

# Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle

Ersatz Kernkraftwerk Beznau



## Rahmenbewilligungsgesuch Ersatz Kernkraftwerk Beznau

Gesuchstellerin: Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG

Erstellt durch: **Resun AG**, eine gemeinsame Planungsgesellschaft der Axpo-Konzerngesellschaften Nordostschweizerische Kraftwerke AG und Centralschweizerische Kraftwerke AG sowie der BKW FMB Energie AG



## Zusammenfassung

Am Standort Beznau soll das bestehende Kernkraftwerk Beznau (KKB1 und KKB2) durch ein Ersatzkernkraftwerk des Typs Leichtwasserreaktor ersetzt werden. Dazu reicht die Bau- und Betriebsgesellschaft Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG ein Rahmenbewilligungsgesuch ein. Das Gesuch wurde durch die Planungs- und Projektierungsgesellschaft Resun AG erarbeitet. Der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle ist Bestandteil der Gesuchsunterlagen.

Ausgehend von einer Darstellung der gesetzlichen Grundlagen sind die in der Schweiz von den Entsorgungspflichtigen zur Entsorgung bereits geleisteten Arbeiten aufgeführt und es ist erwähnt, dass mit deren Anerkennung durch den Schweizer Bundesrat der geforderte Entsorgungsnachweis erbracht ist. Zusätzlich ist gezeigt, dass die Finanzierung der Entsorgung durch gesetzliche Regelungen sichergestellt ist.

Die in der Schweiz gemäss Konzept der nuklearen Entsorgung für radioaktive Abfälle vorgesehenen Entsorgungsschritte Konditionierung, Zwischenlagerung und geologische Tiefenlagerung sowie die im Zusammenhang mit diesen Entsorgungsschritten stehenden Transporte sind erläutert und es ist aufgeführt, auf welchen gesetzlichen Regelungen bzw. rechtlichen Anforderungen sie beruhen. Des Weiteren ist auf die Kategorisierung der radioaktiven Abfälle und die Zuordnung der Abfallkategorien zum geologischen Tiefenlager eingegangen. Zu diesen Abfallkategorien erfolgt ebenfalls eine Zuordnung der vom zu errichten beabsichtigten Ersatzkernkraftwerk potenziell verursachten radioaktiven Abfälle. Weiter ist erwähnt, dass diese Abfälle im schweizerischen Entsorgungsprogramm berücksichtigt sind. Durch dessen gesetzlich geforderte periodische Anpassung ist sichergestellt, dass sich im Lauf der Anlagenauslegung für die radioaktiven Abfälle ergebende Änderungen in Menge oder Aktivität rechtzeitig in das Entsorgungskonzept einfließen.

Für die Betriebsabfälle, die zu entsorgenden Brennelemente, die möglicherweise anfallenden Wiederaufarbeitungsabfälle und die Stilllegungsabfälle ist gezeigt, dass sie sich hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht wesentlich von jenen unterscheiden, welche von den derzeit in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerken verursacht werden, und daher ebenso wie diese den vorgesehenen Entsorgungsschritten zugeführt werden können.

Damit sind alle im Zusammenhang mit dem Rahmenbewilligungsverfahren stehenden gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Entsorgung radioaktiver Abfälle für das Gesuch für eine Rahmenbewilligung für ein Kernkraftwerk am Standort Beznau eingehalten.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Entsorgungsnachweis	3
2.2	Stilllegungs- und Entsorgungsfonds	4
<b>3</b>	<b>Entsorgungskonzept</b>	<b>5</b>
3.1	Entsorgungsschritte	5
3.1.1	Konditionierung	5
3.1.2	Transport	6
3.1.3	Zwischenlagerung	6
3.1.4	Geologische Tiefenlagerung	6
3.2	Abfallkategorien	7
3.2.1	Kategorisierung der anfallenden radioaktiven Abfälle	7
3.2.2	Zuordnung der radioaktiven Abfälle zum geologischen Tiefenlager	7
3.2.3	Vom EKKB verursachte Abfälle und deren Kategorisierung	8
<b>4</b>	<b>Betriebsabfälle</b>	<b>9</b>
4.1	Konditionierung von Betriebsabfällen	10
4.1.1	Feste radioaktive Betriebsabfälle	10
4.1.2	Flüssige radioaktive Betriebsabfälle	11
4.1.3	Grosse Komponenten	11
4.2	Zwischenlagerung von Betriebsabfällen	12
4.3	Transporte fester und flüssiger radioaktiver Betriebsabfälle	12
4.3.1	Innerbetriebliche Transporte	12
4.3.2	Externe Transporte	12
4.4	Entsorgung der Betriebsabfälle	12
<b>5</b>	<b>Abgebrannte Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle</b>	<b>15</b>
5.1	Abgebrannte Brennelemente	15
5.1.1	Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente	15



5.2	Wiederaufarbeitungsabfälle	15
5.2.1	Zwischenlagerung von Wiederaufarbeitungsabfällen	16
5.3	Transport von abgebrannten Brennelementen und Wiederaufarbeitungsabfällen	16
5.3.1	Innerbetriebliche Transporte	16
5.3.2	Externe Transporte	16
5.4	Entsorgung der abgebrannten Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle	17
<b>6</b>	<b>Stilllegungsabfälle</b>	<b>19</b>
6.1	Konditionierung von Stilllegungsabfällen	19
6.2	Zwischenlagerung von Stilllegungsabfällen	19
6.3	Transport von Stilllegungsabfällen	20
6.4	Entsorgung der Stilllegungsabfälle	20
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>21</b>
<b>Referenzen</b>		<b>23</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>25</b>



# 1 Einleitung

Das bestehende Kernkraftwerk der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) am Standort Beznau (KKB) ist langfristig zu ersetzen. Ausserdem ist für Strombezug aus dem Ausland ebenfalls Ersatz zu schaffen. Um diese Ersatzkapazität bereitzustellen, wird die Errichtung eines Ersatzkernkraftwerks am Standort Beznau beabsichtigt. Bei dieser Ersatzanlage, hier als EKKB bezeichnet, handelt es sich um ein modernes Kernkraftwerk des Typs Leichtwasserreaktor.

Nach den Vorgaben des Kernenergiegesetzes (KEG) [1] ist für den Bau und den Betrieb einer Kernanlage eine Rahmenbewilligung<sup>1</sup> des Bundesrats erforderlich. Zu deren Erlangen ist ein entsprechendes Rahmenbewilligungsgesuch mit den erforderlichen Unterlagen einzureichen<sup>2</sup>.

Die Kernenergieverordnung (KEV) [2] regelt die erforderlichen Gesuchsunterlagen<sup>3</sup>. Folgende Berichte sind mit dem Rahmenbewilligungsgesuch einzureichen:

- Sicherheitsbericht
- Sicherungsbericht
- Umweltverträglichkeitsbericht
- Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung
- Konzept für die Stilllegung
- Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle

Der vorliegende Bericht enthält den nach der Kernenergiegesetzgebung<sup>4</sup> erforderlichen Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle für das EKKB.

Im Bericht ist anhand des in Abbildung 1-1 schematisch dargestellten Konzepts der nuklearen Entsorgung in der Schweiz gezeigt, wie die Entsorgung der durch das EKKB verursachten radioaktiven Abfälle sichergestellt ist. Es ist dargelegt, wie die während des Betriebs und bei der späteren Stilllegung des EKKB anfallenden radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente gehandhabt, konditioniert und gelagert werden.

Der Bericht umfasst nebst den gesetzlichen Grundlagen (vgl. Kap. 2) eine Beschreibung des Entsorgungskonzepts (vgl. Kap. 3) und legt dar, dass die im EKKB anfallenden radioaktiven Abfälle die dem Entsorgungsnachweis zugrunde liegenden Voraussetzungen erfüllen (vgl. Kap. 4, 5 und 6).

---

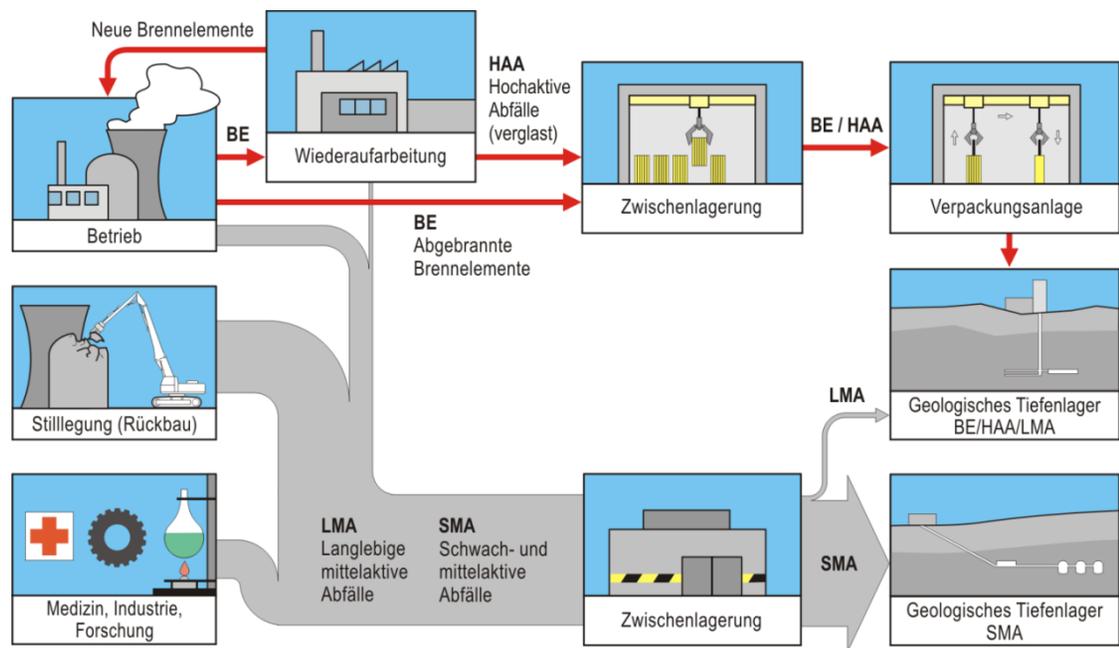
<sup>1</sup> Art. 12 Abs. 1 KEG

<sup>2</sup> Art. 42 KEG

<sup>3</sup> Art. 23 KEV

<sup>4</sup> Art. 13 Abs. 1 Bst. d und Art. 42 KEG i.V.m. Art. 23 Bst. e KEV

Abbildung 1-1: Konzept der nuklearen Entsorgung in der Schweiz gemäss Entsorgungsprogramm [3]. Die Pfeildicke entspricht dem jeweiligen Volumen der Abfallströme. Die dem Tiefenlager HAA zugeteilten Abfälle der Kategorien<sup>5</sup> ATA und SMA sind als langlebige mittelaktive Abfälle (LMA) bezeichnet.



Quelle: Nagra

<sup>5</sup> gemäss Art. 51 KEV

## 2 Gesetzliche Grundlagen

Das Kernenergiegesetz [1] und die Kernenergieverordnung [2] legen die rechtlichen Grundlagen für die Erteilung einer Rahmenbewilligung für eine Kernanlage fest und beschreiben auch die Anforderungen an den Umgang mit den anfallenden radioaktiven Abfällen. Dazu gehört ebenfalls die Pflicht, ihre Entstehung zu minimieren. Weiter sind auch die Voraussetzungen und die Bedingungen für die Verarbeitung radioaktiver Materialien im Ausland gegeben, inkl. der für die Rückführung der bei der Verarbeitung dieser Materialien anfallenden Abfälle in die Schweiz.

Das Kapitel 2.1 beschreibt die Anforderungen an den geforderten Entsorgungsnachweis für die radioaktiven Abfälle und die abgebrannten Brennelemente, die beim Betrieb des EKKB anfallen können, und zeigt, dass der Entsorgungsnachweis erbracht ist.

Das Kapitel 2.2 enthält eine Zusammenfassung der Anforderungen bezüglich Finanzierung der Entsorgung der beim Betrieb eines Kernkraftwerks anfallenden radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente, inkl. der Beitragspflicht zum Entsorgungs- und Stilllegungsfonds.

### 2.1 Entsorgungsnachweis

Voraussetzung für die Erteilung der Rahmenbewilligung für ein Kernkraftwerk ist u. a., dass der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle erbracht ist<sup>6</sup>.

Der Entsorgungsnachweis enthält die drei Komponenten Sicherheitsnachweis, Standortnachweis und bautechnischer Machbarkeitsnachweis<sup>7</sup>.

- Der *Sicherheitsnachweis* muss zeigen, dass das für die erwarteten radioaktiven Abfälle vorgesehene geologische Tiefenlager den dauernden Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet unter Berücksichtigung der nachgewiesenen geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften der vorgesehenen Wirtgesteine sowie der geplanten technischen Barrieren.
- Der *Standortnachweis* muss aufgrund von dokumentierten Untersuchungsergebnissen zeigen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit genügend grosse Gesteinskörper mit den im Sicherheitsnachweis festgehaltenen Eigenschaften existieren, sodass die Realisierung der geologischen Tiefenlager mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden kann.
- Der *Machbarkeitsnachweis* muss zeigen, dass in den gewählten Wirtgesteinen geologische Tiefenlager unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften mit den heute vorhandenen technischen Mitteln gebaut, betrieben und langfristig sicher verschlossen werden können.

---

<sup>6</sup> Art. 13 Abs. 1 Bst. d KEG

<sup>7</sup> vgl. BBI 2001 2736-2737 sowie ursprünglich durch die Bundesbehörden festgelegte Anforderungen [4] an den Entsorgungsnachweis und deren Begründung [5]

Der Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelaktive Abfälle wurde mit Bundesratsentscheid vom 3.6.1988 [6] zum Projekt «Gewähr 1985» [7] der Nagra<sup>8</sup> als erbracht erklärt. Für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle wurde der Entsorgungsnachweis mit Bundesratsentscheid vom 28.6.2006 [8] zum Projekt «Opalinuston» [9] der Nagra als erbracht erklärt. Die heutige Kategorisierung<sup>9</sup> unterscheidet zwischen hochaktiven, alphatoxischen sowie schwach- und mittelaktiven Abfällen (vgl. Abbildung 1-1).

Der Entsorgungsnachweis ist damit erbracht.

## 2.2 Stilllegungs- und Entsorgungsfonds

Gemäss Kernenergiegesetz [1] sind die Finanzierung der Entsorgung der radioaktiven Betriebsabfälle und abgebrannten Brennelemente nach Ausserbetriebnahme der Kernanlagen durch den Entsorgungsfonds und die Finanzierung der Stilllegung und des Abbruchs von ausgedienten Kernanlagen sowie der Entsorgung der dabei entstehenden Abfälle durch den Stilllegungsfonds sicherzustellen<sup>10</sup>. Die Eigentümer von Kernanlagen leisten Beiträge an den Stilllegungs- und Entsorgungsfonds. Die Beiträge und Ansprüche an diese Fonds sowie die durch die Eigentümer für die vor Ausserbetriebnahme des EKKB anfallenden Entsorgungskosten vorzunehmenden Rückstellungen sind im Kernenergiegesetz<sup>11</sup> [1] und in der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV) [10] geregelt.

Somit ist die Finanzierung der sicheren Entsorgung der vom EKKB während des Betriebs und bei der Stilllegung anfallenden radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente sichergestellt.

---

<sup>8</sup> Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle

<sup>9</sup> Art. 51 KEV

<sup>10</sup> Art. 77 KEG

<sup>11</sup> Art. 77-82 KEG

## 3 Entsorgungskonzept

### 3.1 Entsorgungsschritte

Im Kernenergiegesetz [1] ist geregelt, dass in der Schweiz anfallende radioaktive Abfälle grundsätzlich im Inland<sup>12</sup> und derart zu entsorgen sind, dass der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist<sup>13</sup>. Die Entsorgung besteht gemäss gesetzlicher Begriffsbestimmung<sup>14</sup> aus Konditionierung (vgl. Kap. 3.1.1), Zwischenlagerung (vgl. Kap. 3.1.3) und Lagerung der radioaktiven Abfälle in einem geologischen Tiefenlager (vgl. Kap. 3.1.4). Einen wichtigen Teil des Umgangs mit radioaktiven Abfällen im Zusammenhang mit diesen Entsorgungsschritten bilden Transporte radioaktiver Stoffe, sowohl innerbetrieblich als auch über öffentliche Verkehrswege (vgl. Kap. 3.1.2).

#### 3.1.1 Konditionierung

Als Konditionierung wird die Gesamtheit der Operationen bezeichnet, mit welchen die radioaktiven Abfälle für die Zwischenlagerung oder für die Lagerung in einem geologischen Tiefenlager vorbereitet werden. Sie umfasst insbesondere die mechanische Verkleinerung, die Dekontamination, die Verpressung, die Verbrennung, die Einbettung in Abfallmatrizen und die Verpackung<sup>15</sup>.

Aus der Konditionierung resultieren Abfallprodukte, die samt ihrer Verpackung eine Einheit darstellen, welche ohne weitere Eingriffe in ihre Integrität gehandhabt und den weiteren Entsorgungsschritten Transport, Zwischenlagerung und geologische Tiefenlagerung zugeführt werden kann.

Für die Konditionierung gelten folgende Anforderungen<sup>16</sup>:

- Radioaktive Abfälle sind möglichst rasch zu konditionieren. Das Ansammeln von unkonditionierten Abfällen im Hinblick auf periodische Konditionierungskampagnen ist gestattet.
- Konditionierte Abfallgebände müssen transport-, zwischen- und endlagerfähig sein.
- Jedes Abfallgebände ist zu kennzeichnen und mit einer Dokumentation zu versehen, die die Herstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften des Abfallgebändes umschreibt. Die Dokumentation ist aufzubewahren und der Unternehmung zu übergeben, welche die weiteren Entsorgungsschritte durchführt.
- Zur Herstellung eines konditionierten Abfallgebändes ist bei der Aufsichtsbehörde ein Gesuch um Typen- oder Einzelgenehmigung einzureichen. Die Aufsichtsbehörde erteilt die Genehmigung.

---

<sup>12</sup> Art. 30 Abs. 2 KEG

<sup>13</sup> Art. 30 Abs. 3 KEG

<sup>14</sup> Art. 3 Bst. b KEG

<sup>15</sup> Art. 3 Bst. g KEG

<sup>16</sup> gemäss Art. 54 KEV

- Dem Gesuch sind alle zur Beurteilung erforderlichen Unterlagen beizulegen, die insbesondere Angaben enthalten über das Konditionierungsverfahren, das Abfallgebinde und seine Komponenten, die Qualitätssicherung und die Dokumentation.

### 3.1.2 Transport

Der Nachweis der Transportfähigkeit der zur Herstellung beantragten Abfallgebinde ist Bestandteil der Prüfung des Abfallgebindetyps (vgl. Kap. 3.1.1).

Somit ist sichergestellt, dass sich die Abfallgebinde – eventuell unter Einsatz geeigneter Zusatzverpackungen – unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen<sup>17</sup> gemäss den nationalen<sup>18</sup> und internationalen<sup>19</sup> Bestimmungen über die Beförderung gefährlicher Güter auf öffentlichen Verkehrswegen transportieren lassen.

### 3.1.3 Zwischenlagerung

Der Nachweis der Zwischenlagerfähigkeit der zur Herstellung beantragten Abfallgebinde ist Bestandteil der Prüfung des Abfallgebindetyps (vgl. Kap. 3.1.1). Die erste Einlagerung von Abfallgebinden eines Typs und die Einlagerung von Transport- und Lagerbehältern mit abgebrannten Brennelementen oder hochaktiven Abfällen in ein Zwischenlager bedürfen einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörde<sup>20</sup>.

Zwischenlager für radioaktive Abfälle sind so auszulegen<sup>21</sup>, dass die Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde nicht beeinträchtigt wird und eine genügende Lagerkapazität für den absehbaren Bedarf vorliegt.

Somit ist sichergestellt, dass die Abfallgebinde ohne Beeinträchtigung ihrer für die weiteren Entsorgungsschritte relevanten Eigenschaften zwischengelagert werden können.

### 3.1.4 Geologische Tiefenlagerung

Der Nachweis der Endlagerfähigkeit der zur Herstellung beantragten Abfallgebinde ist Bestandteil der Prüfung des Abfallgebindetyps (vgl. Kap. 3.1.1).

Somit ist bereits bei der Herstellung der Abfallgebinde ihre spätere Unterbringung in einem geologischen Tiefenlager gewährleistet, d.h. in einer Anlage im geologischen Untergrund, die verschlossen werden kann, sofern der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt durch passive Barrieren sichergestellt wird<sup>22</sup>.

---

<sup>17</sup> hauptsächlich Strassenverkehrs- [11] und Transportgesetz [12], andere mögen in Spezialfällen zusätzlich zur Anwendung kommen

<sup>18</sup> hauptsächlich SDR [13] und RSD [14], andere mögen in Spezialfällen zusätzlich zur Anwendung kommen

<sup>19</sup> hauptsächlich ADR [15] und RID [16], andere mögen in Spezialfällen zusätzlich zur Anwendung kommen

<sup>20</sup> Art. 29 Abs. 1 Bst. f bzw. g KEV

<sup>21</sup> Art. 12 Abs. 2 KEV

<sup>22</sup> Art. 3 Bst. c KEV

## 3.2 Abfallkategorien

### 3.2.1 Kategorisierung der anfallenden radioaktiven Abfälle

In der Schweiz werden die radioaktiven Abfälle im Hinblick auf die Entsorgung in folgende Kategorien eingeteilt<sup>23</sup>:

- hochaktive Abfälle (HAA):
  - abgebrannte Brennelemente, die nicht weiter verwendet werden
  - verglaste Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen
- alphatoxische Abfälle (ATA):
  - Abfälle, deren Gehalt an Alphastrahlern den Wert von 20'000 Becquerel/g konditionierter Abfall übersteigt
- schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA):
  - alle anderen radioaktiven Abfälle

### 3.2.2 Zuordnung der radioaktiven Abfälle zum geologischen Tiefenlager

Für die geologische Tiefenlagerung sieht das schweizerische Entsorgungsprogramm [3] zwei Lager vor: ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) sowie ein Lager für hochaktive Abfälle (HAA). Der Sachplan geologische Tiefenlager [17] legt im Konzeptteil die Sachziele des Bundes sowie Verfahren und Kriterien fest, nach denen Standorte für geologische Tiefenlager für alle Abfallkategorien in der Schweiz ausgewählt werden. Im Rahmen des Sachplanverfahrens ist die Frage der Abfallzuteilung zu den beiden Lagern aufzuzeigen. Die Eigenschaften der einzulagernden Abfälle (Radiotoxizität, Halbwertszeit, Materialzusammensetzung) bestimmen die Anforderungen an den Einschluss (Wirkung der technischen und natürlichen Barrieren), an die erforderliche Zeitdauer der Barrierenwirkung und somit auch die sicherheitstechnischen Anforderungen an einen Standort für ein geologisches Tiefenlager.

Ausgehend vom Zweilagerkonzept kann eine Aufteilung der alphatoxischen Abfälle so erfolgen, dass sie teilweise<sup>24</sup> mit den hochaktiven und teilweise mit den schwach- und mittelaktiven Abfällen entsorgt werden. Werden alphatoxische Abfälle dem SMA-Lager zugeordnet, muss ein geologisches Standortgebiet höhere sicherheitstechnische Anforderungen erfüllen, als wenn ausschliesslich schwach- und mittelaktive Abfälle entsorgt werden. Ebenso können Teile der schwach- und mittelaktiven Abfälle dem Lager für hochaktive Abfälle zugeteilt werden<sup>25</sup>. Es besteht weiter die Möglichkeit, ein Lager für alle Abfallkategorien am selben Standort zu errichten. Als ersten Schritt in der ersten Etappe des Sachplanverfahrens [17] müssen die Entsorgungspflichtigen die Abfälle den beiden Lagertypen SMA und HAA zuteilen. Die Zuteilung

---

<sup>23</sup> gemäss Art. 51 KEV

<sup>24</sup> dieser Teil der alphatoxischen Abfälle wird auch als langlebige mittelaktive Abfälle (LMA) bezeichnet

<sup>25</sup> dieser Teil der schwach- und mittelaktiven Abfälle fällt ebenfalls unter die mitunter verwendete Bezeichnung langlebige mittelaktive Abfälle (LMA)

der Kategorien des Lagerguts zum jeweiligen Lager erfolgt mit der Rahmenbewilligung für das geologische Tiefenlager<sup>26</sup>.

### **3.2.3 Vom EKKB verursachte Abfälle und deren Kategorisierung**

Beim Betrieb eines Kernkraftwerks entstehen gemäss in der Schweiz üblicher Nomenklatur [18] Betriebsabfälle. Diese fallen bei Betrieb, Instandhaltung und Nachrüstung des Kraftwerks an. In geringerer Menge, jedoch ebenfalls bei Betrieb, Instandhaltung und Nachrüstung, fallen Abfälle aus dem Innern des Reaktordruckbehälters an. Diese werden auch als Reaktorabfälle bezeichnet [18]. Bei allen diesen Abfällen handelt es sich überwiegend um schwach- und mittelaktive Abfälle. Ein kleiner Teil fällt möglicherweise in die Kategorie der alphatoxischen Abfälle.

Im Zusammenhang mit der Entsorgung der Brennelemente entstehen Wiederaufarbeitungsabfälle<sup>27</sup> und direkt dem geologischen Tiefenlager zuzuführende Brennelemente. Letztere sowie der aus verglasten Spaltproduktlösungen bestehende Teil der Wiederaufarbeitungsabfälle gehören zur Kategorie der hochaktiven Abfälle. Die übrigen Wiederaufarbeitungsabfälle gehören zu den alphatoxischen sowie den schwach- und mittelaktiven Abfällen. Nach heutiger Praxis wird ein Teil dieser Abfälle für die Rücklieferung durch einen radiotoxisch äquivalenten Anteil hochaktiver Abfälle substituiert.

Nach der endgültigen Abschaltung des Kernkraftwerks fallen im Rahmen der Stilllegung [19] Stilllegungsabfälle an, welche der Kategorie der schwach- und mittelaktiven Abfälle angehören.

Im schweizerischen Entsorgungsprogramm [3] sind die vom EKKB verursachten radioaktiven Abfälle berücksichtigt. Auch wenn aufgrund des für das EKKB noch nicht feststehenden Reaktortyps die Abfallmengen noch nicht definitiv feststehen, ist durch das vom Kernenergiegesetz<sup>28</sup> von den Entsorgungspflichtigen geforderte periodische Anpassen des Entsorgungsprogramms an veränderte Verhältnisse sichergestellt, dass Menge und Aktivität der vom EKKB verursachten radioaktiven Abfälle rechtzeitig in das Entsorgungsprogramm [3] einfließen.

---

<sup>26</sup> Art. 14 Abs. 2 Bst. b KEG

<sup>27</sup> gemäss Art. 106 Abs. 4 KEG unterliegt die Ausfuhr zur Wiederaufarbeitung seit dem 01.07.2006 einem 10-ährigen Moratorium

<sup>28</sup> Art. 32 Abs. 4 KEG

## 4 Betriebsabfälle

Radioaktive Betriebsabfälle entstehen beim Betrieb des Kernkraftwerks. Dabei handelt es sich um feste und flüssige radioaktive Stoffe<sup>29</sup>, insbesondere um Ionenaustauscherharze, Filter aus Wasserkreisläufen und Lüftungsanlagen, in denen radioaktives Material zurückgehalten wird, sowie aus der Abwasserreinigung stammende Schlämme und Verdampferkonzentrate. Weitere Betriebsabfälle entstehen bei Reparatur-, Instandhaltungs-, Nachrüstungs- und Inspektionsarbeiten. Dazu gehören kontaminierte Werkzeuge, kontaminierte Schutzausrüstungen sowie kontaminierte Teile oder Komponenten des Kraftwerks. Zu den Betriebsabfällen gehören ebenfalls nicht weiter verwendbare Komponenten aus dem Reaktordruckbehälter, wie Steuerstäbe, Instrumentierungslanzen, Brennelementkästen, ausgetauschte Halterungen etc., welche das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben oder aus anderen Gründen ausgetauscht werden. Diese Reaktorabfälle enthalten Materialien, die durch den hohen Neutronenfluss im Kern aktiviert respektive durch Ablagerungen von Korrosionsprodukten kontaminiert sind.

Die beim Betrieb des EKKB anfallenden Betriebsabfälle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht grundsätzlich von jenen [18], die in den derzeit in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerken anfallen.

Gemäss Kernenergiegesetz [1] ist mit radioaktiven Stoffen so umzugehen, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen<sup>30</sup>. Die Kernenergieverordnung [2] präzisiert, dass Kernanlagen so auszulegen, zu bauen und zu betreiben sind, dass aus dem Betrieb und der Stilllegung in Bezug auf Aktivität und Volumen möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen<sup>31</sup>. Zu deren Minimierung werden dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende, bewährte oder nachweislich hochqualitative Verfahren angewendet.

Radioaktive Abfälle werden möglichst zeitnah zu ihrer Entstehung so behandelt und gelagert, dass in Übereinstimmung mit dem Strahlenschutzgesetz (StSG) [20] möglichst wenig radioaktive Stoffe in die Umwelt gelangen<sup>32</sup>. Die anfallenden Betriebsabfälle werden gesammelt und entsprechend ihrer weiteren Verarbeitung sortiert, ggf. einer geeigneten Behandlung unterzogen (z.B. Mineralisierung oder Einbettung in eine Zementmatrix) und verpackt. Unkonditionierte Abfälle können im Hinblick auf periodische Konditionierungskampagnen angesammelt werden. In der kontrollierten Zone des EKKB sind für die noch nicht konditionierten Betriebsabfälle geeignete Einrichtungen bzw. Räume vorgesehen.

Die Gesamtheit der Massnahmen zur Abfallbehandlung und -verpackung wird als Konditionierung bezeichnet. Für die Konditionierung der Betriebsabfälle werden dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende, bewährte oder nachweislich hochqualitative Technologien eingesetzt. Zweck der Konditionierung ist es, radioaktive Abfälle entsprechend den rechtlichen

---

<sup>29</sup> Beim Betrieb eines Kernkraftwerks entstehen in geringer Menge und Aktivität auch gasförmige Reststoffe. Diese werden kontrolliert an die Umwelt abgegeben und bilanziert. Für die Zwischenlagerung und die geologische Tiefenlagerung fallen somit keine konditionierten gasförmigen Betriebsabfälle an.

<sup>30</sup> Art. 30 Abs. 1 KEG

<sup>31</sup> Art. 50 KEV

<sup>32</sup> Art. 26 Abs. 1 StSG

Anforderungen<sup>33</sup> möglichst rasch in eine sichere Form für Zwischenlagerung, Transport und geologische Tiefenlagerung zu bringen.

Die entstehenden konditionierten Abfälle werden in ein Zwischenlager überführt und dort den gesetzlichen Vorgaben<sup>34</sup> entsprechend zwischengelagert.

## 4.1 Konditionierung von Betriebsabfällen

### 4.1.1 Feste radioaktive Betriebsabfälle

Feste radioaktive Abfälle werden an ihrem Entstehungsort so gesammelt, dass eine optimale Weiterverarbeitung unter Berücksichtigung der in der Strahlenschutzverordnung (StSV) [21] vorgeschriebenen Optimierung<sup>35</sup> der damit verbundenen Arbeitsschritte gewährleistet ist. Spätere Sortiervorgänge werden minimiert. Kontaminierte sowie nicht kontaminierte Abfälle werden zur Vermeidung von Querkontamination getrennt gesammelt.

Die festen radioaktiven Abfälle werden hinsichtlich ihrer Aktivität untersucht. Inaktive Abfälle werden freigemessen. Schwach radioaktive Abfälle, welche nur mit kurzlebigen Nukliden kontaminiert sind, werden nach entsprechender Abklinglagerung freigemessen. Die Bedingungen für die Freimessung (d.h. die Inaktivfreigabe von Materialien und Bereichen) werden aus den Bestimmungen<sup>36</sup> der Strahlenschutzverordnung [21], deren Geltungsbereich<sup>37</sup> und der Definition der kontrollierten Zone<sup>38</sup> abgeleitet.

Radioaktive Abfälle werden, falls dies unter Berücksichtigung der Optimierung<sup>39</sup> möglich ist, dekontaminiert und anschliessend freigemessen. Erfolgt keine Dekontamination, so werden diese Abfälle entsprechend ihrer radiologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften konditioniert.

Die Herstellung von Abfallgebinden aus den Betriebsabfällen (d.h. deren Konditionierung) erfolgt erst nach der Genehmigung des Abfallgebindetyps inkl. des Produktionsverfahrens durch die Aufsichtsbehörde. Damit ist sichergestellt, dass die hergestellten Abfallgebinde die Anforderungen für die Zwischenlagerung, den Transport und die geologische Tiefenlagerung erfüllen.

Je nach Abfall kommen verschiedene Konditionierverfahren zur Anwendung, wie Verbrennen, Schmelzen, Zementieren, Verpressen. Die Konditionierung erfolgt in einer kontrollierten Zone des EKKB oder in besonderen Fällen auch bei externen Firmen, welche über eine entsprechende Genehmigung verfügen.

Jedes Abfallgebinde wird in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen<sup>40</sup> gekennzeichnet und mit einer Dokumentation versehen, welche die Herstellung,

---

<sup>33</sup> Art. 54 KEV

<sup>34</sup> Art. 26 Abs. 3 StSG

<sup>35</sup> Art. 6 StSV

<sup>36</sup> insbes. Art. 1-3, 59, 71-72, 82 und 102 StSV

<sup>37</sup> Art. 1 Abs. 1, Art. 2 Abs. 1-2 i.V.m. Anhang 1-3 StSV

<sup>38</sup> gemäss Art. 4 i.V.m. Anh. 1 StSV

<sup>39</sup> Art. 6 StSV

<sup>40</sup> Art. 54 Abs. 3 KEV

Zusammensetzung und Eigenschaften des Abfallgebundes umschreibt. Die Dokumentation wird aufbewahrt und der Unternehmung übergeben, welche die weiteren Entsorgungsschritte durchführt.

#### **4.1.2 Flüssige radioaktive Betriebsabfälle**

Flüssige radioaktive Abfälle werden entsprechend ihrer Herkunft, Zusammensetzung und Menge in separaten Behältern bis zur weiteren Behandlung (Konditionierung) getrennt gesammelt, um Querkontaminationen zu vermeiden.

Die flüssigen radioaktiven Abfälle werden unter Berücksichtigung der Optimierung<sup>41</sup> bis zu ihrer weiteren Behandlung in Behältern in der kontrollierten Zone des EKKB aufbewahrt. Die Behandlung flüssiger Abfälle besteht grundsätzlich aus einer weitestmöglichen Extraktion der Radioaktivität. Dabei entstehen eingeeengte flüssige Abfälle und gereinigtes Wasser, welches weiter verwendet oder abgegeben wird, während die extrahierten Rückstände den weiteren Konditionierungsschritten zugeführt werden.

Die Konditionierung der flüssigen Abfälle erfolgt, wie die der festen Abfälle, erst nach der Genehmigung des Abfallgebindetyps inkl. des Produktionsverfahrens durch die Aufsichtsbehörde. Damit ist sichergestellt, dass die hergestellten Abfallgebünde die Anforderungen für die Zwischenlagerung, den Transport und die geologische Tiefenlagerung erfüllen. Bei allen Verfahren zur Konditionierung flüssiger Abfälle entsteht durch Einbetten der Radioaktivität unter möglichst homogener Verteilung in geeignete Abfallmatrizen ein festes Abfallprodukt. Die Anteile ungebundener Flüssigkeiten im Abfallprodukt werden gegebenenfalls durch zusätzliche Massnahmen minimiert.

Die Konditionierung der flüssigen radioaktiven Betriebsabfälle erfolgt in einer kontrollierten Zone des EKKB oder in besonderen Fällen auch bei externen Firmen, welche über eine entsprechende Genehmigung verfügen.

Jedes Abfallgebünde wird in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen<sup>42</sup> gekennzeichnet und mit einer Dokumentation versehen, welche die Herstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften des Abfallgebundes umschreibt. Die Dokumentation wird aufbewahrt und der Unternehmung übergeben, welche die weiteren Entsorgungsschritte durchführt.

#### **4.1.3 Grosse Komponenten**

Als besondere Betriebsabfälle können während der Lebensdauer des Kernkraftwerks weitere radioaktive Abfälle infolge Austauschs grosser Komponenten entstehen.

Solche grossen Komponenten werden – entweder unmittelbar oder nach einer zwecks Abklingens ihrer Radioaktivität vorgenommenen Lagerung – als Betriebsabfälle konditioniert. Für eine optimale Bearbeitung kann diese Lagerung bis zur Stilllegung des Reaktors dauern, da dann Behandlungs- und Konditionierungseinrichtungen für grosse Komponenten zur Verfügung stehen.

---

<sup>41</sup> Art. 6 StSV

<sup>42</sup> gemäss Art. 54 Abs. 3 KEV

## 4.2 Zwischenlagerung von Betriebsabfällen

Die Lagerung der konditionierten Abfälle erfolgt in Zwischenlagern. Dies sind kontrollierte Zonen, welche mit allen nötigen Schutzmassnahmen<sup>43</sup> ausgestattet sind und in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen<sup>44</sup> über ausreichend Kapazität verfügen für die Lagerung der während der gesamten Lebensdauer des Kraftwerks absehbar anfallenden konditionierten Abfälle, bis diese in ein anderes Zwischenlager oder ein geologisches Tiefenlager überführt werden können. Zwischenlager für konditionierte Betriebsabfälle befinden sich am Kraftwerksstandort oder in einer anderen Kernanlage.

Die erste Einlagerung von Abfallgebinden eines Typs in ein Zwischenlager bedarf einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörde<sup>45</sup>.

## 4.3 Transporte fester und flüssiger radioaktiver Betriebsabfälle

### 4.3.1 Innerbetriebliche Transporte

Alle für den internen Transport notwendigen Einrichtungen und Hilfsmittel, wie Krane, Rollenbahnen und Flurfahrzeuge, welche für den Betrieb des EKKB erforderlich sind, werden bei der Auslegung der Anlage festgelegt. Spätere Nachrüstungen solcher Komponenten bleiben vorbehalten. Sie erfolgen gemäss den dafür vom Gesetzgeber vorgesehenen Verfahren<sup>46</sup>.

### 4.3.2 Externe Transporte

Beim Transport von Betriebsabfällen vom EKKB zu einem anderen Standort werden die schweizerischen Transportbestimmungen gemäss Strassenverkehrsgesetz [11] bzw. Transportgesetz [12] eingehalten. Für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse bzw. mit der Eisenbahn gelten gemäss rechtlicher Bestimmungen<sup>47</sup> auch im nationalen Verkehr die Bestimmungen der entsprechenden europäischen Übereinkommen [15] bzw. [16].

## 4.4 Entsorgung der Betriebsabfälle

Die beim Betrieb des EKKB anfallenden Betriebsabfälle und die zu deren Konditionierung verwendeten Verfahren unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die in den derzeitigen schweizerischen Leichtwasserreaktoren anfallen bzw. zur Anwendung kommen.

Gemäss rechtlicher Anforderungen (vgl. Kap. 3.1.1) werden nur Abfallgebinde hergestellt, für welche die Aufsichtsbehörde eine Genehmigung erteilt hat<sup>48</sup>. Bestandteil des Genehmigungsverfahrens ist insbesondere der zu erbringende Nachweis<sup>49</sup> der Transport-, Zwischenlager- und Endlagerfähigkeit der zur Herstellung beantragten Abfallgebinde. Dieser kann aus einer durch die Projektantin der geologischen Tiefenlager ausgestellten Bescheinigung

---

<sup>43</sup> gemäss Art. 5 KEG

<sup>44</sup> Art. 12 Abs. 2 KEV

<sup>45</sup> Art. 29 Abs. 1 Bst. f KEV

<sup>46</sup> Art. 22 Abs. 2 Bst. g KEG

<sup>47</sup> Art. 4 Abs. 1 SDR bzw. Art. 1 Abs. 1 RSD

<sup>48</sup> vgl. Art. 54 Abs. 4 KEV

<sup>49</sup> gemäss Art. 54 Abs. 2 KEV

bestehen, die aufzeigt, dass die resultierenden Abfallgebinde die Annahmebedingungen des projektierten geologischen Tiefenlagers erfüllen.

Für derartige radioaktive Abfälle, wie die vom EKKB verursachten Betriebsabfälle, ist der Entsorgungsnachweis basierend auf dem Projekt «Gewähr 1985» [7] vom Bundesrat als erbracht erklärt [6].

Somit ist der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Betriebsabfälle entsprechend den Anforderungen<sup>50</sup> an die Gesuchsunterlagen erbracht und damit ist für diese Abfälle die gesetzlich geforderte Voraussetzung<sup>51</sup> für die Erteilung der Rahmenbewilligung vollumfänglich erfüllt.

---

<sup>50</sup> Art. 23 Bst. e KEV

<sup>51</sup> Art. 13 Bst. d KEG



## 5 Abgebrannte Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle

Abgebrannte Brennelemente können als weiter verwendbare nukleare Güter betrachtet werden, die im Hinblick auf eine mögliche zukünftige Wiederaufarbeitung gelagert werden. Werden abgebrannte Brennelemente künftig nicht aufgearbeitet, sondern als nicht weiter verwendbar klassiert, fallen sie in die Kategorie hochaktive Abfälle<sup>52</sup>. Sie sind dann als radioaktive Abfälle zu behandeln und in ein geologisches Tiefenlager zu verbringen.

Die beim Betrieb des EKKB anfallenden abgebrannten Brennelemente unterscheiden sich hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht grundsätzlich von jenen [18], die in den derzeit in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerken anfallen.

### 5.1 Abgebrannte Brennelemente

Nach ihrer Entladung aus dem Reaktor werden abgebrannte Brennelemente in Becken im Reaktorgebäude oder in anderen dafür vorgesehenen Gebäuden aufbewahrt. Sie können später wieder in den Kern eingesetzt werden oder so lange abklingen, bis sie schliesslich in ein Zwischenlager oder zur Aufbereitung transportiert werden.

#### 5.1.1 Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente

Die Lagerung abgebrannter Brennelemente erfolgt in Zwischenlagern. Alle Zwischenlager zusammen werden – unter Berücksichtigung ihrer Verfügbarkeit und der eines geologischen Tiefenlagers – entsprechend rechtlicher Anforderungen<sup>53</sup> ausreichend Kapazität für die Lagerung der abgebrannten Brennelemente besitzen, welche voraussichtlich während der gesamten Lebensdauer des Reaktors anfallen werden und zwischenzulagern sind. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente befinden sich am Kraftwerksstandort oder in einer anderen Kernanlage.

Die Einlagerung von Transport- und Lagerbehältern mit abgebrannten Brennelementen in ein Zwischenlager bedarf einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörde<sup>54</sup>. Ebenso wird für die erste Nasslagerung von abgebrannten Brennelementen eine Freigabe durch die Aufsichtsbehörde erforderlich.

### 5.2 Wiederaufarbeitungsabfälle

Wiederaufarbeitungsabfälle entstehen bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente. Sie fallen an bei der mechanischen Zerlegung der abgebrannten Brennelemente, der chemischen Auflösung des Oxid-Brennstoffes und der Trennung in Uran, Plutonium und Spaltprodukte sowie weitere Aktiniden.

---

<sup>52</sup> vgl. Art. 51 Bst. a Ziff. 1 KEV

<sup>53</sup> Art. 12 Abs. 2 KEV

<sup>54</sup> Art. 29 Abs. 1 Bst. g KEV

Die aus dem EKKB anfallenden Wiederaufarbeitungsabfälle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht grundsätzlich von jenen [18], die in den derzeit in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerken anfallen und allenfalls noch anfallen werden.

Gemäss gesetzlicher Bestimmung<sup>55</sup> wird für die Ausfuhr von abgebrannten Brennelementen zur Wiederaufarbeitung eine Bewilligung erteilt, wenn zusätzlich zu anderen Voraussetzungen<sup>56</sup> insbesondere der Empfängerstaat in einer völkerrechtlichen Vereinbarung der Einfuhr der abgebrannten Brennelemente zur Wiederaufarbeitung zugestimmt hat und sich die Schweiz und der Empfängerstaat über eine Rücknahme der Abfälle geeinigt haben. In einem konkreten Anwendungsfall wird dereinst die Ausfuhr gestützt auf eine Bewilligung der zuständigen Behörde nach Erfüllung aller Voraussetzungen erfolgen.

### **5.2.1 Zwischenlagerung von Wiederaufarbeitungsabfällen**

Wiederaufarbeitungsabfälle werden nach ihrer Einfuhr in die Schweiz in einem Zwischenlager gelagert. Entsprechend der rechtlichen Anforderungen<sup>57</sup> wird dieses – unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit anderer Zwischenlager oder eines geologischen Tiefenlagers – über ausreichend Kapazität für die Lagerung aller während der gesamten Lebensdauer des EKKB absehbar anfallenden Wiederaufarbeitungsabfälle verfügen. Zwischenlager für Wiederaufarbeitungsabfälle befinden sich am Kraftwerksstandort oder in einer anderen Kernanlage.

Die Einlagerung von Transport- und Lagerbehältern mit hochaktiven Abfällen in ein Zwischenlager bedarf einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörde<sup>58</sup>. Ebenso wird für die erste Einlagerung von Abfallgebinden eines Typs eine Freigabe durch die Aufsichtsbehörde erforderlich<sup>59</sup>.

## **5.3 Transport von abgebrannten Brennelementen und Wiederaufarbeitungsabfällen**

### **5.3.1 Innerbetriebliche Transporte**

Alle für den internen Transport von abgebrannten Brennelementen und Wiederaufarbeitungsabfällen notwendigen Einrichtungen und Hilfsmittel wie Kräne, Rollenbahnen und Flurfahrzeuge, welche für den Betrieb des EKKB erforderlich sind, werden bei der Auslegung der Anlage festgelegt. Spätere Nachrüstungen solcher Komponenten bleiben vorbehalten. Sie erfolgen gemäss den dafür vom Gesetzgeber vorgesehenen Verfahren<sup>60</sup>.

### **5.3.2 Externe Transporte**

Beim Transport von abgebrannten Brennelementen und Wiederaufarbeitungsabfällen werden die schweizerischen Transportbestimmungen gemäss Strassenverkehrsgesetz [11] bzw. Transportgesetz [12] eingehalten. Für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse bzw. mit

---

<sup>55</sup> Art. 9 KEG

<sup>56</sup> gemäss Art. 7 KEG

<sup>57</sup> Art. 12 Abs. 2 KEV

<sup>58</sup> Art. 29 Abs. 1 Bst. g KEV

<sup>59</sup> Art. 29 Abs. 1 Bst. f KEV

<sup>60</sup> Art. 22 Abs. 2 Bst. g KEG

der Eisenbahn gelten gemäss rechtlicher Bestimmungen<sup>61</sup> auch im nationalen Verkehr die Bestimmungen der entsprechenden europäischen Übereinkommen [15] [16].

#### **5.4 Entsorgung der abgebrannten Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle**

Die beim Betrieb des EKKB anfallenden abgebrannten Brennelemente bzw. Wiederaufarbeitungsabfälle unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die in den derzeitigen schweizerischen Leichtwasserreaktoren anfallen.

Für die vom EKKB verursachten, als radioaktiver Abfall klassierten und direkt der Tiefenlagerung zuzuführenden abgebrannten Brennelemente und auch für die aus der Wiederaufarbeitung resultierenden hochaktiven und alphatoxischen radioaktiven Abfälle ist der Entsorgungsnachweis mit dem Bundesratsbeschluss vom 28.6.2006 [8] zum Projekt «Opalinuston» [9] als erbracht erklärt; für die aus der Wiederaufarbeitung stammenden schwach- und mittelaktiven Abfälle ist der Entsorgungsnachweis basierend auf dem Projekt «Gewähr 1985» [7] vom Bundesrat als erbracht erklärt [6].

Somit ist der Nachweis für die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente, die als radioaktiver Abfall klassiert werden, und auch der Nachweis der Entsorgung der aus der Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente stammenden hochaktiven, alphatoxischen sowie schwach- und mittelaktiven Abfälle entsprechend den Anforderungen<sup>62</sup> an die Gesuchsunterlagen erbracht und damit ist für diese Abfälle die gesetzlich geforderte Voraussetzung<sup>63</sup> für die Erteilung der Rahmenbewilligung vollumfänglich erfüllt.

---

<sup>61</sup> Art. 4 Abs. 1 SDR bzw. Art. 1 Abs. 1 RSD

<sup>62</sup> Art. 23 Bst. e KEV

<sup>63</sup> Art. 13 Bst. d KEG



## 6 Stilllegungsabfälle

Stilllegungsabfälle fallen bei der Stilllegung [19] des EKKB an. Diese Abfälle können je nach Ursprung radioaktiv oder nicht radioaktiv sein. Dieser Bericht geht nur auf Handhabung, Konditionierung, Lagerung und Entsorgung radioaktiver Stilllegungsabfälle ein. Diese Abfälle bestehen insbesondere aus dem neutronenaktivierten Reaktordruckbehälter und dessen ebenfalls aktivierten (und kontaminierten) Einbauten, neutronenaktiviertem Beton aus der biologischen Abschirmung, kontaminiertem Stahl aus den Wasserkreisläufen, verschiedenen kontaminierten Komponenten oder Teilen (wie Filter oder Isolation) sowie Gegenständen, die während des Rückbaus kontaminiert werden (wie Werkzeuge und Filter).

Die vom EKKB anfallenden Stilllegungsabfälle werden sich hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht grundsätzlich von jenen [18] unterscheiden, die voraussichtlich in den derzeit in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerken anfallen werden.

Gemäss Kernenergiegesetz [1] ist mit radioaktiven Stoffen so umzugehen, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen<sup>64</sup>. Die Kernenergieverordnung [2] präzisiert, dass Kernanlagen so auszulegen, zu bauen und zu betreiben sind, dass aus dem Betrieb und der Stilllegung in Bezug auf Aktivität und Volumen möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen<sup>65</sup>. Zu deren Minimierung werden dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende, bewährte oder nachweislich hochqualitative Verfahren angewendet.

### 6.1 Konditionierung von Stilllegungsabfällen

Die Verpackung der grossen Komponenten aus der Stilllegung für die Zwischen- und geologische Tiefenlagerung erfolgt grösstenteils in dafür konstruierten Grosscontainern. Die Entsorgungsschritte für die Stilllegungsabfälle entsprechen denjenigen für die Betriebsabfälle (vgl. Kap. 4). Zum Zeitpunkt der Stilllegung werden die für die Bearbeitung, Verarbeitung und Konditionierung der Stilllegungsabfälle nötigen Anlagen entweder bereits zur Verfügung stehen oder errichtet werden.

### 6.2 Zwischenlagerung von Stilllegungsabfällen

Stilllegungsabfälle werden – sofern nicht direkt einem geologischen Tiefenlager zugeführt – entweder am Kraftwerksstandort oder in einer anderen Kernanlage zwischengelagert werden. Das gegebenenfalls erforderliche Zwischenlager wird entsprechend den rechtlichen Anforderungen<sup>66</sup> ausreichend Kapazität für die Lagerung aller nicht direkt einem geologischen Tiefenlager zuzuführenden, beim Rückbau des EKKB anfallenden Stilllegungsabfälle aufweisen.

---

<sup>64</sup> Art. 30 Abs. 1 KEG

<sup>65</sup> Art. 50 KEV

<sup>66</sup> Art. 12 Abs. 2 KEV

### 6.3 Transport von Stilllegungsabfällen

Beim Transport der Stilllegungsabfälle werden die schweizerischen Transportbestimmungen gemäss Strassenverkehrsgesetz [11] bzw. Transportgesetz [12] eingehalten. Für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse gelten gemäss rechtlicher Bestimmungen<sup>67</sup> auch im nationalen Verkehr die Bestimmungen der entsprechenden europäischen Übereinkommen [15][16].

### 6.4 Entsorgung der Stilllegungsabfälle

Die bei der Stilllegung des EKKB anfallenden Abfälle und die zu deren Konditionierung verwendeten Verfahren unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die in den derzeitigen schweizerischen Leichtwasserreaktoren anfallen bzw. zur Anwendung kommen werden.

Gemäss rechtlicher Anforderungen (vgl. Kap. 3.1.1) werden nur Abfallgebinde hergestellt, für welche die Aufsichtsbehörde eine Genehmigung erteilt hat<sup>68</sup>. Bestandteil des Genehmigungsverfahrens ist insbesondere der zu erbringende Nachweis<sup>69</sup> der Transport-, Zwischenlager- und Endlagerfähigkeit der zur Herstellung beantragten Abfallgebinde. Dieser kann aus einer durch die Projektantin der geologischen Tiefenlager ausgestellten Bescheinigung bestehen, die aufzeigt, dass die resultierenden Abfallgebinde die Annahmebedingungen des projektierten geologischen Tiefenlagers erfüllen.

Für radioaktive Abfälle, wie die vom EKKB verursachten Stilllegungsabfälle, ist der Entsorgungsnachweis basierend auf dem Projekt «Gewähr 1985» [7] vom Bundesrat als erbracht erklärt [6].

Somit ist der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Stilllegungsabfälle entsprechend den Anforderungen an die Gesuchsunterlagen<sup>70</sup> erbracht und damit ist für diese Abfälle die gesetzlich geforderte Voraussetzung<sup>71</sup> für die Erteilung der Rahmenbewilligung vollumfänglich erfüllt.

---

<sup>67</sup> Art. 4 Abs. 1 SDR bzw. Art. 1 Abs. 1 RSD

<sup>68</sup> vgl. Art. 54 Abs. 4 KEV

<sup>69</sup> gemäss Art. 54 Abs. 2 KEV

<sup>70</sup> Art. 23 Bst. e KEV

<sup>71</sup> Art. 13 Bst. d KEG

## 7 Schlussfolgerung

Dieser Bericht zeigt, dass alle im Zusammenhang mit dem Rahmenbewilligungsverfahren stehenden gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Entsorgung radioaktiver Abfälle für den Antrag auf eine Rahmenbewilligung für ein Kernkraftwerk am Standort Beznau eingehalten sind.

Es ist gezeigt, dass die im Betrieb und bei der Stilllegung des EKKB anfallenden radioaktiven Abfälle die Grundlagen [7][9] des bestehenden Entsorgungsnachweis [6][8] nicht in Frage stellen und dass insbesondere keine neuartigen, durch diesen nicht abgedeckte Abfälle entstehen. Damit hat der Entsorgungsnachweis [6][8] auch für das mit diesem Rahmenbewilligungsgesuch beantragte Kernkraftwerk Gültigkeit.



## Referenzen

- [1] Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG), SR 732.1
- [2] Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), SR 732.11
- [3] Nagra (2008): Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen. Nagra Technischer Bericht NTB 08-01. Nagra, Wettingen, Schweiz
- [4] AGNEB (1982): Definition des Projekts „Gewähr“ (AGNEB-150): Beilage III [des] Vierter[n] Tätigkeitsbericht[es] der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung: Berichtsperiode: 1.1.81–31.12.81. Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern
- [5] AGNEB (1986): Stellungnahme zum Projekt „Gewähr“. Untergruppe Geologie der AGNEB, Basel, 27.3.1986. S. 2–3
- [6] Schweizerischer Bundesrat, Beschluss: Nukleare Entsorgung: Projekt Gewähr, Materielle Beurteilung, 3.6.1988
- [7] Nagra (1985): Projekt Gewähr 1985: Vol. 1–8, Vol. 9 (English Summary). Nagra Gewähr Berichte NGB 85-01/09. Nagra, Wettingen, Schweiz
- [8] Schweizerischer Bundesrat, Verfügung zum Gesuch der Nagra vom 19.12.2002 betreffend den Entsorgungsnachweis abgebrannter Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle, 28.6.2006
- [9] a) Nagra 2002a: Projekt Opalinuston: Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers: Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. Nagra Technischer Bericht NTB 02-02. Nagra, Wettingen, Schweiz  
b) Nagra 2002b: Projekt Opalinuston: Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse: Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. Nagra Technischer Bericht NTB 02-03. Nagra, Wettingen, Schweiz  
c) Nagra 2002c: Project Opalinus Clay: Safety Report: Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis). Nagra Technical Report NTB 02-05. Nagra, Wettingen, Schweiz
- [10] Verordnung vom 7. Dezember 2007 über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV), SR 732.17
- [11] Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SVG), SR 741.01
- [12] Bundesgesetz vom 4. Oktober 1985 über den Transport im öffentlichen Verkehr (Transportgesetz, TG), SR 742.40
- [13] Verordnung vom 29. November 2002 über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR), SR 741.621
- [14] Verordnung vom 3. Dezember 1996 über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (RSD), SR 742.401.6
- [15] Europäisches Übereinkommen vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse – ADR, SR 0.741.621
- [16] Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID), am 1. Januar 1997 für die Schweiz in Kraft gesetzt, SR 742.401.6

- [17] Sachplan geologische Tiefenlager, Konzeptteil, Bundesamt für Energie, vom 2.4.2008
- [18] Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 08, Nagra Technischer Bericht NTB 08-06, Juli 2008
- [19] Resun AG, *Konzept für die Stilllegung*, Rahmenbewilligungsgesuch EKKB, TB-042-RS080025, Dezember 2008
- [20] Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG), SR 814.50
- [21] Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV), SR 814.501

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Konzept der nuklearen Entsorgung in der Schweiz gemäss Entsorgungsprogramm [3]. .....	2
--	---



**Resun AG**, eine gemeinsame Planungsgesellschaft der Axpo-Konzerngesellschaften Nordostschweizerische Kraftwerke AG und Centralschweizerische Kraftwerke AG sowie der BKW FMB Energie AG

- 1 Sicherheitsbericht
- 2 Sicherungsbericht
- 3 Umweltverträglichkeitsbericht
- 4 Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung
- 5 Konzept für die Stilllegung
- 6 Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle**