



Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt

**Nachweis für die Entsorgung der
anfallenden radioaktiven Abfälle**

KKN AG Bericht: Ber-08-005

Dokumenttitel:	Dokument-Nr.	Ber-08-005
Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt	Versions-Nr.	V002
Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle	Versionsdatum	01.10.2009
Kurztitel:	Anzahl Seiten	28
Entsorgungsnachweis für das KKN	Anzahl Beilagen	-

ersetzt Dok.-Nr.: V001 vom 09.06.2008

KKN_Entsorgungsnachweis_Ber_08_005_V002_20091001

	Datum	Name	Visum
erstellt	01.10.2009	A. Scheidegger	
geprüft	01.10.2009	P. Hirt	
freigegeben	01.10.2009	H. Niklaus	

Qualitätsgesichert nach KKN Reg-002 V002

Versionsverzeichnis

Nr.	Datum	Erstellt	Geprüft	Freigegeben	Kommentare
001	09.06.08	A. Scheidegger	P. Hirt	H. Niklaus	Erstausgabe
002	01.10.09	A. Scheidegger	P. Hirt	H. Niklaus	Anpassung an Planungsstand und Überarbeitung aufgrund der behördlichen Grobprüfung

Inhalt

	Inhalt.....	3
	Präambel	4
1	Einleitung.....	5
2	Definitionen von Begriffen der Abfallbehandlung und Entsorgung.....	6
2.1	Abfallkategorien.....	6
2.2	Entsorgung	6
2.3	Entsorgungsnachweis	7
2.4	Entsorgungskonzept.....	7
2.5	Entsorgungskette und -pfade	7
2.6	Entsorgungsprogramm	8
2.7	Konditionierung	8
3	Entsorgungsnachweise für SMA und HAA.....	9
3.1	Entsorgungsnachweis SMA	9
3.2	Entsorgungsnachweis HAA.....	9
3.3	Abgrenzung zum Sachplan geologisches Tiefenlager	10
4	Gegenstand des Nachweises für die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem KKN.....	11
5	Anfallende Abfallkategorien des KKN.....	13
6	Die Behandlung radioaktiver Abfälle im KKN	14
6.1	SMA-Abfälle	14
6.1.1	Flüssiger Rohabfall des KKN	15
6.1.2	Fester Rohabfall des KKN.....	15
6.1.3	Abfallgebinde.....	15
6.1.4	Stilllegungsabfälle	16
6.2	HAA-Abfälle	17
6.3	Standortinterne Transporte	17
6.4	Periodische Anpassung der Konditionierungsschritte für radioaktive Abfälle im KKN.....	17
7	Die etablierten schweizerischen Entsorgungspfade und ihre Nutzung	18
8	Abfallvolumina	20
9	Lagerkapazität.....	21
9.1	Interne Zwischenlagerkapazität.....	21
9.2	Externe Kapazität in den geologischen Tiefenlagern	21
10	Finanzmittel für die Sicherstellung von Entsorgung und Stilllegung des KKN.....	22
11	Das Entsorgungsprogramm für das KKN	23
12	Bewertung und Schlussfolgerungen.....	25
13	Referenzen.....	26
14	Verzeichnisse	28
14.1	Abbildungsverzeichnis.....	28
14.2	Tabellenverzeichnis.....	28

Präambel

Das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) der Gesuchstellerin Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG) für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt (KKN) umfasst folgende Dokumente gemäss Art. 23 Kernenergieverordnung (KEV 2004):

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

Mit dem vorliegenden Bericht wird der für die Erteilung der Rahmenbewilligung erforderliche Nachweis für die Entsorgung der beim Betrieb des KKN und infolge seiner späteren Stilllegung anfallenden radioaktiven Abfälle gemäss Art. 13 Abs. 1 Kernenergiegesetz (KEG 2003) erbracht.

Beim Erstellen dieses Berichtes wurde auf die Erfahrung und Expertise der AF-Colenco AG zurückgegriffen.

In diesem Bericht werden zur Sicherstellung eines einheitlichen Referenzierungssystemes die Abkürzungen der referenzierten Gesetze und Verordnungen, in Abweichung zur juristischen Praxis, mit der Jahreszahl des Zeitpunkts der Verabschiedung angegeben. Verwendet wurde jeweils der geltende und aktuelle Stand der jeweiligen Rechtsgrundlage.

1 Einleitung

Die Artikel 13, 27, 30, 31, 32, 77 und 82 des (KEG 2003) enthalten wesentliche Ausführungen zu den Pflichten der Gesuchstellerin KKN AG im Hinblick auf den Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des KKN. Die Ausführungen beinhalten Angaben u. a.

- zur Entsorgung selbst sowie zur Erstellung und periodischen Anpassung der Entsorgungsprogramme
- zur Übernahme von Entsorgungskosten für betriebliche Abfälle bei laufendem Betrieb, einschliesslich der Finanzierung der Arbeitsprogramme der Nationalen Genossenschaft zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Nagra)
- zur Bildung von Rückstellungen finanzieller Mittel für Entsorgung und Stilllegung sowie periodische Einzahlung in entsprechende Fonds während der Betriebszeit

Zusammen mit den Artikeln 23, 30, 51, 52 und 54 (KEV 2004) und den in der Richtlinie B05 (HSK 2007) gegebenen Präzisierungen sind alle Pflichten der Gesuchstellerin zur Rahmenbewilligung umschrieben.

Für Fachgebiete, die das schweizerische Regelwerk nicht abdeckt, können internationale Empfehlungen der International Atomic Energy Agency (IAEA) oder anerkannte Richtlinien anderer Länder (z. B. deutscher Kerntechnischer Ausschuss KTA) herangezogen werden.

2 Definitionen von Begriffen der Abfallbehandlung und Entsorgung

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Begriffe der Entsorgung definiert, die in diesem Bericht zum Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des KKN verwendet werden.

Neben den im (KEG 2003), in der (KEV 2004) oder in den Richtlinien B05 (HSK 2007) und G04 (ENSI 2009) enthaltenen Definitionen sind auch in der umfangreichen, auf dem Internet abrufbaren, Dokumentation des Bundesamtes für Energie (BFE) Begriffsfestlegungen zum Thema Entsorgung zu finden.

2.1 Abfallkategorien

Hochaktive Abfälle (HAA) sind entweder bestrahlte Brennelemente (BE), die der Tiefenlagerung zugeführt werden oder hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (WA) bestrahlter Brennelemente, die vom Kernkraftwerk-Betreiber (KKW) in Form verglaster Rückstände zurückzunehmen sind.

Alpha-toxische Abfälle (ATA) sind radioaktive Abfälle, deren Gehalt an α -Strahlern $2 \cdot 10^4$ Becquerel pro Gramm konditionierten Abfalles übersteigt. Sie fallen bei der Wiederaufarbeitung der BE an und sind vom Betreiber zurückzunehmen.

Schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) sind radioaktive Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung eines KKW, deren Radiotoxizität unterhalb derjenigen der vorgenannten Kategorien liegt.

Langlebige mittelaktive Abfälle (LMA) sind die dem HAA-Tiefenlager zuzuweisenden Abfälle der Kategorie SMA zusammen mit den Abfällen der Kategorie ATA (Nagra 2002).

2.2 Entsorgung

In Art. 3 Bst. b (KEG 2003) wird als Entsorgung die Konditionierung, die Zwischenlagerung und die Lagerung der radioaktiven Abfälle in einem geologischen Tiefenlager definiert. Diese Begriffe sind in den einschlägigen Richtlinien der ENSI definiert (HSK 2007, ENSI 2009).

2.3 Entsorgungsnachweis

Das BFE definiert den Begriff Entsorgungsnachweis in (BFE 2008a) als "Nachweis über die grundsätzliche Machbarkeit der Entsorgung radioaktiver Abfälle in einer bestimmten geologischen Schicht". Hierbei wird implizit vorausgesetzt, dass "radioaktive Abfälle" solche sind, die so konditioniert und verpackt sind, dass sie die Annahmebedingungen eines End- bzw. Tiefenlagers erfüllen. Dies setzt wiederum voraus, dass diese Abfälle gemäss den gesetzlichen Bestimmungen über die Behandlung von radioaktiven Abfällen in der Kernanlage des Entsorgungspflichtigen konditioniert und dokumentiert sowie zwischengelagert worden sind.

2.4 Entsorgungskonzept

Der im Jahr 2000 veröffentlichte Bericht der Expertengruppe "Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle" (EKRA) bildet die Grundlage des schweizerischen Entsorgungskonzeptes (EKRA 2000). Das von der EKRA entwickelte Konzept der "kontrollierten geologischen Langzeitlagerung" verbindet die Lagerung der radioaktiven Abfälle in tiefen geologischen Schichten mit der Möglichkeit der Rückholbarkeit bzw. Reversibilität. Vor dem Verschluss des Lagers sieht das Konzept unter anderem eine längere Beobachtungsphase sowie den Betrieb eines Pilotlagers vor. Überwachung, Kontrolle und Unterhalt sind somit für mehrere Generationen sichergestellt. Das schweizerische Entsorgungskonzept unterscheidet zwei Tiefenlager: die für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) und die für hochaktive Abfälle (HAA) (BFE 2008b).

2.5 Entsorgungskette und -pfade

Das BFE definiert in (BFE 2008c) den Begriff Entsorgungskette als "den Ablauf von der Entstehung der Abfälle bis zu ihrer Lagerung", wobei hier die geologische Tiefenlagerung zu verstehen ist, deren wesentliches Merkmal die dauerhafte und sichere Verbringung der Abfälle in einer geologischen Schicht und somit ihre dauerhafte Entfernung aus der Biosphäre ist. Mittels präzise definierter Konditionierungsverfahren, die der Aufsichtsbehörde zur Genehmigung vorzulegen sind, werden radioaktive Abfälle in eine langfristig stabile Form gebracht und in geeigneten Lagerbehältern verpackt.

Während der Begriff Entsorgungskette auf die Hintereinanderschaltung der Abfallbehandlungsschritte abzielt, ist der Begriff Entsorgungspfad als die Verknüpfung von Abfallbehandlungswegen zu verstehen. Im Weiteren wird im vorliegenden Dokument hauptsächlich der Begriff Entsorgungspfad verwendet.

Zur weiteren Erläuterung zeigt Abbildung 7-1 die Entsorgungspfade der Schweiz. Diese Darstellung wird sowohl von der gemeinsam von dem Bund und den Kernkraftwerksbetreibern als verantwortliche Entsorgungsinstitution gegründeten Nagra, von den übrigen schweizer Entsorgungspflichtigen als auch von den Aufsichtsorganen der Schweiz verwendet.

2.6 Entsorgungsprogramm

Art. 32 (KEG 2003) verpflichtet die Entsorgungspflichtigen, ein Entsorgungsprogramm zu erstellen. Dieses muss Angaben zu Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle, den benötigten Anlagen, den Realisierungs- und Finanzplan sowie ein Informationskonzept enthalten. Nach (KEG 2003) legt der Bundesrat die Frist fest, innert der das Programm zu erstellen ist. Während der Laufzeit des KKW ist das Programm alle fünf Jahre anzupassen und dem Bundesrat vorzulegen, der seinerseits der Bundesversammlung regelmässig Bericht über das Entsorgungsprogramm erstattet.

2.7 Konditionierung

In Art. 3 Bst. g (KEG 2003) wird die Gesamtheit der Operationen, mit welchen radioaktive Abfälle für die Zwischenlagerung oder für die Lagerung in einem geologischen Tiefenlager vorbereitet werden, als Konditionierung bezeichnet. Insbesondere sind hierunter zu verstehen (HSK 2007):

- die Volumenreduzierung des festen Abfalles durch mechanische Verkleinerung und Verpressung
- die Aufkonzentrierung des flüssigen Abfalles
- die Dekontamination wieder verwendbarer Materialien
- die Verbrennung brennbaren Abfalles, und dessen Einbettung in Abfallmatrizen
- die Verpackung für Transport- und Lagerzwecke

3 Entsorgungsnachweise für SMA und HAA

Mit den Entsorgungsnachweisen für SMA und HAA/LMA/ATA wurde die grundsätzliche Machbarkeit der Entsorgung der radioaktiven Abfälle in einer geologischen Schicht in der Schweiz nachgewiesen. Diese grundsätzliche Machbarkeit erfordert Nachweise über:

- die Machbarkeit der Konditionierung betrieblicher Abfälle und ihrer Verpackung gemäss den Anforderungen der sicheren und dauerhaften Entsorgung in geologischen Tiefenlagern in Übereinstimmung mit der schweizerischen Gesetzgebung und den von den Behörden festgelegten Anforderungen
- die Langzeitsicherheit der geologischen Tiefenlagerung
- die Machbarkeit, d.h. die Baubarkeit und Betreibbarkeit der Tiefenlager sowie
- Standorte der Tiefenlager in der Schweiz mit geeignetem Gesteinskörper und ausreichender Ausdehnung

3.1 Entsorgungsnachweis SMA

Der Entsorgungsnachweis wurde erstmals im Bundesbeschluss vom 6. Oktober 1978 zum Atomgesetz gesetzlich verlangt (Art. 3, Art. 12 Abs. 2). Er ist für schwach- und mittelaktiven Abfall (SMA, nicht Wärme entwickelnd) bereits 1988 im Rahmen des von der Nagra abgewickelten Projektes "Gewähr" erbracht worden (BFE 2007). Die darin enthaltenen Annahmen und Randbedingungen hinsichtlich Art, Kategorie und Mengenaufkommen der radioaktiven Abfälle wurden zwischenzeitlich angepasst (BFE 2008a, BFE 2008d).

Der Bundesrat bestätigte am 3. Juni 1988, dass der Entsorgungsnachweis für schwach- und mittelradioaktive Abfälle erbracht ist. Diese in der Kernenergiegesetzgebung vorgesehene Aufgabe ist somit für die Entsorgungspflichtigen und Behörden erfüllt.

3.2 Entsorgungsnachweis HAA

Nach einer umfassenden behördlichen Prüfung durch den Bund wurden die von der Nagra im Dezember 2002 eingereichten Unterlagen zum Gesuch für die Entsorgung der Abfall-Kategorie BE, HAA und LMA zusammen mit einem Ergebnisbericht öffentlich aufgelegt.

Nach Prüfung der Einwände hat sich der Bundesrat mit dem Entsorgungsnachweis HAA befasst und am 28.06.2006 das Ergebnis seiner Beurteilung bekannt gegeben. In der entsprechenden Verfügung des Bundes (Bundesrat 2006) ist u. a. festgehalten: "Der Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste HAA und LMA ist erbracht".

3.3 Abgrenzung zum Sachplan geologisches Tiefenlager

Die Ausscheidung von möglichen Standorten für geologische Tiefenlager wird unabhängig vom Rahmenbewilligungsgesuch für das KKN im Sachplanverfahren geologisches Tiefenlager (SGT) des Bundes abgewickelt (BFE 2008d).

4 Gegenstand des Nachweises für die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem KKN

Der Nachweis für die sichere Entsorgung der im KKN anfallenden radioaktiven Abfälle wird erbracht, indem gezeigt wird, dass die Gesuchstellerin KKN AG die Voraussetzungen der bestehenden, vom Bundesrat akzeptierten Entsorgungsnachweise für SMA und HAA, LMA bzw. ATA vollumfänglich erfüllt.

Die Erfüllung dieser Voraussetzungen und der Nachweis, dass die Gesuchstellerin als Entsorgungspflichtige allen gültigen atomrechtlichen Verpflichtungen nachkommt, basiert auf folgenden Sachverhalten:

- Die Gesuchstellerin wird einen Leichtwasserreaktor (LWR) der 3. Generation betreiben, dessen Abfallspektrum mit dem der heutigen Reaktoren identisch ist.
- Die anfallenden radioaktiven Abfälle werden auf Basis der bereits existierenden Entsorgungsnachweise der bestehenden schweizerischen Kernkraftwerke die Voraussetzungen für die jeweils geltenden Annahme- und Einlagerungsbedingungen erfüllen.
- Innerhalb der Anlage des KKN werden radioaktive Abfälle nach etablierter Schweizer Praxis gesammelt, konditioniert, endlagergerecht verpackt, charakterisiert und zentral inventarisiert sowie zwischengelagert.
- Zur Entsorgung der KKN-Abfälle werden die ausserhalb der Anlage existierenden Entsorgungspfade der Schweizer Abfallverursacher genutzt.
- Die vom Bundesrat genehmigten Entsorgungsnachweise basieren auf einer hinreichenden Flexibilität für zusätzliche Abfallmengen.
- Das SGT-Auswahlverfahren des BFE soll zu geologischen Tiefenlagern führen, welche die Abfälle aus den bestehenden und geplanten neuen Kernkraftwerken (inklusive Stilllegung und Abbruch) - und somit auch die Abfälle aus dem KKN - aufnehmen können (BFE 2008d).
- Die Gesuchstellerin wird die für die Entsorgung erforderlichen finanziellen Mittel gesetzeskonform zurückstellen.
- Ein Entsorgungsprogramm mit den für das KKN relevanten Informationen wird zu gegebener Zeit erstellt (voraussichtlich im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens).

Entsorgungsnachweis für das KKN -4 Gegenstand des Nachweises für die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem KKN-

- Die Gesuchstellerin beabsichtigt, die Mitgliedschaft bei der für die Schweizer KKW zuständigen Organisation zur Entsorgung (Nagra) zu beantragen.

5 Anfallende Abfallkategorien des KKN

Beim KKN wird es sich um einen LWR der 3. Generation handeln. Kernkraftwerke der 3. Generation entsprechen dem neusten Stand der Technik. Das Spektrum der während des Betriebes des KKN entstehenden radioaktiven Abfälle ist identisch mit denjenigen der bestehenden schweizerischen Kernkraftwerke. In den erbrachten Entsorgungsnachweisen sind Abfälle sowohl aus Siedewasserreaktoren (SWR) als auch aus Druckwasserreaktoren (DWR) berücksichtigt.

Während des Betriebes und infolge der späteren Stilllegung des KKN werden ausschliesslich folgende radioaktive Abfallkategorien entstehen:

- HAA
- SMA
- LMA

Im Fall der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Brennelementen fällt neben HAA auch Abfall der Kategorie ATA an.

Die im KKN anfallenden radioaktiven Abfälle entsprechen damit den Abfallkategorien, die den bestehenden Entsorgungsnachweisen zugrunde liegen.

6 Die Behandlung radioaktiver Abfälle im KKN

6.1 SMA-Abfälle

Gemäss der in den schweizerischen KKW gehandhabten Konditionierungspraxis werden Betriebsabfälle der Kategorie SMA gemäss Richtlinie B05 (HSK 2007) konditioniert und somit für die nachfolgende Zwischenlagerung gemäss Entwurf der Richtlinie G04 (ENSI 2009) oder für die Lagerung in einem geologischen Tiefenlager vorbereitet.

Eine Zusammenstellung der Anforderungen an die in der Schweiz angewandten Konditionierungsverfahren findet sich in der oben genannten Richtlinie B05 (HSK 2007). Wichtiger administrativer Bestandteil der Konditionierung ist die auch gesetzlich verlangte Charakterisierung der Abfälle und ihre zentrale Inventarisierung durch die Nagra.

In der Tabelle 6-1 sind die für LWR typischen Konditionierungsschritte für die betrieblichen Abfälle dargestellt, wie es nach heutigem Stand der Technik auch im KKN zum Einsatz kommen wird.

In diesem Schema sind die Konditionierungsschritte den Abfallarten gemäss ihrem Aggregatzustand zugeordnet.

Tabelle 6-1: Standard-Konditionierungsschritte für betriebliche Abfälle in LWR

Aggregatzustand des Rohabfalles	Sammlung	Sortierung	Dekontamination	Volumenreduktion	Immobilisierungsmatrix	Zwischen- und endlagergerechte Verpackung
Flüssig aus Kühlkreisläufen	Ionentauscherharze		./.	Verdampfung	Zement	200 l-Fass
Gasförmig aus Abgassystemen	Filter		./.	Kompaktierung	Zement	200 l-Fass
Fest aus Instandhaltungsarbeiten	manuell	manuell	trocken oder nass	Verbrennung (brennbar) Kompaktierung (nicht brennbar)	Zement	200 l-Fass

6.1.1 Flüssiger Rohabfall des KKN

Dem flüssigen Rohabfall aus Kühlkreisläufen werden die radioaktiven Partikel über Ionenaustauscherharze entzogen. Das so gereinigte Kühlwasser wird gegebenenfalls in Verdampfern nochmals gereinigt. Die beladenen Ionenaustauscherharze werden zusammen mit den Verdampferkonzentraten an eine Zementmatrix gebunden. Es ist aber auch denkbar, dass im Sinne der Abfallminimierung das Immobilisierungsverfahren für Harze und Schlämme mittels "In-Fass-Vakuum-Trocknung" zum Einsatz kommen wird.

6.1.2 Fester Rohabfall des KKN

Filter, die nach Beladung mit gasförmigen Spaltprodukten oder radioaktiven Aerosolen als Festabfall beim Betrieb des KKN anfallen, werden zum Zweck der Volumenreduzierung entweder einem Verbrennungsprozess oder - falls sie nicht brennbar sind - der Kompaktierung zugeführt.

Anstelle der Verbrennung ist es auch möglich, alle festen Abfälle einem Hochtemperatur-Plasma-Schmelzprozess zu unterziehen, wie er seit einigen Jahren bei der Zwischenlager Würenlingen AG (ZWILAG) angewandt wird. In diesem Verfahren dient Glas als Immobilisierungsmatrix für die radioaktiven Abfälle. Das entstehende endlagerfähige Gebinde ist dann eine Kokille, ähnlich wie beim HAA aus der WA.

Radioaktive Abfälle aus Instandhaltungsvorgängen im KKN werden eingesammelt und vorsortiert und danach je nachdem, ob sie brennbar sind oder nicht, kompaktiert und verascht oder nur kompaktiert. In beiden Fällen ist nach heutigem Stand der Technik die Immobilisierungsmatrix Zement.

In zunehmendem Masse gehen KKW-Betreiber dazu über, die Kompaktierung von festen Abfällen im Dienstleistungsverfahren durch mobile Anlagen ausführen zu lassen. Für die Gesuchstellerin stellt dieses Verfahren eine Option dar.

6.1.3 Abfallgebinde

Die Betriebsabfälle des KKN werden dem Stand der Technik entsprechend transportfähig in lagerfähige Standard-Gebinde (200 l-Fass) verpackt.

6.1.4 Stilllegungsabfälle

Die Stilllegungsabfälle zählen zur Kategorie SMA und sollen laut dem Stilllegungskonzept für das KKN (KKN 2008) am Standort des KKN mit gleichen Verfahren konditioniert werden wie die betrieblichen Abfälle.

6.2 HAA-Abfälle

Bei den Abfällen der Kategorie HAA, welche beim Betrieb des KKN anfallen, handelt es sich um bestrahlte BE. Im KKN werden bestrahlte BE in dafür vorgesehenen Nasslagern oder trocken in dafür vorgesehenen Transport- und Lagerbehältern zwischengelagert, bis sich der Betreiber entscheidet, die bestrahlten BE über einen etablierten Entsorgungspfad wiederaufzuarbeiten, einem externen Zwischenlager zukommen zu lassen oder direkt zu entsorgen (siehe Kapitel 7).

6.3 Standortinterne Transporte

Alle standortinternen Transporte von KKN-Abfällen werden der schweizerischen Entsorgungspraxis entsprechen.

6.4 Periodische Anpassung der Konditionierungsschritte für radioaktive Abfälle im KKN

Die Gesuchstellerin beabsichtigt, die oben erwähnten Behandlungsschritte radioaktiver Abfälle für SMA und HAA einzusetzen. Im Rahmen der periodischen Anpassung des Entsorgungsprogrammes von KKN behält sich die Gesuchstellerin aber vor, die ausgewählten Verfahren zu optimieren und dem Stand der Technik anzupassen.

7 Die etablierten schweizerischen Entsorgungspfade und ihre Nutzung

Im Folgenden werden die in der Schweiz etablierten Entsorgungspfade erläutert, welche die Entsorgungsketten aller radioaktiven Abfälle ausserhalb der Abfälle erzeugenden Anlagen beinhalten. Diese Entsorgungspfade sind gesetzlich verankert, siehe (KEG 2003) und (KEV 2004). Sie werden im Rahmen der internationalen Verpflichtungen, die die Schweiz eingegangen ist, periodisch revidiert. Hierzu erstattet die Aufsichtsbehörde alljährlich Bericht. Die Gesuchstellerin KKN AG wird sich an diese in der Schweiz etablierten Entsorgungspfade halten.

Abbildung 7-1 zeigt den Stand 2008 der Entsorgungspfade für SMA, LMA und BE/HAA im schweizerischen Entsorgungskonzept. Die in der Abbildung erkennbaren grauen Pfadpfeile repräsentieren ungefähre jährliche Volumenströme von SMA- und LMA-Abfällen in der Schweiz. Die roten Pfeile repräsentieren BE-Entsorgungspfade und sind mit keiner Volumenangabe verbunden.

SMA- und LMA-Abfälle entstehen beim Betrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken sowie bei der WA verbrauchter BE. Weitere SMA- und LMA-Abfälle stammen aus Medizin, Industrie und Forschung. Zentrale Sammelstelle hierzu ist das Paul Scherrer Institut (PSI).

Es ist vorgesehen, nach der internen Zwischenlagerung konditionierte SMA-Abfälle aus dem Betrieb von KKN einem geologischen Tiefenlager zuzuweisen. Eine Inanspruchnahme von externen Zwischenlagern zur Zwischenlagerung vor der geologischen Tiefenlagerung stellt für das KKN einen alternativen Entsorgungspfad dar.

Die Konditionierung von betrieblichen Abfällen in einer zentralen Konditionierungsanlage sowie die Rücknahme dieser konditionierten Abfälle ins KKN ist ein weiterer Entsorgungspfad für SMA.

Stilllegungsabfälle des KKN werden nach der Konditionierung und Zwischenlagerung am Standort entweder direkt einem geologischen Tiefenlager für SMA-Abfälle oder einem zentralen Zwischenlager zugewiesen.

Bestrahlte Brennelemente des KKN werden voraussichtlich in den dafür vorgesehenen standort-internen Nass- oder Trockenlagern zwischengelagert, bis sie vorschriftsmässig in Transport- und Lagerbehältern direkt zu einer zentralen Verpackungsanlage transportiert werden. Danach werden die verpackten BE in einem geologischen Tiefenlager für BE/HAA/LMA sicher entsorgt.

Eine Inanspruchnahme von externen Zwischenlagern zur Zwischenlagerung von bestrahlten BE vor der tiefenlagerechten Verpackung stellt für das KKN einen zusätzlich nutzbaren Entsorgungspfad dar.

Entsorgungsnachweis für das KKN

-7 Die etablierten schweizerischen Entsorgungspfade und ihre Nutzung-

Ein weiterer Entsorgungspfad für bestrahlte BE ergibt sich durch die WA. Zurzeit besteht ein Moratorium für die Wiederaufarbeitung bestrahlter BE. Nach dessen Ablauf (30.06.2016) ist der WA-Entsorgungspfad rechtlich wieder möglich. Die bestrahlten BE können dann zu einer Wiederaufarbeitungsanlage ausserhalb der Schweiz transportiert werden, um daraus neue BE herzustellen, die wiederum zur Stromproduktion eingesetzt werden können. Bei der WA entstehen einerseits HAA, welche in Kokillen verglast werden und andererseits Abfälle der Kategorie ATA, welche endlagergerecht konditioniert werden. HAA-/ATA-Abfälle aus der WA werden vorschriftsmässig verpackt zum KKN zurückgeführt oder einem zentralen schweizerischen Zwischenlager zugeführt, bis sie in ein geologisches Tiefenlager für BE/HAA/LMA überführt werden.

Alle externen Transporte von KKN-Abfällen werden der schweizerischen Entsorgungspraxis entsprechen und auf etablierten Transportrouten erfolgen.

Alle Entsorgungspfade des KKN werden dem schweizerischen Regelwerk entsprechen und die etablierten Techniken nutzen.

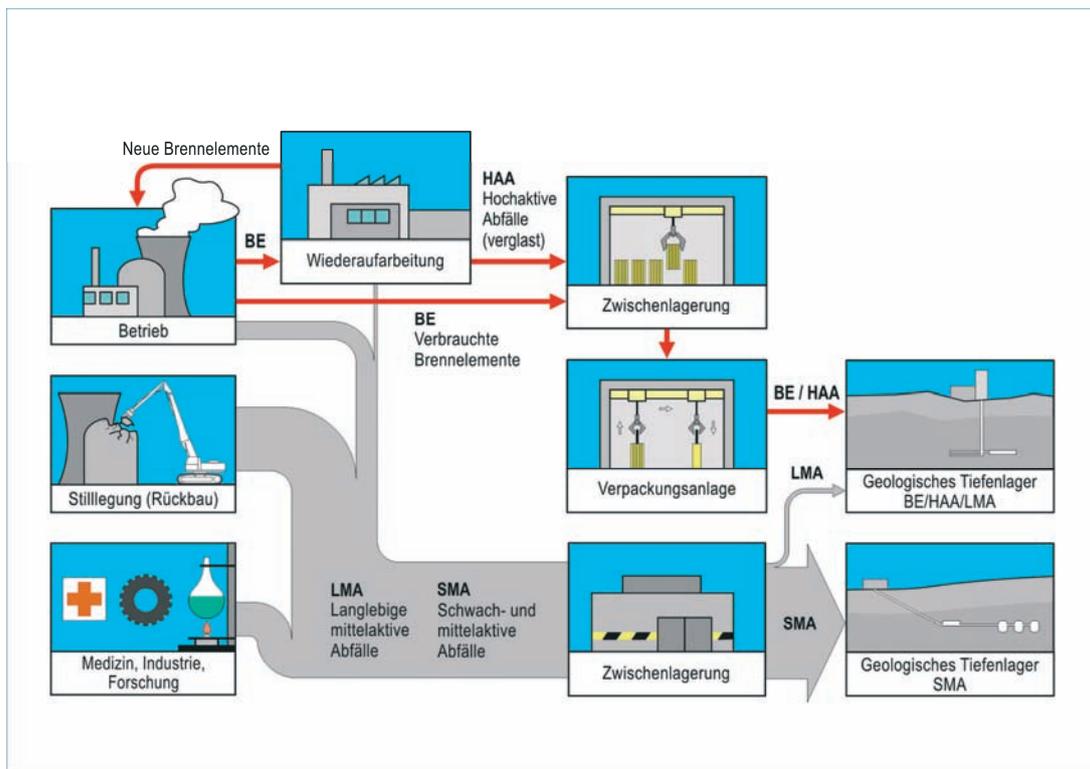


Abbildung 7-1 Entsorgungspfade im schweizerischen Entsorgungskonzept (BFE 2008c)

8 Abfallvolumina

Beim KKN wird es sich um einen LWR der 3. Generation handeln. Kernkraftwerke dieser Generation entsprechen dem neuesten Stand der Technik. Die Leistungsklasse der Anlage liegt entweder bei 1.1 GW_{el} (\pm ~20 %) oder 1.6 GW_{el} (\pm ~20 %). Für die sicherheitsrelevanten Betrachtungen im Rahmenbewilligungsgesuch wird von dem oberen Wert von 1.9 GW_{el} ausgegangen.

Mengengerüste für die verschiedenen Abfallkategorien werden deshalb konservativ abgeschätzt, basierend auf einer elektrischen Nettoleistung bei Nennbedingungen von 1.9 GW_{el}. Dies liegt daran, dass weder der Typ des zu errichtenden Reaktors (DWR oder SWR) noch der Lieferant festgelegt sind. Einerseits fallen beim SWR aufgrund der vergleichsweise grossen kontrollierten Zone mehr SMA an als beim DWR; andererseits gibt es bei gleichem Reaktortyp Lieferanten, die eine geringere jährliche Abfallmenge an SMA garantieren als ihre Wettbewerber.

Im Vergleich zu den Abfallmengengerüsten von gängigen, heute in Betrieb stehenden, Leichtwasserreaktoren wird jedoch angestrebt, dass das KKN bezogen auf seine elektrische Leistung jährlich weniger Betriebsabfälle erzeugen wird. Die Fortschritte in den Abfallbehandlungsverfahren, die in den letzten zwei Jahrzehnten erzielt wurden, wie beispielsweise in (Bitterli 2007) gezeigt, sollen soweit vertretbar umgesetzt werden.

Rechnet man gemäss den Forderungen von internationalen Kraftwerksbetreibern mit einer jährlich anfallenden Menge an festen, konditionierten Betriebsabfällen von 50 m³ pro GW_{el}, dann ist für eine KKN-Betriebsdauer von 60 Jahren mit etwa 6'000 m³ SMA zu rechnen.

Basierend auf den Erfahrungen in den bestehenden Kernkraftwerken (siehe z.B. Bitterli 2007) wird die Gesuchstellerin bei der Auslegung des KKN die Minimierung der betrieblichen Abfälle fordern.

Auch bei Stilllegungsabfällen wird die Gesuchstellerin für die Auslegung und Planung von KKN bereits Massnahmen zur Reduktion der Stilllegungsabfallmengen berücksichtigen. Diese Forderungen werden in der Ausschreibung von KKN umschrieben.

9 Lagerkapazität

9.1 Interne Zwischenlagerkapazität

Im Hinblick auf die Planung der KKN-internen Zwischenlagerung für konditionierte betriebliche Abfälle ist eine ausbaubare Kapazität für eine Anlagenbetriebsdauer von 60 Jahren vorgesehen. Dies schliesst auch die Rücknahme von extern konditionierten KKN-Betriebsabfällen der Kategorie SMA ein. Die internen Zwischenlagerkapazitäten werden im Baubewilligungsverfahren definiert, wenn der Reaktortyp festgelegt ist. Gegebenenfalls wird auch die Zwischenlagerung von SMA des KKG (z. B. von KKG-Stilllegungsabfällen) bei der Festlegung der Zwischenlagerkapazitäten in Betracht gezogen.

9.2 Externe Kapazität in den geologischen Tiefenlagern

Die vom Bundesrat genehmigten Entsorgungsnachweise basieren auf einer hinreichenden Flexibilität für zusätzliche Abfallmengen (BFE 2008d). Der Sachplan geologisches Tiefenlager (SGT) berücksichtigt diese Tatsache. Das Auswahlverfahren soll deshalb zu geologischen Tiefenlagern führen, welche die Abfälle aus den bestehenden und geplanten neuen KKW, aus deren Stilllegung und Abbruch sowie Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung aufnehmen können.

Die maximale Lagerkapazität von geologischen Tiefenlagern für SMA und HAA wird im RBG für die geologischen Tiefenlager festgelegt (Art. 14 KEG 2003). Die dort beantragte Kapazität wird unter Berücksichtigung einer eventuellen Laufzeitverlängerung der bestehenden KKW, nicht nur deren Abfälle, sondern auch die Abfälle (inkl. Stilllegungsabfälle) aus neuen KKW in der Schweiz - und somit auch die des KKN - berücksichtigen.

10 Finanzmittel für die Sicherstellung von Entsorgung und Stilllegung des KKN

Für die Kosten der Entsorgung der betrieblichen Abfälle aller Kategorien während und nach dem Betrieb sind die Betreiber nach (KEG 2003) als Abfallverursacher verantwortlich. Diese Verpflichtung schliesst gemäss Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV 2008) auch die Kosten für die Stilllegung und die Entsorgung der daraus resultierenden Abfälle ein.

Auch die Gesuchstellerin KKN AG wird die erforderlich werdenden finanziellen Mittel periodisch abschätzen und entsprechende Rückstellungen sowohl für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle als auch für die Stilllegung des KKN bilden.

Die jährliche Einzahlung dieser Rückstellungen erfolgt in dafür geschaffene, vom Bund verwaltete Fonds, separat für die nach Ausserbetriebnahme des KKN anfallenden Entsorgungskosten und für die Stilllegungskosten des KKN. Somit wird sichergestellt, dass bei Ausserbetriebnahme des KKN hinreichend finanzielle Mittel für die Verbringung der KKN-Abfälle (einschliesslich derer aus der Stilllegung) in ein geologisches Tiefenlager vorhanden sind.

Ein wesentlicher Teil der Entsorgungskosten, wie z. B. Kosten für eine eventuelle WA oder die Inanspruchnahme von Dienstleistungen für Zwischenlagerung und zur Entsorgung, fällt schon während des Betriebes des KKN an. Die Deckung dieser Kosten wird vom Betreiber laufend sichergestellt und ist damit nicht Aufgabe der vom Bund verwalteten Fonds.

11 Das Entsorgungsprogramm für das KKN

Laut Art. 32 (KEG 2003) und Art. 52 (KEV 2004) sind die Entsorgungspflichtigen zur Erstellung eines Entsorgungsprogrammes verpflichtet.

Die Zusammenstellung von Informationen über das KKN-Abfallaufkommen und seine Entsorgung erfolgt gemäss dem in Art. 52 der (KEV 2004) geforderten Entsorgungsprogramm. Das KKN-Entsorgungsprogramm wird die im folgenden Angaben enthalten:

Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle aus Betrieb und Stilllegung des KKN:

- SMA: Betrieb und Stilllegung
- HAA: Betrieb
- LMA: Betrieb
- ATA: optional bei WA

Zuteilung zu geologischen Tiefenlagern:

- HAA, ATA und LMA werden einem geologischen Tiefenlager HAA zugeordnet.
- SMA werden einem geologischen Tiefenlager SMA zugeordnet.

Realisierungsplan:

- Die Realisierung erfolgt in Anlehnung an das von der Nagra eingereichten Entsorgungsprogramm (Nagra 2008) und dem Sachplan geologisches Tiefenlager (BFE 2008d).

Dauer und benötigte Kapazität der zentralen und dezentralen Zwischenlagerung:

- Angaben erfolgen in späteren Bewilligungsphasen

Finanzplan für die Entsorgungsarbeiten bis zur Ausserbetriebnahme des KKN:

- Vor der Inbetriebnahme wird die Gesuchstellerin diesen Plan erstellen und die Rückstellungen nach Aufnahme des Leistungsbetriebes tätigen.

Informationskonzept:

- Das Informationskonzept wird unter der Federführung der Nagra entwickelt und durchgeführt. Die Gesuchstellerin wird sich an diesem Informationskonzept beteiligen und im erforderlichen Umfang die KKN-relevanten Informationen bereitstellen.

12 Bewertung und Schlussfolgerungen

Das KKN wird alle Bedingungen und Abläufe hinsichtlich der Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle entsprechend der in der Schweiz bewährten Entsorgungspraxis anwenden. Somit wird die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus dem KKN gemäss geltendem schweizer Regelwerk und dem Stand der Entsorgungstechnik erfolgen.

Damit können sämtliche radioaktiven Abfälle aus dem KKN im Rahmen der bestehenden Entsorgungsnachweise in den geologischen Tiefenlagern sicher und dauerhaft entsorgt werden. Somit erfüllt die Gesuchstellerin die Voraussetzung der bestehenden, vom Bundesrat akzeptierten, Entsorgungsnachweise für SMA und HAA.

Im Einzelnen wurde gezeigt:

- Die Betriebsabfälle des KKN werden entsprechend dem gültigen Regelwerk, dem Stand der Technik und der in den bestehenden schweizer KKW etablierten Konditionierungspraxis für die weiteren Entsorgungsschritte und gemäss den Annahmebedingungen der geologischen Tiefenlager verpackt, zwischengelagert und transportiert.
- Die Art und Kategorie der vom KKN erzeugten Abfälle von Betrieb und Stilllegung sind durch die bestehenden Entsorgungsnachweise abgedeckt.
- Die KKN AG wird die bestehende Verordnung über die Finanzierung der Entsorgung der betrieblichen und der aus der Stilllegung resultierenden Abfälle sowie die Finanzierung der Stilllegung einhalten (SEFV 2008).

Die Gesuchstellerin KKN AG erachtet den Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle aus dem KKN im Sinne von Art. 13 Bst. d (KEG 2003) somit als erbracht.

13 Referenzen

- (BFE 2007) Jahresbericht 2006: Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (AGNEB), Jost, M., Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Schweiz
- (BFE 2008a) Entsorgungsnachweis
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01276/>,
Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Schweiz
- (BFE 2008b) Entsorgungskonzept
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01274/01281/>,
Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Schweiz
- (BFE 2008c) Entsorgungskette
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01274/01280/>,
Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Schweiz
- (BFE 2008d) Sachplan geologische Tiefenlager-Konzeptteil, 2. April 2008,
Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Schweiz
- (Bitterli 2007) Betriebsrückstände im Kernkraftwerk, Bitterli, B., Vertiefungskurs des Nuklearforums Schweiz "Management der radioaktiven Rückstände" vom 22./23. November 2007, Novotel Zürich, Schweiz
- (Bundesrat 2006) Verfügung des Schweizerischen Bundesrates vom 28. Juni 2006 zum Gesuch der Nagra betreffend Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle, 003770982, Bern, Schweiz
- (EKRA 2000) Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle, Schlussbericht, Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA), 31. Januar 2000, Bern, Schweiz
- (ENSI 2008) Transport- und Lagerbehälter für die Zwischenlagerung, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen G05, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), Villigen, Schweiz
- (ENSI 2009) Anforderungen an die Lagerung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente, Entwurf zur Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen G04, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), Villigen, Schweiz

- (HSK 2007) Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen B05, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Villigen, Schweiz
- (KEG 2003) Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003, SR 732.1, Stand am 1. Januar 2009
- (KEV 2004) Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004, SR 732.11, Stand am 1. Januar 2009
- (KKN 2008) Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt, Stilllegungskonzept für das KKN, Ber-08-004, Version V002 vom 1. Oktober 2009, Kernkraftwerk Niederamt AG, Olten, Schweiz
- (Nagra 2002) Entsorgungsnachweis für Abgebrannte Brennelemente, Verglasten Hochaktiven Abfall und für Langlebige Mittelaktive Abfälle, NTB 02-05 & 02-23, Nagra, Wettingen, Schweiz
- (Nagra 2008) Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, NTB 08-01, Nagra, Wettingen, Schweiz
- (SEFV 2008) Verordnung über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen vom 7. Dezember 2007 (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV), SR 732.17, Stand am 1. Februar 2008

14 Verzeichnisse

14.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 7-1	Entsorgungspfade im schweizerischen Entsorgungskonzept (BFE 2008c).....	19
---------------	---	----

14.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1:	Standard-Konditionierungsschritte für betriebliche Abfälle in LWR	14
--------------	---	----