des Betriebs nachzuweisen, dass die Summen der mit den Äquivalenzfaktoren gewichteten Abgaben die Limiten gemäss Tabelle 9-4 nicht überschreiten. Ferner wird im Abgabereglement das Meldewesen geregelt. Weitere Bedingungen werden ebenfalls in diesem Reglement festgelegt.

Tabelle 9-4: Zusammenstellung der Abgabelimiten und der bei Ausschöpfung der Limiten resultierenden Personendosis am kritischen Ort für Erwachsene und Kinder.

Expositionspfad	Jahresab- gabelimiten* (Ausbreitungs- äquivalent) [Bq/Jahr]	Effektive Dosis unter ungünstigen Annahmen [μSv]		*Kurzzeit- abgabelimiten (Ausbreitungs- äquivalent) [Bq/Jahr]	Effektive Dosis unter ungünstigen Annahmen [μSv]	
		Erwachsene	Kleinkinder		Erwachsene	Kleinkinder
Abluft						
Tritium * (als tritiiertes Wasser)	$1 \cdot 10^{14}$	Inhalation: 5 Ingestion: 1,1	Inhalation: 1,9 Ingestion: 1,5	$1 \cdot 10^{13}$	Inhalation: 8,4 Ingestion: 0,8	Inhalation: 3,2 Ingestion: 0,9
C-14 *	$1 \cdot 10^{12}$	Inhalation: 1,7 Ingestion: 4,4	Inhalation: 0,7 Ingestion: 8,3	$1 \cdot 10^{11}$	Inhalation: 2,8 Ingestion: 7,3	Inhalation: 1,1 Ingestion: 14
β/γ-Aerosole	$1 \cdot 10^9$	24	30	$1 \cdot 10^8$	36	31
α-Aerosole	$3 \cdot 10^7$	8,0	5,7	$3 \cdot 10^6$	16	12
Abwasser						
Alle Nuklide (LE-Äquivalent) *	$2 \cdot 10^{11}$	5,8	0,7	-	-	-
maximale Konzentration im Abwasser bei der Abgabe	100 LE	-	-	-	-	-
Total	-	50	49	-	71	62

* : siehe Text; LE=spezifische Freigrenze gem. StSV, Anhang 3; Referenz-LE = 200 Bq/kg

In Tabelle 9-4 sind neben den von der HSK vorgeschlagenen Abgabelimiten auch die Dosen für Erwachsene und Kleinkinder zusammengestellt, die sich durch Ausschöpfung der in Abgabeäquivalenten ausgedrückten Abgabelimiten am kritischen Ort und für das Abwasser ergeben. Für die Berechnung wurde angenommen, dass die Abgaben über den Kamin der Verbrennungsanlage erfolgen. Durch die Definition von Ausbreitungsäquivalenten im obenerwähnten Reglement wird aber dafür gesorgt, dass sich auch bei Emissionen über mehrere Abgabestellen keine höhere Dosis ergibt. Bei der Kurzzeitabgabe ist die nach einem einmaligen kurzen Ereignis während 50 Folgejahren akkumulierte Dosis angegeben und bei der Langzeitabgabe die Dosis im ersten Jahr nach einem angenommenen 50-jährigen Anlagebetrieb mit zeitlich konstanten Abgaben. In beiden Fällen wird bei Inkorporationen die akkumulierte 50-Jahre-Folgedosis für Erwachsene resp. die 70-Jahre Folgedosis für Kleinkinder (Committed Effective Dose) angegeben.

Bei der Festlegung der Abgabelimits in Tabelle 9-4 hat die HSK berücksichtigt, dass (hauptsächlich aus dem Bereich Medizin, Industrie und Forschung) radioaktive Abfälle anfallen, die Tritium und C-14 in größeren Mengen enthalten können. Da sie separat gesammelt und deklariert werden, ist es möglich, sie separat zu verbrennen. Wenn die Verbrennung ausserhalb der Vegetationsperiode stattfindet, kann bei diesen Nukliden der Ingestionspfad vernachlässigt werden und es spielt nur die Inhalationsdosis eine Rolle. Im Hinblick auf die Betriebsbewilligung für die Abfallbehandlungsanlagen empfiehlt die HSK deshalb, die Behandlung der als tritium- bzw. C-14-haltigen deklarierten Abfälle in der Verbrennungs- und Schmelzanlage auf die Periode zwischen dem 1. November und dem 31. März zu beschränken. Ausserhalb dieser Periode dürfen höchstens 10% der Abgabelimits für diese Nuklide ausgeschöpft werden. Der Dosisbeitrag dieser ausserhalb der Wintermonate zugelassenen Aktivitätsfreisetzung von Tritium und C-14 ist in Tabelle 9-4 unter Ingestion berücksichtigt.

Bei den anderen Expositionspfaden kommt der grösste Teil (mehr als 80%) der errechneten Dosis durch Ingestion von landwirtschaftlichen Produkten zustande. Die Dosis aus Nukliden oder Nuklidgruppen, für welche keine Abgabelimits vorgegeben werden (wie zum Beispiel Edalgase oder Jod in der Abluft oder Tritium im Abwasser), ist aufgrund der zu erwartenden Abgaben des ZZL radiologisch nicht relevant. Diese Aussage kann anhand der geforderten Abgabemessungen im Betrieb überprüft werden.

9.3.2 Direkt- und Streustrahlung

Angaben des Gesuchstellers

Die Strahlenexposition durch Direkt- und Streustrahlung aus den Lagergebäuden, der Konditionierungsanlage sowie der Verbrennungs- und Schmelzanlage wird im Sicherheitsbericht in den Bänden II-IV, Kapitel 11.4 resp. 11.6 abgeschätzt.

Für die Lagerhallen wurde zusätzlich zum Sicherheitsbericht ein Abschirmbericht [ZWI90b] erstellt. Die Dicke der Betonwände der Lagergebäude wurde so gewählt, dass die Strahlendosis beim stärksteponierten Punkt an der Umzäunung einen Wert von 0,1 mSv pro Woche nicht übersteigt.

Für die Konditionierungsanlage wird im Sicherheitsbericht eine Strahlendosisleistung für einen Punkt in 10 m Abstand von der Aussenwand des Hochregallagers von 0,042 $\mu\text{Sv/h}$ entsprechend ca. 0,007 mSv pro Woche angegeben. Dieser Punkt befindet sich bei einer etappenweisen Realisierung des ZZL am Zaun, sonst innerhalb des Areals.

Auch bei der Verbrennungs- und Schmelzanlage ist das Hochregallager die Hauptstrahlenquelle. Die Ortsdosisleistung am nächsten, öffentlich zugänglichen Punkt liegt weit unterhalb des Grenzwertes von 0,1 mSv pro Woche.

Beurteilung der HSK

Der Abschirmbericht für die Lagerhallen wurde vom TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., Deutschland, im Auftrag der HSK geprüft [TÜV94a]. Beide Berichte kommen zum Schluss, dass im Gelände ausserhalb des Betriebsareals die Ortsdosen unterhalb der in Art. 102 StSV festgelegten Limite von 5 mSv pro Jahr für Bereiche ausserhalb von Wohn-, Aufenthalts- oder Arbeitsräumen liegen. Für die Halle H ergibt sich in 5 m Abstand von der Seitenwand die höchste Ortsdosis aller Lagergebäude (auch unter Berücksichtigung der im Gebäude M vorgesehenen Umladevorgänge der mit 75 Sv/h strahlenden Behälter): Der TÜV-Bericht gibt hier inklusive Beitrag des Skyshines je nach Verhältnis zwischen γ - und Neutronenstrahlung eine Ortsdosisleistung zwischen ca. 0,1 und 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ entsprechend einer Ortsdosis von 1 bis 4 mSv pro Jahr an.

Für die Abschirmrechnungen der Konditionierungsanlage resp. der Verbrennungs- und Schmelzanlage liegen keine Vergleichsrechnungen des TÜV vor. Anhand eigener Rechnungen hat sich die HSK davon überzeugt, dass bei den vorgeschlagenen Annahmebedingungen die massgebende Abschirmdicke von 0,7 m beim Konditioniergebäude resp. 1,4 m bei der Verbrennungs- und Schmelzanlage ausreichen, um auch bei diesen Anlageteilen den Grenzwert von 5 mSv pro Jahr einzuhalten.

Wie in Abschnitt 9.1.5 erwähnt, ist eine Überwachung der Ortsdosis in der Umgebung und in Aufenthaltsräumen ausserhalb des Areals vorzusehen.

10 STÖRFÄLLE

10.1 Schutzziele

In Art. 94 StSV werden für Störfälle störfallhäufigkeitsabhängige Dosisrichtwerte für die meistbetroffenen Einzelpersonen der Bevölkerung angegeben, deren Einhaltung durch die Auslegung einer Anlage sichergestellt werden müssen. Diese Dosisrichtwerte können wie folgt zusammengefasst werden:

Art. 94 Abs.:	Störfallhäufigkeit h (pro Jahr)	Dosisrichtwert
2	$h \geq 10^{-1}$ (inkl. Normalbetrieb)	Pro Jahr: Dosisrichtwert D_0 nach Art. 7 StSV
3	$10^{-2} \leq h < 10^{-1}$	Pro Ereignis: D_0 zusätzlich zur Dosis nach Absatz 2
4	$10^{-4} \leq h < 10^{-2}$	Pro Ereignis: 1 mSv
5	$h < 10^{-4}$	Wird von der Aufsichtsbehörde festgelegt

Die Richtlinie HSK-R-14 gibt ebenfalls störfallhäufigkeitsabhängige Dosisrichtwerte, wobei hier die Störfallhäufigkeiten qualitativ (im Sinne von Betriebszuständen) definiert werden (siehe Wortlaut im Kapitel 6). Die Dosisrichtwerte können wie folgt zusammengefasst werden:

HSK-R-14 Schutzziel-Nr.	Betriebszustand	Dosisrichtwert
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 HSK interpretiert die angegebenen Betriebszustände so, 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 im Bereich $10^{-6}/a \leq h < 10^{-4}/a$ gelten. Es ist ersichtlich, dass eine Anlage, welche die Schutzziele der Richtlinie HSK R-14 erfüllt, auch den Anforderungen von Art. 94 StSV genügt.

Nach der Richtlinie HSK-R-14 beträgt der quellenbezogene Dosisrichtwert für das ZZL 0,1 mSv/a. Weil der Standort Würenlingen vom PSI und vom ZZL genutzt wird, wurde für den besonderen Fall des ZZL ein

Dosiskontingent von 0,05 mSv/a für die Abgabelimite im Normalbetrieb (Langzeitabgabelimite) festgelegt (Abschnitt 9.3). Für die Kurzzeitabgabelimite kann der ganze quellenbezogene Dosisrichtwert von 0,1 mSv/a in Anspruch genommen werden, weil die Aufpunkte für die Emissionen im Normalbetrieb und für kurzzeitige Emissionen nicht gleich sind: Folglich müssen die Dosen aus dem Normalbetrieb und aus Kurzzeitabgaben nicht addiert werden. Die HSK ist jedoch der Meinung, dass die Anlage so ausgelegt werden muss, dass bei Störfällen mit einer Häufigkeit $h \geq 10^{-2}$ /a die Dosisbelastung der Einzelpersonen der Bevölkerung deutlich kleiner als 0,1 mSv/Ereignis ist.

Um den angesprochenen Nachweis der Einhaltung der Schutzziele zu erbringen, wählt man Störfälle aus, die im Rahmen der oben definierten Häufigkeitsklassen die maximalen Beanspruchungen hervorrufen. Basis dafür bilden die auslösenden Ereignisse. Bei den Störfällen wird grundsätzlich unterschieden, ob sie durch Einwirkungen von ausserhalb oder innerhalb der Anlage ausgelöst werden.

Einwirkungen von innen können beispielsweise durch Fehlmanipulationen in der Anlage verursacht werden, oder durch Ausfall von Systemen, mit damit verbundener Stauung von Wärme oder brennbaren Radiolysegasen. Von Relevanz sind hier insbesondere:

- Herunterfallen und Aneinanderstossen von Gebinden bei der Handhabung
- Brand
- Explosion
- Ausfall der Lüftung
- Ausfall der Stromversorgung .

Einwirkungen von aussen werden durch Naturereignisse oder zivilisatorische Einflüsse bewirkt. Dazu zählen insbesondere:

- Erdbeben
- Blitzschlag
- Überflutung
- Trümmerfall
- Flugzeugabsturz.

Der Flugzeugabsturz gilt nach der Richtlinie HSK-R-14 nicht als Auslegungsstörfall. Bei der Analyse dieses Störfalles darf realistisch gerechnet werden, was unter anderem auch die Berücksichtigung von Notfallschutzmassnahmen einschliesst.

Der Schutz des ZZL gegen Einwirkung Dritter (Sabotage, Angriff usw.) ist Gegenstand des Sicherungsgutachtens.

10.2 Annahmen zu den Freisetzungen

Bei einer deterministischen Sicherheitsanalyse, wie sie von der Richtlinie HSK-R-14 gefordert wird, werden nach der Auswahl von abdeckenden Fällen für jeden ausgewählten Fall ein oder mehrere Szenarien definiert. Diese Szenarien basieren auf Annahmen bezüglich des zeitlichen Ablaufs der Ereignisse und deren Auswirkungen. Bei der Festlegung der Szenarien sind die einschlägigen Regelwerke zu beachten. Dort, wo die Regelwerke nichts vorschreiben, sind konservative Annahmen zu treffen.

Bei Störfällen in Zwischenlagern stammt die potentielle radiologische Gefährdung der Bevölkerung und des Personals primär aus der Möglichkeit der Beschädigung von Abfallgebinden und der damit verbundenen Freisetzung von Aktivität in Gas oder Aerosolform. Die Aktivität, die freigesetzt werden kann, hängt in erster Linie vom Abfallinventar, von der Rohabfallform, von der Abfallgebindebeschaffenheit und von der (mechanischen und/oder thermischen) Energie ab, welche auf die Abfallgebinde einwirkt. Zur Quantifizierung der möglichen Freisetzungen aus einem gegebenen Abfallgebinde können insbesondere Ergebnisse von Typenprüfversuchen, von generischen Versuchen und von Modellberechnungen herangezogen werden, wie z.B.:

- Ergebnisse der Transportstudie zum geplanten Endlager Konrad (Deutschland) [GRS92a]
- Ergebnisse der Begutachtung der Zwischenlagerprojekte Ahaus und Gorleben in Deutschland [TÜV82a]
- Ergebnisse von Versuchen an TL-Behältern des Typs CASTOR [BAM82a].

Nur ein Teil der Aktivität, die aus einem Abfallgebinde freigesetzt wird, kann in die Umwelt gelangen. In der Regel werden nur Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 50 µm als flugfähig angesehen. Ein Teil davon wird von grösseren Partikeln überdeckt oder in Filtern zurückgehalten. Von der Aktivität, die an die Umwelt gelangt, ist wiederum nur ein Teil (mit Partikeldurchmesser von weniger als 15 µm) lungengängig. Nur dieser Teil kann zur Inhalationsdosis betroffener Personen beitragen. Die Quellterme für die Ausbreitungsrechnungen und Dosisberechnungen, die in den Abschnitten 10.5 bis 10.8 angesprochen und beurteilt werden, betragen deshalb für die meisten Radionuklide auch bei schwerwiegenden Störfällen nur einen Bruchteil der im Lager bzw. in den Abfallbehandlungsanlagen vorhandenen Inventare.

10.3 Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung und Dosisberechnung

Grundlagen

Aus der Anlage freigesetzte radioaktive Stoffe gelangen in die Atmosphäre und breiten sich in Abwindrichtung aus. Besonders wichtig für die Dosisbelastung der Bevölkerung ist die bei der Ausbreitung entstehende Verdünnung der radioaktiven Wolke. Dabei wird im allgemeinen zwischen sechs sog. Stabilitätsklassen A bis F unterschieden, die sich hauptsächlich durch unterschiedliche vertikale Temperaturprofile über dem Erdboden unterscheiden. Die Stabilitätsklassen A und B stellen instabile Wetterlagen mit starker Turbulenz dar. Die Durchmischung der Atmosphäre und damit die Verdünnung der radioaktiven Stoffe ist bei solchen Wetterlagen gut. Die Stabilitätsklassen C und D bezeichnen neutrale Wetterlagen mit relativ hohen Windgeschwindigkeiten und mässig guten Durchmischungsverhältnissen. Schliesslich beinhalten die Stabilitätsklassen E und F stabile Wetterlagen. Der turbulente vertikale Austausch ist bei letzteren Wetterlagen nahezu völlig unterbunden, was eine gering durchmischte Atmosphäre und somit eine schlechte Verdünnung der radioaktiven Stoffe bedeutet.

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 grössere lokale Bodenkontaminationen.

Verantwortlich für die Bodenkontamination ist die trockene und feuchte Ablagerung von radioaktiven Stoffen aus der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke. 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 Ablagerungsgeschwindigkeit bezeichnet, die primär von der Bodenbeschaffenheit abhängt. Die Bodenkontamination durch nasse Ablagerung wird dagegen als proportional zur zeitintegrierten Aktivitätskonzentration über die ganze Höhe der Wolke angenommen. Die nasse Ablagerung wird durch den Auswaschkoeffizienten charakterisiert, der im wesentlichen durch die Niederschlagsintensität bestimmt wird. Bei Aerosolen ist sowohl bei der trockenen wie auch bei der nassen Ablagerung die Partikelgrösse von Bedeutung.

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

Berechnungsannahmen der HSK

Das im Rahmen der radiologischen Störfallanalysen von der HSK verwendete Ausbreitungs- und Dosisberechnungsprogramm DOSE [GUB91a] basiert auf dem Gauss'schen Ausbreitungsmodell. DOSE ist eine Weiterentwicklung des HSK-Programms CHRONEX, welches im Rahmen einer internationalen Vergleichsstudie validiert wurde [NEA83a]. 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]. Vergleichsrechnungen mit LIGA zeigten gute Übereinstimmung.

Neben dem Modell für Gammasubmersion enthält DOSE auch Modelle für die anderen Expositionspfade. 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 am Boden abgelagerter radioaktiver Stoffe.

Die von der HSK verwendeten Parameterwerte entsprechen weitgehend den Grundlagen der deutschen Störfall-Leitlinien [BRD94a] bzw. der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Strahlenexposition [BRD90a], wobei einzelne Werte wie Verzehrsmengen und Dosisfaktoren an schweizerische Verhältnisse angepasst werden. Zudem wird die im Entwurf befindliche Richtlinie HSK-R-41 soweit wie möglich bereits berücksichtigt. In Anlehnung an die übliche Praxis wird eine mittlere Regenintensität von 2 mm/h und eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s angenommen. Als Ausbreitungsparameter werden die Standardwerte eingesetzt, welche in Deutschland mittels Messungen bei Ausbreitungsversuchen bestimmt worden sind. Bei der Analyse von Störfällen, für welche die Schutzziele 1a und 1b der Richtlinie HSK-R-14 anzuwenden sind, geht die HSK konservativerweise von einer minimalen Abwinddistanz von 50 m aus. Im Fall des Flugzeugabsturzes mit anschliessendem Treibstoffbrand sind gemäss Richtlinie HSK-R-14 die

Individualdosen für die Bevölkerung in der Umgebung in realistischer Rechnung zu ermitteln. Die HSK setzt für solche Störfälle eine minimale Abwinddistanz von 500 m voraus.

In allen Störfällen wird angenommen, dass die Freisetzung radioaktiver Stoffe zu einem nicht wählbaren Zeitpunkt erfolgt und somit irgendwelche Wetterbedingungen herrschen. Zur Ermittlung der maximalen Dosisbelastungen werden Berechnungen mit verschiedenen Stabilitätsklassen durchgeführt und die jeweils ungünstigsten Resultate verwendet. Bei längerdauernden Freisetzungen radioaktiver Stoffe kann davon ausgegangen werden, dass sich Windrichtung und Wetterlage ändern. Für diese Fälle wird daher ein Modell mit zeitlich gestaffelten Ausbreitungs- und Ablagerungsbedingungen verwendet.

Die Ablagerung bzw. Auswaschung von Aerosolen hängt wesentlich ab von der Partikelgrösse. Für lungengängige Aerosole (kleiner ca. $15\text{ }\mu\text{m}$) werden die heute üblichen Werte aus [BRD94a, BRD90a] übernommen: Ablagerungsgeschwindigkeit $1,5 \cdot 10^{-3}\text{ m/s}$ und Auswaschkoeffizient $1,2 \cdot 10^{-4}\text{ s}^{-1}$. Für grössere Aerosole (zwischen ca. 15 und $70\text{ }\mu\text{m}$) werden unter Berücksichtigung der Fachliteratur [SCH86a, MAQ87a] folgende erhöhte Werte angenommen: Ablagerungsgeschwindigkeit $5,0 \cdot 10^{-2}\text{ m/s}$ und Auswaschkoeffizient $7,0 \cdot 10^{-4}\text{ s}^{-1}$. Das anfängliche Eindringen der radioaktiven Stoffe in den Boden wird mit einem Faktor 0,7 berücksichtigt, der auf Messungen nach dem Unfall von Chernobyl [JAC91a] beruht. Das langfristige Einsickern der radioaktiven Stoffe in den Boden wird mit einem zeitabhängigen Abschwächungsfaktor beschrieben. Das Modell und die Parameterwerte werden aus der amerikanischen Studie WASH-1400 [WAS75a] übernommen. Die Aktivitätskonzentration in der Luft aufgrund von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen wird mit Hilfe eines zeitabhängigen Aufwirbelungsfaktors ebenfalls gemäss WASH-1400 berechnet.

Folgende Expositionspfade werden bei der Dosisberechnung berücksichtigt, wobei die ersten drei mit einer kurzen Expositionsdauer, die letzten drei hingegen mit einer langen Expositionsdauer verbunden sind:

- Externe Bestrahlung aus der vorbeiziehenden radioaktiven Wolke,
- Externe Bestrahlung während des Wolkendurchzugs durch auf dem Boden abgelagerte radioaktive Stoffe,
- Interne Bestrahlung während des Wolkendurchzugs durch Inhalation luftgetragener radioaktiver Stoffe,
- Externe Bestrahlung nach dem Wolkendurchzug durch auf dem Boden abgelagerte radioaktive Stoffe,
- Interne Bestrahlung durch Inhalation der nach dem Wolkendurchzug wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffe,
- Interne Bestrahlung durch Ingestion kontaminierter Lebensmittel.

Bei den länger dauernden Dosisbelastungen wird gemäss Richtlinie HSK-R-14 grundsätzlich eine Expositionszeit von einem Jahr angenommen. Bei der Berücksichtigung des Ingestionspfads wird jedoch unterstellt, dass nur innerhalb der ersten 24 Stunden nach Störfalleintritt im betroffenen Gebiet eine nicht überwachte Ernte und Konsum von direkt kontaminierten Nahrungsmitteln erfolgt. Nach dieser Zeitspanne wird angenommen, dass die Nahrungs- und Futtermittel durch Strahlenmessungen vor Ort kontrolliert werden. Aufgrund dieser Messungen würden dann notfalls Massnahmen getroffen, die eine unzulässige Dosisbelastung der Bevölkerung verhindern. Bezüglich der externen Bestrahlung aus dem kontaminierten Boden nach dem Wolkendurchzug wird vorausgesetzt, dass sich die Bevölkerung im Mittel über die Expositionszeit während 2/3 der Zeit in einem Gebäude aufhält. Für den Aufenthalt in Gebäuden wird ein Schutzfaktor von 10 gegen äussere Bestrahlung angesetzt.

Bei den gerechneten Dosen aus Inhalation und Ingestion handelt es sich um die Folgedosen über 50 Jahre. Während des Wolkendurchzugs wird eine erhöhte Atemrate von $3,47 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ angenommen. Bei der langfristigen Inhalation durch Wiederaufwirbelung wird eine mittlere Atemrate von $2,32 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ verwendet. Die Transferfaktoren für Lebensmittel werden nach den deutschen Störfall-Leitlinien [BRD94a] berechnet, wobei schweizerische Verzehrsmengen angenommen werden. Zur Bestimmung der Inhalations- und Ingestionsdosen werden die Dosisfaktoren aus der StSV verwendet. Die Dosisfaktoren für externe Bestrahlung werden aus [KOC83a] übernommen.

Berechnungsannahmen des Gesuchstellers

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen des Gesuchstellers wurden von verschiedenen Ingenieurbüros durchgeführt, stützen sich aber alle im wesentlichen auf die Berechnungsgrundlagen der deutschen Störfall-Leitlinien [BRD94a]. Die Transferfaktoren und Dosisfaktoren wurden aus der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Strahlenexposition [BRD90a] bzw. der Bekanntmachung der Dosisfaktoren [BRD89a] übernommen. Allerdings wurden die Störfälle in den verschiedenen Anlageteilen (Umladestation, Verbrennungs- und Schmelzanlage, Konditionierungsanlage, Zwischenlagergebäude) vom Gesuchsteller nicht immer konsistent und einheitlich behandelt. Dies betrifft vor allem die Wahl der Expositionspfade, der Ablagerungs- und Auswaschparameter und der Schutzfaktoren. Ein Vergleich der vom Gesuchsteller ermittelten Störfallauswirkungen untereinander und mit den Ergebnissen der HSK ist deshalb schwierig.

Grundsätzlich wurden die gleichen Expositionspfade und Integrationszeiten betrachtet wie in den Berechnungen der HSK. Bei den Störfällen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, der Konditionierungsanlage und bei den Bahnunfällen in der Umladestation wurde jedoch der Lebensmittelpfad bei der Dosisberechnung am kritischen Ort nicht berücksichtigt, da er aus Sicht des Gesuchstellers über administrative Massnahmen vermieden werden kann. Bei den Bahnunfällen wurde wegen des geringen Beitrags zur Gesamtdosis die Inhalationsdosis durch Wiederaufwirbelung vom Gesuchsteller nicht berechnet.

Für lungengängige Aerosole wurden dieselben Ablagerungs- und Auswaschparameter verwendet wie in den Berechnungen der HSK. Für grössere Aerosole wurden jedoch gegenüber den Werten für lungengängige Aerosole 100-fach erhöhte Werte für die Ablagerungsgeschwindigkeit und 7-fach erhöhte Werte für den Auswaschkoeffizienten angenommen.

Bei den Störfällen im Zwischenlagergebäude und bei der TL-Behälterleckage gemäss den IAE0-Vorschriften [IAE91a] wurde (wie in den Berechnungen der HSK) zur Berücksichtigung des Aufenthaltes in Gebäuden ein Schutzfaktor von 2,5 gegen die langfristige Bestrahlung vom kontaminierten Boden eingesetzt. Bei den übrigen Störfällen wurde kein Schutzfaktor berücksichtigt, was konservativ ist.

Beurteilung der HSK

Die HSK hat die Annahmen zur atmosphärischen Ausbreitung, Ablagerung und Dosisberechnung des Gesuchstellers überprüft. Sie akzeptiert die verwendeten Berechnungsmethoden grundsätzlich und erachtet die meisten getroffenen Annahmen und Eingabeparameter als konservativ. Die HSK ist jedoch der Meinung, dass bei der Ingestion zumindest der Beitrag der ersten 24 Stunden berücksichtigt werden müsste, da im Ereignisfall Notfallmassnahmen erst aufgrund von Messungen getroffen werden. Die Vernachlässigung des Ingestionspfades bei gewissen Störfällen führt deshalb zu einer Unterschätzung der Dosis. Die Vernachlässigung der Wiederaufwirbelungsdosis kann akzeptiert werden, da nach Berechnung der HSK dieser Pfad höchstens ca. 10% zur Gesamtdosis beiträgt. Die Verwendung von stark erhöhten Werten für die Ablagerungsgeschwindigkeiten ist nach Meinung der HSK sehr konservativ. Gesamthaft

werden die nichtkonservativen Annahmen des Gesuchstellers durch andere, sehr konservative Annahmen kompensiert.

10.4 Durch Gasexplosionen und Strassentransporte verursachte Störfälle

Die HSK macht darauf aufmerksam, dass Pläne bestehen, eine Erdgashochdruckleitung Zuzgen - Winterthur/Ohringen zu bauen. Ein mögliches Trasseee führt in der Nähe des ZZL vorbei. Damit besteht eine Gasexplosionsgefahr. Die HSK erwartet, dass bei der Festlegung des endgültigen Trassees auf die ZZL-Anlagen und die Umladestation, sowie auf die Transportwege Rücksicht genommen wird. In der Schweiz gibt es zwar keine Regeln oder technische Normen, die zwingend einen Sicherheitsabstand zwischen kerntechnischen Objekten und Gasleitungen bzw. Transportwegen explosionsfähiger Güter vorschreiben. Die HSK orientiert sich in ihrer Aufsichtstätigkeit jedoch an der internationalen Praxis. Die diesbezügliche Richtlinie in den USA [NRC78a] ist im Ansatz geeignet, um einen konservativ errechneten Wert des Sicherheitsabstandes zwischen dem ZZL bzw. der Umladestation und der geplanten Gasleitung zu ermitteln. Falls der so ermittelte Sicherheitsabstand unterschritten wird, müssen die radiologischen Folgen einer Gasexplosion untersucht und gegebenenfalls Schutzmassnahmen getroffen werden (**Auflage 13**).

Der Gesuchsteller analysiert keine Störfälle in Verbindung mit dem Strassentransport zwischen der Umladestation und dem ZZL. Die Auswirkungen von Freisetzungen aus den transportierten Behältern sind zwar aufgrund der Auslegung der Transportbehälter beschränkt, es stellt sich dennoch die Frage, ob diese Transporte einen Unfall mit nennenswerter Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus einem Anlageteil des PSI verursachen können. In diesem Hinblick stellt die HSK fest, dass zwischen der Route des Strassentransportes und den relevanten PSI-Anlageteilen (SAPHIR-Gebäude, Hot-Labor) genügend Hindernisse liegen, sodass ein Zusammenstoss eines Transportbehälters mit diesen Anlageteilen praktisch ausgeschlossen werden kann.

10.5 Störfälle in der Umladestation

Angaben des Gesuchstellers

In der Umladestation werden grundsätzlich Transportbehälter vom Typ A und vom Typ B(U) nach den Definitionen der Internationalen Atomenergieagentur [IAE91a] gehandhabt. Als repräsentativ für die Auswirkungen auf die Umgebung werden für den Behälter des Typs A ein mit Wiederaufarbeitungsabfällen gefüllter Frachtcontainer des Typs „SAR-Safebox“ und für den Behälter des Typs B(U) ein mit abgebrannten Brennelementen gefüllter Transport- und Lagerbehälter (TL-Behälter) angenommen. Als Störfälle werden untersucht:

- Abstürze von Behältern
- Absturz eines Helikopters auf die Behälter
- Bahnunfälle mit Brandeinwirkung.

Abstürze von Behältern beim Umladevorgang führen aufgrund der maximal möglichen Fallhöhen, in Verbindung mit den Auslegungsgrenzen beider Behältertypen, zu derart geringen Belastungen der Behälter, dass mit keiner störfallbedingten Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Umgebung gerechnet werden muss.

Ein Helikopterabsturz auf Behälter während des Umladens wurde betrachtet, weil sich in unmittelbarer Umgebung der Umladestation ein Helikopterflugfeld befindet und die Häufigkeit eines Absturzes auf ein Abfallgebinde in der Umladestation auf $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ a}^{-1}$ geschätzt wurde. Für diese Häufigkeit gilt Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14. Es wurde eine Kollision eines startenden Helikopters des dort stationierten Typs Ecureuil mit einer nahegelegenen Hochspannungsleitung und dadurch bedingt ein Absturz des Helikopters auf das Umladegut unterstellt.

Für den TL-Behälter sind keine störfallbedingten Freisetzen an radioaktiven Stoffen zu erwarten, da die Störfalleinwirkungen (Belastungen aus Aufprall und Brand) geringer sind als die Auslegungsanforderungen dieses Behältertyps. Im Gegensatz dazu kann die mechanische Integrität für den Frachtcontainer des Typs „SAR-Safebox“ beim Helikopterabsturz nicht garantiert werden. Der Gesuchsteller vernachlässigt deshalb die Schutzwirkung des Containers bei der Ermittlung der Aktivitätsfreisetzung an die Umgebung. Maximale Auswirkungen werden dann erwartet, wenn die gesamte Stosslast beim Absturz auf ein einziges Abfallgebinde wirkt, welches dadurch seine Integrität verliert. Neben der mechanischen Einwirkung wird auch ein nachfolgender Brand unterstellt, was dann zu einer nennenswerten Aktivitätsfreisetzung führt. Als Basis für den Aktivitätsinhalt eines Gebindes geht der Gesuchsteller vom Durchschnittswert der Gebinde mit schwachaktiven Wiederaufarbeitungsabfällen aus Frankreich aus.

Als gesamthaft abdeckend für die Auswirkungen im Bereich der Umladestation analysiert der Gesuchsteller mehrere schwere Bahnunfälle. Solche schwere Bahnunfälle haben am Standort der Umladestation eine sehr geringe Häufigkeit ($< 10^{-4} \text{ a}^{-1}$ [COL92a]). Als Unfalltypen werden ein Aufprall und mehrere Entgleisungsvarianten betrachtet. Der postulierte Aufprall eines Güterzugs, welcher mehrere mit Benzin beladene Bahnkesselwaggons im Zugverband berücksichtigt, erfolgt mit hoher Geschwindigkeit auf einen mit radioaktiven Stoffen beladenen Eisenbahnwaggon oder Strassentransporter. Als Auslöser wurde dafür eine falsche Weichenstellung angenommen.

Für die Entgleisung wird unterstellt, dass während der Transportgutumladung mehrere mit Benzin beladene Bahnkesselwaggons des mit hoher Geschwindigkeit vorbeifahrenden Güterzuges im Bereich der Umladestation entgleisen. Dabei werden drei Varianten unterschieden:

- kein Aufprall der entgleisten Waggons auf das Transportgut (TL-Behälter oder Transportcontainer), aber Brand der leckgeschlagenen Kesselwaggons
- Aufprall eines entgleisten Kesselwaggons auf das Gebinde, mit und ohne Folgebrand.

Aus diesen mechanischen wie thermischen Lasten bildet der Gesuchsteller unter Berücksichtigung realistischer Modellvorstellungen folgende umhüllende Bedingungen:

- mechanische Belastung auf den Deckelbereich des BE-Transportbehälters so wie bei der Einwirkung eines Triebwerkes von einem Militärflugzeug
- mechanische Belastung auf die Gebinde gemäss der Belastungsklasse BK 7 der Transportstudie Konrad [GRS92a]
- 1 Stunde thermische Einwirkung bei 800 °C für beide Gebindetypen.

Aus diesen Belastungen resultieren mehrere Schadensbilder.

Beim TL-Behälter kann durch mechanischen Schaden die Leckrate erhöht werden. Ausserdem muss mit einer Beschädigung aller Brennstäbe gerechnet werden. Die in den Brennstäben enthaltenen radioaktiven Stoffe werden zum Teil (Tritium zu 50%, Edelgase und Jod zu 10%, Cäsium zu rund $1 \cdot 10^{-2}\%$. Pelletstaub

zu rund $3 \cdot 10^{-6}\%$) in den Transportbehälterinnenraum freigesetzt. Der Innendruck im Behälter erhöht sich dabei um ca. einen Faktor 4 bis 5.

Bezüglich thermischer Schäden geht der Gesuchsteller davon aus, dass die lokalen Feuerwehren innert spätestens 1 Stunde mit der Kühlung der durch den Brand betroffenen Behälter beginnen. Innerhalb dieser Zeitspanne kommt es nicht zu einem Versagen der Deckeldichtung, wohl aber zu einer im Behälterinnenraum erhöhten Flüchtigkeit von Cäsium aufgrund der gestiegenen Temperaturen. Diese Temperatur bewirkt ebenfalls ein teilweises Versagen (äussere Reihe) der Neutronenmoderatorstäbe, was zu einer erhöhten Neutronendosisleistung des Behälters führt.

Beim Typ A-Transportbehälter sind die mechanischen Lasten grösser als die Auslegungsgrenzen des Frachtcontainers und des Abfallgebundes. Der Gesuchsteller geht deshalb von einer völligen Zerstörung des Containers, sowie vom Integritätsverlust aller 10 darin enthaltenen Abfallgebunde aus. Ausserdem wird eine teilweise Zerstäubung der zementierten Abfallmatrix mit Aerosolfreisetzung entsprechend der Belastungsklasse BK7 der Transportstudie Konrad angenommen. Die als Aerosole an die Umwelt gelangenden Gewichtsanteile der Abfallmatrix betragen für Teilchen bis $10\text{ }\mu\text{m}$ 0,016% und für Teilchen zwischen 10 und $70\text{ }\mu\text{m}$ 0,24%.

Eine thermische Einwirkung von einer einstündigen Branddauer führt nicht zu einem Integritätsverlust der Gebinde. Die Kombination aus einer vorangegangenen mechanischen Beschädigung und Brandeinwirkung führt allerdings zu einer erhöhten Aktivitätsfreisetzung. Der Freisetzungsanteil ändert sich gegenüber demjenigen bei rein mechanischer Belastung für die kleinen und dadurch lungengängigen Partikel bis $10\text{ }\mu\text{m}$ um den Faktor 10.

Der Störfall Flugzeugabsturz mit Folgebrand ist vom Gesuchsteller für die Umladestation nicht explizit analysiert worden. Dieser Störfall ist jedoch ausführlich für das Zwischenlagergebäude behandelt worden. Die Auswirkungen können sinngemäss auch auf die Umladestation übertragen werden. Der Gesuchsteller vertritt die Auffassung, dass mit den angesetzten Lasten des Bahnunfalls alle anderen auslegungsüberschreitenden Unfälle abgedeckt sind.

Die Ergebnisse der Dosisberechnungen des Gesuchstellers werden in Tabelle 10-1 angegeben

Beurteilung der HSK

Nach Ansicht der HSK müssen neben dem vom Gesuchsteller untersuchten Bahnunfall auch solche mit weniger schweren Auswirkungen aber grösserer Eintrittshäufigkeit betrachtet werden.

Die HSK ist mit dem Vorgehen bei den durchgeführten Untersuchungen im Grundsatz einverstanden. Eine detaillierte Beurteilung der Auswirkungen kann jedoch erst im Rahmen des Einlagerungsfreigabeverfahrens mit den dann konkret vorliegenden Behältern durchgeführt werden. Die den Untersuchungen zugrundeliegenden Modellvorstellungen müssen eingehender diskutiert bzw. begründet werden. Diese Diskussion soll auch den Aspekt Leckage von radioaktiven Stoffen aus dem Behälter einschliessen. In dieser Beziehung macht die HSK darauf aufmerksam, dass für die Leckrate eines Behälters des Typs B(U) nach einem Absturz (mit oder ohne Brand) die in den internationalen Transportvorschriften [IAE90a] festgehaltenen Werte angenommen werden müssen, sofern keine davon abweichenden behälterspezifischen Daten vorliegen. Die HSK hat für ihre Störfallrechnungen den Quellterm des Gesuchstellers verwendet, um zu einer ersten Abschätzung zu gelangen. Bei ihrer Prüfung des für die Betriebsfreigabe einzureichenden Sicherheitsberichtes des Gesuchstellers wird sie auf die Berechnung des Quelltermes zurückkommen. Dabei erwartet sie allerdings keine solchen Abweichungen von den heute verwendeten Werten, dass eine Verletzung der Schutzziele zu befürchten wäre.

Für das maximale Aktivitätsinventar geht der Gesuchsteller davon aus, dass Uran-Brennelemente mit 4,3 % Anfangsanreicherung und bis zu einem Abbrand von 58 GWd/t in den Kernkraftwerken eingesetzt werden. Es ist aber bereits heute abzusehen, dass gewisse Brennelemente, die in den kommenden Jahren bei den Kernkraftwerken zum Einsatz gelangen werden, diese Randbedingungen überschreiten werden, was entsprechende Zusatzuntersuchungen erfordert. Die HSK erwartet, dass die Ergebnisse dieser Untersuchungen im Freigabeverfahren und im revidierten Sicherheitsbericht berücksichtigt werden.

Die HSK hat - in Abweichung zum Gesuchsteller - bei den Berechnungen zu den Störfällen mit Häufigkeiten $\geq 10^{-4}$ pro Jahr Maximalwerte und nicht Nominalwerte (Durchschnittswerte) des Aktivitätsinventars der Behälter für die Analysen verwendet. Die von der HSK ermittelten maximal zu erwartenden Dosisbelastungen für Einzelpersonen in der Umgebung werden in Tab. 10-1 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Bei Bahnunfällen wurde vom Gesuchsteller der Ingestionspfad nicht berücksichtigt. Diese Vernachlässigung wird bei der Gesamtdosis allerdings mehr als kompensiert, indem die externe Bodenstrahlung infolge der getroffenen Annahmen bei der Ablagerung sehr konservativ berechnet wurde. Wie bereits erwähnt, wurde bei den Berechnungen sowohl des Gesuchstellers als auch der HSK eine Intervention der Feuerwehr nach spätestens 60 Minuten angenommen. Dabei ist es wichtig, dass ab diesem Zeitpunkt die betroffenen Behälter ausreichend gekühlt werden.

Die Wolkenphase wird bei allen Störfällen durch die Inhalation dominiert. Die Dosis in der Bodenphase wird vor allem durch die Ingestion aber auch durch die externe Strahlung der abgelagerten radioaktiven Stoffe bestimmt. Beispielhaft für alle Störfälle sind in Tabelle 10-2 detaillierte Ergebnisse der Berechnungen der HSK für den Bahnunfall mit Brand für den Fall eines mit abgebrannten Brennelementen gefüllten TL-Behälters.

Die Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers zeigen, dass bei allen Störfällen in der Umladestation die Störfalldosen deutlich unterhalb der Richtwerte der Richtlinie HSK-R-14 liegen. Auch wenn die Inventare an radioaktiven Stoffen innerhalb der Behälter in der Praxis etwas höher liegen als vom Gesuchsteller angenommen, wird keine Überschreitung dieser Richtwerte zu erwarten sein. Die HSK hat deshalb trotz der erwähnten formal offenen Aspekte keine grundsätzlichen Bedenken bezüglich der Auswirkungen von Störfällen in der Umladestation.

Die HSK erwartet, dass offene Aspekte anlässlich der Revision des Sicherheitsberichtes für die Betriebsfreigabe abgeklärt werden.

10.6 Störfälle in den Lagergebäuden

10.6.1 Einwirkungen von innen

Angaben des Gesuchstellers

Als signifikante Störfallursachen können

- Stromausfall
- Lüftungsausfall
- Brand
- mechanische Belastungen

Tab. 10-1: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Umgebung bei Störfällen in der Umladestation

Bemerkung zur Tabelle: Für den Störfall „Helikopterabsturz“ gibt der Gesuchsteller nur die Gesamtdosis an. Für die Störfälle „Bahnunfall Typ A-Behälter“ macht der Gesuchsteller keine detaillierten Angaben, weist aber darauf hin, dass der überwiegende Anteil der Dosis aus der Bodenphase stammt.

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) der Richtlinie HSK-R-14:	Dosis [mSv] gemäss HSK-Berechnung			Dosis [mSv] gemäss ZWILAG-Berechnung		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 1a: 0.1 mSv - Behälterabsturz mit Freisetzung gem. [IAE 90a]	$8,49 \cdot 10^{-3}$	$8,73 \cdot 10^{-3}$	$1,72 \cdot 10^{-2}$	$1,16 \cdot 10^{-2}$	$1,38 \cdot 10^{-2}$	$2,54 \cdot 10^{-2}$
Schutzziel 1b: 1 mSv - Helikopterabsturz auf Typ A-Behälter mit Brand	$9,00 \cdot 10^{-2}$	$3,07 \cdot 10^{-1}$	$3,97 \cdot 10^{-1}$	-	-	$2,20 \cdot 10^{-2}$
Schutzziel 2: 100 mSv - Bahnunfall Typ A-Behälter ohne Brand	$5,11 \cdot 10^{-2}$	$2,97 \cdot 10^{-1}$	$3,48 \cdot 10^{-1}$	-	-	8,00
- Bahnunfall Typ A-Behälter mit Brand	$2,68 \cdot 10^{-1}$	$4,18 \cdot 10^{-1}$	$6,86 \cdot 10^{-1}$	-	-	8,00
- Bahnunfall BE-Behälter (Typ B) mit Brand	$9,52 \cdot 10^{-2}$	1,35	1,45	$2,00 \cdot 10^{-1}$	1,90	2,10

Tab. 10-2: Detaillierung des Störfalles „Bahnunfall mit einem BE-Transportbehälter und Brand“

Dosis beim Wolkendurchzug [mSv]		Dosis nach dem Wolkendurchzug [mSv]	
Externe Bestrahlung aus der Wolke	$3,23 \cdot 10^{-4}$	Externe Bestrahlung vom Boden	$4,36 \cdot 10^{-1}$
Inhalation aus der Wolke	$9,39 \cdot 10^{-2}$	Inhalation bei Wiederaufwirbelung	$1,10 \cdot 10^{-2}$
Externe Bestrahlung vom Boden während dem Wolkendurchzug	$1,03 \cdot 10^{-3}$	Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel (24 h)	$9,04 \cdot 10^{-1}$
Total Wolkenphase	$9,52 \cdot 10^{-2}$	Total Bodenphase	1,35
		Total Wolken-/Bodenphase	1,45

eintreten. Lediglich für die beiden letztgenannten Einwirkungen kann eine Aktivitätsfreisetzung an die Umgebung nicht ausgeschlossen werden. Der Gesuchsteller hat deshalb aus dem Spektrum der Einwirkungen auf die Brennelemente, Abfallgebinde, Lagercontainer, Transport- und Lagerbehälter die Fälle:

- Absturz eines Brennelementes in der Heissen Zelle
- Absturz von Behältern, Lagercontainern oder Gebinden vom Kran
- Brand eines MAA-Bitumenfasses im Umladebereich

für die Ermittlung der Auswirkungen auf die Umwelt betrachtet.

Beurteilung der HSK

In den Zwischenlagegebäuden sind Explosionen bei entsprechender Auslegung der Lüftungsanlagen und bei entsprechenden Betriebsvorschriften nicht zu erwarten. Die HSK betrachtet deshalb die Auswahl der zu untersuchenden Störfallkategorien (Abstürze und Brände) als zweckmässig. Im Freigabeverfahren muss der Nachweis erbracht werden, dass Ausfälle und Fehlfunktionen der Leittechnik zu keiner Freisetzung führen können.

Absturz eines Brennelementes in der Heissen Zelle

Angaben des Gesuchstellers

Aufgrund des Aktivitätsinventars sind nur die HAA-Kokille und das Brennelement relevant. Da in der HAA-Kokille die radioaktiven Stoffe in einer Glasmatrix eingeschlossen sind und zudem die flüchtigen Nuklide H-3 und Kr-85 nicht mehr vorhanden sind (sie werden beim Wiederaufarbeitungsprozess abgetrennt), ist das Brennelement für die Auswirkungen auf die Umgebung dominant. Der Störfall "Absturz eines Brennelementes" in der Heissen Zelle wird vom Gesuchsteller in die Ereignisklasse I eingestuft.

Für die Berechnung der Auswirkungen beim Brennelementabsturz geht der Gesuchsteller von den nachfolgend dargelegten Annahmen aus. Beim Absturz wird ein Aufreissen aller Brennstäbe des Brennelementes angenommen. Dadurch gelangt das im Spaltgasraum der Brennstäbe vorhandene Edelgas (1,3% des Edelgasinventars in den Brennstäben) vollständig in die Zellenatmosphäre. Für die anderen radioaktiven Stoffe wird angenommen, dass diejenige Menge austritt, welche unter den gegebenen Bedingungen in der Atmosphäre der Heissen Zelle luftgetragen auftreten kann. Dies ergibt einen Gewichtsanteil von rund $3 \cdot 10^{-4}$ des gesamten Brennstoffs des Brennelementes.

Von diesen innerhalb der Heissen Zelle freigesetzten Stoffen gelangt ein Teil in die Abluftanlage. Darin erfolgt über zwei hintereinander angeordnete Schwebstofffilter (jedes mit einem Rückhaltefaktor von 10^4) eine Abscheidung der Aerosole. Der gemeinsame Filterrückhaltefaktor wird mit 10^5 angesetzt. Tritium und Krypton werden in diesen Filtern nicht zurückgehalten. Die Abgabe der radioaktiven Stoffe an die Umwelt erfolgt auf Gebäudehöhe.

Beurteilung der HSK

Der vom Gesuchsteller als Vertreter der Störfallkategorie „mechanische Belastungen in der Heissen Zelle“ gewählte Absturz eines Brennelementes ist abdeckend. Im übrigen akzeptiert die HSK die Annahmen des Gesuchstellers.

Im Sinne einer Grenzwertbetrachtung hat die HSK angenommen, dass 15% des H-3 im Spaltgasraum vorhanden sind und damit auch freigesetzt werden können. Ferner ist zu den Annahmen des Gesuchstellers anzumerken, dass dem Kerninventar ein MOX-Brennelement mit ursprünglich 4,4% spaltbaren Isotopen und 36 GWd/t Abbrand zugrundeliegen. Es ist aber bereits heute abzusehen, dass gewisse Brennelemente

in den kommenden Jahren diese Randbedingungen überschreiten werden, was entsprechende ergänzende Untersuchungen erfordert, deren Ergebnisse im Freigabeverfahren und bei der Erarbeitung der für die Betriebsfreigabe einzureichenden, revidierten Fassung des Sicherheitsberichtes berücksichtigt werden müssen.

Die Ergebnisse der HSK werden mit jenen des Gesuchstellers in Tabelle 10-3 A verglichen

Tab. 10-3 A: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Störfall
„Brennelementabsturz in der Heissen Zelle“

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) gem. Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der ZWILAG		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Untersuchter Störfall						
Schutzziel 1a: 0.1 mSv						
Brennelementabsturz in der Heissen Zelle	$5,46 \cdot 10^{-3}$	$2,90 \cdot 10^{-3}$	$8,36 \cdot 10^{-3}$	$2,57 \cdot 10^{-4}$	$3,25 \cdot 10^{-4}$	$5,82 \cdot 10^{-4}$

Nach Ansicht der HSK kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Extremfall ein TL-Behälter angeliefert wird, in welchem alle Brennelemente als defekt angenommen werden müssen (z.B. nach einem Transportunfall). Typischerweise werden TL-Behälter eine Kapazität von 20 Brennelementen haben. Beim Öffnen eines solchen Behälters in der Heissen Zelle wäre höchstens mit dem 20-fachen der in Tabelle 10-3 A aufgeführten Dosen zu rechnen. Auch in diesem Extremfall würde der Richtwert gemäss Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 deutlich unterschritten werden und der Richtwert gemäss Schutzziel 1a nur dann (um weniger als 100%) überschritten werden, wenn eine erhöhte Tritiumfreisetzung aus den Brennelementen stattfände.

Absturz von Behältern, Lagercontainern oder Gebinden vom Kran

Angaben des Gesuchstellers

Zur Erfassung der maximalen Auswirkung von Abstürzen des Lagergutes bei der Handhabung wählt der Gesuchsteller eine Kombination von höchstem Aktivitätsinhalt und grösster Fallhöhe. Bezüglich Aktivitätsinhalt ist ein Absturz von Behältern im HAA/BE-Lager von Interesse. Die maximale Fallhöhe liegt für diesen Anlageteil aber innerhalb der Auslegungsgrenzen für TL-Behälter, weshalb keine störfallbedingte Freisetzung von radioaktiven Stoffen erfolgt.

Für das MAA-Lager wählt der Gesuchsteller den Absturz eines Lagercontainers mit zehn 1400 l-Fässern mit Hülsen und Endstücken aus der Wiederaufarbeitung (grösstes Aktivitätsinventar aller MAA-Gebinde) aus der grösstmöglichen Absturzhöhe (23 m) auf ein unnachgiebiges Fundament. Die Häufigkeit eines solchen Störfalles liegt gemäss den Angaben des Gesuchstellers im Bereich $10^{-4}/a \leq h < 10^{-2}/a$.

Obwohl in den MAA-Gebinden lediglich feste Strukturteile mit darauf zum Teil festhaftenden Reststoffen aus der Wiederaufarbeitung in eine Betonmatrix mit inaktivem Zementmantel eingebettet sind, wird davon ausgegangen, dass das Aktivitätsinventar gleichmässig über das gesamte MAA-Gebinde verteilt vorliegt. Durch diese Annahme können alle anderen Gebinde (insbesondere solche ohne inaktiven Zementmantel) abgedeckt werden. Aufgrund der Fallhöhe und einer Dämpfung der Aufprallenergie durch den Lagercontainer wird ein zertrümmerter Anteil der Zementmatrix von 0,66 Gew.-% berechnet.

Aus dem entstandenen Partikelspektrum werden Teilchen mit einem Durchmesser von weniger als 50 µm als flugfähig angesehen. Der Gewichtsanteil dieser flugfähigen Partikel beträgt gemäss dem verwendeten Modell 0,06% der ursprünglichen Zementmatrix. Ein Grossteil dieser Partikel wird von den in überwiegender Menge vorliegenden grösseren Teilchen überdeckt sein. Die abgestürzten Fässer bleiben aber weiterhin von ihrer Stahlhülle umschlossen, wenn auch diese zum Teil an mehreren Stellen aufgerissen wird. Diesem Umstand wird Rechnung getragen, indem für den Austritt von festen flugfähigen Partikeln eine Rückhaltung im Fass mit einem Faktor 10 angenommen wird. Tritium wird weitgehend an das Kristallwasser des Zements gebunden, weshalb der gleiche Freisetzungsanteil wie für die festen Teilchen angewendet wird. Krypton entweicht hingegen vollständig aus dem beim Absturz zertrümmerten Anteil der Zementmatrix.

Beurteilung der HSK

Zum Behälterabsturz im HAA/BE-Lager macht die HSK darauf aufmerksam, dass für die Leckrate eines Behälters des Typs B(U) nach einem Absturz (mit oder ohne Brand) die in den internationalen Transportvorschriften [IAE90a] festgehaltenen Werte angenommen werden müssen, sofern keine davon abweichenden behälterspezifischen Daten vorliegen. Auf dieser Basis ist vom Gesuchsteller eine Analyse der radiologischen Folgen eines TL-Behälterabsturzes im HAA/BE-Lager durchzuführen. Die HSK erwartet dabei keine Schwierigkeiten beim Nachweis der Einhaltung der Richtlinie HSK-R-14 (Schutzziel 1b).

Die Ergebnisse der Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers werden in Tabelle 10-3 B dargestellt.

Tab. 10-3 B: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Störfall „Containerabsturz im MAA-Lager“

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) der Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] gemäss den Be- rechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Be- rechnungen der ZWILAG			
	Untersuchter Störfall	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 1b: 1 mSv Containerabsturz im MAA-Lager		$2,90 \cdot 10^{-4}$	$2,81 \cdot 10^{-2}$	$2,84 \cdot 10^{-2}$	$1,71 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{-1}$	$1,09 \cdot 10^{-1}$

Die Berechnungen der HSK zeigen, dass für diesen Störfall der Dosisrichtwert gemäss Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten wird. Dies bedeutet, dass auch andere Gebindeabstürze im MAA-Lager oder im MAA/SAA-Lager (erfahrungsgemäss sind Abstürze mit einer grösseren Häufigkeit aber einem kleineren Schadensausmass zu erwarten) von diesen Berechnungen abgedeckt sind.

Bezüglich der Modellierung des analysierten Störfalles erklärt sich die HSK, bis auf den ohne Nachweisführung angesetzten gedämpften Aufprall des Lagercontainers, mit den Annahmen des Gesuchstellers einverstanden. In ihren Dosisberechnungen (siehe Tabelle 10-3 B) geht die HSK konservativ von einem nicht gedämpften Aufprall und einem damit verbundenen erhöhten Beschädigungsanteil der Zementmatrix von 1,5% aus.

Brand eines Fasses mit bituminerten MAA im Umladebereich

Angaben des Gesuchstellers

Aufgrund des Anlagenkonzeptes für das MAA-Lager mit

- einer weitgehenden Vermeidung von brennbaren Baustoffen und Minimierung an brennbaren Betriebsstoffen
- Vermeidung explosiver und leichtflüchtiger brennbarer Stoffe
- passiven und aktiven Brandschutzmassnahmen

und der Auslegung der Behälter ist ein Brand sehr unwahrscheinlich. In diesem Lager werden dennoch Abfallgebinde mit einer brennbaren Abfallverfestigungsmatrix (Bitumen) gelagert. Deshalb hat der Gesuchsteller die Auswirkungen eines Brandes im Umladebereich bestimmt. Die Häufigkeit eines solchen Störfalles liegt gemäss den Angaben des Gesuchstellers im Bereich $10^{-4}/a \leq h < 10^{-2}/a$.

Der Gesuchsteller nimmt an, dass das gesamte Fass vollständig ausbrennt. Dabei erfolgen weder aktive Löschmassnahmen, noch erlischt der Brand selbsttätig und frühzeitig. Alle im Fass enthaltenen Nuklide werden dadurch in den Lagerbereich freigesetzt. Mit einer aus Brandversuchen ermittelten mittleren Abbrandgeschwindigkeit für Bitumen von 0,7 mm/min resultiert eine Branddauer von 20 Stunden. Obwohl ein derartiger Brand von der Brandmeldeanlage erkannt wird und ein automatisches Schliessen der entsprechenden Klappen im Sekundenbereich bewirkt, wird davon ausgegangen, dass die Brandschutzklappen sowie die nachgeschalteten Absperrklappen erst nach einer Minute geschlossen sind. Für diesen Zeitraum beträgt der am Brandort freigesetzte Aktivitätsanteil ca. 0,08%. Ein Teil davon gelangt aus der Umgebung des Brandortes über die Lüftung an die Umwelt. Weitere Abgaben an die Umwelt werden durch den Lüftungsabschluss deutlich reduziert. Sie sind dann lediglich verursacht durch die Leckage von zwei hintereinander geschalteten Lüftungsklappen mit einer gesamten Leckage von 0,25%. Die Emission erfolgt auf Gebäudehöhe über die gesamte Branddauer von 20 Stunden.

Beurteilung der HSK

Der Gesuchsteller hat keine Analyse der Störfälle „Brand im MAA/SAA-Lager“ und „Brand im HAA/BE-Lager“ präsentiert. Im HAA/BE-Lager und im MAA/SAA-Lager dürfen keine Abfälle mit brennbarer Verfestigungsmatrix gelagert werden (**Auflage 9**, siehe Abschnitte 8.1.6 und 8.3.1). Unter diesen Randbedingungen bewertet die HSK die vom Gesuchsteller getroffene Störfallauswahl, wie auch die darin enthaltenen Annahmen für die Aktivitätsabgabe an die Umwelt, als zweckmässig. Sie vermisst dennoch Angaben über den Brandverlauf von nitrathaltigem Bitumen. Die HSK hat für ihre Ausbreitungsrechnungen die Freisetzungssanteile und die Quellterme des Gesuchstellers verwendet.

Die Ergebnisse der Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers sind in Tabelle 10-3 C dargestellt.

Tab. 10-3 C: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Störfall „Brand eines Fasses mit bituminierten MAA“

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) ge- mäss Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der ZWILAG		
Schutzziel 1b: 1 mSv	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Brand eines Bitumen- Fasses im MAA-Lager	$1,87 \cdot 10^{-2}$	$2,39 \cdot 10^{-2}$	$4,26 \cdot 10^{-2}$	$1,31 \cdot 10^{-2}$	$9,48 \cdot 10^{-2}$	$1,08 \cdot 10^{-1}$

In den Lagerbuchten und (beim Umladen von Gebinden aus einem Transportbehälter in einen Zwischenlagerbehälter) im Umladebereich befinden sich mehrere Gebinde am selben Standort: Im Umladebereich sind es bis ca. 50 (Inhalt eines Transportbehälters), in einer Lagerbucht mehrere hundert. Die Ergebnisse in Tabelle 10-3 C zeigen, dass beim Brand von mehr als ca. 25 Gebinden das Schutzziel 1b der Richtlinie HSK-R-14 verletzt würde. Nach Ansicht der HSK sind deshalb Massnahmen zu treffen, damit sich ein allfälliger Brand eines bitumenhaltigen Abfallgebundes nicht auf weitere Fässer ausdehnen kann. Solche Massnahmen sind sowohl in der Entladestation als auch in den entsprechenden Lagerbuchten des MAA-Lagers zu implementieren (**Auflage 14**).

Auswirkungen für das Betriebspersonal

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat für einige Störfälle neben der Ermittlung der Bevölkerungsdosen auch Überlegungen zu den radiologischen Auswirkungen auf das Betriebspersonal angestellt. Für das HAA/BE-Lager werden aufgrund der Behälterauslegungen keine Dosen erwartet, welche die Limiten für das Betriebspersonal überschreiten. Im MAA-Lager erfolgt die Handhabung der Gebinde fernbedient, weshalb für dieses Lager keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen für das Personal zu erwarten sind. Auch in der Heissen Zelle sind wegen der fernbedienten Handhabung keine unzulässigen Dosen bei Störfällen zu erwarten.

Im MAA/SAA-Lager erfolgt die Handhabung der Gebinde ebenfalls fernbedient, in Ausnahmefällen können sich jedoch Personen in der Lagerhalle befinden. Der Gesuchsteller hat deshalb für die Beurteilung der Dosen für das Betriebspersonal folgenden Fall näher analysiert: Im MAA/SAA-Lager wird ein Containerabsturz mit der maximalen Anzahl von 10 Stück 1200 l-Fässern unterstellt, wobei sich gleichzeitig eine Person in der Nähe des Absturzortes befindet. Bei diesem Fall ist die berechnete Störfalldosis einer Einzelperson deutlich unter dem zulässigen Wert für die beruflich strahlenexponierte Person.

Beurteilung der HSK

Die HSK schliesst sich der Einschätzung des Gesuchstellers bezüglich Dosen für das Betriebspersonal bei Störfällen an.

Nach Störfällen im MAA-Lager können Räumungsarbeiten in hohen Strahlenfeldern notwendig sein, weil die einzulagernden Gebinde Oberflächendosisleistungen bis 75 Sv/h aufweisen. Der HSK ist vor der Inbetriebnahme des MAA-Lagers ein Konzept für solche Räumungsarbeiten vorzulegen (**Auflage 15**).

10.6.2 Einwirkungen von aussen

Angaben des Gesuchstellers

Als Einwirkungen von aussen betrachtet der Gesuchsteller:

- Erdbeben
- Blitzschlag
- Überflutung
- Flugzeugabsturz.

Aufgrund des Standortes und der Auslegung des Zwischenlagers (Abschnitte 7.1.1 und 7.1.2) vertritt er die Ansicht, dass nur der Flugzeugabsturz eine wesentliche Gefährdung darstellt. Der Gesuchsteller ermittelt die radiologischen Auswirkungen des Absturzes eines vollbetankten schweizerischen Militärflugzeuges mit

und ohne Kerosinbrand auf die Anlagenteile:

- HAA/BE-Lager
- MAA-Lager
- MAA/SAA-Lager

und vergleicht sie mit den Anforderungen von Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14.

Die radiologischen Folgen eines Flugzeugabsturzes auf die Heisse Zelle werden nicht analysiert, da die Heisse Zelle einen Vollschutz gegen Flugzeugabstürze aufweist (Abschnitt 7.1.2).

Die den Berechnungen des Gesuchstellers zugrundegelegten, nuklidspezifischen Freisetzungssanteile sind dieselben wie für den Fall der Einwirkung von innen (Abschnitt 10.6.1).

Flugzeugabsturz auf das HAA/BE-Lager

Angaben des Gesuchstellers

Für das HAA/BE-Lager stellen nicht die baulichen Strukturen, sondern die vorgesehenen Transport- und Lagerbehälter selbst den Schutz gegen die Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes dar. Aufgrund der Behälterauslegung gegen mechanische und thermische Einwirkungen wird davon ausgegangen, dass sie auch einem Flugzeugabsturz standhalten und nur eine kleine störfallbedingte Freisetzung der eingelagerten radioaktiven Stoffe auftritt. Selbst für einen Kerosinbrand als Folge des Flugzeugabsturzes zeigen die Analysen eine geringere Branddauer, als für die Zulassung als B(U)-Transportbehälter erforderlich ist.

Infolge eines Flugzeugabsturzes können TL-Behälter durch Gebäudetrümmer überdeckt werden. Bei einer vollständigen Überdeckung eines maximal beladenen HAA-Behälters (Wärmeleistung 56 kW, für BE-Behälter abdeckend) mit einer Schuttdicke von 30 cm kann eine Behälteroberflächentemperatur von ca. 340°C erreicht werden. Dies ist zwar mehr als die höchste Temperatur (290°C), bei welcher ein Versagen der Deckeldichtung ausgeschlossen werden kann. Letztere Temperatur wird aber gemäss den Modellrechnungen des Gesuchstellers erst nach 55 Stunden erreicht. Werden innerhalb dieser Zeit 15% der Trümmer entfernt, wird diese kritische Temperatur auch später nicht überschritten.

Für das HAA/BE-Lager sieht der Gesuchsteller auch eine Einlagerung der Stilllegungsabfälle aus dem Versuchsatomkraftwerk Lucens vor. Für die Schadensermittlung bei einem Flugzeugabsturz wird von keiner Schutzwirkung des Lagergebäudes ausgegangen. Die Behälter werden ebenfalls als vollständig zerstört angesehen. Modellhaft wird angenommen, dass die Behälter bereits konditioniert seien und dass die Aktivität gleichmässig über das gesamte Volumen der Zementmatrix verteilt sei. Bezogen auf die zerstörte Zementmatrix beträgt der Gewichtsanteil der flugfähigen Partikel rund 15%. Wegen der anzunehmenden vollständigen Zerstörung der Behälter wird eine Rückhaltung weder durch Partikelüberdeckung noch durch die Wandungen berücksichtigt. Ein Teil der flugfähigen Partikel gelangt an die Umwelt. Die Abgabehöhe wird mit 12,5 m angenommen.

Bei einem unterstellten Brand von 6000 l ausgelaufenem Kerosin beträgt die Branddauer rund 4 Minuten. Durch die Temperatureinwirkung verdampft Kristallwasser aus der Zementmatrix, wodurch eine Zerstörung dieses Matrixteiles bewirkt wird. Wegen der teilweisen Überdeckung flugfähiger Partikel von nicht flugfähigen Teilchen und Rückhaltung an Behälterwänden wird für den freigesetzten Anteil ein Rückhaltefaktor von 10 in Rechnung gestellt.

Aufgrund der thermischen Überhöhung durch den Brand errechnet sich eine Freisetzungshöhe von 110 m Höhe, konservativ wird aber von einer effektiven Höhe von 70 m ausgegangen.

Gemäss den Ausführungen im Abschnitt 2.3 hält sich der Gesuchsteller die Option einer Lagerung von schwachaktiven Abfällen im HAA/BE-Lager offen. Er ist der Auffassung, dass mit der Analyse der Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das MAA/SAA-Lager auch die Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf mit schwachaktiven Gebinden beladene ISO-Container im HAA/BE-Lager abgedeckt sind.

Beurteilung der HSK

Die HSK ist der Auffassung, dass mit der heute verfügbaren Technologie HAA- und BE-Lagerbehälter derart gebaut werden können, dass diese den unterstellten Beanspruchungen beim Flugzeugabsturz ohne unzulässige Leckagen standhalten (siehe Abschnitt 8.1.2). Beim Behälterfreigabeverfahren werden unter anderem detaillierte Nachweise für das Verhalten der Behälter bei mechanischen und thermischen Beanspruchungen verlangt, einschliesslich des Nachweises der Einhaltung des Schutzzieles der Richtlinie HSK-R-14 für den Fall eines Flugzeugabsturzes auf das Zwischenlager.

Die HSK ist der Auffassung, dass nach einer Trümmerbedeckung der Behälter genügend Zeit zur Entfernung des Schuttes vorhanden ist. Es ist nicht mit einer Beeinträchtigung der Behälterdichtheit zu rechnen. Allerdings hat der Gesuchsteller in seinen Berechnungen die in der Mehrheit der Fälle zu erwartende zusätzliche Temperaturerhöhung der Behälter und der Trümmer durch einen Kerosinbrand nicht berücksichtigt. Für die Räumung der Trümmer bzw. die Bereitstellung von ausreichenden Kühlmöglichkeiten stünde aber auch dann genügend Zeit zur Verfügung.

Die HSK erklärt sich mit dem Vorgehen des Gesuchstellers bei der Analyse des Flugzeugabsturzes auf die konditionierten Lucens-Abfälle weitgehend einverstanden. Beim Brandszenario jedoch wird angenommen, dass es als Folge eines Absturzes eintritt, weshalb der vom Gesuchsteller angenommene Rückhaltefaktor von 10 in den Berechnungen der HSK nicht berücksichtigt wird. Ferner rechnet die HSK für die Nuklidgruppe der übrigen Alpha-Strahler mit dem nach [ZWI94h] für thermische Einwirkung gültigen Freisetzunganteil von 0,011.

Es ist anzumerken, dass die Lucens-Abfälle gegenwärtig noch nicht, wie in den Störfallberechnungen angenommen, in einem konditionierten Zustand vorliegen. Wie in Abschnitt 4.1 dargelegt, empfiehlt die Nagra vielmehr, mit der Konditionierung der Lucens-Behälter solange zu warten, bis die definitiven Annahmebedingungen des Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle festgelegt werden. Dies bedeutet, dass diese Behälter mehrere Jahre im unkonditionierten Zustand gelagert werden müssen. Der Gesuchsteller hat keine diesbezüglichen Störfallanalysen eingereicht. Die HSK hat im Sinne einer grundsätzlichen Machbarkeitsprüfung die radiologischen Folgen eines Flugzeugabsturzes auf die unkonditionierten Lucens-Behälter abgeschätzt.

Aus der Sicht der Störfallanalyse hat die HSK keine grundsätzlichen Einwände gegen eine Einlagerung von schwachaktivem Abfall in das HAA/BE-Lager. Sie erwartet aber spätestens anlässlich des Einlagefreigabeverfahrens detaillierte Störfallanalysen.

Die Ergebnisse der HSK werden in Tabelle 10-4 (Seite 117) mit jenen des Gesuchstellers verglichen.

Flugzeugabsturz auf das MAA-Lager

Angaben des Gesuchstellers

Für den Anlagenbereich MAA-Lager hat der Gesuchsteller bauliche Massnahmen zum Schutz gegen die Folgen eines Flugzeugabsturzes vorgesehen. Die Dicke des Daches ist derart gewählt, dass ein Penetrationsschutz gewährleistet ist. Allerdings ist eine Beschädigung des Gebäudes bei einer derartigen Einwirkung nicht auszuschliessen, weshalb mit Rissbildungen in der Decke zu rechnen ist. Abschirmriegel über

den Lagerschächten verhindern, dass abgeplatzte Deckenteile die in den Schächten eingelagerten MAA-Gebinde beschädigen.

Bei einem Kerosinbrand wird mit keinen störfallbedingten Freisetzungen von eingelagerten bituminierten radioaktiven Stoffen gerechnet: Die Bitumenfässer werden in Containern eingelagert, die als Brandschutzeinheit ausgeführt sind. Dadurch ist ein Einsickern von Kerosin nicht möglich. Aufgrund der Lagerbedingungen im Lagerschacht ist eine Selbstentzündung des Kerosins auszuschliessen. Lediglich bereits brennendes Kerosin, welches durch Ritzen in Decke und Abschirmriegel eindringen kann, kann zu einem Brand im Lagerschacht führen. Der Gesuchsteller hat deshalb für eingelagerte zementierte Fässer, obwohl auch diese in Lagercontainern eingebettet sind, eine störfallbedingte Radionuklidfreisetzung an die Umwelt ermittelt. Diese basiert auf dem Eindringen von 300 ℓ Kerosin in einen Lagerschacht mit einer Branddauer im Einfachlagerschacht von rund 60 Sekunden. Aus dieser Wärmebeeinflussung ergibt sich für einen Lagerschacht mit 80 560 ℓ - Fässern (das 1400 ℓ - Fass besitzt im Gegensatz dazu eine Inaktivschicht aus Beton) in der untersten Stapelebene (nur auf diese Ebene können die Flammen bei der eindringenden Menge von 300 ℓ Kerosin direkt einwirken) ein Freisetzungspotential von rund viereinhalb Fassinhalten.

Die Rückhalteeffekte werden wie beim Flugzeugabsturz auf das MAA/SAA-Lager angesetzt. Die Aktivitätsabgabe an die Umgebung liegt um mehrere Grössenordnungen tiefer als für das MAA/SAA-Lager.

Beurteilung der HSK

Die HSK schliesst sich der Einschätzung des Gesuchstellers an. Im Baufreigabeverfahren muss der Nachweis erbracht werden, dass das MAA-Lager nicht nur für kompakte Flugzeugteile, sondern auch für das ganze Flugzeug einen Penetrationsschutz aufweist. Dem Nachweis ist die Richtlinie HSK-R-14 zugrunde zu legen.

Die Ergebnisse der Berechnungen der HSK werden in Tabelle 10-4 mit jenen des Gesuchstellers verglichen.

Flugzeugabsturz auf das MAA/SAA-Lager

Angaben des Gesuchstellers

Aufgrund der Wandstärken von Dach und Seitenteilen des Anlagebereiches MAA/SAA-Lager rechnet der Gesuchsteller bei einem Flugzeugabsturz mit einer erheblichen Beschädigung des Gebäudes und dadurch bedingt auch mit der Zerstörung mehrerer eingelagerter Gebinde. Die Analyse des Zerstörungsausmasses zeigt selbst für einen senkrechten Aufprall des Flugzeuges auf die Decke, also den schwächsten Teil des MAA/SAA-Lagers, dass ein beträchtlicher Anteil der Energie bereits von der Decke absorbiert wird. Das grösste Ausmass an Schaden resultiert aus dem angenommenen vollständigen Einsturz des Daches einschliesslich der darauf befindlichen Flugzeugtrümmer. Unter der Annahme einer maximalen Absturzhöhe auf die aktivitätsmässig dominanten 1200 ℓ-Fässer aus der Wiederaufarbeitung (wobei nur die unterste Lagerebene als belegt angenommen wird) wird errechnet, dass 1,65% der Matrix der getroffenen Fässer zerstört ist. Der Gewichtsanteil der flugfähigen Partikel liegt bei rund 1,5% der zerstörten Matrix. Da jedes getroffene Fass mit einer zum Teil durch Risse beschädigten aber dennoch vorhandenen Stahlhülle umgeben ist und die flugfähigen Partikel mit grösseren Teilchen überdeckt bzw. durchsetzt sind, wird ein Faktor 5 für die Rückhaltung der flugfähigen Partikel in Rechnung gestellt. Die gesamte, auf eine volle Belegung der untersten Beladungsebene des Lagers (1430 Fässer) hochgerechnete Freisetzung von festen flugfähigen Partikeln beträgt rund 7% von einem durchschnittlichen Fassinhalt. Aus der Umgebung des Unfallortes gelangt ein Teil an die Umwelt. Die Emissionshöhe beträgt 10 m.

Bei einem Absturz des Flugzeuges auf die Seitenwand des MAA/SAA-Lagers rechnet der Gesuchsteller nicht mit einer vollständigen Durchdringung der Wand durch den Flugkörper. Die abplatzenden Wandteile haben eine geringere Fallhöhe als vergleichsweise Deckenteile, zudem können diese nur einen Teil der Fässer in der unteren Ebene erfassen. Eine Abschätzung der Aktivitätsfreisetzung an die Umwelt ergibt einen wesentlich tieferen Wert als für den vorher dargelegten Fall. Im ungünstigsten Fall ist dabei allerdings von einer Freisetzung auf Bodenhöhe auszugehen.

Der Gesuchsteller analysiert neben den bereits dargelegten mechanischen Auswirkungen bei einem Flugzeugabsturz auf das MAA/SAA-Lager ebenfalls einen nachfolgenden Kerosinbrand. Dabei wird von einer Kerosinmenge von 6000 ℓ ausgegangen, die sich aufgrund der geschätzten Trümmerverteilung auf die Fläche eines Viertels der Lagerhalle ausbreitet, mit einer daraus resultierenden Branddauer von etwas weniger als 3 Minuten. Zwar sind nach den Annahmen des Gesuchstellers die Abfallgebinde nicht brennbar. Durch den beim Brand erfolgenden Wärmeeintrag in das Fass kann jedoch das Kristallwasser aus dem Zement verdampfen. Die in dieser Matrix enthaltenen radioaktiven Stoffe können deshalb nicht länger als gebunden betrachtet werden. Aufgrund des Brandverlaufs wird davon die Menge von total 34 Fassinhalten betroffen. Da die radioaktiven Stoffe mit Kalkpartikeln locker vermischt sind, wird ein Rückhaltefaktor von 10 in Rechnung gestellt. Der nicht zurückgehaltene Anteil (entsprechend 3,4 Fassinhalten) wird konservativ als flugfähig betrachtet. Aus der unmittelbaren Umgebung der beschädigten Gebinde gelangen je nach Nuklid unterschiedliche Anteile an die Umwelt. Die Freisetzungshöhe wird konservativ mit 70 m Höhe angenommen.

Beurteilung der HSK

Die HSK betrachtet die vorgenommene Modellierung der Aktivitätsfreisetzung an die Umwelt als geeignet, um die entsprechend der Richtlinie HSK-R-14 verlangte realistische Abschätzung der Auswirkungen vornehmen zu können. Nach ihrer Ansicht ist aber der angenommene Brandausschluss nicht genügend erwiesen: Zwar dürfen im MAA/SAA-Lager keine Abfallgebinde mit brennbarer Verfestigungsmatrix eingelagert werden; in Zement verfestigte und von Zement umhüllte brennbare Stoffe sind jedoch vorhanden. Der Gesuchsteller gibt an, dass Gebinde mit brennbaren Materialien eine maximale Aktivität von 10 GBq/Gebinde aufweisen werden. Bei solchen Gebinden können z.B. die Zementumhüllung vom Flugzeugabsturz beschädigt und der Inhalt freigelegt werden. Diesbezüglich hat die GRS in ihrem von der HSK in Auftrag gegebenen Gutachten die Annahme getroffen, dass alle Gebinde mit der oben angegebenen maximalen Aktivität von 10 GBq/Gebinde und einem für Betriebsabfälle repräsentativen Nuklidspektrum vom Treibstoffbrand betroffen werden. Für ihre Berechnungen hat die HSK diese konservative Annahme übernommen und die von ihr akzeptierten Freisetzungsanteile gemäss Gesuchsteller verwendet. Den resultierenden Quellterm hat sie zu jenem des Gesuchstellers dazugezählt. Damit kann grundsätzlich gezeigt werden, dass die Richtwerte der Richtlinie HSK-R-14 auch bei der Lagerung von brennbarem Abfall eingehalten werden können. Würde man diesen Quellterm für brennbaren Abfall den Berechnungen der ZWILAG überlagern, würde dies zu einer Limitenüberschreitung führen. Da die Berechnungen der ZWILAG, wie in Abschnitt 10.3 aufgezeigt, bezüglich Aerosolablagerung sehr konservativ sind, ergäbe eine realistischere Berechnung einen Dosiswert von weniger als 100 mSv. Die detaillierte Abklärung, unter Berücksichtigung des tatsächlich zu erwartenden Abfallinventars, ist vom Gesuchsteller im Betriebsfreigabeverfahren durchzuführen.

Berechnungen der radiologischen Auswirkungen der untersuchten Störfälle

Die von der HSK ermittelten maximal zu erwartenden Dosisbelastungen für Einzelpersonen in der Umgebung werden in Tabelle 10-4 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen.

Die Wolkenphase wird bei allen Störfällen durch die Inhalation dominiert. Die Dosis in der Bodenphase wird einerseits durch die Ingestion und andererseits durch die externe Strahlung der abgelagerten radioaktiven Stoffe bestimmt. Bei gewissen Störfällen ist auch die Inhalation von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen von Bedeutung.

Die Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers zeigen, dass bei den untersuchten Störfällen im Zwischenlagergebäude die maximalen Dosisbelastungen unterhalb des Richtwertes von 100 mSv gemäss der Richtlinie HSK-R-14 liegen.

10.6.3 Zusammenfassende Bewertung

Sowohl die Berechnungen des Gesuchstellers als auch jene der HSK zeigen, dass die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14 und damit auch die Anforderungen von Art. 94 StSV erreicht werden. Auch wenn die heute nur näherungsweise bekannten Inventare der verschiedenen Abfallgebindetypen in Zukunft von den Annahmen im Sicherheitsbericht etwas abweichen, ist eine Überschreitung der Richtwerte dieser Richtlinie nicht anzunehmen. Die HSK erwartet, dass im revidierten Sicherheitsbericht, der ihr vor der Betriebsfreigabe vorgelegt werden muss (siehe Kapitel 5), die offenen Aspekte geklärt werden und die Ergebnisse aller relevanten Störfallanalysen auf der Basis der aktuellsten Daten zu den Abfallgebinden und zur Anlage sowie unter Berücksichtigung der Hinweise der HSK enthalten sind. Zusammen mit den Anträgen auf Einlagerungsfreigabe für die einzelnen Abfallgebindetypen sind Nachweise einzureichen, dass diese Abfallgebindetypen von den Annahmen im definitiven Sicherheitsbericht abgedeckt sind. Andernfalls sind ergänzende Störfallanalysen durchzuführen (siehe dazu Kapitel 5).

10.7 Störfälle in der Konditionierungsanlage

10.7.1 Einwirkungen von innen

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat für folgende auslösende Ereignisse deren Auswirkungen auf die Umgebung analysiert:

- Leckage von radioaktiven Flüssigkeiten
- Auftreten von Projektilen
- Absturz von Gebinden
- Brand
- Explosionen.

Leckage von radioaktiven Flüssigkeiten

Der Gesuchsteller betrachtet die beiden Fälle, für welche Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 anwendbar ist:

- Versagen des Konzentratbehälters und
- Leckage eines mit Prozessabwasser gefüllten Sammel tanks,

wobei dargelegt wird, dass die Aktivitätsabgabe an die Umwelt im zweiten Fall geringer ist als im ersten. Beim Versagen des Konzentratbehälters oder einer angeschlossenen Leitung fliesst 1 m³ Verdampfer-

konzentrat in die dichte Bodenwanne des Raumes. Die Wannenoberfläche beträgt etwas weniger als 9 m². Das darin befindliche Konzentrat wird innerhalb von 24 Stunden in einen geschlossenen Behälter zurückgepumpt. Aufgrund der Temperatur des ausgeflossenen Konzentrats, die von anfänglich 80°C innerhalb eines Tages auf 28°C absinkt, kommt es zu einer Verdunstung von insgesamt 90 kg Konzentrat. Die spezifische Aktivität des Konzentrates beträgt $1,15 \cdot 10^{12}$ Bq/m³.

Tab. 10-4: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Störfall „Flugzeugabsturz auf ein Zwischenlagergebäude“

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) nach der Richtlinie HSK-R-14 Untersuchter Störfall	Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Berechnung der ZWILAG		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 2: 100 mSv						
- Flugzeugabsturz auf MAA-Lager mit Brand	$2,15 \cdot 10^{-3}$	$4,05 \cdot 10^{-4}$	$2,55 \cdot 10^{-3}$	$6,63 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$2,43 \cdot 10^{-2}$
- Flugzeugabsturz auf konditionierte Lucens-Behälter ohne Brand	$7,06 \cdot 10^{-2}$	$5,57 \cdot 10^{-1}$	$6,28 \cdot 10^{-1}$	$2,41 \cdot 10^{-2}$	$3,47 \cdot 10^{-1}$	$3,72 \cdot 10^{-1}$
- Flugzeugabsturz auf konditionierte Lucens-Behälter mit Brand	$3,81 \cdot 10^{-2}$	1,50	1,54	$3,00 \cdot 10^{-2}$	$6,04 \cdot 10^{-1}$	$6,34 \cdot 10^{-1}$
- Flugzeugabsturz auf un-konditionierte Lucens-Behälter ohne Brand	$4,71 \cdot 10^{-1}$	3,71	4,18			
- Flugzeugabsturz auf un-konditionierte Lucens-Behälter mit Brand	$5,12 \cdot 10^{-1}$	20,2	20,7			
- Flugzeugabsturz auf BE-Behälter ohne Brand *	$2,23 \cdot 10^{-1}$	3,13	3,35	$1,75 \cdot 10^{-1}$	5,16	5,34
- Flugzeugabsturz auf MAA/-SAA-Lager ohne Brand	$1,78 \cdot 10^{-1}$	$7,33 \cdot 10^{-2}$	$2,51 \cdot 10^{-1}$	$2,82 \cdot 10^{-1}$	3,52	3,80
- Flugzeugabsturz auf MAA/SAA-Lager mit Brand	24,6	33,6	58,2	25,5	67,7	93,2

* Beim Absturz auf einen TL-Behälter ist der Fall ohne Brand abdeckend: Die höchstzulässige Leckrate eines TL-Behälters nach dem Aufprall wird gemäss den Bestimmungen von [IAE91a] begrenzt unabhängig davon, ob ein Folgebrand stattfindet. Im Fall eines Folgebrands werden bei gegebener Freisetzung aus dem Behälter die resultierenden Dosen wegen der thermischen Überhöhung aber kleiner. Der Fall „BE-Behälter“ ist zudem repräsentativ für den Fall „HAA-Behälter“.

Tritium wird vollständig, die übrigen Nuklide werden mit einem Anteil von 0,001 in die Raumluft freigesetzt. Die luftgetragenen radioaktiven Stoffe gelangen über das Abluftsystem auf Gebäudehöhe an die Umwelt. Tritium wird durch die Schwebstofffilter im Abluftsystem nicht zurückgehalten, die übrigen Nuklide werden jedoch zu 99,95% zurückgehalten.

Auftreten von Projektilen

Projekteile können entstehen durch:

- Versagen von rotierenden Maschinen
- Versagen von unter Druck stehenden Komponenten
- Absturz von Lasten.

In der Konditionierungsanlage können Projektilen grundsätzlich bei Störungen in der Zentrifuge, bei der Handhabung von Druckflaschen, im Druckluftsystem, in den Hydrauliksystemen und den Druckpumpen der Vordekontamination entstehen. Aufgrund der Auslegung ist eine Projekttilbildung bei Störfällen in diesen Systemen und Komponenten jedoch nicht zu erwarten. Ein Absturz einer Last vom Kran ist hingegen nicht auszuschliessen. Bei solchen Ereignissen ist Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 einzuhalten.

Es wird angenommen, dass in der β/γ -Box-Halle vorübergehend unter dem Hallenlaufkran Fässer mit Rohabfall stationiert sind. Durch ein Versehen löst sich ein scharfkantiger Gegenstand von 100 kg Masse vom Kran und stürzt aus 10,2 m Fallhöhe auf ein darunter stehendes Fass. Der Gegenstand durchschlägt aufgrund seiner Energie den Deckel des Fasses, ist jedoch nicht in der Lage das Fass oder dessen Inhalt zu zertrümmern. Durch diesen Aufprall wird lose Kontamination aufgewirbelt, die durch die entstandene Fassöffnung in die Raumluft der Halle entweicht. Der freigesetzte Anteil von im Fass vorhandener Radioaktivität wird mit 2% angesetzt. Über das Abluftsystem gelangen die luftgetragenen radioaktiven Stoffe auf Gebäudehöhe an die Umgebung. Eine Rückhaltewirkung der Schwebstofffilter im Abluftsystem wird für Aerosole (ohne H-3) mit 99,95% in Rechnung gestellt.

Behälterabsturz in der Konditionierungsanlage

Beim Transport von Abfallfässern und Abfallcontainern ist ein Absturz des Transportgutes nicht auszuschliessen. Bei horizontalen Transporten durch Rollbahnen und Transportwagen sind die Geschwindigkeiten allerdings zu gering, um Schäden am Transportgut hervorzurufen. Bei Abstürzen von Kränen und Staplern bestimmt die Fallhöhe das Schadensausmass. Das grösste Aktivitätsinventar ist in jenen Fässern vorzufinden, bei denen am Abfall bereits eine Vorbehandlung (Kompaktierung, Zerkleinerung) vorgenommen worden ist. Aus diesem Grund analysiert der Gesuchsteller den Absturz eines Abfallfasses vom Stapler des Hochregallagers als abdeckendes Szenario. Das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 ist anwendbar.

Aus der grösstmöglichen Fallhöhe von 9,7 m wird ein Fassabsturz vom Stapler zwischen die Lagergestelle angenommen. Dieses 200 l-Fass mit vorbehandeltem Abfall wird durch den Aufprall aufgerissen und die darin enthaltene lose Kontamination von 10% des Aktivitätsinventars an die Raumluft des Hochregallagers abgegeben. Dieser flugfähige Staub wird von der Abluftanlage zu den Schwebstofffiltern geführt. Dort findet eine Partikelabscheidung von 99,95% statt. Der nicht zurückgehaltene Anteil an luftgetragenen Stoffen gelangt auf Gebäudehöhe an die Umgebung.

Brand

Brandschutzmassnahmen sind in der Konditionierungsanlage vorgesehen. In der Sortierbox selbst sind jedoch keine fest installierten Sprühflutsysteme vorhanden, weshalb der Gesuchsteller einen Brand in der Sortierbox untersucht hat. Das Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 ist anwendbar.

Es wird unterstellt, dass während einer Sortierkampagne ein Fass sich in der Sortierbox entzündet. Als Fassinhalt werden 30 kg Baumwoll-Putzmaterial, 3 kg Dekontaminationsmittel (Alkohol) und 10 kg nicht brennbarer Abfall angenommen. Trotz automatischem Abschluss der Brandschutzklappen wird angenommen, dass der Brand nicht erstickt, sondern dass lediglich eine Verzögerung des Abbrennens der Abfälle eintritt. Die Branddauer des Alkohols beträgt 5 Minuten, die der Putzwolle 30 Minuten. Aufgrund der Brandeinwirkung gelangt der gesamte Aktivitätsinhalt des Fasses, als feste Partikel oder als Aerosole, zum Teil auch an Russpartikeln gebunden, in die Atmosphäre der Sortierbox. Die Wärmeentwicklung bewirkt einen Druckaufbau in der Sortierbox, was deren Undichtheit bewirkt. In weiterer Folge kommt es zur Abgabe der gesamten Aktivität aus der Box an die Sortierboxhalle. Durch eine Erhöhung der Abluftrate auf ca. 3 Luftwechsel pro Stunde werden die Rauchgase und die luftgetragene Aktivität aus der Sortierboxhalle abgesaugt, vom Abluftsystem übernommen und über die Schwebstofffilter dieses Systems an die Aussenluft abgegeben. Eine Rückhaltung von Aerosolen und Partikeln wird dabei mit 99,95% berücksichtigt. Der Aktivitätsaustritt an die Umgebung erfolgt auf Gebäudehöhe.

Explosionen

In der Konditionierungsanlage finden die Stoffe Acetylen und Wasserstoff Anwendung. Acetylen wird ausschliesslich in der aktiven Werkstatt benutzt, in der das Potential an radioaktiven Stoffen gering ist. Wasserstoff gelangt zum Trennen in der Zerlegezelle zum Einsatz, wobei in der β/γ -Box weitaus höhere Aktivitätsinventare vorhanden sein können als in der aktiven Werkstatt. Aus diesem Grund wird vom Gesuchsteller der Störfall Entzündung von Wasserstoff in der β/γ -Box analysiert. Auch dieser Störfall ist ein- oder mehrmals während des Betriebs der Anlage zu erwarten. Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 ist anwendbar.

Bei Trennarbeiten mit dem Plasmatrennverfahren unterstellt der Gesuchsteller, dass der Schlauch, welcher den Wasserstoff zur Trenndüse führt, unbemerkt verletzt wird. Dadurch strömt Wasserstoff in die Zerkleinerungszelle der β/γ -Box. Das Druckreduzierventil an der Wasserstoffflasche begrenzt den Durchfluss, womit ein plötzliches und übermässiges Ausströmen verhindert wird. Aufgrund der Bedingungen in der Zerlegezelle (Raumvolumen sowie Zu- und Abluftstrom) kann es bei vollständiger Durchmischung von Gas und Luft zu keiner Explosion kommen. Im Austrittsbereich nahe der Fehlstelle im Schlauch ist hingegen eine explosionsfähige Konzentration von Wasserstoff möglich. Eine Zündung dieses volumenmässig kleinen kegelförmigen Bereiches von 1 bis 3 Litern führt zu einer Verpuffung, welche zu keiner Beschädigung der Box führen kann. Die Verpuffung bewirkt jedoch eine vollständige Aufwirbelung der Aktivität von fünf Rohabfallfässern. Diese luftgetragene Aktivität gelangt gereinigt durch den Luftwäscher mit einer Partikelrückhaltung von 99% und über die Schwebstofffilter des Fortluftsystems mit einer Partikelrückhaltung von 99% auf Gebäudehöhe an die Umwelt.

Auswirkung auf das Betriebspersonal

Der Gesuchsteller hat zusätzlich zu den Auswirkungen von Störfällen auf die Bevölkerung (Tabelle 10-5) die radiologischen Auswirkungen auf das Betriebspersonal analysiert. Es werden neben der unmittelbaren Störfalldosis zusätzlich die Belastungen von nachfolgenden Aufräumarbeiten ermittelt. Dabei ergeben sich keine unzulässigen Strahlenbelastungen.

Beurteilung der HSK

Die HSK erklärt sich mit den Analysen des Gesuchstellers zur Ermittlung der störfallbedingten Aktivitätsabgaben an die Umgebung bis auf einige Punkte einverstanden, die vor der Inbetriebnahme der Anlage im revidierten Sicherheitsbericht bereinigt werden müssen. Die wichtigsten davon werden nachfolgend angegeben.

Es ist eine eingehendere Darlegung und Begründung dafür notwendig, dass ein Brand in der Sortierbox den abdeckenden Brandfall darstellt. Die Existenz von leistungsfähigen Löschanlagen in anderen Bereichen der Konditionierungsanlage stellt keinen Ausschlussgrund für eine Abgabe von radioaktiven Stoffen dar. Das Vorgehen zur Ablufthandhabung während und nach der Brandbekämpfung ist in bezug auf die Filterwirksamkeit bei der Entrauchung sowie auf das Risiko einer Filterverstopfung und damit eines eventuellen Lüftungsausfalles speziell für den analysierten Fall zu konkretisieren. Daraus abgeleitete Anforderungen an die Filter sind in die Spezifikationen aufzunehmen. Diese und andere noch offene Punkte müssen bei der Revision des Sicherheitsberichtes abgeklärt werden. Der Gesuchsteller muss auch spätestens im Betriebsfreigabeverfahren für die Konditionierungsanlage darlegen, wie die Handhabung von Dekontflüssigkeiten vorgenommen wird. Zudem ist darzulegen, welche Massnahmen im Hinblick auf den Explosionsschutz für die Bereiche Sammlung organischer Flüssigkeiten, Dekontmittelannahme, Zerkleinerungszelle und Gasflaschenlager vorgesehen sind.

Die von der HSK ermittelten maximal zu erwartenden Dosisbelastungen für Einzelpersonen in der Umgebung werden in Tab. 10-5 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Bei diesen Störfällen wurde der Ingestionspfad am kritischen Aufpunkt vom Gesuchsteller nicht berücksichtigt. Andererseits wurde die externe Dosis durch Bestrahlung vom kontaminierten Boden sehr konservativ berechnet.

Tab. 10-5: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung bei Einwirkungen von innen in der Konditionierungsanlage

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisgrenzwert) der Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der ZWILAG		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 1a: 0,1 mSv						
- Leckage von radioaktiven Flüssigkeiten	$1,43 \cdot 10^{-4}$	$6,93 \cdot 10^{-5}$	$2,12 \cdot 10^{-4}$	$1,54 \cdot 10^{-4}$	$9,54 \cdot 10^{-5}$	$2,49 \cdot 10^{-4}$
- Einwirkung von Projektilen	$2,23 \cdot 10^{-4}$	$5,26 \cdot 10^{-5}$	$2,76 \cdot 10^{-4}$	$3,79 \cdot 10^{-4}$	$2,52 \cdot 10^{-4}$	$6,31 \cdot 10^{-4}$
- Absturz eines Behälters	$2,20 \cdot 10^{-3}$	$5,17 \cdot 10^{-4}$	$2,72 \cdot 10^{-3}$	$3,73 \cdot 10^{-3}$	$2,49 \cdot 10^{-3}$	$6,21 \cdot 10^{-3}$
- Brand in der Sortierbox	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,63 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-2}$	$1,89 \cdot 10^{-2}$	$1,28 \cdot 10^{-2}$	$3,17 \cdot 10^{-2}$
- Explosion in der Beta/Gamma-Box	$1,14 \cdot 10^{-2}$	$2,73 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-2}$	$1,91 \cdot 10^{-2}$	$1,27 \cdot 10^{-2}$	$3,18 \cdot 10^{-2}$

Die Wolkenphase wird bei allen Störfällen durch die Inhalation dominiert. Die Dosis in der Bodenphase wird vor allem durch die Ingestion und durch die Inhalation von wiederaufgewirbelten radioaktiven Stoffen bestimmt. Bei gewissen Störfällen ist auch die externe Strahlung vom kontaminierten Boden von Bedeutung.

Die Berechnungen der HSK und des Gesuchstellers zeigen, dass bei allen untersuchten Einwirkungen von innen in der Konditionierungsanlage die maximalen Dosisbelastungen deutlich unterhalb des gemäss Richtlinie HSK-R-14 zulässigen Grenzwertes liegen.

Nach Ansicht der HSK ist die vom Gesuchsteller präsentierte Analyse der Auswirkungen von Störfällen auf das Betriebspersonal zweckmässig. Die Resultate zeigen, dass die Bestimmungen der StSV hinsichtlich des beruflich strahlenexponierten Personals eingehalten werden können.

10.7.2 Einwirkungen von aussen

Der Gesuchsteller hat folgende Ereignisse betrachtet:

- Erdbeben
- Blitzschlag
- Überflutung
- Flugzeugabsturz.

Aufgrund der Auslegung der Anlage gegen Einwirkungen von aussen verbleibt der Flugzeugabsturz als einziger relevanter Störfall. Anwendbar ist Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14.

Das Flugzeug stürzt auf das mit 930 Fässern voll beladene Hochregallager der Konditionierungsanlage. Das Aktivitätsinventar des Hochregallagers beträgt insgesamt 2 TBq. Diese Aktivität wird beim unterstellten Flugzeugabsturz mit Folgebrand zu 100% für den brennbaren Anteil und zu 10% für den nicht brennbaren Anteil an die Umgebung freigesetzt.

Beurteilung der HSK

Die HSK schliesst sich in ihrer Bewertung der Einwirkungen von aussen weitgehend dem Vorgehen des Gesuchstellers an. Gemäss den Ausführungen in Abschnitt 2.8 beträgt jedoch das gesamte mittlere Inventar des Hochregallagers rund 7 TBq und nicht, wie vom Gesuchsteller angenommen, 2 TBq. In der Bewertung der Bevölkerungsdosen durch die HSK wird diese Diskrepanz berücksichtigt. In den Tabellen 10-6 und 10-7 werden die Ergebnisse der HSK detailliert dargelegt bzw. mit jenen des Gesuchstellers verglichen.

10.7.3 Zusammenfassende Bewertung

Eine umfangreiche Beweisführung der Störfallauswirkungen für die Konditionierungsanlage ist vom Gesuchsteller vorgenommen worden. Die HSK schliesst sich nicht in jedem Detail, wohl aber weitgehend den Ausführungen des Gesuchstellers an. Die Störfallrechnungen des Gesuchstellers und der HSK zeigen, dass die Richtwerte der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten werden können.

Tab. 10-6: Detaillierte Ergebnisse der Berechnungen der HSK für den Störfall Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Brand

Dosis beim Wolkendurchzug [mSv]		Dosis nach dem Wolkendurchzug [mSv]	
Externe Bestrahlung aus der Wolke	1,50·10 ⁻³	Externe Bestrahlung vom Boden	5,77
Inhalation aus der Wolke	24,9	Inhalation bei Wiederaufwirbelung	11,7
Externe Bestrahlung vom Boden während dem Wolkendurchzug	1,66·10 ⁻³	Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel (24 h)	17,7
Total Wolkenphase	24,9	Total Bodenphase	35,1
		Total Wolken-/Bodenphase	60,0

Tab. 10-7: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Störfall „Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Konditionierungsanlage“

Anwendbares Schutzziel (inkl Dosisrichtwert) gemäss Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] HSK Berechnung			Dosis [mSv] ZWILAG Berechnung		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 2: 100 mSv - Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Brand	24,9	35,1	60,0	9,2	29,4	38,7

In der revidierten Fassung des Sicherheitsberichtes, die im Hinblick auf die Betriebsbewilligung vorgelegt werden muss, und im Freigabeverfahren, müssen die offenen Aspekte abgeklärt und die Hinweise der HSK berücksichtigt werden.

10.8 Störfälle in der Verbrennungs- und Schmelzanlage

10.8.1 Einwirkungen von innen

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat folgende Störfälle untersucht:

- Versagen des Quenchtanks
- Brand eines Fasses im Eingangsbereich
- Verpuffung

- Stromausfall
- Abriss der Rauchgasleitung.

Für die Verpuffung und den Stromausfall geht der Gesuchsteller davon aus, dass keine Freisetzung von radioaktiven Stoffen an die Umgebung erfolgt. Für den Störfall Verpuffung begründet er dies einerseits mit den Annahmebedingungen des Abfallgutes (Ausschluss explosionsfähiger Materialien) sowie andererseits damit, dass durch den Einbau von Berstscheiben, welche den Ofen direkt mit evakuierten Rückhaltetanks verbinden, eine Verpuffung im System ohne Beschädigung der Anlage abläuft. Für den Störfall Stromausfall wird darauf hingewiesen, dass dieser keine Folgeschäden verursacht, welche zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen könnten.

Die verbleibenden Störfälle sind nach Ansicht des Gesuchstellers während des Betriebs der Anlage zu erwarten. Anwendbar ist deshalb Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14.

Versagen des Quenchtanks

Beim Versagen des Quenchtanks fließen 1,75 m³ Quenchwasser in das darunterliegende Auffangbecken. Aufgrund der Wassertemperatur von anfänglich 70° C verdunstet innerhalb von 12 Stunden etwas mehr als 61 kg vom ausgelaufenen Wasser. Der Übertrag an radioaktiven Stoffen durch Verdunstung vom Quenchwasser in die Gebäudeluft beträgt für H-3 und C-14 100%, für die restlichen Stoffe 0,1%. Dieser luftgetragene Anteil gelangt gereinigt über das Abluftsystem, mit einer Partikelrückhaltung von 99,9% im Aerosolfilter, auf Gebäudehöhe an die Umwelt.

Brand eines Fasses im Eingangsbereich

Aufgrund der in der Verbrennungs- und Schmelzanlage vorgesehenen Vorkehrungen bezüglich Abfallbehandlung, Zündquellen, Branddetektion und Brandbekämpfung analysiert der Gesuchsteller den Störfall Brand eines Einzelfasses mit Mischabfällen beim Ablad oder auf dem Transport zum Hochregallager. Dabei wird angenommen, dass die gesamte im Fass enthaltene Aktivität vollständig in das Gebäude freigesetzt wird. In der Folge gelangen diese radioaktiven Stoffe über die Gebäudeventilation mit einem Aerosolrückhaltefaktor von 99,9% auf Gebäudehöhe an die Umgebung.

Abriss der Rauchgasleitung mit gleichzeitigem Lüftungsausfall

Der Gesuchsteller unterstellt einen vollständigen Abriss der Rauchgasleitung zwischen dem Drehherdofen und dem Quench. Dadurch gelangt die gesamte mit dem Rauchgas entweichende Aktivität eines Abfallfasses mit Verbrennungsabfällen in das Gebäude. Weil angenommen wird, dass zum selben Zeitpunkt alle Lüftungsanlagen ausfallen, findet keine Rückhaltung der luftgetragenen Aerosole in den Abluftfiltern bzw. in den Schwebstofffiltern der Raumluftkühler statt. Es wird konservativerweise angenommen, dass im Gebäude keine Ablagerung der Aerosole stattfindet und dass diese im Laufe der Zeit ungefiltert zu 100% nach aussen gelangen. Modellmässig wird die kurzfristige Freisetzung auf Gebäudehöhe des ganzen Inventars eines Durchschnittsfasses mit Verbrennungsabfällen angenommen.

Radiologische Auswirkungen auf das Betriebspersonal

Der Gesuchsteller hat neben den Störfallauswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung des Zwischenlagers ebenfalls die Auswirkungen auf das betroffene Betriebspersonal in der Anlage ermittelt. Da die Verbrennungs- und Schmelzanlage kein Betriebspersonal erfordert, welches sich dauernd oder für längere Zeit in Anlagenräumen mit radioaktivem Inventar befindet, sind vom Gesuchsteller vor allem Handhabungsstörfälle eingehender analysiert worden. Die dabei berechneten Dosisbelastungen liegen für den Störfall sowie für anschliessende Aufräumarbeiten deutlich unterhalb der zulässigen Limite.

Beurteilung der HSK

Die Störfallauswahl des Gesuchstellers wird von der HSK bis auf die folgenden Vorbehalte gutgeheissen:

- Die HSK erwartet auch beim unterstellten gleichzeitigen Ausfall der Normal- und der Ersatzstromversorgung keine nennenswerte Aktivitätsfreisetzung aus dem Drehherdofen. Sie wird die vom Gesuchsteller zur Verhinderung eines Aktivitätsaustrittes vorgesehenen Massnahmen im Freigabeverfahren prüfen.
- Im Freigabeverfahren muss der Nachweis erbracht werden, dass bei einem Erdbeben der Häufigkeit $10^{-2}/a$ die Integrität der Rauchgasleitung erhalten bleibt, weil sonst die Dosis bei diesem Erdbeben den Richtwert von Schutzziel 1a der Richtlinie HSK-R-14 bei der Verarbeitung eines Fasses mit maximaler Aktivität überschreiten würde.
- Die Vorkehrungen zur Rückhaltung von störfallbedingten Freisetzungen radioaktiver Flüssigkeiten sind zu konkretisieren. Dabei ist auch das Vorgehen zur Handhabung von Löschwasser während und nach einer Brandbekämpfung darzulegen.

Die HSK bewertet die Modellierung der Aktivitätsfreisetzung durch den Gesuchsteller bis auf den folgenden Punkt als richtig. Beim Störfall Abriss der Rauchgasleitung darf nicht die Aktivitätsmenge eines sogenannten Mittelwertfasses herangezogen werden, sondern es muss die maximal mögliche Aktivität gemäss Annahmebedingungen unterstellt werden. Die vom Gesuchsteller ermittelte Aktivitätsabgabe an die Umgebung muss deshalb für diesen Fall um den Faktor 15,1 erhöht werden.

Die von der HSK ermittelten maximal zu erwartenden Dosisbelastungen von Einzelpersonen in der Umgebung werden in Tab. 10-8 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Bei diesen Störfällen wurde der Ingestionspfad am kritischen Aufpunkt vom Gesuchsteller nicht berücksichtigt. Hingegen ist das bei der Berechnung der externen Bodenstrahlung verwendete Modell sehr konservativ.

Tab. 10-8: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung bei Störfällen (Einwirkungen von innen) in der Verbrennungs- und Schmelzanlage

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) ge- mäss Richtlinie HSK-R-14	Dosis [mSv] gemäss den Berechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Berech- nungen des Gesuchstellers		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
Schutzziel 1a: 0.1 mSv						
- Versagen des Quenchtanks im Verbrennungsbetrieb	$8,49 \cdot 10^{-7}$	$1,93 \cdot 10^{-5}$	$2,01 \cdot 10^{-5}$	$1,31 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-6}$	$2,46 \cdot 10^{-6}$
- Brand eines Fasses im Eingangsbereich	$4,60 \cdot 10^{-3}$	$5,95 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-2}$	$7,15 \cdot 10^{-3}$	$1,71 \cdot 10^{-2}$	$2,42 \cdot 10^{-2}$
Schutzziel 1b: 1 mSv						
- Abriss der Rauchgasleitung im Verbrennungsbetrieb	$3,91 \cdot 10^{-1}$	$2,37 \cdot 10^{-1}$	$6,28 \cdot 10^{-1}$	$4,42 \cdot 10^{-2}$	$4,05 \cdot 10^{-2}$	$8,47 \cdot 10^{-2}$

Die Wolkenphase wird bei allen Störfällen durch die Inhalation dominiert. Die Dosis in der Bodenphase wird einerseits durch die Ingestion und andererseits durch die externe Strahlung der abgelagerten radioaktiven Stoffe bestimmt. Beim Brand eines Fasses im Eingangsbereich ist die externe Strahlung der abgelagerten radioaktiven Stoffe am wichtigsten. Beim Versagen des Quenchtanks und beim Abriss der Rauchgasleitung dominiert der Beitrag aus der Ingestion. Detaillierte Ergebnisse der Berechnungen der HSK sind in Tabelle 10-9 beispielsweise für den Abriss der Rauchgasleitung im Verbrennungsbetrieb zusammengefasst.

Die Berechnungen der HSK zeigen, dass bei allen untersuchten Störfällen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage die maximalen Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung deutlich unterhalb der gemäss Richtlinie R-14 zulässigen Richtwerte liegen.

Die HSK schliesst sich der vom Gesuchsteller erarbeiteten Einschätzung der Störfallauswirkungen auf das Betriebspersonal an.

10.8.2 Einwirkungen von aussen

Angaben des Gesuchstellers

Für die auslösenden Ereignisse wie Erdbeben und Flugzeugabsturz ohne nachfolgenden Kerosinbrand,

Tab. 10-9: Dosisbelastungen beim Abriss der Rauchgasleitung im Verbrennungsbetrieb

Dosis beim Wolkendurchzug [mSv]		Dosis nach dem Wolkendurchzug [mSv]	
Externe Bestrahlung aus der Wolke	$1,34 \cdot 10^{-5}$	Externe Bestrahlung vom Boden	$6,07 \cdot 10^{-2}$
Inhalation aus der Wolke	$3,91 \cdot 10^{-1}$	Inhalation bei Wiederaufwirbelung	$4,95 \cdot 10^{-2}$
Externe Bestrahlung vom Boden während dem Wolkendurchzug	$2,24 \cdot 10^{-5}$	Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel (24 h)	$1,27 \cdot 10^{-1}$
Total Wolkenphase	$3,91 \cdot 10^{-1}$	Total Bodenphase	$2,37 \cdot 10^{-1}$
		Total Wolken-/Bodenphase	$6,28 \cdot 10^{-1}$

vertritt der Gesuchsteller die Ansicht, dass die Aktivitätsfreisetzungen an die Umgebung durch den Fall des Abrisses der Rauchgasleitung (siehe Abschnitt 10.7.1) abgedeckt ist.

Für die nach der Richtlinie HSK-R-14 erforderliche Abschätzung der Auswirkungen von seltenen schweren Störfällen, untersucht der Gesuchsteller den Absturz eines vollbetankten Militärflugzeuges auf Anlageteile mit hohen Aktivitätsinventaren. Dies sind das Fasshochregallager (Eingangslager) und das Fassausgangslager. Beim Fassausgangslager sind die Kokillen mit dem unbrennbaren Glasabguss, beziehungsweise der Metallschmelze fest eingebunden. Bei einem Flugzeugabsturz auf das unterirdische Fassausgangslager kommt es durch den Schutz der Baustrukturen (Decken und Wände) nur zu einer teilweisen Zerstörung der Kokillen. Eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen kann nur mittels der bei der Kokillenzerstörung erzeugten Staubpartikel erfolgen. Diese werden jedoch grösstenteils im Gebäude zurückgehalten. Für den

Störfall Flugzeugabsturz auf das Fasshochregallager muss mit höheren Aktivitätsabgaben an die Umgebung gerechnet werden, da die in den Eingangsfässern enthaltene Aktivität grösstenteils in brennbarer Form vorliegt und keine vergleichbaren Gebäude- bzw. Systembarrieren zur Freisetzungsbegrenzung vorhanden sind. Aus diesem Grund analysiert der Gesuchsteller diesen letztgenannten Störfall. Anwendbar ist Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14.

Der Flugzeugabsturz löst einen gleichzeitigen Brand aller 320 Fässer mit Mischabfällen aus. Das in einem Fass enthaltene Aktivitätsinventar entspricht einem Mittelwertfass, dessen Inhalt die im Jahresmittel angelieferten Radionuklide repräsentiert. Diese in den Fässern enthaltene Aktivität entweicht vollständig (ohne Rückhaltung) an die Umgebung. Die Freisetzungshöhe beträgt 70 m.

Beurteilung der HSK

Die HSK akzeptiert diese vom Gesuchsteller vorgenommene Modellierung der Aktivitätsabgabe an die Umgebung.

Die von der HSK ermittelten maximal zu erwartenden Dosisbelastungen für Einzelpersonen in der Umgebung werden in Tabelle 10-10 mit den Ergebnissen des Gesuchstellers verglichen. Es ist ersichtlich, dass Schutzziel 2 der Richtlinie HSK-R-14 eingehalten wird.

10.8.3 Zusammenfassende Bewertung

Der Gesuchsteller hat eine umfangreiche Beweisführung der Störfallauswirkungen für die Verbrennungs- und Schmelzanlage durchgeführt. Die HSK kann sich im wesentlichen den Ausführungen des Gesuchstellers anschliessen. Eine Klärung der noch offenen Punkte hat im Rahmen des Freigabeverfahrens und der Erarbeitung des vor der Inbetriebnahme einzureichenden, aktualisierten Sicherheitsberichtes zu erfolgen.

Tab. 10-10: Dosisbelastungen von Einzelpersonen der Bevölkerung beim Flugzeugabsturz auf das Hochregallager der Verbrennungs- und Schmelzanlage mit anschliessendem Treibstoffbrand

Anwendbares Schutzziel (inkl. Dosisrichtwert) ge- mäss Richtlinie HSK-R-14 Untersuchter Störfall	Dosis [mSv] gemäss den Be- rechnungen der HSK			Dosis [mSv] gemäss den Be- rechnungen des Gesuchstellers		
	Wolke	Boden	Total	Wolke	Boden	Total
EK III: 100 mSv - Flugzeugabsturz auf das Hochregallager mit Brand	2,96	13,7	16,7	3,58	42,8	46,4

10.9 Folgerungen für den Notfallschutz

Eine Notfallschutzplanung muss in erster Linie sicherstellen, dass keine akuten Strahleneffekte (Dosis > 0,5 Sv) auftreten können. Dafür ist bei den KKW-Umgebungen ein rasches Alarmsystem installiert. Solche Dosen - wie sie bei Unfällen in Kernkraftwerken möglich sind - treten jedoch bei Störfällen in der Umladestation und im ZZL nicht auf.

Die Störfallberechnungen zeigen, dass die Dosen für Störfälle mit Eintretenshäufigkeiten zwischen 10^{-2} und 10^{-4} pro Jahr, wie in der StSV Art. 94 Abs. 4 und in der Richtlinie HSK-R-14 (Schutzziel 1b) verlangt, kleiner sind als 1 mSv. Bei wenigen Störfällen mit Eintretenshäufigkeiten zwischen 10^{-6} und 10^{-4} pro Jahr wie etwa beim Flugzeugabsturz auf das MAA/SAA-Lager beträgt die Dosis in den benachbarten Gemeinden max. einige mSv.

Die in der StSV Art. 94 Abs. 5 geforderten vorsorglichen Massnahmen für solche Störfälle werden, in Übereinstimmung mit Art. 2 Abs. 4 der Notfallschutzverordnung, durch die Festlegung folgender Gefährdungszone abgedeckt:

- Gemeinde Würenlingen (inkl. Gebiet Station Siggenthal)
- Gemeinde Villigen
- Gemeinde Stilli
- Gemeinde Böttstein (ohne Ortsteil Kleindöttingen).

Massnahmen in der späteren Phase eines Unfalles (Bodenphase) werden aufgrund von Messungen der Radioaktivität der Lebensmittel gestützt auf das Dosismassnahmenkonzept durchgeführt. Dafür sind durch die Nationale Alarmzentrale (NAZ) Vorbereitungen im Rahmen der Notfallplanung der Kernkraftwerke getroffen worden. Eine spezielle Vorbereitung für das ZZL erübrigt sich.

Weitere Einzelheiten zur Notfallorganisation befinden sich in Abschnitt 11.3.

Für die Umladestation wird keine Gefährdungszone festgelegt.

11 ORGANISATION UND PERSONAL

11.1 Betriebsorganisation

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller, die ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG, ist eine Aktiengesellschaft, welche von den vier schweizerischen Kernkraftwerksbetreibern (Bernische Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG, Kernkraftwerk Leibstadt AG, Nordostschweizerische Kraftwerke AG) gegründet wurde. Sie bezweckt den Bau und den Betrieb eines Zwischenlagers für radioaktive Abfälle aller Kategorien, einer Umladestation und moderner Anlagen für die Behandlung der schwach- und mittelaktiven Abfälle aus schweizerischen Kernkraftwerken sowie aus Medizin, Industrie und Forschung.

Während der Projektierungs-, Bewilligungs- und Bauphase operiert der Gesuchsteller mit einer Organisationsstruktur, die personell weitgehend auf Angestellten der Partner und des PSI beruht. Er sieht vor, die Betriebsorganisation nach Erteilung aller Bewilligungen sukzessive aufzubauen, sodass bei der Inbetriebnahme eine vollständige und fertig ausgebildete Equipe zur Verfügung steht. Die Betriebsorganisation wird ihren Aufgaben gemäss in die Abteilungen "Betrieb", "Unterhalt/Technik" und "Administration" gegliedert. Die Funktionen Strahlenschutz, Qualitätssicherung und Betriebswache sind als Stabsfunktionen vorgesehen und direkt der Betriebsleitung unterstellt. Die Betriebswache wird von der Betriebswache des KKB wahrgenommen.

Beurteilung der HSK

Die Strukturierung der Organisation nach den Bedürfnissen der einzelnen Projektphasen ist vernünftig. Probleme ergaben sich allerdings anfänglich mit der personellen Dotierung der Projektorganisation, was zu Verzögerungen bei der Abwicklung führte. Dadurch, dass Teile der Betriebsorganisation schon während der Projekt- und Bauphase aufgebaut werden, werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass ein grosser Teil des während dieser Zeit erworbenen Wissens in die Betriebsphase transferiert werden kann.

Die Betriebsorganisation sieht vor, dass die Stabsstellen Qualitätssicherung (QS), Strahlenschutz und Werkschutz direkt der Betriebsleitung unterstellt werden, wodurch deren notwendige Unabhängigkeit und die schnelle Kommunikation zum Betriebsleiter sichergestellt sind. Die HSK legt Wert darauf, dass die Funktionen der Qualitätssicherung und des Strahlenschutzes auch in den technischen Abteilungen implementiert werden. Das Organigramm für die Bauphase sieht insbesondere eine Gruppe Strahlenschutz in der Abteilung „Technische Projektleitung“ vor. Die HSK weist darauf hin, dass diese Gruppe, vor allem hinsichtlich der zu bestellenden Systeme und Komponenten, genügend stark sein muss und über organisatorische Wege verfügen muss, um den Strahlenschutzaspekten Nachdruck verleihen zu können.

Das Organigramm für die Betriebsorganisation sieht den Strahlenschutz einerseits als Stabsfunktion, andererseits als Gruppe in der Abteilung „Unterhalt/Technik“. Der Strahlenschutz als Stabsfunktion gewährleistet einerseits den direkten Zugang zur Betriebsleitung. Andererseits ist die Gruppe Strahlenschutz dem Leiter der Abteilung „Unterhalt/Technik“ unterstellt, ohne direkten Zugang zur Betriebsleitung. Der Weg, damit der Strahlenschutzsachverständige nach Art. 16 StSG notfalls eine Arbeit aus Strahlenschutzgründen untersagen oder einstellen kann, ist aus dem Organigramm nicht ersichtlich. Ein bereinigtes Organigramm ist der HSK vor der Betriebsaufnahme zu unterbreiten. Der HSK ist ferner der Strahlenschutzsachverständige nach Art. 16 StSG zu nennen.

Die HSK geht davon aus, dass die Betriebsorganisation vor der Inbetriebnahme erstellt ist und alle Stellen durch kompetentes Personal besetzt sind. Ferner ist die HSK auch während des Betriebes über vorgesehene Mutationen im Kader (insbesondere Anlagenleiter, Betriebsleiter, QS- und Strahlenschutzverantwortlicher) zu informieren.

Die HSK erachtet es als notwendig, dass die Verantwortungsbereiche, die Aufgaben der einzelnen Stellen und die Stellvertretungen in einem Werksreglement niedergelegt sind. Insbesondere soll darin auch festgehalten sein, dass der Betriebsleiter die Verantwortung für den sicheren Betrieb der Anlage trägt.

Es wird vorausgesetzt, dass alle Funktionen durch eine ausreichende Zahl kompetenter Mitarbeiter erfüllt werden. Der Personalauswahl ist die nötige Sorgfalt zu schenken. Die Grundsätze dazu sind in den QS-Handbüchern niederzulegen.

Betriebserfahrung gehört neben dem Fachwissen zu den wesentlichen Elementen, welche einen sicheren Betrieb der Anlage gewährleisten. Es wäre deshalb vorteilhaft, wenn beim Übergang von der Projekt- in die Betriebsphase ein wesentlicher Grundbestand an Personal erhalten bleibt.

Für einen regelmässigen und sicheren Betrieb der Anlage ist es erforderlich, dass Entscheidungswege und Abläufe im voraus schriftlich festgelegt sind. Die HSK fordert, dass vor der Inbetriebnahme folgende Dokumente erstellt und wo notwendig von der HSK genehmigt sind:

- Werksreglement (Organigramm, Verantwortungsbereiche, interne Abläufe, Entscheidungswege und -kompetenzen)
- Qualitätssicherungshandbücher
- Notfallreglement (inkl. Notfallordner und weitere Stör- und Notfallvorschriften)
- Strahlenschutzreglement
- Betriebsvorschriften
- Technische Dokumentation über die Anlage (Komponenten, Systeme, Produkte, etc.)

Diese Dokumente sollen während des Betriebes dauernd auf ihre Gültigkeit überprüft und aktualisiert werden.

Die Aufzeichnungen während des Betriebs sollen den Betriebsverlauf und insbesondere auch Betriebsstörungen mit der notwendigen Ausführlichkeit dokumentieren. Dies soll einerseits im Rahmen des Qualitätssicherungsprogramms geschehen, andererseits soll damit auch ein wirksamer Erfahrungsrückfluss gewährleistet werden.

Damit die HSK ihre Aufsichtspflicht wahrnehmen kann, muss der Gesuchsteller regelmässig in Anlehnung an die Richtlinien HSK-R-15/HSK-R-25 über den Betriebsverlauf berichten.

11.2 Ausbildung

Angaben des Gesuchstellers

Das Betriebspersonal wird den verschiedenen Anforderungen entsprechend in Kursen und/oder an der Arbeit selbst ausgebildet. Wo möglich und sinnvoll wird die Ausbildungsmöglichkeit im benachbarten PSI mitgenutzt (Feuerwehr, Sanität, Strahlenschutz).

Beurteilung der HSK

Die HSK begrüsst es, dass der Ausbildung des Personals besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird und dass vorhandene qualifizierte Ausbildungsinstitutionen (PSI) genutzt werden. Sie geht davon aus, dass bei der Rekrutierung des Personals genau umschriebene Anforderungen an die Berufsausbildung und an die Erfahrung der einzelnen Mitarbeiter gestellt werden. Eine laufende Überwachung des Kenntnisstandes der Mitarbeiter während des Betriebs soll es ermöglichen, Defizite frühzeitig zu erkennen und diesen mit gezielten Ausbildungsmassnahmen zu begegnen. Aus- und Weiterbildungsprogramme sollen so gestaltet sein, dass die Qualifikation der Mitarbeiter erhalten bleibt und deren fachliche Kompetenz mit der Entwicklung der Technik und der Anlage Schritt hält. Es ist notwendig, dass für gewisse Funktionen, welche die Sicherheit der Anlage beeinflussen, die Anforderungen an die Ausbildung schriftlich festgelegt und überprüfbar sind. Im Fachbereich Strahlenschutz sind die Anforderungen der StSV und der Richtlinie HSK-R-37 zu beachten. Die HSK behält sich vor, für gewisse sicherheitsrelevante Funktionen die Fachkompetenz der Stelleninhaber zu überprüfen.

11.3 Notfallorganisation

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller sieht eine eigene Notfallorganisation vor, bestehend aus dem Notfalleiter, dem Notfallstab, den Notfallequipen und Spezialisten.

Ein Notfallreglement wird die Massnahmen und das Verhalten der Personen auf dem ZZL-Areal bei Vorkommnissen regeln, welche die Bevölkerung, das Betriebspersonal, die Anlage oder das Eigentum Dritter gefährden könnten. Damit gewährleistet ist, dass eine Notfalleage optimal und fachgerecht gemeistert werden kann, werden in einem Notfallordner die Grundlagen, die allgemein gültigen Unterlagen und Checklisten sowie die Betriebsnotfalleanweisungen festgehalten. In einem speziellen Teil des Notfallordners sind die Verantwortungen und Kompetenzen der Notfallorgane umschrieben.

In einem Notfall werden vor Ort die ersten Gegenmassnahmen getroffen und die Alarmierung dem Notfall entsprechend eingeleitet. Die einzelnen Notfallgruppen und Spezialisten erhalten ihre Aufträge vom Notfalleiter, um ein koordiniertes Vorgehen sicherzustellen.

Notfallorgane wie Feuerwehr, Sanität, Strahlenschutz werden vom PSI nach Bedarf beigezogen.

Beurteilung der HSK

Das wichtigste Schutzziel beim Betrieb einer Kernanlage ist der Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor ionisierender Strahlung. Aus diesem Grunde muss die Anlage so mit qualifiziertem Personal besetzt sein, dass irgendwelchen Störfällen, sei es aus Störungen der Anlage oder durch Einwirkung von aussen, jederzeit kompetent begegnet werden kann. Bei Störfällen im ZZL treten Dosen von mehr als 0,5 Sv nicht auf (Abschnitt 10.9). Ausser für den Fall eines Flugzeugabsturzes sind keine Massnahmen in der späten Phase (Bodenphase) eines Unfalles notwendig.

Die Notfallorganisation muss sich bei der Beherrschung der Notfallsituation auf eine zweckmässige Infrastruktur abstützen können. Die dazu vorgesehenen Mittel sind vom Gesuchsteller im Freigabeverfahren detailliert darzulegen. Eine rasche Alarmierung des HSK-Piketts sowie - bei radiologischen Störfällen - auch der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) ist sicherzustellen. Spezielle Aufmerksamkeit ist auch der Orientierung der Gemeinden in der in Abschnitt 10.9 festgelegten Gefährdungszone zu widmen.

Da das Zwischenlager in der Zone I von KKL und KKB wie auch im Gefährdungsgebiet des PSI liegt, hat sich die Notfallorganisation des ZZL auch auf von diesen Quellen ausgehende Notfall-Lagen vorzubereiten und diesen in ihrer Notfallplanung entsprechenden Platz einzuräumen.

Die HSK verlangt ab Freigabe des Probetriebes mit aktiven Materialien eine jährliche Notfallübung, wobei die in der Empfehlung HSK-E-03 für die Planung und Durchführung von Notfallübungen in den schweizerischen Kernkraftwerken aufgeführten Grundsätze zu berücksichtigen sind.

Da das Notfallreglement und die weiteren diesbezüglichen Dokumente (Notfallordner usw.) die Funktionen der einzelnen Notfallorgane regelt und Massnahmen und Abläufe nach einem Störfall vorschreibt, wird die HSK diese Dokumentation im Betriebsfreigabeverfahren prüfen. Die Genehmigung der Notfalldokumentation durch die HSK stellt eine der Voraussetzungen für die Betriebsfreigabe dar.

Da Störfälle auch ausserhalb der Arbeitszeit möglich sind, ist dafür zu sorgen, dass jederzeit kompetentes und entscheidungsbefugtes Personal vorhanden ist, welches die Führung in der Zeit vom Eintreten eines Ereignisses bis zum Zeitpunkt, in dem der Notfallstab operativ ist, übernehmen kann (Pikettorganisation). Der HSK sind im Betriebsfreigabeverfahren die Funktionen zu nennen, die von der Pikettorganisation gesichert werden müssen. Ferner ist zu zeigen, ob mit dem ZWILAG-Personal allein ein Pikettdienst aufrechterhalten werden kann.

11.4 Qualitätssicherung

Angaben des Gesuchstellers

Die Qualitätssicherung für die Lieferung und Erstellung der Anlagen fällt in die Zuständigkeit der Lieferanten. Diese Tatsache ist bzw. wird in den Werkverträgen mit den Lieferanten festgehalten. Darin wird der Lieferant verpflichtet, ein sachgerechtes und von den Behörden akzeptiertes Qualitätssicherungsprogramm aufzustellen und konsequent zu befolgen.

In Herstellungs-, Prüf- und Inspektionsplänen ist die Teilnahme des Gesuchstellers, der Behörden oder deren Vertreter an Prüfungen festzulegen, sofern eine behördliche Bauüberwachung vorgeschrieben wird. Der Gesuchsteller, die Behörden und deren bevollmächtigte Vertreter sind zudem berechtigt, jederzeit während der Arbeitszeit im Werk und in den Arbeitsstätten des Lieferanten und seiner Unterlieferanten den Stand der Arbeiten, die zur Verwendung kommenden Materialien sowie die angewandte Technik und die Leistungen zu prüfen.

Der Aufbau der Qualitätssicherungsorganisation wird sich weitgehend an die Qualitätssicherungsorganisation der Nordostschweizerischen Kraftwerke anlehnen, wie sie für Planung, Beschaffung, Montage und Inbetriebnahme im Kernkraftwerk Beznau (z.B. beim Projekt ZWIBEZ) eingesetzt wird.

In der Betriebsphase findet das QS-Programm eine Fortsetzung insbesondere in den Bereichen

- Unterhalt und Wartung
- Ersatz von Komponenten
- Ergänzungen und Verbesserungen.

Diese Massnahme bewirkt, dass die Anlagensicherheit auch im Betrieb gewahrt bleibt.

Auch die Herstellung der konditionierten Abfälle geschieht im Rahmen eines QS-Programms. Dieses stellt sicher, dass die Abfallprodukte die Kriterien an die Endlagerfähigkeit, so insbesondere auch die einschlägige Richtlinie HSK-R-14 sowie die Anforderungen der Nagra, erfüllen.

Beurteilung der HSK

Die HSK begrüsst es, dass der Gesuchsteller von Anfang an hohen Wert auf ein Qualitätssicherungssystem legt. Als Bewilligungsinhaber trägt er die Verantwortung für die Qualität der Anlage, der Produkte und der Dienstleistungen. Es ist seine Aufgabe, die Qualität zu planen, die Organisation und die Abläufe zu definieren und dafür zu sorgen, dass auch seine Auftragnehmer die geforderte Qualität liefern. Die HSK betrachtet ein von ihr nach erfolgtem Audit genehmigtes QS-System für die Projekt- und Bauphase als eine der Voraussetzungen für die erste Baufreigabe.

Die HSK ist ferner der Ansicht, dass das Qualitätssicherungssystem des ZZL für den Betrieb den Anforderungen eines der heute üblichen QS-Systeme, z.B. ISO-9000 oder IAEA 50-C-QA, genügen muss (**Auflage 16**). Sie behält sich vor, die Überprüfung dieses QS-Systems durch eine akkreditierte Stelle zu fordern. Die HSK wird anhand der Ergebnisse von System-Audits die Eignung des vorgeschlagenen QS-Systems beurteilen. Sie betrachtet ein positives Resultat dieser Beurteilung als Voraussetzung für die Betriebsfreigabe.

12 STILLEGUNG

Angaben des Gesuchstellers

In den Zwischenlagern (Gebäude H, M, S) und im Empfangsgebäude ist keine Aktivierung und nur geringe Kontamination zu erwarten. Die Lagerhallen und der Empfangsbereich können nach Auslagerung der Abfallgebinde und der TL-Behälter und anschliessender Freigabe durch den Strahlenschutz konventionell abgebrochen oder anderweitig genutzt werden.

Im Gebäude Z (Heisse Zelle) müssen die Zellenauskleidung und die Zelleneinrichtungen nach nuklearen Grundsätzen stillgelegt werden.

In der Konditionierungsanlage ist eine Stilllegung in mehreren Etappen vorgesehen, wobei die jeweils noch in Betrieb stehenden Einrichtungen für die Dekontamination bzw. die Konditionierung von demontierten Anlageteilen verwendet werden können. Für die Dauer der Stilllegung der Konditionierungsanlage gibt die ZWILAG eine Zeitspanne von 1 bis 2 Jahren an.

Auch der Verbrennungsofen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage kann so lange in Betrieb stehen, als dies für die Behandlung anderer stillgelegter Anlageteile erforderlich ist. Für die Dauer der Stilllegung der Verbrennungs- und Schmelzanlage gibt die ZWILAG ebenfalls eine Zeitspanne von 1 bis 2 Jahren an.

Beurteilung der HSK

Die HSK erwartet bei der Stilllegung der Anlagen des ZZL keine Schwierigkeiten. Bei der Stilllegung werden verhältnismässig wenige radioaktive Abfälle anfallen. Die von der ZWILAG angegebene Dauer von wenigen Jahren für die Stilllegungsarbeiten ist realistisch. Die HSK geht davon aus, dass die zu erwartenden Kosten durch den Stilllegungsfonds gedeckt werden.

13 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Aufgrund der Ergebnisse ihrer Begutachtung des Projektes ZZL kommt die HSK zum Schluss, dass bei den Anlagenteilen Umladestation Schiene/Strasse, HAA/BE-Lager, MAA-Lager, Heisse Zelle und MAA/SAA-Lager die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb anhand der z.Z. verfügbaren Unterlagen abschliessend und im positiven Sinn beurteilt werden können, sofern die von ihr empfohlenen Auflagen erfüllt und ihre Hinweise im vorliegenden Gutachten beachtet werden. Sie empfiehlt deshalb die Erteilung der Bau- und Betriebsbewilligung für diese Anlagenteile.

Bei den Anlagenteilen Konditionierungsanlage und Verbrennungs- und Schmelzanlage erlaubt es der gegenwärtige Projektstand nicht, eine abschliessende Beurteilung der Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb vorzunehmen. Nach Art. 7 Abs. 2 Atomverordnung kann unter diesen Bedingungen die Betriebsbewilligung nicht gleichzeitig mit der Baubewilligung erteilt werden. Die HSK empfiehlt deshalb nur die Erteilung der Baubewilligung für diese beiden Anlagenteile.

Die HSK empfiehlt, die folgenden Auflagen in die Bewilligung aufzunehmen:

- Auflage 1:** Die im HAA/BE-Gebäude zwischenzulagenden Lucens-Behälter sind auf Dichtheit zu überwachen. Falls es der Zustand der Behälter erfordert, auf jeden Fall innerhalb zweier Jahre nach der Festlegung der definitiven Annahmebedingungen für das Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle, sind die Behälter geeignet zu konditionieren.
- Auflage 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.
- Auflage 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 des Systems bzw. der Komponente.
- Auflage 4:** Die Inbetriebnahme der Zwischenlager und der Umladestation bedarf einer oder mehrerer Freigaben der HSK. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist das Vorliegen eines aktualisierten Sicherheitsberichtes.
- Auflage 5:** Die erstmalige Einlagerung eines jeden Abfallgebindetyps bedarf einer Freigabe der HSK gemäss der Richtlinie HSK-R-14.
- Auflage 6:** Vor der Freigabe der Einlagerung von Lagerbehältern mit verglastem HAA oder BE muss der Nachweis erbracht werden, dass sie eine ausreichende Schutzwirkung sowohl für die Umgebung als auch für das Lagergut gewährleisten. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn der Behälter die im Gutachten der HSK definierten Referenzanforderungen an TL-Behälter erfüllt.
- Auflage 7:** Die Dichtheit der Behälter für den Transport und die Zwischenlagerung von verglastem HAA ist während der Zwischenlagerung in geeigneter Weise zu überwachen.
- Auflage 8:** Es ist vor der Einlagerung bituminierter Abfallprodukte nachzuweisen, dass Sedimentation in diesen zu keinen explosionsfähigen Materialgemischen und zu keiner unzulässigen Herabsetzung der Selbstentzündungstemperatur des Abfallproduktes führen kann.
- Auflage 9:** Im HAA/BE-Lager und im MAA/SAA-Lager dürfen keine Abfälle mit brennbarer Verfestigungsmatrix zwischengelagert werden.

Auflage 10: Es ist vor der Inbetriebnahme zu zeigen, wie die Rückstände Salzsäure und Gips aus dem Betrieb der Verbrennungs- und Schmelzanlage gegebenenfalls als radioaktive Stoffe entsorgt werden können, falls deren Entsorgung als Inaktivmaterialien nicht möglich ist.

Auflage 11: Die Überwachung von Stellen, aus denen Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt erfolgt, muss folgenden Anforderungen genügen:

- Für alle Abgabestellen mit Ausnahme des HAA/BE-Lagers sind die β/γ -Aerosole zu bilanzieren und kontinuierlich zu überwachen.
- Für das HAA/BE-Lager ist eine zumindest stichprobenweise Überwachung der konvektiven Fortluft auf Aerosole vorzusehen.
- 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.
- Bei der Heissen Zelle und bei den Verbrennungsabgasen sind α -Aerosole kontinuierlich zu überwachen und zu bilanzieren.
- Bei den Verbrennungsabgasen ist die Abgabe von C-14 zu bilanzieren, sofern nicht nachgewiesen wird, dass die Abgabelimite (Auflage 12) nicht überstiegen werden können.

Auflage 12: Bei der Abgabe der für das ZZL relevanten radioaktiven Stoffe an die Umwelt müssen folgende auf die Abgabestelle der Verbrennungsanlage bezogene Grenzwerte eingehalten werden:

Luftpfad

Nuklide bzw. Nuklidgruppen:	H-3	C-14	β/γ -Aerosole	α -Aerosole
Langzeitabgabelimite (Bq/a):	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^7$
Kurzzeitabgabelimite (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 Langzeitabgabelimite 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.

Wasserpfad

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

Dabei stellt LE die Freigrenze gemäss der StSV dar.

Auflage 13: Falls eine Erdgashochdruckleitung in der Umgebung des ZZL gebaut wird und dabei der nach der Richtlinie US NRC RG 1.91 Rev. 1 (1978) erforderliche Sicherheitsabstand zum ZZL oder zur Umladestation unterschritten wird, müssen die radiologischen Folgen einer Gasexplosion untersucht und gegebenenfalls Schutzmassnahmen getroffen werden.

Auflage 14: Es sind Massnahmen zu treffen, damit sich ein allfälliger Brand eines bitumenhaltigen Abfallgebundes nicht auf weitere Fässer ausdehnen kann. Solche Massnahmen sind sowohl in der

Entladestation als auch in den entsprechenden Lagerbuchten des MAA-Lagers zu implementieren.

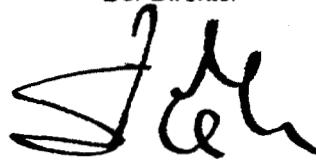
Auflage 15: Der HSK ist vor der Inbetriebnahme ein Konzept für die Aufräumarbeiten nach einem Störfall (insbesondere Behälterabsturz oder Brand) im MAA-Lager vorzulegen.

Auflage 16: Das Qualitätssicherungssystem des ZZL für den Betrieb muss den Anforderungen eines der heute üblichen QS-Systeme genügen. Sämtliche Tätigkeiten mit einer nukleartechnischen und/oder einer strahlenschutztechnischen Bedeutung müssen von diesem System abgedeckt werden.

Würenlingen, den 20. Dezember 1995

HAUPTABTEILUNG
FÜR DIE SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

Der Direktor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'S. Prêtre', written in a cursive style.

Dr. S. Prêtre

14 LISTE DER ABKÜRZUNGEN

ADREP	Accident / Incident Data Reports der ICAO (International Civil Aviation Organisation)
ALARA	As Low As Reasonably Achievable, economic and social factors being taken into account (betrifft die Strahlenexposition von Personen)
AtG	Atomgesetz (Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie vom 23. Dezember 1959).
BB/AtG	Bundesbeschluss zum Atomgesetz vom 06. Oktober 1978
BE	Brennelement (e)
BK	Belastungsklasse
BNFL	British Nuclear Fuels plc, Sellafield, England
B(U)	Kennzeichnung eines Transportbehälters für radioaktive Materialien mit den höchsten Anforderungen nach IAEA
BZL	Bundeszwischenlager Würenlingen
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires, Vélizy, Frankreich
GRS	Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, Köln und München (Deutschland)
HAA	Hochaktive(r) Abfall/Abfälle
HEPA-Filter	High Efficiency Particulate Air Filter
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEO	Internationale Atomenergieorganisation (International Atomic Energy Agency)
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ISO	International Organisation for Standardization
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk(e)
KSA	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss (Deutschland)
LE	Limite d'Exemption = Freigrenze gemäss StSV Anhang 3
MAA	Mittelaktive(r) Abfall/Abfälle
MADUK	Messnetz zur Automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke

MIF-Abfälle	Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
MSK	Medwedew, Sponheuer und Karnik (Erdbebenintensitätsskala)
NAZ	Nationale Alarmzentrale
ODL	Ortsdosisleistung
PSI	Paul Scherrer Institut
QS	Qualitätssicherung
SAA	Schwachaktiver Abfall/Abfälle
SEV	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein
SMA-Endlager	Endlager für schwach- und mittelaktive Abfälle
SSVO	Strahlenschutzverordnung vom 30. Juni 1976
StSG	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991
StSV	Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994
SU	Strahlenüberwachung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TL-Behälter	Transport- und Lagerbehälter
TÜV	Technischer Überwachungsverein (Deutschland)
USV	Unterbrechungslose Stromversorgung
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungsanstalten
ZWIBEZ	Zwischenlager Beznau der Nordostschweizerischen Kraftwerke
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG
ZZL	Zentrales Zwischenlager Würenlingen

15 REFERENZEN

- BAS93a Basler und Hoffmann Ingenieure und Planer AG: Beurteilung der Wärmeabfuhr aus dem HAA-/BE-Lager des ZZL, Bericht B-2053-03 CM/JCG (3. Dezember 1993)
- BFO91a Bürogemeinschaft für angewandte Ökologie: Zwischenlager Würenlingen - Umweltverträglichkeitsbericht 2. Stufe: Naturinventar (Dezember 1991)
- BNF90a British Nuclear Fuel plc: Vitrified Residue Specification (März 1990)
- BRD83a Bundesrepublik Deutschland: Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR, Bundesanzeiger Nr. 245a (31.12.83), Neufassung des Kapitels 4, Bundesanzeiger Nr. 222a (26.11.1994)
- BRD89a Bundesrepublik Deutschland: Bekanntmachung der Dosisfaktoren, Bundesanzeiger Nr. 185a (30. September 1989)
- BRD90a Bundesrepublik Deutschland: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu §45 Strahlenschutzverordnung zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, Bundesanzeiger Nr. 64a (31.3.1990)
- BRD94a Bundesrepublik Deutschland: Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR in der Fassung vom 26. November 1994 (Kapitel 4: Bundesanzeiger Nr. 222a, 26.11.1994, übrige Kapitel: Bundesanzeiger Nr. 245a, 31.12.1983)
- BUN59a Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz (AtG vom 23. Dezember 1959)
- BUN78a Bundesbeschluss zum Atomgesetz (BB/AtG vom 6. Oktober 1978)
- 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
- BVD94a Brandverhütungsdienst für Industrie und Gewerbe, Bereich ISBRA, Ingenieurbüro für Sicherheitsberatung und Risikoanalysen: Sicherheitskonzept ZWILAG AG - Darlegung zum Brandschutz (12.8.94)
- CEA83a Commissariat à l'Energie Atomique: Bitumens and Cements - Research and Testing (1983)
- COG86a COGEMA Branche retraitement: Spécification des déchets vitrifiés produits dans les usines UP2 et UP3 de la Hague, Bericht 300 AQ 016 Rev. 0 (Juli 1986)
- COG91a COGEMA Branche retraitement: Provisional Specifications for Bituminous Waste Produced in STE3 B (Januar 1989)
- COL91a COLENCO Ingenieurunternehmung AG: Radiologische Vorbelastung der Region Würenlingen (Juni 1991)

- COL92a COLENCO Ingenieurunternehmung AG: Erschliessung des ZWILAG-Areals - Untersuchung der Unfallrisiken für Schwertransporte zwischen den Umladestationen und dem ZWILAG-Areals (September 1992)
- COL94A COLENCO Power Consulting AG: Untersuchung der Auswirkungen eines Bahnunfalls mit Folgebrand auf Abfallgebinde und Brennelementtransportbehälter im Bereich der Umladestation Würenlingen Rev. A (Juli 1994)
- FLE83a Fleisch, J und Ramke, K.: Erfahrungen mit einem Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR im Kernkraftwerk Würgassen, Atomwirtschaft, S. 381ff (Juli/August 1983)
- GIL88a Gilbert, E. et al.: Results of Studies on the Behaviour of Spent Fuel in Storage; Journal of the Institute of Nuclear Materials Management, S. 27ff, April 1988
- GRS94a Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH: Stellungnahme zum Zwischenlager Würenlingen: Überprüfung der Störfallszenarien und Beurteilung der Plausibilität der Annahmen für die Berechnung der Quellterme, Bericht GRS-A-2109 (März 1994)
- GUB91a Gubler, R.: DOSE: Ein PC-Programm zur Dosisberechnung bei Submersion und für chronische Belastungspfade nach dem Wolkendurchzug. Version 1.0 (Mai 1991)
- HEE81a von Heesen, W und Malmström, H.: Heat Transfer from Transport Cask Storage Facilities for Spent Fuel Elements, Nucl. Technology 62, S. 62ff, 1981
- HSK88a Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Richtlinie R-14: Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle (Dezember 1988)
- HSK88b Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Gutachten zur Spezifikation verglaster hochaktiver Abfälle aus Wiederaufarbeitungsanlagen der Cogéma, Bericht HSK 21/33 (Juni 1988)
- HSK90a Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Gutachten zum Gesuch der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG um eine Bau- und Betriebsbewilligung für ein Zwischenlager für radioaktive Abfälle (Projekt ZWIBEZ) auf dem Areal des KKB, Bericht HSK 10/152 (Mai 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 Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Gutachten zu den Vorabklärungsgesuchen der schweizerischen Kernkraftwerkbetreiber zur Rückführung konditionierter radioaktiver Wiederaufarbeitungsabfälle von BNFL, Bericht HSK21/50 (Juli 1992)
- HSK94a Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Gutachten zu den Vorabklärungsgesuchen der schweizerischen Kernkraftwerkbetreiber zur Rückführung konditionierter radioaktiver Wiederaufarbeitungsabfälle von COGEMA, Bericht HSK 21/52 (Mai 1994)
- IAE91a International Atomic Energy Agency: Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, 1985 Edition (As Amended 1990), Safety Series No. 6 (1991)
- IAE92a International Atomic Energy Agency: Design and Operation of Radioactive Waste Incineration Facilities, Safety Series No. 108 (1992)

- JAC91a Jacob, P. und Meckbach, R.: External Exposure from Deposited Radionuclides, Proceedings of the Seminar on Methods and Codes for Assessing the Off-Site Consequences of Nuclear Accidents, Athens, 7-11 May 1990, Europäische Gemeinschaft, Bericht EUR-13013
- JAE91a Geologisches Büro Dr. Heinrich Jäckli AG: Geologische Baugrunduntersuchungen und Hydrogeologische Untersuchungen Zwischenlager Würenlingen/AG (Oktober 1991)
- JAE92a Geologisches Büro Dr. Heinrich Jäckli AG: Geologische Untersuchungen Umladestation ZWILAG Würenlingen/AG (Januar 1992)
- JON80a Jones, J.A.: ESCLOUD: A Computer Program to Calculate the Air Concentration, Deposition Rate and External Dose Rate from a Continuous Discharge of Radioactive Material to Atmosphere, Bericht NRB-P-101 (March 1980)
- KSA80a Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen, Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen: Richtlinie R-11: Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung... (Mai 1980)
- LEV87a Levy, I.S. et al.: Recommended Temperature Limits for Dry Storage of Spent Light Water Reactor Zircaloy-Clad Fuel Rods in Inert Gas, Bericht PNL-6189, 1987
- MAL89a Malow, G.: Thermal and Radiation Effects in the Range of the Glass Transition Temperature T_g , in Lutze, W. und Ewing, R.C.(eds.): Scientific Basis for Nuclear Waste Management XII (Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 127, 1989)
- MAQ87a Maqua, M., Bonka, H. und Horn, H.G.: Deposition Velocity and Washout Coefficient of Radionuclides bound to Aerosol Particles and Elemental Iodine, Proceedings of a Workshop on Accidental Urban Contamination (9-12 June 1987, Roskilde), Radiation Protection Dosimetry 21(1/3) (1987)
- MAR92a Marrer H.: Zwischenlager Würenlingen - UVB Konventioneller Teil: Fachgutachten Gewässerbiologie (Dezember 1992)
- NEA83a Nuclear Energy Agency of the OECD: International Comparison Study on Reactor Accident Consequence Modelling (September 1983)
- NOK94a Arbeitsgemeinschaft NOK/STEAG: Berechnung der Lufttemperatur in der Heissen Zelle bei Ausfall der Lüftungsanlage, Dok.-Nr. ZWI 3445/D001 (17.08.94)
- NOK94b Arbeitsgemeinschaft NOK/STEAG: Isotopenverteilung und charakteristische Daten abgebrannter Brennstoffe nach 5 Jahren Abklingzeit, Dok.-Nr. ZWI 3406/D003 (26.09.94)
- NRC75a United States Nuclear Regulatory Commission: Standard Review Plan, Section 9.1.1, New Fuel Storage, Dokument NUREG-75/087, 24.11.1975
- NRC78a United States Nuclear Regulatory Commission: Regulatory Guide 1.91 Rev. 1 (1978)
- PEE86a Peehs, M. und Fleisch, J.: LWR Spent Fuel Storage Behaviour, Journal of Nuclear Materials, 137, S. 99ff (1986)
- ROH81a Rohloff, F. und Brunen, E.: LIGA2: Ein verbessertes Rechenprogramm zur Berechnung der lokalen individuellen Gammasubmersionsdosis durch Abluftfahnen aus kerntechnischen Anlagen, Bericht KFA Jül-1736 (August 1981)

- SAE78s Sägesser, R. und Mayer-Rosa, D.: Erdbebengefährdung in der Schweiz, Schweizerische Bauzeitung 7, 1978
- SCH86a Schwarz, G.: Deposition and Post-Deposition Behaviour in Urban Environments, Proceedings of a Workshop on Methods for Assessing the off-site Radiological Consequences of Nuclear Accidents, Europäische Gemeinschaft, Bericht EUR-10397 (1986)
- TÜV82a TÜV Hannover e.V.: Gutachten zum Transportbehälterlager Gorleben, Bericht TBL-G 11.82 (November 1982) sowie Gutachten zum Brennelement-Zwischenlager Gorleben - Nachtrag zum Gutachten von November 1982, Bericht TBLG 10.86 (Oktober 1986)
- TÜV93a TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.: Gutachtliche Stellungnahme zur Abschirmung ionisierender Strahlung für die geplanten Lagerhallen S, M und H des Zentralen Zwischenlagers Würenlingen, Bericht ZZL12.93, Dezember 1993
- UAK92a Unterausschuss Kernenergie der Überlandwerke: Stellungnahme zur Transport- und Zwischenlagerfähigkeit von zementierten Wiederaufarbeitungsabfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague (COGEMA) (September 1992)
- UAK94a Unterausschuss Kernenergie der Überlandwerke: Übersicht über die in den schweizerischen Kernkraftwerken anfallenden Betriebsabfälle und ihre Konditionierung, Dok. UAK-94.131-BKW (November 1994)
- VER76a Verordnung über den Strahlenschutz (SSVO vom 30. Juni 1976)
- VER83a Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen (Notfallschutzverordnung vom 28. November 1983)
- VER94a Verordnung über den Strahlenschutz (StSV vom 22.06.1994)
- WAS75a United States Atomic Energy Commission: Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, WASH-1400, Bericht NUREG-75/014 (1975)
- ZWI90a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Technischer Bericht zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen (Juli 1990)
- ZWI91a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Nachtrag zum Technischen Bericht von Juli 1990: überarbeitete Gebäudeanordnung (Juli 1991)
- ZWI91b ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Abschätzung der Kollektivdosen für Personenaufenthalte in den Zwischenlagergebäuden - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3120/D12 (November 1991)
- ZWI91c ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Wärmeabfuhr aus dem Gebäude H - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3122/D12 (November 1991)
- ZWI91d ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Ermittlung abdeckender Abschirmungen und Energiespektren für BE-/HAA-Lagerbehälter und Lagergerbinde - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3122/D13 (November 1991)
- ZWI91e ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Ausfall der Stromversorgung - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3120/D13 (November 1991)
- ZWI92a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Zentrales Zwischenlager Würenlingen - Erschliessung des ZWILAG-Areals für Schwertransporte (Februar 1992)

- ZWI92b ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Erschliessung ZWILAG-Areal mit direktem Bahnanschluss, Vorprojekt, Dok.- Nr. ZWI 6221, September 1992
- ZWI93a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Abschirmbericht - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.-Nr. ZWI 3120/D9 (Mai 1993)
- ZWI93b ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Zentrales Zwischenlager Würenlingen: Bericht zur Umweltverträglichkeit (UVB 2.Stufe), Bericht 93.92.1576 (Juli 1993)
- 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)
- ZWI94b ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Sicherheitsbericht zum Gesuch um Erteilung der nuklearen Bau- und Betriebsbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen. Band II: Zwischenlagergebäude Rev. B (September 1994)
- ZWI94c ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Sicherheitsbericht zum Gesuch um Erteilung der nuklearen Bau- und Betriebsbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen. Band III: Konditionierungsanlage Rev. B (September 1994)
- ZWI94d ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Sicherheitsbericht zum Gesuch um Erteilung der nuklearen Bau- und Betriebsbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen. Band IV: Verbrennungs- und Schmelzanlage Rev. B (September 1994)
- ZWI94e ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Störfälle in der Konditionierungsanlage, Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band III, Dok.-Nr. ZWI 4190/D1 Rev. A (30.09.94)
- ZWI94f ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Strahlendosen des Betriebspersonals bei Störfällen in der Konditionierungsanlage, Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band III, Dok.-Nr. ZWI 4191/D2 Rev. A (30.09.94)
- ZWI94g ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Jährliche Strahlenbelastung des Personals, Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band IV, Dok.-Nr. ZWI 5290/D2 Rev. A (30.09.94)
- ZWI94h ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Brand eines MAA-Bitumen-Fasses im Umladebereich -Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3124/D20 Rev. A (30.09.1994)
- ZWI94i ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Bestimmung der maximal zulässigen Störfalleckrate von Behältern nach Flugzeugabsturz - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3122/D14 Rev. A (30.09.1994)
- ZWI94j ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Abschätzungen der Auswirkungen eines Brandes in einem Lagerbereich mit zementierten 560-l-Fässern im MAA-Lagergebäude - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3124/D21 Rev. A (30.09.1994)
- ZWI94k ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Einbindung des Bundeszwischenlagers in die ZWILAG-Anlagen, Technischer Bericht, Dok.-Nr. ZWI 6615/D1 (September 1994)
- ZWI94l ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Projektierungsgrundlagen, Projektierungsgrundsätze und Vorgehensweise der ZWILAG, Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht, Dok.-Nr ZWI 2782/D1 (August 1994)

- ZWI94m ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Strahlendosen des Betriebspersonals bei Störfällen in den Lagergebäuden, Nachtrag zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.-Nr. ZWI 3191/D1 (Juni 1994)
- ZWI94n ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Kapazitätserweiterung des Hochregallagers in der Konditionierungsanlage, Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band III, Dok.-Nr. ZWI 4190/D2 (30.09.94)
- ZWI94o ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Absturz von Lagercontainern und Gebinden im Zwischenlager - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3120/D14 Rev. A (20.09.1994)
- ZWI94p ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Folgen eines Flugzeugabsturzes auf die Zwischenlagergebäude - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3120/D15 Rev. B (20.12.94)
- ZWI94q ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Absturz einer Last in der Heissen Zelle - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band II, Dok.- Nr. ZWI 3125/D14 Rev. (30.09.1994)
- ZWI94r ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Strahlungsexposition in der Umgebung - Ergänzungsbericht zum Sicherheitsbericht Band IV, Dok. Nr. ZWI 5290/D1 Rev. A (30.09.1994)
- ZWI94s ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Strahlendosen des Betriebspersonals bei Störfällen in der Verbrennungs- und Schmelzanlage, Nachtrag zum Sicherheitsbericht Band IV, Dok.-Nr. ZWI 5291/D1 (Juni 1994)
- ZWI95a ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG: Brief zw2215 Vui/sdm an die HSK (30.1.1995)