

Gutachten

**zum Gesuch der ZWILAG ZWISCHENLAGER
WÜRENLINGEN AG um eine Rahmenbewilligung
für ein Zentrales Zwischenlager für radioaktive
Abfälle in Würenlingen**

März 1992

1. EINLEITUNG

1.1 Veranlassung

Gemäss Art. 10 des Bundesbeschlusses zum Atomgesetz vom 6. Okt. 1978 (BB/AtG) haben die Erzeuger von radioaktiven Abfällen auf eigene Kosten für deren sichere Beseitigung zu sorgen. Als Übergangslösung, bis die Abfälle in ein geeignetes Endlager eingebracht werden können, sehen die schweizerischen Kernkraftwerksbetreiber eine kontrollierte Zwischenlagerung vor. Zu diesem Zweck gründeten sie im Januar 1990 die ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG.

Am 16. Juli 1990 reichte die ZWILAG dem Bundesrat ein Gesuch um Erteilung einer Rahmenbewilligung nach dem BB/AtG für ein zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle (ZZL) in Würenlingen (Kt. Aargau) ein. Demnach soll das ZZL radioaktive Abfälle aufnehmen können, die aus der ausländischen Wiederaufarbeitung (WA) schweizerischen Kernbrennstoffs, aus dem Betrieb der KKW, der Stilllegung der KKW und des Versuchsatomkraftwerks Lucens sowie allenfalls auch aus dem Verantwortungsbereich des Bundes (Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung) stammen. Besondere Bedeutung kommt der Abklinglagerung hochaktiver, verglaster Wiederaufarbeitungsabfälle (HAA) und abgebrannter Brennelemente (BE) zu, welche, bedingt durch den radioaktiven Nachzerfall, erst nach einer Abkühlperiode von mehreren Jahrzehnten endgelagert werden können.

Das Vorhaben umfasst die Erstellung und den Betrieb sowohl von Lagerhallen als auch von Einrichtungen zur Behandlung der verschiedenen Abfallsorten. Dabei sollen die heute in Betrieb stehenden Konditionierungs- und Pilotverbrennungsanlagen des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) durch modernere Anlagen ersetzt werden. Das Ziel der Abfallbehandlung ist die Überführung der Rohabfälle in eine zwischen- und endlagerfähige Form, wenn möglich unter Volumenreduktion.

Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) hat den Bedarf, den Standort und das Projekt in seinen Grundzügen (Art. 1 BB/AtG) überprüft, soweit die nukleare Sicherheit und der Strahlenschutz von Bevölkerung, Umwelt und Betriebspersonal betroffen sind.

1.2 Technische Dokumentation

Mit dem Gesuch um eine Rahmenbewilligung (RBG) für das ZZL wurden folgende Dokumente eingereicht:

- Technischer Bericht (TB) zum RBG und Kurzfassung [1]
- Bedarfsnachweis [2]
- Umweltverträglichkeitsbericht, 1. Stufe [3]

Im Verlauf der Begutachtungsarbeit durch die HSK wurden infolge des Planungsfortschrittes des Projektanten und auch wegen Forderungen der HSK Änderungen und Ergänzungen [4 - 10] gegenüber dem ursprünglichen Technischen Bericht [1] gemacht. Insbesondere wurden folgende Dokumente nachgereicht:

- Zusatzbericht zum Risiko von Flugzeugabstürzen für die ZWILAG-Anlage (April 1991) [6]
- Zusatzbericht zur radiologischen Vorbelastung der Region Würenlingen (Juni 1991) [7]
- Nachtrag zum Technischen Bericht: Überarbeitete Gebäudeanordnung (Juli 1991) [8]
- Nachtrag zum Umweltverträglichkeitsbericht 1. Stufe: Überarbeitete Gebäudeanordnung (Juli 1991) [9]
- Erschliessung des ZWILAG-Areals für Schwertransporte (Februar 1991) [10]

Die HSK bezieht sich im vorliegenden Gutachten auf den TB [1], den Bedarfsnachweis [2] und auf den aktuellen Stand gemäss den später eingereichten Änderungen und Präzisierungen[4,5,6,7,8,10].

1.3 Bedeutung des Rahmenbewilligungsverfahrens

Im Rahmenbewilligungsverfahren (RBV) werden der Standort und die Grundzüge des Projektes festgelegt. Das RBV bezweckt unter anderem, für ein nukleares Bauvorhaben noch vor der Detailprojektierungsphase abzuklären, ob das Gesuch in seinen Grundzügen den in Art.3 des BB/AtG explizit festgelegten Ansprüchen genügt.

Im Rahmenbewilligungsverfahren sind von der HSK insbesondere folgende Punkte aus der Sicht der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes zu beurteilen:

(1) Bedarf

(2) Standort

(3) Grundzüge des Projektes, insbesondere:

- a. Lagerkapazität für radioaktive Abfälle
- b. Abfallkategorien
- c. ungefähre Gestaltung der unter- und oberirdischen Bauten.

Der Gesuchsteller muss nachweisen, dass seine Planung hinsichtlich obengenannter Aspekte keine Sicherheitsmängel aufweist, welche eine Fortführung des Projektes auf der nachfolgenden Stufe des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens (BBV) nach Art. 4 AtG von vornherein ausschliessen würden. Insbesondere ist für das geplante Anlagekonzept sicherzustellen, dass die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zum radiologischen Schutz von Bevölkerung, Umwelt und Betriebspersonal sowohl für den Normalbetrieb als auch unter den Bedingungen eines Störfalles bei entsprechender Detailausführung ein-

gehalten werden können. Sofern bei der projektierten Anlage kein technisches Neuland betreten werden muss, ist es sinnvoll, ähnliche, bereits in Betrieb stehende oder zumindest bewilligte Anlagen als Referenzobjekte auszuwählen und hinsichtlich der oben angeführten Aspekte zu untersuchen.

Die Sicherungsmassnahmen, welche die Sicherheit auch bei Einwirkungen Dritter gewährleisten sollen, werden auf der Stufe des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens durch die Sektion Nukleartechnologie und Sicherung des Bundesamtes für Energiewirtschaft begutachtet.

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens am gewählten Standort bezüglich nichtnuklearer Auswirkungen ist das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft zuständig.

1.4 Abgrenzung des Rahmenbewilligungsverfahrens zum Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren

Im TB wird das Konzept der vorgesehenen Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle gesamthaft vorgestellt. Zur besseren Transparenz werden darin Informationen und Absichtserklärungen abgegeben, die bereits Details der Bau- und Betriebsphase betreffen und damit im gegenwärtigen Verfahren noch nicht zu behandeln sind. Die HSK behält sich daher die Beurteilung solcher Detailfragen anhand eines ausführlichen Sicherheitsberichtes im späteren Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren (BBV) vor. Im gegenwärtigen Verfahren ist allein die grundsätzliche sicherheits- und strahlenschutztechnische Tauglichkeit des Konzeptes zu beurteilen.

1.5 Beurteilungskriterien

Die HSK stützt sich bei ihrer Beurteilung des Konzeptes einer zentralen Anlage zur Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle auf das Atomgesetz, die Strahlenschutzgesetzgebung und ihre eigenen Richtlinien. Insbesondere dienen dabei als Grundlagen:

- (a) Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz (AtG vom 23.12.1959)
- (b) Bundesbeschluss zum Atomgesetz (BB/AtG vom 6.10.1978)
- (c) Verordnung über den Strahlenschutz (SSVO vom 30.6.1976)
- (d) Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen (Notfallschutzverordnung vom 28.11.1983)

- (e) HSK Richtlinie R-11: "Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken" (1980) [11]
- (f) HSK Richtlinie R-14: "Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle" (1988) [12]

Hierzu weist die HSK auf drei Punkte hin:

- (1) Die SSVO in ihrer Form vom 30.6.1976 steht gegenwärtig in Revision. Mit dem Inkrafttreten des Strahlenschutzgesetzes (StSG) vom 22.3.91 und der Neufassung der Strahlenschutzverordnung (STRAVO) ist 1993 zu rechnen. (erfolgte 1994; Red.) Daher berücksichtigt die HSK in der Beurteilung des ZZL-Konzeptes auch die Bestimmungen des StSG und nach Möglichkeit die erwarteten Bestimmungen der STRAVO.
- (2) Die Richtlinie R-14 spezifiziert die behördlichen Anforderungen für die Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle. Sie liefert dazu einerseits Grundsätze zu den Abfallgebinden und zur Konditionierung, zum anderen werden Schutzziele für die Auslegung reiner Zwischenlagersysteme definiert, deren Einhaltung nachzuweisen ist. Die HSK hält es für angezeigt, diese Schutzziele auf die Auslegung des ZZL einschliesslich der Abfallbehandlungsanlagen anzuwenden.
- (3) Die HSK erachtet es als einen gangbaren Weg, die sicherheitstechnische Machbarkeit eines Konzeptes gemäss dem Stand der Technik durch Bezug auf ähnliche, bereits im Betrieb stehende oder bewilligte in- und ausländische Anlagen nachzuweisen.

1.6 Aufbau des HSK-Gutachtens

Es werden zunächst die Grundzüge des beantragten ZZL-Projekts vorgestellt (Kap. 2). Danach wird die Bedarfslage für das Projekt anhand des erwarteten Abfallaufkommens eingeschätzt (Kap. 3). Einen weiteren Teil des Gutachtens nimmt die Beurteilung des Standortes, unter spezieller Berücksichtigung der radiologischen Vor- und Gesamtbelastung der Umgebung ein (Kap. 4). Beurteilungen zur grundsätzlichen sicherheitstechnischen Eignung der geplanten Anlage für den Normalbetrieb und unter Störfallbedingungen folgen in Kap. 5. Die HSK nimmt dabei zu den vom Projektanten angeführten Referenzanlagen und zu den grundsätzlichen sicherheitstechnischen Merkmalen des ZZL-Konzeptes Stellung. Anschliessend wird kurz auf organisatorische Aspekte (Kap. 6) und auf die Stilllegung des ZZL (Kap. 7) eingegangen. Das letzte Kapitel enthält eine zusammenfassende Beurteilung.

2. GRUNDZÜGE DES PROJEKTES

2.1 Standort

Das ZZL soll auf dem Gemeindegebiet von Würenlingen im Kanton Aargau gebaut werden. Das Standortgelände mit einer Fläche von rund 5 ha am rechten Aareufer grenzt nordöstlich an das Areal des Paul Scherrer Institutes (PSI) an. Die benachbarten Ortschaften Villigen, Böttstein und Würenlingen liegen etwa 2 km entfernt; zur deutsch-schweizerischen Grenze beträgt die Luftlinienstrecke ca. 7 km. Die Bevölkerungsdichte beträgt für einen Radius von 2 km ca. 100 Personen/km², für den weiteren Bereich bis 10 km etwa 400 Personen/km² [13].

Die Erschliessung des Geländes erfolgt über eine bestehende, etwa 1 km lange Zufahrtsstrasse von der Kantonsstrasse Baden - Koblenz. Bei Bedarf kann der Standort auch über eine Brücke von der Strasse Villigen - Böttstein aus erreicht werden.

Die Meteorologie der Standortregion kann hinsichtlich der Jahresmittelwerte für Temperaturen und Niederschläge sowie des Auftretens von Inversionslagen als typisch für die Nordschweiz angesehen werden.

Auf dem gleichen Areal wird zur Zeit das 1985 bewilligte Bundeszwischenlager (BZL) gebaut, das ausschliesslich für Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle) bestimmt ist.

Eine ausführlichere Beschreibung und Beurteilung der Standorteigenschaften findet sich im Kap. 4.

2.2 Erschliessung für Schwertransporte

Die mengenmässig und aktivitätsmässig bedeutendsten Abfalltransporte sind Schwertransporte mit radioaktiven Wiederaufarbeitungsabfällen (WAA) aus Frankreich und Grossbritannien und abgebrannten Brennelementen (BE) aus den KKW. Sie erfolgen in der Regel auf dem Schienenweg. Der Gesuchsteller rechnet mit einer durchschnittlichen Frequenz von ca. 27-30 Bahntransporten pro Jahr bei höchstens 3 Eisenbahnwagen pro Transport [3,10].

Gegenwärtig ist kein direkter Schienenanschluss bis an den Standort des ZZL vorhanden. Der Gesuchsteller hat von mehreren Varianten für die Erschliessung des ZZL zwei ausgewählt; bei beiden ist eine Umladung auf Strassenfahrzeuge erforderlich; einen direkten Schienenanschluss hat die ZWILAG nicht in die engere Wahl gezogen.

Bei der ersten Variante erfolgt die Umladung auf Strassenfahrzeuge auf dem Areal des KKW Beznau. Von dort aus werden die bis ca. 130 Tonnen schweren Behälter auf der Strasse über eine Distanz von ca. 5 km zum ZZL befördert. Diese Variante setzt die Verstärkung o-

der den Neubau einer Brücke über die Bahnlinie Baden-Koblenz voraus. Der Gesuchsteller geht von jährlich ca. 80 Strassentransporten aus (ca. 1 Strassentransport pro Eisenbahnwagen). Bei höchstens 25% davon handelt es sich um hochaktiven Abfall (HAA) oder um abgebrannte Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern (TL-Behälter).

Bei der zweiten Variante ist der Bau einer Umladestation in unmittelbarer Nähe der Kreuzung der Kantonsstrasse Baden-Koblenz mit der Verbindungsstrasse Würenlingen-PSI vorgesehen. Die Strassenstrecke zum ZZL reduziert sich gegenüber der ersten Variante um ca. 4 km auf rund 1 km und die Kantonsstrasse wird nicht beansprucht.

Bei einer Variante mit direktem Schienenanschluss zum ZZL wäre kein Umladevorgang ausserhalb des ZZL-Areals notwendig. Nach Darstellung der ZWILAG würde eine solche Variante Rodungen von mindestens 2 ha nötig machen.

2.3 Beschreibung des Anlagekonzeptes

Auf der Stufe des Rahmenbewilligungsverfahrens wird laut Art. 1 BB/AtG die ungefähre Gestaltung der Bauten festgelegt. Deshalb sind spätere Änderungen in einem beschränkten Rahmen nicht ausgeschlossen. Die vom Gesuchsteller projektierte Anlage gemäss dem gegenwärtigen Planungsstand ist in Figur 1 dargelegt. Sie besteht im wesentlichen aus 3 funktionellen Hauptteilen:

- (1) Administrations- und Versorgungsteil bestehend aus einem Teil (A) des Konditionierungsgebäudes (K) mit Empfang, Büro- und Verpflegungsräumen für das Personal sowie einem Nebengebäude (N) für einzelne technische Hilfseinrichtungen
- (2) Zwischenlagerteil mit HAA/BE-Lagergebäude (H), heisser Zelle (Z), MAA-Lagergebäude (M), MAA/SAA-Lagergebäude (S)
- (3) Abfallbehandlungsteil mit Konditioniereinrichtungen für MAA und SAA im zweiten Teil des Konditionierungsgebäudes (K), sowie einer Verbrennungsanlage in einem getrennten Gebäude (V).

2.3.1 Administration und Versorgung

Die Verwaltung mit Kontrollraum, Sicherungszentrale, Empfang, Büroräumen, Konferenzraum, Personalverpflegung und die Umkleidegarderobe (Zutritt zur kontrollierten Zone) sollen in einer Stirnseite (A) des Konditionierungsgebäudes (K) untergebracht werden. Von der Garderobe aus lassen sich die unter den Punkten 2 und 3 des vorigen Abschnittes erwähnten Gebäude, die zur kontrollierten Zone gehören, vom Betriebspersonal ohne Verlassen dieser Zone erreichen. Im gegenwärtigen Konzept der ZWILAG sind dazu unterirdische Gänge vorgesehen.

Im Nebengebäude der Anlage (N) werden ausser den Fahrzeugen noch eine kleine Werkstatt und ein Ersatzteillager sowie die elektrische Hauptverteilung und die Verteilstation des Fernwärmenetzes REFUNA untergebracht.

2.3.2 Zwischenlager

HAA-Transport- und Lagerbehälter (TL-Behälter) aus der WA und/oder BE-TL-Behälter aus den KKW werden im HAA/BE-Lager (H) aufgestellt. Die Halle weist eine Grundfläche von 2800 m² auf, was für etwa 200 Stellplätze ausreicht. Die Wärmeabfuhr der TL-Behälter erfolgt mittels Naturkonvektion der Luft über Dachöffnungen. Dieses Gebäude soll vor allem am Anfang, möglicherweise aber während der ganzen Betriebsdauer des ZZL - abhängig vom effektiven Abfallaufkommen - auch für SAA mit Dosisleistungen von weniger als 2 mSv/h an der Gebindeoberfläche in ISO-Containern genutzt werden.

Im MAA-Lager (M) ist für alle Gebinde eine Lagerung in abdeckbaren Lagerbuchten vorgesehen. Bituminierte MAA-Gebinde aus der Wiederaufarbeitung bei der Firma COGEMA in Frankreich sollen gemäss [8] in Brandschutz-Containern untergebracht werden. Das Gebäude bietet Platz für ein Abfallvolumen von 4'100 m³.

Das laut Plan möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt zu erstellende MAA/SAA-Lager (S) mit eigenem Empfangsbereich soll ein Abfallvolumen von 16'400 m³ aufnehmen können. Die in dieser Halle zu lagernden Abfälle sind zementierte SAA sowie bestimmte Typen von nicht brennbaren MAA mit niedriger Oberflächendosisleistung.

Die heisse Zelle (Z) dient im Bedarfsfall der Handhabung von BE- oder HAA-Transportbehältern für Kontroll-, Umlade- oder Reparaturarbeiten.

2.3.3 Abfallbehandlungseinrichtungen

Konditionierungsanlage (K)

Die unkonditionierten schwach- und mittelaktiven Rohabfälle werden zunächst in einem Eingangslager mit einer Kapazität von 600-800 Fässern zu 200 l bereitgestellt. Nach Entnahme aus diesem Eingangslager werden die Abfälle bei Bedarf zerlegt und danach in verschiedene Kategorien aufgeteilt:

- (1) Feste Abfälle, die nicht verbrannt werden
- (2) Flüssige, unbrennbare Abfälle
- (3) Feste und flüssige Abfälle, die verbrannt werden

Radioaktive Abfälle der Kategorie 1 werden bei Bedarf zerkleinert und nach Möglichkeit dekontaminiert. Gereinigte Teile können nach der behördlichen Freigabe einer konventionellen

Weiterverwertung zugeführt werden. Die Aufbereitung der radioaktiv kontaminierten Waschwässer erfolgt im selben Gebäude.

Für eine Volumenreduktion bestimmter Abfälle der Kategorie 1 ist eine Hochdruckpressanlage vorgesehen. Die letzte Phase des Konditionierprozesses der festen, unbrennbaren Abfälle stellt die Zementierung oder Zementummantelung dar.

Die zumeist aus dem Betrieb der KKW anfallenden Konzentrate und Schlämme (Kategorie 2) sollen nach verschiedenen Vorbehandlungen ebenfalls in der Zementierstation verfestigt werden.

Verbrennungsanlage (V)

Brennbare radioaktiv kontaminierte Stoffe sollen soweit möglich verbrannt werden (Kategorie 3). Der Gesuchsteller geht bei seiner Planung von einem Jahresdurchsatz von ca. 100 Tonnen brennbaren Materials aus.

Die Anlage verfügt über ein eigenes Eingangslager zur Bereitstellung der Abfälle für periodisch anberaumte Verbrennungskampagnen. Nach einer Inhaltskontrolle wird das Brenngut chargenweise in die Brennkammer der Anlage eingebracht und verbrannt. Die Verbrennungsrückstände werden anschliessend konditioniert. Über eine unterirdische Verbindungsstrecke können sie zu diesem Zweck in die Konditionierungsanlage transportiert werden.

2.4 Aktivitätsinventar der Anlage

Die Abschätzung der radiologischen Auswirkungen von Störfällen und der Vergleich mit den Schutzziele der HSK R-14 für Zwischenlager erfordern die Kenntnis der möglichen Freisetzungsquellterme aus den verschiedenen Anlageteilen des ZZL. Diese Freisetzungsquellterme hängen unter anderem vom Aktivitätsinventar ab. Die HSK forderte deshalb vom Gesuchsteller Angaben über das maximal zu erwartende Aktivitätsinventar in den verschiedenen Anlagebereichen [4,5]. Diese Angaben sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Anlageteil	Alpha-Aktivität (Bq)	Beta/Gamma-Aktivität (Bq)
HAA/BE-Halle (Höchstwerte für 200 TL-Behälter mit HAA oder BE).	$4 \cdot 10^{17}$	$4 \cdot 10^{19}$
MAA-Halle	$4 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^{17}$
MAA/SAA-Halle	$4 \cdot 10^{14}$	$3 \cdot 10^{15}$
Heisse Zelle (TL-Behälter)	$7 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{18}$
Konditionierungsanlage	$7 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{12}$
Eingangslager der Verbrennungsanlage	$7 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^{11}$
Brennkammer der Verbrennungsanlage	$<1 \cdot 10^5$	$<1 \cdot 10^9$

3 BEDARF

3.1 Einleitung

Die radioaktiven Abfälle der Schweiz bestehen vorwiegend aus den Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (WA) von abgebrannten Brennelementen und/oder den abgebrannten Brennelementen selbst, sowie aus Betriebsabfällen (BA) und Stilllegungsabfällen (SA) aus den 5 KKW mit einer Gesamtleistung von etwa 3 GWe. Zu einem kleineren Teil stammen die Abfälle auch aus den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung. Ferner sind Stilllegungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens vorhanden.

Alle KKW verfügen über begrenzte Konditionierungs- und ZL-Möglichkeiten. Bedingt durch die Aufhebung der Meeresversenkungsaktionen ab 1983 und nicht zuletzt durch die unsichere Terminalsituation für die Inbetriebnahme eines Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) wurden für die älteren Anlagen KKM und KKB Erweiterungen der werksinternen Lager vorgenommen. Für KKM konnte ein ZL-Ausbau 1985 realisiert werden, das Zwischenlager ZWIBEZ auf dem Areal des KKB und das Bundeszwischenlager (BZL) auf dem Areal des PSI verfügen über die nuklearen Bau- und Betriebsbewilligungen und sind im Bau. Diese Kapazitäten reichen jedoch nicht aus, um die absehbaren Abfallmengen aufzunehmen.

Gemäss dem von der ZWILAG eingereichten Technischen Bericht (TB) und Bedarfsnachweis [2] soll das zentrale Zwischenlager Abfälle der folgenden Kategorien aufnehmen können:

- Abgebrannte Brennelemente und/oder Wiederaufarbeitungsabfälle, soweit diese
- Abfälle mit der Stromerzeugung in der Schweiz in Zusammenhang stehen
- Abfälle aus dem Betrieb der KKW
- Abfälle aus der Stilllegung des Versuchsatomkraftwerkes Lucens und der 5 KKW
- Gegebenenfalls Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF).

Mit den geplanten Abfallbehandlungs- und Konditionierungsanlagen will der Gesuchsteller bei einer niedrigen Strahlenbelastung des Personals und einer weitgehenden Fernbedienung eine Volumenreduktion und eine endlagergerechte Konditionierung der Abfälle erreichen. Mit der Bereitstellung dieser Anlagen, welche die bestehenden Anlagen am PSI ersetzen und die vorhandenen Konditionierungsanlagen in den Kernkraftwerken ergänzen sollen, soll eine weitgehende Autonomie für die Verarbeitung der schwach- und mittelaktiven Abfälle in der Schweiz erreicht werden. Dadurch soll die Zahl der grenzüberschreitenden Abfalltransporte vermindert werden.

Die HSK hat geprüft, ob die projektierte Kapazität benötigt wird und auch, ob sie ausreichend ist. Dabei hat sie ihre Richtlinie R-14 angewendet. Nach dieser Richtlinie müssen insbesondere geplante Zwischenlager so dimensioniert werden, dass absehbare Kapazitätsprobleme vermieden werden können und eine ausreichende Flexibilität gewährt werden kann. Die Ab-

fälle müssen derart konditioniert werden, dass die resultierenden Abfallprodukte samt der mit ihnen verbundenen Verpackung als Einheit und ohne Eingriffe in ihre Integrität den Entsorgungsschritten Transport, Zwischenlagerung und Endlagerung zugeführt werden können.

3.2 Lagerkapazität

Ein Bedarf an Zwischenlagerkapazität darf aus den folgenden Gründen als erwiesen gelten:

- Aufgrund der in den 70er Jahren vertraglich festgelegten Wiederaufarbeitung von fast 950 Tonnen Uran im Ausland mit einer damit verbundenen Rücknahmeverpflichtung, werden ab etwa 1995 grössere Mengen an radioaktiven WAA aller Kategorien zwischenzulagern sein
- Die Option weiterer Wiederaufarbeitungsverträge für abgebrannten schweizerischen Kernbrennstoff bleibt weiterhin offen. Falls auf die Wiederaufarbeitung verzichtet wird, fallen abgebrannte Brennelemente an, welche ebenfalls zwischengelagert werden müssen; die Kapazität der Brennelementlagerbecken in den KKW reicht dazu nicht aus
- Von den KKW-internen Zwischenlagern kann nur ZWIBEZ hochaktive Abfälle aus der WA und abgebrannte Brennelemente in geeigneter Weise bzw. in ausreichender Menge zwischenlagern. Für die Aufnahme mittelaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sind die KKW-internen Zwischenlager mit Ausnahme des ZWIBEZ nicht ausgelegt
- Für HAA und abgebrannte Brennelemente ist eine Abklinglagerung während einiger Jahrzehnte eine technische Notwendigkeit, um die für die Endlagerung erforderliche Abnahme der Wärmeleistung der Abfälle, bzw. der Brennelemente zu erreichen
- Die noch verbleibenden Altlasten aus Lucens müssen zwischengelagert werden
- Ein Endlager für kurzlebige schwach- und mittelaktive Abfälle wird nach heutigem Kenntnisstand vor 2010, ein Endlager für langlebige und hochaktive Abfälle nicht vor 2020 in Betrieb gehen.
- Die HSK ist der Meinung, dass ein zentrales Zwischenlager gegenüber einer dezentralen Lösung sicherheitstechnische und organisatorische Vorteile bietet. Dabei muss sichergestellt werden, dass die geplanten Kapazitäten für die einzelnen Abfalltypen den absehbaren Anfall mit angemessenen Reserven aufzunehmen vermögen.

Der Gesuchsteller hat für die Bestimmung der erforderlichen Lagerkapazität drei Szenarien betrachtet [4], welche alle möglichen Strategien in bezug auf die Bewirtschaftung des abgebrannten Brennstoffes abdecken:

- Wiederaufarbeitung aller abgebrannten Brennelemente; dieses Szenario führt zu einem maximalen Bedarf an MAA- und SAA-Lagerplatz
- Wiederaufarbeitung der bis heute vertraglich vereinbarten Menge abgebrannten Brennstoffes, Verzicht auf weitere Wiederaufarbeitungsverträge
- Verzicht auf Wiederaufarbeitung einschliesslich bestehender Verträge. Dieses Szenario führt zu einem maximalen Bedarf an Stellplätzen für TL-Behälter mit abgebrannten Brennelementen.

Dabei betrachtet der Gesuchsteller das letzte Szenario als sehr unwahrscheinlich.

3.2.1 HAA/BE-Gebäude

Der Gesuchsteller rechnet für die bei einer 40-jährigen Betriebsdauer der KKW anfallenden HAA/BE mit einem Bedarf von 110 (erstes Szenario), bzw. 200 (zweites Szenario) oder 250 (drittes Szenario) Stellplätzen. In diesen Berechnungen wurde kein Endlager berücksichtigt. Im ZZL sind 200 Behälterstellplätze geplant, was den Bedarf für die ersten beiden Szenarien deckt.

Es ist zu berücksichtigen, dass am vorgesehenen Standort spätere Erweiterungen der Gebäude kaum möglich sind. Die HSK stellt fest, dass bei allen drei vom Gesuchsteller betrachteten Szenarien die erforderliche Kapazität für HAA bzw. abgebrannte Brennelemente unter Mitberücksichtigung des bereits bewilligten Zwischenlagers der NOK auf dem Areal des Kernkraftwerkes Beznau (ZWIBEZ mit maximal 84 Stellplätzen) zur Verfügung steht. Allerdings geht der Gesuchsteller bei der Ermittlung des Bedarfes an Stellplätzen von Transport- und Lagerbehältern für abgebrannte Brennelemente mit einer Kapazität von 12 bis 13 Tonnen U aus. Nach den der HSK zur Verfügung stehenden Unterlagen sind zur Zeit Behälter mit einer Aufnahmekapazität von 6 t U Stand der Technik. Die HSK erachtet die Herstellung von grösseren TL-Behältern als grundsätzlich möglich; sie wird im BBV Referenzanforderungen an die TL-Behälter festlegen, deren Erfüllung im Freigabeverfahren für die Zwischenlagerung im ZZL wird nachgewiesen werden müssen.

Die für die HAA, bzw. BE im Hinblick auf die Endlagerung notwendige Abklingzeit beträgt rund 40 Jahre ab Entladung aus dem Reaktor. Die im 40. Betriebsjahr aus dem KKW Leibstadt entladenen Brennelemente könnten deshalb erst 2064 endgelagert werden. Unter diesen Annahmen besteht also ein Bedarf an entsprechender Zwischenlagerkapazität in der Schweiz bis zu diesem Jahr.

3.2.2 MAA-Gebäude

Die vorgesehene Zwischenlagerkapazität des MAA-Lagers beträgt laut Technischem Bericht der ZWILAG 4100 m³. Unter der Annahme, dass im MAA-Lager nur die langlebigen mittelaktiven Abfalltypen "Konzentrate und Fällungen" und "Hülsen und Endstücke" aus der WA zwischengelagert werden, hat die HSK auf der Basis der heutigen Kenntnisse feststellen können, dass die geplante Kapazität auch im Falle einer hundertprozentigen Wiederaufarbeitung für einen 40-jährigen Betrieb der KKW mit einer genügenden Reserve für Unvorhergesehenes ausreicht.

3.2.3 MAA/SAA-Gebäude

Die geplante Kapazität des MAA/SAA-Lagers beträgt 16'400 m³ Abfallvolumen. In Übereinstimmung mit dem Gesuchsteller ist die HSK der Ansicht, dass für die im MAA/SAA-Lager zwischenzulagernden Abfälle ein Planungshorizont bis zum Jahre 2010 genügt, da bis zu diesem Zeitpunkt die Inbetriebnahme eines Endlagers für schwach- und mittelaktive Abfälle

erwartet wird. Die HSK hat sich überzeugt, dass auch im Fall einer hundertprozentigen Wiederaufarbeitung alle jene WAA, welche weder in TL-Behältern noch im MAA-Lager zwischengelagert werden, im MAA/SAA-Lager untergebracht werden können. Auch im ungünstigsten Fall wären ausreichende Platzreserven vorhanden, um unter anderem die Stilllegungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens aufnehmen zu können. Werden bestimmte mit dem abgebrannten Brennstoff aus dem KKB in Zusammenhang stehende WAA in der gegenwärtig in Bau befindlichen SAA-Halle des Zwischenlagers ZWIBEZ untergebracht, so stünden im MAA/SAA-Lager des ZZL zusätzliche Kapazitäten für die Zwischenlagerung von Betriebsabfällen und als Reserve zur Verfügung.

Diese Ausführungen gelten für das Szenario einer Fortsetzung der Wiederaufarbeitung des abgebrannten Kernbrennstoffes. Bei einem Verzicht auf die Wiederaufarbeitung stünden zusätzliche Reserven an Lagerkapazität im MAA/SAA-Lager zur Verfügung.

Ausser für die Lagerung der Lucens-Abfälle ist im ZZL keine Kapazität für Stilllegungsabfälle aus den KKW in den Bedarfsrechnungen des Antragsstellers berücksichtigt. Bei einem Planungshorizont bis 2010 ist dies auch nicht erforderlich, weil bis zu jenem Zeitpunkt die Stilllegungsarbeiten der KKW noch nicht in Angriff genommen werden sollen. Für die Abfälle aus der Stilllegung des Forschungsreaktors DIORIT im PSI und aus anderen Forschungseinrichtungen ist in erster Linie das Bundeszwischenlager BZL vorgesehen, wobei die geplante gemeinsame Betriebsführung des ZZL und des BZL durch die ZWILAG den Vorteil einer möglichst grossen Flexibilität bietet.

Zusammenfassend zieht die HSK den Schluss, dass ein Bedarf für Zwischenlagerkapazität gegeben ist. Die vom Gesuchsteller geplanten Kapazitäten sind aus heutiger Sicht ausreichend. Das Konzept bietet auch eine ausreichende Flexibilität.

3.3 Konditionierungsanlage und Verbrennungsanlage

Die Konditionierung der Abfälle wird in der Richtlinie R-14 gefordert mit dem Ziel, auch abfallseitig zu einer sicheren Zwischen- und Endlagerung beizutragen. Der Bedarf für die vom Gesuchsteller geplanten Konditionierungs- und Verbrennungsanlagen wird von der HSK insbesondere aus den folgenden Gründen als erwiesen betrachtet:

- Die gegenwärtig in Betrieb stehenden Anlagen des PSI entsprechen in verschiedener Hinsicht nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Der Betrieb der Verbrennungsanlage des PSI ist aus Gründen des konventionellen, nichtnuklearen Umweltschutzes bis Ende 1996 befristet
- Neue Anlagen bieten neben einer höheren Flexibilität auch verfahrenstechnische Vorteile und neue Möglichkeiten zur Herstellung von Abfallprodukten mit verbesserten Zwischen- und Endlagereigenschaften

- Durch die Veraschung brennbarer Abfälle wird nicht nur das Abfallvolumen verkleinert; der Gehalt der Abfälle an chemischen Komplexbildnern und an biologisch abbaubaren Bestandteilen wird stark reduziert, was im Hinblick auf die Endlagerung sicherheitstechnisch von Vorteil ist
- Mit modernen Dekontaminationsverfahren sollen möglichst viele Teile einer konventionellen Entsorgung zugeführt werden; die Mengen an radioaktivem Abfall werden dadurch minimiert.

Ferner betrachtet die HSK die Kombination von Abfallbehandlungseinrichtungen und Zwischenlager an einem Standort aus sicherheitstechnischen Gründen als vorteilhaft.

Die Kapazität der geplanten Anlagen soll im Vergleich zu den heutigen Anlagen des PSI erhöht werden. Insbesondere sollen die Anlagen flexibler sein hinsichtlich der Rohabfalltypen, welche behandelt werden können. Die vorgesehene Kapazität der Verbrennungsanlage (80-120 kg/h) ist nach Meinung der HSK ausreichend. Auch bei der Konditionierungsanlage ist nach Ansicht der HSK eine möglichst grosse Flexibilität anzustreben. In dieser Hinsicht weist die HSK allerdings darauf hin, dass die geplante Anlage nicht speziell dazu ausgelegt sein wird, alle Stilllegungsabfälle aus dem Versuchsatomreaktor Lucens zu verarbeiten und zu konditionieren. Sie ist der Ansicht, dass die Planung des ZZL eine wachsende Gelegenheit bietet, eine dauerhafte Lösung zum Problem dieser Altlasten zu finden. Sie empfiehlt deshalb, die Erteilung der Rahmenbewilligung des ZZL mit der Auflage zu verbinden, dass Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung dieser Abfälle vorgeschlagen werden.

4 STANDORT DES ZENTRALEN ZWISCHENLAGERS

4.1 Natürliche Voraussetzungen und Einflüsse am Standort

4.1.1 Geologie und Baugrund

Im Gebiet des geplanten Bauwerkkomplexes durchschneidet die Aare den Tafeljura in Süd-Nord Richtung. Die Gebäude des ZZL kommen dabei auf eine 15 - 20 m mächtige Schicht von Niederterrassenschotter zu liegen. Den tieferen Felsuntergrund bilden Tone, Mergel und Kalke des Doggers.

Der Baugrund mit den obersten Bodenschichten ist durch die geologischen Voruntersuchungen zu den Gebäuden auf dem Areal des PSI-Ost gut bekannt. Neuere geologische Abklärungen wurden auf dem Gelände des ZZL im Zusammenhang mit dem Baubewilligungsverfahren des BZL durchgeführt [14].

Die HSK hat bezüglich der bautechnischen Eignung des Standorts für das geplante ZL-Vorhaben keine Bedenken. Der Untergrund mit Niederterrassenschotter stellt im allgemeinen einen guten Baugrund dar, der erfahrungsgemäss keine speziellen bautechnischen Probleme aufwirft.

4.1.2 Seismik

Der Standort liegt in einer seismisch mässig aktiven Zone. Insbesondere liegt er ausserhalb seismischer Quellgebiete mit hohem Erdbebenpotential. Der Standort liegt damit nach SIA Norm 160, "Einwirkungen auf Tragwerke" (1989) [15], in der am wenigsten gefährdeten Zone 1.

Gemäss der HSK-Richtlinie R-14 sind ZL-Gebäude auf Erdbeben der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} auszulegen. Nach den Erdbebenrisikokarten der Schweiz [16] entspricht diese Häufigkeit einer Erdbebenintensität nach Medvedev, Sponheuer und Karnik (MSK) von IMSK = 7.7 am Standort. Die entsprechende horizontale Erdbebenbeschleunigung beträgt an der Oberkante Fels 0,16 g ($1,6 \text{ m/s}^2$). Die Aufnahme eines Erdbebens der Häufigkeit 10^{-4} a^{-1} ist bautechnisch ohne weiteres möglich. Als Referenzen dienen hier die ZL des KKM, KKB (ZWIBEZ) und KKL, die in Regionen ähnlicher seismischer Aktivität liegen. Auch für die übrigen Gebäude der Anlage ist als Grundlage vom gleichen Erdbeben auszugehen. Der Gestaltsteller hat dies auch so vorgesehen. In der Detailplanung sind die spezifischen Anforderungen bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit gebäudeweise festzulegen und ihre Erfüllung nachzuweisen.

4.1.3 Hydrologie

Westlich vom Standort fliesst die Aare. Aufgrund des Betriebs von Stauwehren und Flusskraftwerken schwankt der Flusspiegel im Mittel zwischen 325,26 und 326,65 m ü.M. Im Fall des Bruchs eines flussaufwärts liegenden Stauwehrs steigt das Wasserniveau kurzzeitig auf maximal 239,70 m ü.M. an. Die Eingangstüren der Gebäude liegen nicht tiefer als die Nullkote von 332,50 m ü.M. Die Gebäude (einschliesslich der unterirdischen Gänge) können somit überflutungssicher gebaut werden.

Das untere Aaretal wird von einem ca. 2 km breiten Grundwasserstrom mit einem mittleren Niveau am Standort von 324 m ü.M. durchflossen. Das Grundwasser wird von den Gemeinden Böttstein, Döttingen, Klingnau, Leuggern und Würenlingen als Trinkwasser genutzt. Der Standort des ZZL liegt im westlichen Randbereich dieses Grundwasserstromes [3] aber ausserhalb von Grundwasserschutzonen. Die Mächtigkeit des Stromes wird im Bereich des geplanten Bauwerks auf 5-10 m geschätzt. Die Gebäude stehen nicht im Grundwasser. Das Gebiet des Standorts stellt eine Infiltrationszone für Aarewasser in den Grundwasserstrom dar. Etwa 1 km vom ZZL in nordöstlicher Grundwasserströmungsrichtung befindet sich eine Grundwasserfassung [17]. Die HSK geht davon aus, dass Vorkehrungen zum Schutz der ZZL-Gebäude vor Grundwasserschädigungen getroffen werden. Der Schutz des Grundwassers vor einer Kontamination durch radioaktive Stoffe muss durch geeignete Massnahmen gewährleistet werden. Entsprechende Vorkehrungen sind Stand der Technik.

4.2 Zivilisatorische Einflüsse auf den Standort

In den folgenden Abschnitten wird die mögliche Beeinflussung des ZZL-Betriebs durch sicherheitsrelevante Ereignisse in der Umgebung untersucht.

4.2.1 Industrieanlagen, Schienen- und Strassenverkehr

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

Bei der zweiten in [10] und in Abschnitt 2.2 beschriebenen Variante für die Erschliessung des ZZL für Schwertransporte ist der Bau einer Umladestation notwendig. In nächster Umgebung dieser Umladestation werden grössere Mengen Flugzeugtreibstoff und Heizöl der Firma TUI AIR-Helikopterdienste gelagert. Es ist auch von einem überdurchschnittlichen Risiko eines Helikopterabsturzes auszugehen. Da die anzuliefernden Abfallbehälter als Transportbehälter gegen ausserordentliche Belastungen ausgelegt sind, erwartet die HSK in diesem Zusammenhang keine besonderen Schwierigkeiten. Sie macht aber den Gesuchsteller darauf aufmerksam, dass Störfälle in der Umladestation im Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch analysiert werden müssen.

Ereignisse des Bahn- oder Strassenverkehrs sind selbst bei massiven Explosionen aufgrund der Distanzen (ca. 1 km vom Hauptareal des ZZL bis zur Bahnlinie und zur Kantonsstrasse) nur für die erwähnte Umladestation von sicherheitstechnischer Relevanz.

4.2.2 Luftverkehr

Der Gesuchsteller errechnet [6] eine Absturzhäufigkeit von Militärflugzeugen auf das Areal (0,04 km²) des ZZL von $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ auf der Basis der Unfallstatistik für Militärflugzeuge in der Schweiz 1980-1990 unter Abzug der mit Luftkampfübungen und Start- und Landebewegungen in Zusammenhang stehenden Abstürze. Zwar finden im unteren Aaretal keine Luftkampfübungen statt, welche gesamtschweizerisch für ein Drittel aller Abstürze verantwortlich sind; Flusstäler sind jedoch erfahrungsgemäss bevorzugte Flugstrecken für Militärflugzeuge. Die Absturzwahrscheinlichkeit am Standort des ZZL dürfte also eher dem schweizerischen Mittelwert unter Ausschluss der Start- und Landeunfälle (entsprechend $2,8 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ für die Arealfläche von 0,04 km²) nahe kommen. Die Richtlinie R-14 beschränkt die zulässige Folgedosis dieses Störfalles unabhängig von der Eintrittswahrscheinlichkeit.

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. Der Gesuchsteller errechnet für den Standort eine Absturzhäufigkeit von zivilen Grossflugzeugen (d.h. Flugzeugen mit maximalem Abfluggewicht über 5'700 kg) auf das Areal von $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ a}^{-1}$ unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Luftraum über der Gemeinde Würenlingen in der weiteren An- und Abflugzone des Flughafens Zürich liegt. Eine unabhängige Abschätzung der HSK zur Absturzhäufigkeit ziviler Grossflugzeuge führte bei konservativer Auswertung zu etwas höheren Werten als vom Gesuchsteller berechnet. Die verwendeten statistischen Auswertungen für die Absturzwahrscheinlichkeit ziviler Flugzeuge unterscheiden allerdings nicht zwischen Flugzeugen mittlerer Grösse und Grossraumflugzeugen. Sie liefern nur einen groben Hinweis auf die Verteilung der Abstürze als Funktion der Entfernung zum Start- bzw. zum Zielflughafen.

Die bisherigen Erkenntnisse weisen darauf hin, dass der Absturz eines grösseren Zivilflugzeuges auf das ZZL trotz der Nähe des Standortes zum Flughafen Zürich-Kloten als ein sehr seltenes Ereignis zu betrachten ist. Die HSK erachtet indessen eine verfeinerte Auswertung des verfügbaren statistischen Materials als erforderlich, damit spätestens zum Zeitpunkt des Einreichens des nuklearen Baubewilligungsgesuches die Abhängigkeit der Absturzwahrscheinlichkeit vom Flugzeuggewicht und von der Distanz zum Flughafen vom Gesuchsteller quantitativ angegeben werden kann. Sie behält sich vor, aufgrund der Ergebnisse dieser verfeinerten Auswertung und unter Berücksichtigung der potentiellen radiologischen Folgen des Absturzes eines grösseren Flugzeuges einen über die Anforderungen der Richtlinie R-14 hinausgehenden Schutz einzelner Anlagenteile zu fordern.

Wegen der Nähe eines Start- und Landegeldes für Helikopter ist auch auf das Risiko und die radiologischen Folgen eines Helikopterabsturzes im Sicherheitsbericht einzugehen.

4.3 Strahlenexposition durch nukleare Einrichtungen im Unteren Aaretal

Der Standort des ZZL liegt im Immissionsbereich des angrenzenden PSI und des etwa 1,5 km entfernt liegenden KKB. Aufgrund von Artikel 107 Abs. 4 der SSVÖ sind diese benachbarten Betriebe bei der Beurteilung der Strahlenexposition jeder einzelnen Person und der Gesamtheit der Betroffenen durch das geplante ZZL mitzubedenken.

Die HSK Richtlinie R-11 legt einen Dosisgrenzwert für Einzelpersonen der Bevölkerung aus Abgaben radioaktiver Stoffe von 0,2 mSv/a fest. Die gegenwärtige Revision der SSVÖ wird voraussichtlich auf diesen bereits heute tief angesetzten Grenzwert keinen Einfluss haben. Die HSK ist der Ansicht, dass dieser Grenzwert auf die Gesamtheit der Anlagen des PSI und des ZZL anzuwenden ist. Das KKB wird als separate Anlage betrachtet.

Der Gesuchsteller hat zur zusammenfassenden Auswertung der gegenwärtigen Strahlenexposition eine Studie [7] erarbeiten lassen.

4.3.1 Gegenwärtige Strahlenexposition

Die Emissionen der Kernanlagen sowie deren Auswirkungen auf die betroffene Bevölkerung unterliegen der behördlichen Aufsicht. Die Überwachung stützt sich auf Emissionsmessungen, Ausbreitungsrechnungen und Immissionsmessungen. Die Ergebnisse werden jährlich in Berichten der HSK und der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität (KUeR) veröffentlicht. Sie zeigen, dass die für das PSI, das KKB und das rund 8 km entfernte KKL festgelegten Grenzwerte für die Abgaben von radioaktiven Stoffen an die Atmosphäre und in die Aare stets eingehalten wurden. Die Berechnung der durch radioaktive Abgaben verursachten Individualdosis basiert auf der Annahme, dass eine Person am Ort mit der grössten zu erwartenden Radioaktivitätskonzentration und -ablagerung wohnt, sich mit den an diesem Ort produzierten Nahrungsmitteln ernährt und auch ihren Trinkwasser- und Fischbedarf ausschliesslich aus der Aare unterhalb der Kernanlagen deckt. Dieser so errechnete, zusätzlich zur natürlichen Strahlenbelastung auftretende und durch den Betrieb von Kernanlagen im unteren Aaretal bedingte Dosisanteil beträgt nur einen Bruchteil des in der Richtlinie R-11 festgelegten Dosisgrenzwertes. Die Werte der letzten Jahre für die Strahlenexposition durch das PSI und die übrigen Kernanlagen schwankten zwischen 0,004 mSv/a und 0,042 mSv/a. Als Vergleich kann die Dosisbelastung durch die natürliche Strahlung (terrestrische, kosmische und interne Bestrahlung ohne Radon) herangezogen werden. Sie beträgt etwa 1,35 mSv/a. Der Mittelwert der gesamten Individualdosis, verursacht durch natürliche, medizinische und industrielle Strahleneinwirkungen, inklusive der Radonbelastung in Wohnräumen, beträgt gemäss KUeR ca. 4,6 mSv/a [17]. Die durch die radioaktiven Emissionen der Kernanlagen verursachten Dosen sind gegenüber diesen Vergleichswerten vernachlässigbar.

4.3.2 Strahlenexposition durch den Normalbetrieb des ZZL

Bei der Zwischenlagerung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen ist das Schutzziel 1a der Richtlinie R-14 (Individualdosisgrenzwert von 0,1 mSv/a infolge Abgaben und Direktstrahlung für die in der Umgebung lebende Bevölkerung) einzuhalten. Für die Limitierung der Abgaben an die Biosphäre beabsichtigt die HSK, eine maximale Dosis von 0,05 mSv/a zugrunde zu legen. Die Einhaltung dieser Forderungen ist im Rahmen des BBV und des Freigabeverfahrens zur Einlagerung einzelner Gebindetypen nachzuweisen.

Infolge des dargestellten Tatbestandes, und weil nach Inbetriebnahme des ZZL die Verbrennungsanlage des PSI stillgelegt wird, kommt die HSK zum Schluss, dass die Dosisgrenzwerte nach der Richtlinie 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.

Massnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition, welche nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik geboten sind, sowie die anzuwendenden Verfahren und die Anforderungen an ihre Wirksamkeit werden im BBV festgelegt werden.

4.4 Erschliessung für Schwertransporte

Wie in Abschnitt 2.2 dargelegt, will die ZWILAG zwei Hauptvarianten der Erschliessung des ZZL-Areals für Schwertransporte weiterverfolgen [3,10]. Für die Beurteilung und Bewertung der Erschliessung hat sich die HSK auf folgende Tatbestände gestützt:

- Der Transport von radioaktiven Materialien auf der Schiene und auf der Strasse ist durch umfangreiche nationale und internationale Bestimmungen geregelt, deren Einhaltung den sicheren Einschluss der Aktivität auch bei Störfällen gewährleistet
- Gemäss den Angaben des Gesuchstellers zu den zwei Strassenvarianten [10] werden die mit der Umladung von Behältern verbundenen Dosen für das Personal ca. 5% der Kollektivdosisbelastung des gesamten Betriebes des ZZL betragen
- Allfällige Störfälle während eines Umladevorgangs (insbesondere Behälterabsturz) werden bei der vorgeschriebenen Auslegung der Transportbehälter keine oder nur geringfügige radiologische Folgen haben
- Bei keiner der betrachteten Varianten werden Ortschaften durch Strassentransporte durchquert
- Bei der ersten Variante mit Umladung auf dem Areal des KKW Beznau gilt dort die Richtlinie R-11. Im Fall der zweiten Variante mit Umladestation in der unmittelbaren Nähe der Kantonsstrasse Baden-Koblentz muss nach Ansicht der HSK die Umladestation die

Schutzziele der Richtlinie R-14 einhalten. Die erwähnten Richtlinien (R-11 für Kernkraftwerke, R-14 für Zwischenlager) sind für den Fall einer Umladestation im Hinblick auf den Schutz der Bevölkerung gleichwertig. Bei einer Variante mit direktem Schienenanschluss wäre keine Umladung ausserhalb des ZZL-Areals notwendig.

Die HSK kommt zum Schluss, dass im gegenwärtigen Planungsstand bei keiner der von der ZWILAG betrachteten Varianten [10] entscheidende nukleartechnische oder strahlenschutztechnische Vorteile oder Nachteile erkennbar sind. Im Prinzip wäre bei gleichen übrigen Umständen eine Variante mit Bahnanschluss am zweckmässigsten, und von zwei Varianten mit Strassentransport jene mit der kürzeren Strassenstrecke vorzuziehen. Die mit den möglichen Varianten verbundenen nichtnuklearen Auswirkungen auf die Umwelt weisen jedoch z.T. grosse Unterschiede auf (zum Beispiel sind für eine Bahnvariante beträchtliche Waldrodungen erforderlich). Nach Ansicht der HSK soll der Gesuchsteller im Sinne einer Optimierungsstudie beide von ihm vorgeschlagenen Varianten sowie mindestens eine Variante mit direktem Schienenanschluss näher untersuchen. Die HSK stellt fest, dass eine zweckmässige Erschliessung des ZZL-Standortes möglich ist.

5 NUKLEARE SICHERHEIT UND STRAHLENSCHUTZ

5.1 Umfang und Methodik der Beurteilung durch die HSK

5.1.1 Einleitung

Im Zuge des RBV ist die generelle Eignung des geplanten Abfallbehandlungs- und Zwischenlagerkonzeptes aus sicherheitstechnischer und strahlenschutztechnischer Sicht zu überprüfen. Nach Ansicht der HSK muss das vorgelegte Projekt bereits auf der Konzeptstufe alle Voraussetzungen für eine Auslegung bieten, welche sowohl im Normalbetrieb als auch unter Störfallbedingungen eine sichere Einhaltung der gesetzlichen und behördlichen Richtlinien und Anforderungen ermöglicht. Die Überprüfung erfolgte in erster Linie anhand der vom Gesuchsteller als Referenz angegebenen Anlagen: dabei wurde geprüft, ob diese Referenzanlagen hinsichtlich ihrer Kapazität und ihrem Aktivitätsinventar dem vorgelegten Projekt ähnlich sind, und ob sie, gegebenenfalls nach Anpassungen, den heute und in absehbarer Zukunft in der Schweiz geltenden Anforderungen genügen würden. Anlagespezifische Besonderheiten des ZZL-Konzeptes oder besondere Anforderungen, welche bei den Vergleichsanlagen nicht vorhanden sind, wurden separat bewertet.

Wie bereits in Abschnitt 1.5 erwähnt, erachtet es die HSK als zweckmässig, ihre Richtlinie R-14 nicht nur für die Zwischenlager, sondern auch für die Abfallbehandlungsanlagen sinngemäss anzuwenden. Diese Richtlinie legt Schutzziele für den Normalbetrieb und für Störfallbedingungen fest. Der Umfang und die Schwerpunkte der Überprüfung des vorgelegten Konzeptes durch die HSK werden in den beiden nachfolgenden Abschnitten 5.1.2 und 5.1.3 getrennt für diese Anlagezustände dargelegt. Die verschiedenen Anlageteile des ZZL werden anschliessend in Abschnitt 5.2 beurteilt. In Abschnitt 5.3 werden grundlegende Anforderungen der HSK im Hinblick auf den betrieblichen Strahlenschutz festgelegt.

5.1.2 Normalbetrieb

Gemäss Richtlinie R-14 muss im Normalbetrieb des ZZL das folgende radiologische Schutzziel eingehalten werden:

Schutzziel 1 a:

Die durch das ZL-System verursachten Individualdosen für Personen der Bevölkerung am jeweils ungünstigsten Standort dürfen im Normalbetrieb einschliesslich interner Ereignisse, mitderen Auftreten ein oder mehrere Male während der Betriebsdauer zu rechnen ist, unter Berücksichtigung aller realistischerweise anzunehmenden Belastungspfade und Aufenthaltszeiten 0,1 mSv/a nicht überschreiten.

Wie in den Abschnitten 1.5 und 4.3.2 erwähnt wurde, muss beim Betrieb des ZZL und des PSI auch die Richtlinie R-11 eingehalten werden. In diesem Zusammenhang wurde in Abschnitt 4.3.2 als Planungsziel ein Dosiskontingent für den Normalbetrieb des ZZL von 0,05 mSv/a aus den Abgaben an die Umwelt festgelegt. Der Grenzwert für die gesamte Individualdosis aus den Abgaben und der Direktstrahlung beträgt laut R-11 0,3 mSv/a für das PSI und das ZZL zusammen.

Neben diesen Grenzwerten für die Individualdosis sind die Bestimmungen der SSVO (bzw. zukünftig der STRAVO), der R-11 und der R-14 für die Ortsdosisleistungen einzuhalten.

Im Verlauf des Rahmenbewilligungsverfahrens hat sich die HSK überzeugt, dass die erwähnten behördlichen Bestimmungen und Grenzwerte im Normalbetrieb des ZZL bei einer entsprechenden Auslegung der Gebäude und Einrichtungen und bei einer entsprechenden Betriebsführung grundsätzlich eingehalten werden können. In Abschnitt 5.2 wird auf besondere Aspekte hingewiesen, welche für den jeweils betrachteten Anlagenteil von Bedeutung sind.

5.1.3 Störfälle

In der Richtlinie R-14 werden für Störfälle Schutzziele festgelegt. Es gelten insbesondere:

Schutzziel 1 b:

Die durch das ZL-System verursachten Individualdosen für Personen der Bevölkerung am jeweils ungünstigsten Standort dürfen bei Ereignissen, mit deren Auftreten nicht gerechnet wird, die aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können, unter Berücksichtigung aller realistischerweise anzunehmenden Belastungspfade und Aufenthaltszeiten 1 mSv/Ereignis im ersten Jahr nach dem Ereignis nicht überschreiten.

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.

Im Rahmenbewilligungsverfahren steht die grundlegende Konzeption der Anlage im Vordergrund; dabei erachtet es die HSK als ausreichend, sich an den Folgen eines schweren Unfalles für die in der Umgebung lebende Bevölkerung zu orientieren, um daran die grundsätzliche Tauglichkeit des Anlagenkonzeptes abzuklären. Deshalb hat die HSK die Einhaltung von Schutzziel 2 der Richtlinie R-14 bei den einzelnen Anlageteilen überprüft. Wo immer möglich wurden Referenzanlagen herangezogen, für welche dieser oder ein in seinem

Schadenspotential ähnlicher Störfall in einem nuklearen Bewilligungsverfahren untersucht wurde.

Auf die Beurteilung von weiteren Störfällen kann vorderhand verzichtet werden, da dies Gegenstand des nuklearen Baubewilligungsverfahrens sein wird.

5.2 Beurteilung der einzelnen Anlageteile

5.2.1 HAA/BE-Lager

Beim gewählten Prinzip der Trockenlagerung für die Zwischenlagerung der hochaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente erfolgt die Kühlung der Behälter durch freie Konvektionsluftströmung. Der Gesuchsteller führt das BE-Lager in Ahaus (Deutschland) als Referenzanlage an [19,20,21]. Zur Beurteilung der Lagerung von verglastem HAA wird von der HSK auch das HAA/BE-Lager des inzwischen bewilligten ZWIBEZ auf dem Areal des KKB herangezogen [22,23,24]. Das ZWIBEZ und die BE-Lagerhallen Ahaus und Gorleben werden bzw. wurden alle nach dem gleichen Konzept gebaut. Die HSK hat sich anhand der Planungsunterlagen für die Referenzanlagen von der Funktionstüchtigkeit dieses passiv sicheren Systems zur Ableitung der Nachzerfallwärme aus den BE-, bzw. HAA-Behältern überzeugt.

Im HAA/BE-Lager sind die Transport- und Lagerbehälter die Hauptträger der Sicherheits- und Schutzfunktion. Die Referenzanlagen sind so konzipiert, dass eine mögliche Strahlenbelastung der Bevölkerung oder des Betriebspersonals nur über die geringe Direkt- und Streustrahlung der Behälter erfolgt. Emissionen über die Fortluft sind durch die Wahl von geeigneten Behältertypen auszuschliessen. Festlegung und Beurteilung solcher Behältertypen wären auf der Stufe des RBV verfrüht. Wie im Fall des Zwischenlagers ZWIBEZ wird die HSK im Verlauf des BBV Referenzanforderungen an die Behälter festlegen.

Für die Freigabe der Lagerung von abgebrannten Brennelementen muss der Nachweis der Unterkritikalität jedes einzelnen Behälters und des ganzen Lagers erbracht werden. Die HSK hat in ihrem Gutachten zum Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch für das Projekt ZWIBEZ ihre Anforderungen bezüglich dieses Nachweises festgelegt.

Anhand der Dokumentation zu den Referenzanlagen kommt die HSK zum Schluss, dass die vorgeschriebenen Grenzwerte bezüglich der Ortsdosisleistung bei entsprechender Gebäudedimensionierung eingehalten werden können. Dadurch, dass ein fernbedienter Betrieb vorgesehen ist, ist auch die Voraussetzung für eine niedrige Dosisbelastung des Betriebspersonals gegeben.

Die Transport- und Lagerbehälter sollen im ZZL wie auch in Ahaus als Typ B(U)-Behälter gegen ausserordentliche Aufprall- und Brandbelastungen ausgelegt werden. Es wurden in Deutschland Versuche zur Simulation eines Flugzeugabsturzes durchgeführt, in denen die Schutzwirkung der in Ahaus vorgesehenen CASTOR-Behälter bestätigt wurde. Die von der

zuständigen deutschen Behörde veranlassten Kontrollversuche an den CASTOR-Behältern zeigten, dass auch für den Fall der Trümmerüberdeckung nach einem Halleneinsturz keine Beeinträchtigung der Integrität der Behälter zu erwarten ist. Die Nachwärmeabfuhr blieb bei diesen Versuchen ausreichend gesichert [19]. Die Übertragbarkeit dieser Befunde auf die im ZZL zu verwendenden Behälter und Lagerbedingungen ist im BBV bzw. im Einlagerungsfreigabeverfahren nach Richtlinie R-14 zu belegen.

Im Nachtrag [8] zum Technischen Bericht verzichtet der Gesuchsteller auf das ursprünglich vorgesehene Kellergeschoss zur Lagerung von bituminierten Abfällen im HAA/BE-Lager. Gemäss dem gegenwärtigen Planungsstand steht eine Lagerung von SAA-Gebinden in Lagercontainern im HAA/BE-Lager zur Diskussion. Dies ist bei der Referenzanlage Ahaus nicht vorgesehen. Die HSK wird im Fall einer solchen polyvalenten Nutzung des HAA/BE-Lagers den Nachweis fordern, dass Radionuklide soweit zurückgehalten werden, dass allfällige Freisetzungen keine unzulässigen radiologischen Folgen haben können. Sie wird im BBV allenfalls Massnahmen zur Überwachung der Hallenluft fordern. Sie weist ferner darauf hin, dass im Sicherheitsbericht der Nachweis erbracht werden muss, dass das Schutzziel 2 der Richtlinie R-14 auch unter diesen speziellen Bedingungen erreicht wird.

Bei Beachtung der gemachten Hinweise hat die HSK gegen das vorgelegte Konzept für das HAA/BE-Lager keine Einwände.

5.2.2 Übrige Lagerbauten

Im MAA-Lager sollen sowohl zement- als auch bitumengebundene Abfälle mit einer Oberflächendosisleistung bis zu 50'000 mSv/h zwischengelagert werden. Das MAA/SAA-Lager ist für die Lagerung zementierter Gebinde mit Dosisleistungen bis zu 7,5 mSv/h vorgesehen. In beiden Lagern übernehmen sowohl die Abfallgebände als auch das Gebäude die Sicherheits- und Schutzfunktion. Aus Abschirmungsgründen ist für das MAA-Lager mit einer massiven Bauweise zu rechnen.

Als Referenzanlagen schlägt der Gesuchsteller für das MAA-Lager und das MAA/SAA-Lager das Zwischenlager des KKM [25] und das bewilligte Projekt ZWIBEZ [22,23,24] auf dem Areal des KKB vor. Die HSK ist mit der Wahl dieser Referenzanlagen einverstanden.

In beiden Lagern sind Lüftungsanlagen zur Verhinderung von Kondenswasserbildung an den eingelagerten Gebinden und zur Abfuhr allfälliger aus den Abfallgebinden entweichenden Radiolysegase sowie (im Fall des MAA-Lagers) zur Abfuhr der Nachwärme aus den Lagerbuchten vorgesehen. Anhand der Dokumentation zur Referenzanlage ZWIBEZ stellt die HSK fest, dass bei der Dimensionierung dieser Lüftungsanlagen keine besonderen Probleme zu erwarten sind. Die Details werden im BBV festgelegt. Im BBV wird die HSK auch eine kontinuierliche Überwachung der Fortluft auf radioaktive Stoffe und allenfalls deren Filterung und Behandlung fordern.

Nach der gegenwärtigen Planung sollen bituminierte Abfälle innerhalb Brandschutzcontainern in abdeckbaren Lagerbuchten des MAA-Lagers gelagert werden. Diese Lagerungstechnik wurde beim Referenzprojekt ZWIBEZ bewilligt.

Die im MAA/SAA-Lager zu lagernden zementgebundenen mittelaktiven Abfälle sind im TB nicht genau spezifiziert. Fest steht lediglich, dass die Dosisleistung an der Oberfläche der Abfallgebände max. 7,5 mSv/h betragen soll. Im Hinblick auf den Normalbetrieb hat die HSK gegen die Lagerung von nicht brennbaren MAA in diesem Lager keine grundsätzlichen Einwände. Sie wird im BBV und im Freigabeverfahren für die einzelnen Abfalltypen die vom Gesuchsteller vorgeschlagenen Annahmebedingungen für diesen Lagerteil prüfen. Ebenso wird sie die Einhaltung der einschlägigen Vorschriften hinsichtlich des Strahlenschutzes der Bevölkerung und des Betriebspersonals beurteilen.

Der Gesuchsteller plant fernbediente Ein- bzw. Auslagerungseinrichtungen sowohl im MAA- als auch im MAA/SAA-Lager. Damit ist die Voraussetzung für eine möglichst geringe Dosisbelastung des Personals gegeben.

Für den Störfall Flugzeugabsturz mit anschliessendem Kerosinbrand gemäss Richtlinie R-14 zeigten Kontrollrechnungen der HSK zur Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der MAA-Halle der ZWIBEZ-Referenzanlage, dass dort mit Ausnahme eines einzigen Gebindetyps mit keinen wesentlichen Freisetzungen zu rechnen ist [24]. Die erwähnte Ausnahme betraf das BNFL WAA-500 I-Gebinde. Die HSK macht erneut auf die Notwendigkeit eines genügenden zusätzlichen Schutzes (z.B. Inaktivschicht oder Überbehälter) für diese Gebinde aufmerksam. Selbst beim unterstellten Kerosinbrand können im ZWIBEZ keine bituminierten Abfälle in Brand geraten oder ihre Selbstentzündungstemperatur erreichen.

Für das SAA-Lager des ZWIBEZ zeigten die Kontrollrechnungen der HSK zum Störfall FLA, dass mit keinen wesentlichen Freisetzungen zu rechnen ist [24]. Nach Ansicht der HSK belegen die Ergebnisse ihrer Kontrollrechnungen zum Störfall FLA für das ZWIBEZ auch für das ZZL trotz höheren Aktivitätsinventars des ZZL die grundsätzliche Tauglichkeit des Konzeptes. Im Sicherheitsbericht zum Baubewilligungsgesuch für das ZZL ist dieser Störfall im Hinblick auf die definitive Gestaltung der Bauten und das zulässige Inventar des ZZL quantitativ zu analysieren.

Bei Beachtung der vorstehenden Hinweise hat die HSK gegen das vorgelegte Konzept für das MAA-Lager und das MAA/SAA-Lager keine Einwände.

5.2.3 Heisse Zelle

Die heisse Zelle dient laut TB im Bedarfsfall der Handhabung von Brennelementen und, falls notwendig, auch von verglasten hochaktiven Abfällen. Sie soll die Herausnahme von HAA/BE aus einem TL-Behälter, deren Kontrolle und Transfer in einen anderen TL-Behälter ermöglichen.

Die heisse Zelle wird aus Abschirmungsgründen ein massiver Gebäudeteil sein. Der Gesuchsteller plant eine von jener des MAA-Lagers unabhängige Lüftungsanlage zur Abführung der Nachzerfallswärme der abgebrannten Brennelemente, bzw. des HAA. Die Abluft soll gefiltert und hinsichtlich der Einhaltung der Abgabelimiten für radioaktive Stoffe kontrolliert werden. Ein fernbedienter Betrieb ist vorgesehen.

Auch wenn der Gesuchsteller keine Referenzanlage für die heisse Zelle anführt, hält die HSK eine den Anforderungen der SSVVO bzw. STRAVO und der Richtlinien R-11 und R-14 genügende Dimensionierung und Ausführung für machbar.

Der Gesuchsteller rechnet mit einer derart massiven Bauweise der heissen Zelle, dass auch der Störfall FLA zu keiner nennenswerten Freisetzung von Radionukliden führt. Die HSK hält dies für realistisch und erwartet einen entsprechenden Nachweis im Sicherheitsbericht für das Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren.

5.2.4 Konditionierungsanlage

In der Konditionierungsanlage werden Abfälle nach Bedarf sortiert, zerkleinert, dekontaminiert, verpresst und zementiert. Die vom Gesuchsteller angeführte Referenz [5], der Konditionierungsteil AD-2 der Wiederaufarbeitungsanlage von COGEMA in La Hague (Frankreich), verfügt über Einrichtungen für alle oben beschriebenen Konditionierungsschritte. Die HSK erklärt sich mit der Wahl dieser Referenzanlage einverstanden. Allerdings ist zu beachten, dass die der Referenzanlage zugrundegelegten Auslegungstörfälle nicht in jedem Fall dieselben sind wie jene, die in der Schweiz gefordert werden.

In der Konditionierungsanlage sind im einzelnen gemäss dem heutigen Planungsstand eine Dekontaminationsanlage, eine Hochdruckpresse, eine Box für b/g-haltige Abfälle, eine Box für a-haltige Abfälle und eine Zementieranlage vorgesehen. Der Gesuchsteller beabsichtigt, in der Detailprojektierung jeweils den neuesten Stand der Technik zu berücksichtigen. Insbesondere sind für die Dekontaminationsanlage sowie für beide Boxen Abluftanlagen mit Filtern und Abluftkontrollenrichtungen geplant. Die entstehenden radioaktiven Abwässer sollen gemäss Gesuchsteller in einer eigenen Wasseraufbereitungsanlage bearbeitet oder nötigenfalls über ein Rohrleitungssystem an dasjenige des PSI abgegeben werden. Die HSK ist der Ansicht, dass bei Konditionierungsanlagen die Abgaben an die Umwelt sehr niedrig gehalten werden können.

Gemessen an den übrigen Einrichtungen des ZZL verlangt der Betrieb der Konditionierungsanlage vom Betriebspersonal die meisten Handhabungsvorgänge. Der Gesuchsteller bezieht sich bei seinen prinzipiellen Vorstellungen zum Strahlenschutz des Personals auf die entsprechenden Schutzvorkehrungen und die damit verbundenen Betriebserfahrungswerte der Anlage AD-2. Durch den Einsatz einer dem Stand der Technik entsprechenden Rückhalte- und Abschirmtechnik, sowie durch auf dem ALARA-Prinzip gründende fernbediente Prozessführungen können bei AD-2 radioaktive Inkorporationen und Direktbestrahlung des Personals auf sehr niedrigem Niveau gehalten werden. Unter Bezugnahme auf diese Anlage

beabsichtigt der Gesuchsteller, ein Planungsziel von höchstens 5 mSv jährlicher Individualdosis [4,5] einzuhalten. Die HSK unterstützt diese Zielvorstellung. Sie ist der Ansicht, dass ein weitgehend fernbedienter Betrieb zu realisieren ist.

Für die Auslegung der Referenzanlage wurde der Störfall FLA im Sinne der Richtlinie R-14 nicht unterstellt. Die HSK hat deshalb aufgrund des vom Gesuchsteller angegebenen maximal zu erwartenden Aktivitätsinventars der Konditionierungsanlage (Abschnitt 2.4) eine eigene Abschätzung der Freisetzungen nach einem FLA und deren radiologischen Folgen durchgeführt. Sie kommt zum Schluss, dass diese Folgen gering gehalten werden können, falls durch administrative Massnahmen eine Begrenzung der Gesamtaktivität, insbesondere der a-Aktivität der Anlage sichergestellt wird. Eine detaillierte Prüfung wird im Verlauf des BBV stattfinden.

Bei Beachtung der oben erwähnten Punkte hat die HSK gegen das vorgelegte Konzept für die Konditionierungsanlage keine Einwände.

5.2.5 Verbrennungsanlage

Um die generelle Machbarkeit einer Verbrennungsanlage (VA) für das ZZL nachzuweisen, führt der Gesuchsteller als Referenzkonzept den zentralen Ofenteil der Pilotverbrennungsanlage (PVA) im PSI [26] an. Das Prinzip der Verbrennung radioaktiver Abfälle ist Stand der Technik und mit zum Teil langjährigen Betriebserfahrungen belegt. Der Gesuchsteller beabsichtigt, verschiedene Verbrennungsverfahren auf ihre Eignung zu prüfen.

Ebenso wie in der Konditionierungsanlage muss während des Normalbetriebs der VA mit radioaktiven Sekundärabfällen sowie mit flüssigen und gasförmigen Abgaben gerechnet werden. Die HSK ist der Ansicht, dass die radioaktiven Abgaben an die Umwelt durch die projektierte VA deutlich unterhalb den heutigen Werten der PVA im PSI liegen sollten.

Der Betrieb, insbesondere die Ofenbeschickung und der Aschenauswurf, muss nach Ansicht der HSK weitgehend fernbedient und so konzipiert sein, dass eine Minimierung der Strahlenbelastung des Betriebspersonals gewährleistet wird.

Nach den Angaben des Gesuchstellers beträgt das maximal zu erwartende Aktivitätsinventar der Verbrennungsanlage rund 1012 Bq b/g und 108 Bq a. Sogar nach einer Freisetzung des gesamten Inventars beim Störfall FLA würde das Schutzziel 2 der Richtlinie R-14 eingehalten. Wie bei der Konditionierungsanlage ist durch administrative Massnahmen zu sichern, dass das Inventar der VA begrenzt wird.

In der Verbrennungsanlage ist naturgemäss mit einer erhöhten Brandgefahr zu rechnen. Es sind deshalb im Sinne der Richtlinie R-14 Rückhalteeinrichtungen für grössere Mengen an radioaktiv kontaminierten Löschmedien vorzusehen.

Die Beachtung dieser Punkte vorausgesetzt, hat die HSK gegen das vorgelegte Konzept keine Einwände.

5.3 Betrieblicher Strahlenschutz

Die ZWILAG rechnet damit, dass in der kontrollierten Zone des ZZL ca. 20 - 30 Personen beschäftigt werden. Sie setzt sich zum Ziel, die maximalen Individualdosen dieser beruflich strahlenexponierten Personen im Normalbetrieb auf (für die gesamte Anlage) 10 mSv/a, in der Konditionierungsanlage auf 5 mSv/a, zu begrenzen. Diese Werte entsprechen einer 50-prozentigen bzw. 25-prozentigen Ausschöpfung des in der neuen STRAVO zu erwartenden Maximalwertes für die jährliche Dosis von strahlenexponierten Personen. Ferner erwartet der Gesuchsteller, dass die Kollektivdosis des beruflich strahlenexponierten Personals des ZZL den Wert von 100 man-mSv/a nicht überschreiten wird. Die HSK ist der Meinung, dass diese Zielsetzungen bei gut geplanten und weitgehend fernbedienten Arbeitsabläufen erreicht werden können. Sofern unterirdische Gänge sowohl für Personenverkehr als auch für Abfalltransporte verwendet werden, sollen Massnahmen getroffen werden, dass sich dadurch keine unnötigen Strahlendosen ergeben. Die HSK wird im BBV die Zweckmässigkeit der vorgesehenen Einrichtungen prüfen.

6. ORGANISATION UND PERSONAL

6.1 Projektorganisation, Betriebsorganisation

Das Projekt wird von Mitarbeitern der Gesellschafter mit Erfahrung in der Kerntechnik geleitet. Somit sind gute Voraussetzungen für eine fachgerechte Abwicklung gegeben. Die HSK erwartet, dass spätestens zum Zeitpunkt des Anfangs der Detailplanung Sachverständige für die Qualitätssicherung und den Strahlenschutz bestimmt werden. Der Sachverständige für den Strahlenschutz ist insbesondere für die Erreichung der Ziele der Abschnitte 5.1 und 5.3 verantwortlich.

Die Betriebsorganisation wird im BBV beurteilt.

6.2 Notfallorganisation

Die HSK erachtet die Bereithaltung einer Notfallorganisation für das ZZL für erforderlich. Eine solche ist auch vom Gesuchsteller vorgesehen [1]. Es bleibt ihm überlassen, ob sie sich dabei einer der bereits bestehenden Notfallorganisationen des PSI oder des KKB anschliesst. Gemäss Notfallschutzverordnung vom 28.11.1983 werden die Notfallschutzzonen in der Baubewilligung festgelegt.

7. STILLEGUNG

Das Konzept für das Zentrale Zwischenlager in Würenlingen gibt keinen Anlass, besondere technische Schwierigkeiten bei der Stilllegung zu erwarten.

8. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

Die ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG reichte am 16. Juli 1990 ein Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung (gemäss Bundesbeschluss zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978) für ein zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle (ZZL) in Würenlingen (Kanton Aargau) ein. Das Projekt umfasst neben der Bereitstellung von Zwischenlagerkapazitäten auch den Bau und Betrieb von Abfallbehandlungsanlagen einschliesslich eines Verbrennungsofens.

Gemäss Art. 1 des Bundesbeschlusses legt die Rahmenbewilligung den Standort und das Projekt in seinen Grundzügen fest. Die HSK hat die Eignung des vorgesehenen Standorts

sowie das Konzept der Anlage aus der Sicht der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes geprüft. Die Sicherungsmassnahmen, welche die Sicherheit auch bei Einwirkungen Dritter gewährleisten sollen, werden auf der Stufe des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens durch die Sektion Nukleartechnologie und Sicherung des Bundesamtes für Energiewirtschaft begutachtet.

Die HSK hat ferner die Frage des Bedarfs für die geplante Anlage (sowohl bezüglich der bereitzustellenden Lagerkapazitäten wie auch der Notwendigkeit der vorgesehenen Konditionierungs- und Verbrennungsanlagen) geprüft. In der Schweiz sind heute mit Ausnahme des ZZL und des im Bau befindlichen Zwischenlagers Beznau der NOK (ZWIBEZ) keine Zwischenlagerkapazitäten für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannten Brennstoffes vorhanden oder geplant. Die Kapazität der Abkühlbecken in den einzelnen Werken reicht bei einem allfälligen zukünftigen Verzicht auf die Wiederaufarbeitung nicht aus, um die zu erwartende Anzahl abgebrannter Brennelemente (BE) aufzunehmen. Weitere Einrichtungen für BE oder verglaste hochaktive Abfälle (HAA) sind in den einzelnen Werken nicht vorgesehen. Die Inbetriebnahme eines Endlagers für HAA/BE ist nicht vor 2020 vorgesehen. Folglich ist ein Bedarf an zusätzlicher Zwischenlagerkapazität vorhanden.

Die geplante Lagerkapazität für HAA/BE und langlebige mittelaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ist zusammen mit jener des Zwischenlagers ZWIBEZ der NOK auch ohne Berücksichtigung eines Endlagers ausreichend, um den Bedarf aus einem 40-jährigen Betrieb der KKW zu decken. Die HSK weist darauf hin, dass unter Annahme dieser Betriebsdauer ein Bedarf an Zwischenlagerkapazität für HAA/BE in der Schweiz bis etwa zum Jahr 2064 vorhanden ist.

Bezüglich der schwach- und mittelaktiven Abfälle kommt die HSK zum Schluss, dass die von der ZWILAG vorgesehene Kapazität, zusammen mit jener der bereits gebauten und im Bau befindlichen Zwischenlager der schweizerischen Kernkraftwerke, voraussichtlich ausreicht, um sämtliche bis zum Jahr 2010 zu erwartenden schwachaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und schwach- und mittelaktiven Abfälle aus dem Betrieb der KKW sowie die Stilllegungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens zwischenzulagern. Die geplanten Reserven sind ausreichend. Weitere Reserven würden zur Verfügung stehen, wenn erwartungsgemäss ein Endlager für SMA noch vor 2010 betriebsbereit ist.

Bezüglich der geplanten Abfallbehandlungsanlage einschliesslich Verbrennungsofen kommt die HSK zum Schluss, dass der Bedarf in ausreichendem Masse nachgewiesen ist: Erstens stellt die Konditionierung und Verfestigung der Betriebsabfälle der Kernkraftwerke sowie der Abfälle aus dem Verantwortungsbereich des Bundes eine technische Notwendigkeit im Hinblick auf die Endlagerung dar. Zweitens wird durch die Veraschung brennbarer Abfälle ihr potentieller Gehalt an chemischen Komplexbildnern und an biologisch abbaubaren organischen Bestandteilen stark reduziert, was ebenfalls im Hinblick auf die Endlagerung sicherheitstechnisch von grosser Bedeutung ist. Schliesslich wird nach Inbetriebnahme der Anlagen im ZZL die dem heutigen Stand der Technik nicht mehr voll entsprechende Abfallbehandlungsanlage am Paul-Scherrer-Institut stillgelegt werden können: Die HSK erwartet

deshalb, dass die Immissionen in der Umgebung durch diesen Ersatz einer älteren Anlage durch eine modernere gesamthaft reduziert werden können.

Die HSK weist darauf hin, dass die Abfallbehandlungseinrichtungen nicht dafür ausgelegt sind, alle bei der Stilllegung des Versuchsatomkraftwerkes Lucens angefallenen Abfälle zu konditionieren. Sie ist der Ansicht, dass die Planung des ZZL eine wahrzunehmende Gelegenheit bietet, eine dauerhafte Lösung zum Problem dieser Altlasten zu finden. Sie empfiehlt deshalb, die Erteilung der Rahmenbewilligung des ZZL mit der Auflage zu verbinden, dass Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung dieser Abfälle vorgeschlagen werden.

Nach erfolgter Prüfung in bezug auf Geologie, Eignung als Baugrund, Seismik und Hydrologie hat die HSK im Hinblick auf diese Aspekte gegen den vorgesehenen Standort keine Einwände.

Hinsichtlich Schutz gegen Flugzeugabsturz beschränkt die Richtlinie R-14 die Folgedosis des Absturzes eines schweizerischen Militärflugzeuges. Entsprechende Nachweise sind unabhängig von der Wahrscheinlichkeit solcher Abstürze zu führen. Der vorgesehene Standort liegt in rund 24 km Entfernung vom Flughafen Zürich-Kloten; wichtige Ab- und Anflugrouten und eine Anflugwarteschleife führen in seine Nähe. Trotz dieses Sachverhaltes ist die Wahrscheinlichkeit des Absturzes eines schweren Verkehrsflugzeuges auf die Anlagen sehr gering. Die HSK ist der Ansicht, dass die Eignung des Standortes dadurch nicht in Frage gestellt wird. Sie betrachtet indessen eine Verfeinerung der bisherigen Auswertungen von Unfallstatistiken als erforderlich, um quantitative Aussagen bezüglich der Abhängigkeit des Absturzrisikos vom Flugzeuggewicht und von der Entfernung zum Start- oder Zielflughafen zu erlauben. Sie behält sich vor, anhand der Ergebnisse dieser verfeinerten Auswertung und unter Berücksichtigung der potentiellen radiologischen Folgen des Absturzes eines grösseren Flugzeuges einen über die Anforderungen der Richtlinie R-14 hinausgehenden Schutz einzelner Anlageteile im BBV zu fordern.

In einem Umkreis von 8 km um den vorgesehenen Standort befinden sich die Anlagen PSI-West, PSI-Ost, KKW Beznau und KKW Leibstadt. Es stellt sich deshalb die Frage, ob die Errichtung und der Betrieb einer zusätzlichen Kernanlage aus der Sicht der Strahlenexposition der Bevölkerung vertretbar ist. Durch die umfassende behördliche Kontrolle der Emissionen und Immissionen sind für die vier oben erwähnten Anlagen zuverlässige Abschätzungen der Strahlenexposition der meistbetroffenen Bevölkerung in ihrer Umgebung möglich: diese liegt unterhalb der geltenden Grenzwerte und deutlich unter der Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition und ist deshalb unbedenklich. Auch nach Inbetriebnahme des Zentralen Zwischenlagers Würenlingen ist keine nennenswerte Zunahme der Strahlenexposition der Bevölkerung zu erwarten.

Bezüglich der Erschliessung des ZZL für Abfallschwertransporte hat der Gesuchsteller mehrere Varianten untersucht und davon zwei in die engere Wahl gezogen. Bei beiden Varianten ist eine Umladung der Abfälle von Eisenbahnwagen auf Strassenfahrzeuge in der Nähe des ZZL vorgesehen. Nach Ansicht der HSK soll der Gesuchsteller im Sinne einer Optimierungs-

studie beide von ihm vorgeschlagenen Varianten sowie mindestens eine Variante mit direktem Schienenanschluss näher untersuchen. Die HSK kommt zum Schluss, dass eine zweckmässige Erschliessung des ZZL-Standortes jedenfalls möglich ist.

Gemäss den eingereichten Projektunterlagen besteht das ZZL aus folgenden Anlageteilen: Empfangs- und Verwaltungsräume, Konditionierungsanlage, Verbrennungsanlage, heisse Zelle, HAA/BE-Lager, MAA-Lager, MAA/SAA-Lager und Nebengebäude. Für die meisten dieser Anlagen hat der Gesuchsteller Referenzanlagen aufgeführt. Im HAA/BE-Lager sind wie in den Referenzanlagen Ahaus und ZWIBEZ die Lagerbehälter die Hauptträger der Sicherheits- und Schutzfunktionen. Wie im Fall des Zwischenlagers ZWIBEZ wird die HSK erst im Verlauf des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens Referenzanforderungen an die Behälter festlegen. Gemäss den eingereichten Unterlagen sollen im HAA/BE-Lager falls erforderlich auch schwachaktive Abfälle gelagert werden. Die HSK hat gegen diese polyvalente Nutzung des HAA/BE-Lagers keine grundsätzlichen Einwände; sie weist indessen darauf hin, dass im Rahmen des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens der Nachweis des Erreichens der Schutzziele der HSK-Richtlinie R-14 für diese Nutzung zu erbringen ist.

Die HSK betrachtet die grundsätzliche Machbarkeit der sicheren Zwischenlagerung von MAA und SAA in den entsprechenden Lagerhallen gemäss dem Konzept des Gesuchstellers als nachgewiesen. Die Auslegung und die Dimensionierung der Gebäude und der Systeme werden auf der Stufe des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens geprüft.

Für die Konditionierungsanlage hat der Gesuchsteller als Referenzanlage die Konditionierungsanlage AD-2 der Wiederaufarbeitungsanlage UP-2 in La Hague (Frankreich) angegeben. Die HSK betrachtet die grundsätzliche Machbarkeit einer den Anforderungen in der Schweiz genügenden Anlage als erwiesen. Gemäss den eingereichten Unterlagen gilt die gegenwärtig in Betrieb stehende Pilotverbrennungsanlage (PVA) des PSI als Referenzanlage für den Verbrennungsofen. Die Verbrennung radioaktiver Abfälle ist Stand der Technik und mit zum Teil langjährigen Betriebserfahrungen belegt.

Durch Anwendung fernbedienter Arbeitsgänge und geeigneter Abschirmungen soll die Strahlenexposition des Personals im gesamten ZZL niedrig gehalten werden. Die HSK ist mit den Zielsetzungen des Gesuchstellers hinsichtlich des personellen Strahlenschutzes einverstanden; sie wird im BBV die Zweckmässigkeit der vorgesehenen Einrichtungen prüfen.

Die HSK erachtet die Einhaltung der Schutzziele der Richtlinie R-14 sowohl im Normalbetrieb wie auch bei Störfällen mit dem vorgesehenen Konzept als grundsätzlich möglich. Die Prüfung der Dimensionierung der Gebäude und der Sicherheitssysteme sowie des Betriebskonzeptes wird auf der Stufe des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens stattfinden. Dabei werden die Anlagen des PSI und des ZZL als zu einem Standort gehörig betrachtet. Dies bedeutet, dass der Grenzwert nach der Richtlinie R-11 von 0,2 mSv/a Individualdosis für Personen der Bevölkerung aus Abgaben radioaktiver Stoffe auch nach Inbetriebnahme des ZZL und bei Ausschöpfung aller Abgabegrenzwerte für das PSI und das ZZL eingehalten werden muss. Die HSK wird im Verlauf des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens Emis-

sionsgrenzwerte für sämtliche Anlageteile des ZZL festlegen, welche dem neuesten Stand der Technik entsprechen.

Die HSK hat keine Einwände gegen die Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager in Würenlingen. Sie empfiehlt, diese Bewilligung mit der folgenden Auflage zu verbinden:

Der HSK sind Lösungen für die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung der Stillungsabfälle des Versuchsatomkraftwerkes Lucens vorzuschlagen.

Würenlingen, den 18. März 1992

HAUPTABTEILUNG

FÜR DIE SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

Der Direktor

R. Naegelin

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

ALARA	"As Low As Reasonably Achievable, economic and social factors being taken into account" (betrifft die Strahlenbelastung von Personen)
AtG	Atomgesetz (Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz vom 23. Dezember 1959, SR 732.0)
BA	Betriebsabfall/-abfälle
BAG	Bundesamt für Gesundheitswesen
BBG	Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch (nach AtG)
BBV	Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren (in der Regel getrennte Verfahren)
BB/AtG	Bundesbeschluss zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978
BE	Brennelement/-elemente
BNFL	British Nuclear Fuels Public Limited Company, Sellafield (England)
B(U)	Kennzeichnung eines Transportbehälters für radioaktives Material der Klasse mit den höchsten Anforderungen nach IAEA
BZL	Bundeszzwischenlager Würenlingen
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires, Vélizy (Frankreich)
FLA	Flugzeugabsturz (gemäss Richtlinie R-14)
HAA	Hochaktive(r) Abfall/Abfälle
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
HZ	Heisse Zelle
IAEA	International Atomic Energy Agency (Internationale Atomenergiebehörde der UNO)
ISO	International Standardization Organisation
KKB	Kernkraftwerk Beznau der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG

KKG	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt AG
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg der Bernischen Kraftwerke AG
KKW	Kernkraftwerk/-werke
KSA	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
KUeR	Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität
LMA	Langlebige(r) mittelaktive(r) Abfall/Abfälle
LRV	Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985, SR 814.318.142.1
MAA	Mittelaktive(r) Abfall/Abfälle
MIF-Abfälle	Radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
MSK	Medvedev-Sponheuer-Karnik (Erdbebenintensitätskala)
NAGRA	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
PSI	Paul Scherrer Institut
PVA	Pilotverbrennungsanlage (des PSI)
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch (nach dem BB/AtG)
RBV	Rahmenbewilligungsverfahren
REFUNA	Regionales Fernwärmenetz des Unteren Aaretals
SAA	Schwachaktive(r) Abfall/-Abfälle
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SSVO S	Strahlenschutzverordnung vom 30. Juni 1976, SR 814.50
STRAVO	Neufassung der Strahlenschutzverordnung (Entwurf)
StSG	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991, BBl 1991 I 1341

TB	Technischer Bericht der ZWILAG zum Rahmenbewilligungsgesuch für das ZZL
TL-Behälter	Transport- und Lagerbehälter
TÜV	Technischer Überwachungsverein/-vereine (Deutsche Bundesländer)
VA	Verbrennungsanlage
WA	Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente
WAA	Wiederaufarbeitungsabfall/-abfälle
ZL	Zwischenlager
ZWIBEZ	Zwischenlager Beznau der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG
ZZL	Zentrales Zwischenlager Würenlingen

REFERENZEN

- [1] ZWILAG, Technischer Bericht zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen, (Juli 1990)
- [2] ZWILAG, Bedarfsnachweis zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen, (Juli 1990)
- [3] ZWILAG, Umweltverträglichkeitsbericht (UVB),(1.Stufe) zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das Zentrale Zwischenlager Würenlingen, (Juli 1990)
- [4] ZWILAG, Stellungnahme zu HSK-Nachforderungen, (4.März 1991)
- [5] ZWILAG, Schreiben, Ergänzende Daten zu Referenzanlagen, (15.Mai 1991)
- [6] ZWILAG, Risiko von Flugzeugabstürzen für die ZWILAG-Anlagen beim Standort PSI Würenlingen, (April 1991)
- [7] COLENCO Ingenieurunternehmung AG, Radiologische Vorbelastung der Region Würenlingen, (Juni 1991)
- [8] ZWILAG, Nachtrag zum Technischen Bericht vom Juli 1990 - Überarbeitete Gebäudeanordnung, (Juli 1991)
- [9] ZWILAG, Nachtrag zum Umweltverträglichkeitsbericht (UVB),(1.Stufe) vom Juli 1990 - Überarbeitete Gebäudeanordnung, (Juli 1991)
- [10] ZWILAG, Zentrales Zwischenlager Würenlingen, Erschliessung des ZWILAG-Areals für Schwertransporte, (Februar 1992)
- [11] KSA/KUeR/HSK, Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken, Richtlinie R-11, (Mai 1980)
- [12] HSK, Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle, Richtlinie R-14, (Dez.1988)
- [13] Staatsverlag des Kantons Aargau, Aargauer Zahlen, 1989
- [14] HSK, Gutachten zum Gesuch für den Bau und Betrieb eines Bundeszwischenlagers für radioaktive Abfälle auf dem Areal des EIR Würenlingen, HSK 2/109, (Aug. 1985)
- [15] SIA Norm, Einwirkungen auf Tragwerke, SIA 160, (Juni 1989)
- [16] Schweiz. Bauzeitung, Nr.7, (1978)

- [17] Grundwasserkarte des Kantons Aargau, 1:25'000, Blatt Baden
- [18] Eidgenössische Kommission für die Überwachung der Radioaktivität, 29. Bericht für die Jahre 1985 und 1986 zuhanden vom Bundesrat, Kurzfassung, 1989
- [19] Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH und STEAG Kernenergie GmbH, Sicherheitsbericht zum Transportbehälterlager Ahaus, (Juli 1982)
- [20] Bundesanstalt für Materialprüfung, Gutachten zur Beurteilung behälterspezifischer Fragen der trockenen Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente in einem Transportbehälterlager bei Ahaus, (Berlin, Nov.1983)
- [21] TÜV Hannover e.V., Gutachten zum Transportbehälterlager Ahaus, (Hannover, Nov.1982)
- [22] NOK/KKB, Sicherheitsbericht: Zwischenlager für radioaktive Abfälle - Projekt ZWILA, KKB-Doku-Nr. 751 D1, (Sept. 1987)
- [23] NOK/KKB, Ergänzungsberichte zum Sicherheitsbericht: Zwischenlager für radioaktive Abfälle - Projekt ZWILA, KKB-Doku-Nr. 751 D2, a-e, (Sept. 1987)
- [24] HSK, Gutachten zum Gesuch der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG um eine Bau-, bzw. Betriebsbewilligung für ein Zwischenlager für radioaktive Abfälle (Projekt ZWIBEZ) auf dem Areal des Kernkraftwerkes Beznau, (Würenlingen, Mai 1990)
- [25] Bernische Kraftwerke AG, Sicherheitsbericht: Erweiterung des Zwischenlagers für radioaktive Abfälle im Kernkraftwerk Mühleberg, (1982)
- [26] EIR, Pilot-Verbrennungsanlage für feste, brennbare und schwach radioaktive Abfälle, EIR Bericht Nr.299, (Würenlingen, Mai 1976)