

**Grundsätze und Regeln zur  
Bestimmung des Bundesanteils an den  
Kosten für die geologischen  
Tiefenlager**

**Schlussbericht der  
Arbeitsgruppe**

**Mai 2018**

## **Arbeitsgruppe:**

### **Vertreter des Bundes:**

Peter Allenspach (PSI)  
Sébastien Baechler (BAG)  
José Rodriguez (BFE)  
Thierry Strässle (PSI)  
Nicolas Stritt (BAG)  
Raphael Stroude (BAG)  
Yves Zimmermann (EFV)  
Christian Zingg (EFV)

### **Vertreter swissnuclear (KKW-Eigentümer):**

Stefanie Biala (swissnuclear)  
Philipp Hänggi (BKW)

### **Koordination:**

Piet Zuidema (Nagra)

### **Unterstützung:**

Reto Beutler (Nagra)  
Peter Gribi (S+R Consult/Unterstützung Nagra)

## Zusammenfassung

Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist gemäss Art. 31 Abs. 1 des KEG verpflichtet, die aus der Anlage stammenden radioaktiven Abfälle auf eigene Kosten sicher zu entsorgen (Entsorgungspflicht). Die beitragspflichtigen Eigentümer der Kernanlagen leisten zur Sicherstellung der Finanzierung der Stilllegung und Entsorgung Beiträge in die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds<sup>1</sup>. Die beitragspflichtigen Eigentümer der Kernanlagen müssen gemäss Art. 4 der SEFV alle 5 Jahre ihre Kostenschätzungen aktualisieren. Die für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle verantwortlichen Organisationen (der Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer)<sup>2</sup> haben in 2009 eine Arbeitsgruppe eingesetzt mit dem Auftrag, für die Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager Grundsätze und Regeln aufzustellen. Die Arbeitsgruppe hat in 2011 ihren Bericht [1] mit einem Vorschlag bei den verantwortlichen Organisationen eingereicht. In 2015 haben die Organisationen den Grundsätzen und Regeln zugestimmt; diese wurden vom Bundesrat zur Kenntnis genommen<sup>3</sup>. Im Rahmen der Kostenstudie KS16 wurde festgestellt, dass die in 2011 vorgeschlagenen Grundsätze und Regeln die in der Zwischenzeit teilweise geänderten Randbedingungen nicht mehr überall korrekt berücksichtigen können.

Zu diesen Veränderungen der Randbedingungen ist es im Rahmen des vom Bundesrat in 2008 genehmigten Standortwahlverfahrens gekommen (Konzept "Sachplan geologische Tiefenlager", SGT), bei dem die Auswahl von Standorten für die geologischen Tiefenlager in der Schweiz in drei Etappen erfolgt. Da alle Standortgebiete, die in der in 2019 beginnenden Etappe 3 voraussichtlich noch weiter betrachtet werden, für das HAA-Lager und das SMA-Lager gute Bedingungen bezüglich Langzeitsicherheit und Langzeitstabilität bieten, ist im Gegensatz zur Annahme im Schlussbericht von 2011 neu eine gemeinsame Einlagerung der SMA und ATA im SMA-Lager geplant. Dies ist in zukünftigen Kostenstudien bei der Kostenverteilung zwischen dem Bund und den Kernkraftwerk-Eigentümern neu zu berücksichtigen. Weiter bieten diese Standortgebiete grundsätzlich auch die Möglichkeit für ein Kombilager, sodass auch ein Kostenverteilungsschlüssel für ein Kombilager notwendig ist. Weder für die gemeinsame Einlagerung der SMA und ATA im SMA-Lager noch für die Lagervariante Kombilager wurden im Schlussbericht von 2011 Kostenverteilungsschlüssel erarbeitet.

Deshalb wurde im Herbst 2016 im Anschluss an die Fertigstellung der KS16 von den gleichen Organisationen wie in 2009 erneut eine Arbeitsgruppe eingesetzt (wiederum mit Vertretern des Bundes (BAG, BFE, EFV und PSI) und der Kernkraftwerk-Eigentümer (swissnuclear), koordiniert durch die Nagra) mit dem Ziel, die Grundsätze und Regeln von 2011 für die Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager unter Berücksichtigung der aktuellen Lagerkonzepte zu überprüfen und wo notwendig zu ergänzen bzw. anzupassen.

Die Überprüfung und Aktualisierung der Finanzierungsvereinbarung der Nagra (inkl. Abrechnung der aufgelaufenen Kosten) sowie die Beteiligung des Bundes an allfälligen Abgeltungen für die geologischen Tiefenlager sind nicht im Mandat der Arbeitsgruppe enthalten und deshalb nicht Bestandteil der vorliegenden Evaluation der Grundsätze und Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager; allfällige aus der Aktualisierung der Finanzierungsvereinbarung der Nagra oder aus Abgeltungen resultierende Mehr- bzw. Minderkosten für den Bund sind in den Zahlen dieses Berichts nicht enthalten.

---

<sup>1</sup> Der Bundesrat kann Eigentümer von Anlagen mit geringen Stilllegungs- bzw. Entsorgungskosten von der Beitragspflicht befreien (KEG Art. 77 Abs. 3).

<sup>2</sup> In vorliegendem Bericht werden diese Organisationen auch als "Entsorgungspflichtige" bezeichnet.

<sup>3</sup> Der Bundesrat hat in 2015 vom Bericht des BAG [2] Kenntnis genommen, in welchem die Kosten für den Bund abgeschätzt wurden; zu deren Ermittlung wurden auch die Regeln aus dem Schlussbericht von 2011 verwendet.

Der vorliegende Bericht fasst den Vorschlag der Arbeitsgruppe bezüglich der anzuwendenden Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager zu Händen der verantwortlichen Organisationen zusammen.

Die Arbeitsgruppe schlägt folgende Grundsätze und Regeln zur Festlegung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager vor:

### **Grundsätze**

1. gemeinsame geologische Tiefenlager für alle schweizerischen radioaktiven Abfälle; d.h. Einbezug der Kernkraftwerk-Eigentümer und des Bundes, welcher für die Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung zuständig ist.
2. Umsetzung des Verursacherprinzips: Die Kosten werden vollständig durch die Entsorgungspflichtigen gedeckt und alle Entsorgungspflichtigen beteiligen sich an den Kosten.
3. Umsetzung des Fairness-Prinzips: Kein Entsorgungspflichtiger wird bevorteilt oder benachteiligt.
4. Berücksichtigung der Struktur der Kosten für die Festlegung der Kostenverteilung.
5. Jeder Entsorgungspflichtige hat das Recht, neue Verhandlungen zu den Regeln zum Bundesanteil an den Kosten für die geologischen Tiefenlager zu verlangen, wenn sich durch Änderung der Randbedingungen für einen der Entsorgungspflichtigen eine deutliche Verschlechterung oder Bevorzugung ergibt.

### **Regeln zur Umsetzung der Grundsätze**

- Für die Berechnung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager werden die zwei Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA unterschieden.
- Weiter werden für die Berechnung zwei Lagervarianten unterschieden:
  - i) Zwei Einzellager, eines für die Abfallklasse BE/HAA (HAA-Lager) und eines für die Abfallklasse SMA/ATA (SMA-Lager)
  - ii) Ein Kombilager, mit zwei Teillagern für die Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA
- Es wird zwischen variablen Kosten und Fixkosten unterschieden.
- Die variablen Kosten sind durch die entsprechenden Entsorgungspflichtigen zu tragen.
- Die Fixkosten werden durch einen zweistufigen Fixkostenschlüssel auf die Entsorgungspflichtigen verteilt – dieser stellt den Hauptgegenstand des Vorschlags der Arbeitsgruppe dar (Fig. 1):

#### *1. Verteilung der Fixkosten auf die Abfallklassen:*

Eindeutig zuteilbare Fixkosten werden vollständig den entsprechenden Abfallklassen zugewiesen. Bei zwei getrennten Einzellagern (HAA- und SMA-Lager) können somit alle Fixkosten uneindeutig der jeweiligen Abfallklasse zugeordnet werden.

Bei einem Kombilager (mit zwei Teillagern für BE/HAA und SMA/ATA) hingegen kann nur ein Teil der Fixkosten eindeutig einer Abfallklasse zugeteilt werden. Die Verteilung der restlichen Fixkosten für die von mehr als einer Abfallklasse gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur auf die betreffenden Abfallklassen folgt dem Fairness-Prinzip. Zu diesem Zweck wird eine Verteilungsregel verwendet, welche die Einsparung der Fixkosten durch die gemeinsame Nutzung fair auf die beiden Abfallklassen verteilt; die Einsparungen der Fixkosten für die durch beide Abfallklassen

gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur sollen proportional zu den Fixkosten dieser Leistungen ohne gemeinsame Nutzung (d.h. in zwei getrennten geologischen Tiefenlagern) verteilt werden. Diese Regel betrifft nur das Kombilager und führt dort basierend auf den Zahlen der Kostenstudie KS16 zu einer Verteilung von 40 % dieser Fixkosten zulasten des SMA-Teillagers und 60 % zulasten des HAA-Teillagers. Diese Verteilung ist in den zukünftigen Kostenstudien bis zum abschliessenden Entscheid bzgl. Realisierung des Kombilagers und der abschliessenden Fixierung der prozentualen Verteilung zu überprüfen.

2. Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen:

Die Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer basiert einzig auf der für die Kosten dominanten Abfalleigenschaft, dem verpackten Volumen der einzulagernden radioaktiven Abfälle des Bundes bzw. der Kernkraftwerk-Eigentümer und erfolgt proportional zu diesem Volumen.

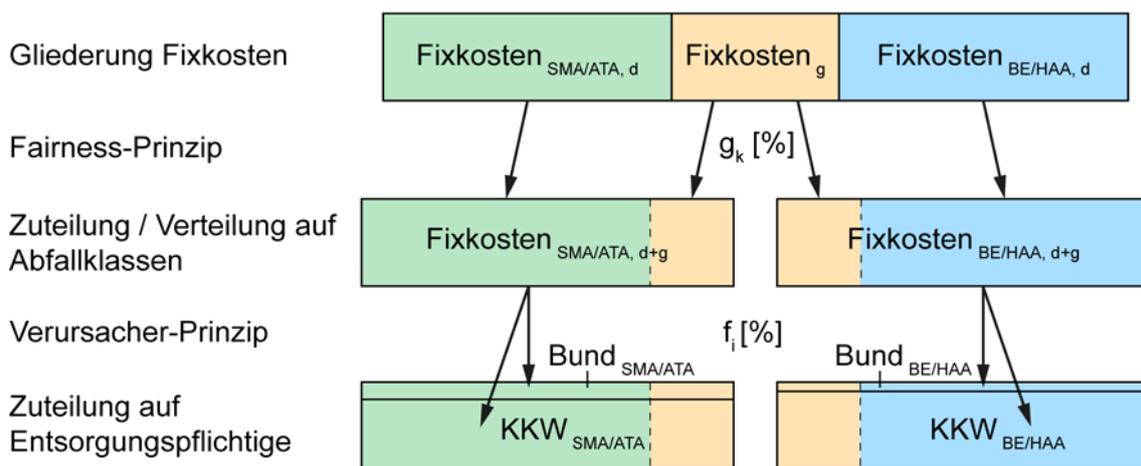


Fig. 1: Schematische Darstellung der zweistufigen Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen.

In einem ersten Schritt werden die Fixkosten in die Kategorien  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA, d}}$ ,  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA, d}}$  und  $\text{Fixkosten}_g$  eingeteilt. Die  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA, d}}$  bzw.  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA, d}}$  können den entsprechenden Abfallklassen sowohl bei der Lagervariante "Einzellager" als auch bei der Lagervariante "Kombilager" direkt zugewiesen werden. Im Falle eines Kombilagers gibt es zudem auch Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur, die von beiden Abfallklassen gemeinsam genutzt werden ( $\text{Fixkosten}_g$ ). Für deren Verteilung wird ein Kostenverteilungsschlüssel  $g_k$  [%] verwendet, welcher auf dem Fairness-Prinzip basiert.

In einem zweiten Schritt erfolgt die Verteilung der den Abfallklassen zugeordneten Fixkosten  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA, d+g}}$  bzw.  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA, d+g}}$  auf die betreffenden Entsorgungspflichtigen. Unter Anwendung des Verursacherprinzips wird dabei ein volumenbasierter Kostenverteilungsschlüssel  $f_i$  [%] verwendet. Dieser Schritt betrifft beide Lagervarianten (Einzellager, Kombilager).

Gegenüber dem Bericht der Arbeitsgruppe von 2011 sind in vorliegendem Bericht zwei Änderungen hervorzuheben. Zum einen wird auf die Verwendung des 'Integrated Toxic Potential' (ITP) als Parameter für die Verteilung der Fixkosten verzichtet, da wegen der jetzt noch betrachteten Standorte auch die ATA im SMA-Lager eingelagert (in 2011 als LMA in einen Teillager des HAA-Lagers eingelagert) und deshalb zusammen mit den SMA zu einer Abfallklasse zusammengefasst werden können; damit hat die Toxizität keinen Einfluss mehr auf die Kosten. Zum anderen ist es für die Option des Kombilagers nötig, die Fixkosten der von den zwei Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur aufzuteilen, bevor die Fixkosten der jeweiligen Abfallklasse auf die Entsorgungspflichtigen verteilt werden. Deshalb wurde die in vorliegendem Bericht dokumentierte zweistufige Verteilung der Fixkosten erarbeitet.

Bei Verwendung der vorgeschlagenen Grundsätze und Regeln zur Kostenverteilung ergeben sich basierend auf den Kostenunterlagen aus der im Herbst 2016 eingereichten und ungeprüften Kostenstudie KS16 Gesamtkosten<sup>4, 5</sup> für den Bund von ca. 990 Mio. CHF für die beiden Einzellager (SMA-Lager: ca. 981 Mio. CHF; HAA-Lager: ca. 8.9 Mio. CHF), ca. 838 Mio. CHF für das Kombilager und ca. 914 Mio. CHF für die beiden Einzellager unter Berücksichtigung des Kombilagers als Chance mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 %.

<b>Rechenfall</b>	<b>KS11</b> (Preisbasis 2016)	<b>KS16</b>	<b>Vorschlag</b> <b>Arbeitsgruppe</b>
Titel	Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Wie eingereicht, Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Kosten gemäss KS16, Schlüssel "Volumen" (inkl. CERN)*
Gesamtkosten für Bund für Einzellager [kCHF]	703'676	1'148'529	989'738
Anteil Bund [%] an Gesamtkosten für Einzellager (exkl. Abgeltungen)	7.0 %	9.6 %	8.3 %
Gesamtkosten für Bund für Kombilager [kCHF]	-	985'780	837'869
Anteil Bund [%] an Gesamtkosten für Kombilager (exkl. Abgeltungen)	-	9.6 %	8.2 %
Gesamtkosten für Bund für Einzellager mit Kombilager als Chance [kCHF]	-	1'067'155	913'804
Anteil Bund [%] an Gesamtkosten (exkl. Abgeltungen)	-	9.6 %	8.2 %

\* Gegenüber eingereichter KS16 mit angepasster Abfallzuteilung (LMA in SMA-Lager)

<sup>4</sup> Die Prüfung der Kosten im Auftrag der Kommission STENFO hat zu einer Anpassung der Kosten für die geologischen Tiefenlager geführt. Die Gesamtkosten (inkl. Stilllegungsabfälle und Abgeltungen) für die Einzellager mit Chance Kombilager belaufen sich unter Berücksichtigung der Anpassungen auf 12.883 Mia. CHF (ohne Anpassungen: 11.492 Mia. CHF). Die vom UVEK zusätzlich vorgenommenen Anpassungen führen zu einer gesamthaften zusätzlichen Erhöhung der Kosten für die geologischen Tiefenlager um 1.051 Mia. CHF.

<sup>5</sup> Die Gesamtkosten bestehen aus den variablen Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar, inkl. Kosten für Stilllegungsabfälle) und den Fixkosten (ohne Beiträge des Bundes zu allfälligen Abgeltungen).

Damit beträgt der Bundesanteil an den Gesamtkosten<sup>6</sup> neu für die beiden Einzellager 8.3 % (SMA-Lager: 21.6 %, HAA-Lager: 0.1 %), für das Kombilager 8.2 % und für die beiden Einzellager mit dem Kombilager als Chance 8.2 % (gerundete Prozentwerte). Dies ist zu vergleichen mit dem Bundesanteil an den Gesamtkosten für die Kostenstudie KS11, welcher für die beiden Einzellager 7.0 % (SMA-Lager: 18.2 %, HAA-Lager: 1.6 %) betrug.

Die Entwicklung des Bundesanteils und der Gesamtkosten des Bundes seit der KS11 lässt sich wie folgt zusammenfassen: Der Bundesanteil sowie die Gesamtkosten des Bundes der im Herbst 2016 eingereichten KS16 (zweite Spalte in Tabelle, berechnet mit bisherigem Kostenverteilungsschlüssel) sind deutlich höher als in der KS11 (erste Spalte). Dieser Anstieg ist auf zwei Faktoren zurückzuführen.

Zum einen haben die Gesamtkosten für das SMA-Lager (+27.1 %) im Vergleich zu den Gesamtkosten für das HAA-Lager (+2.9 %) einen stärkeren Kostenzuwachs zu verzeichnen<sup>7</sup>. Da der Bund fast nur SMA-Abfälle zu entsorgen hat<sup>8</sup>, führt dieser ungleiche Anstieg für den Bund zu stärker wachsenden Gesamtkosten und einem höheren Anteil im Verhältnis zu den übrigen Entsorgungspflichtigen.

Zum anderen stieg für das SMA-Lager der Bundesanteil an der Radiotoxizität (Teil des aktuellen Verteilungsschlüssels für KS16) relativ betrachtet stärker an, da die Radiotoxizität der SMA-Abfälle der Kernkraftwerke als Folge neuer Messungen und Modellrechnungen deutlich abnahm (Zunahme des Bundesanteils an SMA-Kosten von 18.2 % (KS11) auf 25 % (KS16)). Mit dem Kostenverteilungsschlüssel, der in diesem Bericht vorgeschlagen wird, wird die Radiotoxizität nicht mehr berücksichtigt. Dadurch fällt der Anstieg aufgrund der Radiotoxizität weg und der Anteil sowie die Gesamtkosten des Bundes reduzieren sich (dritte Spalte)<sup>9</sup>. Gegenüber der KS11 ergibt sich wegen der genannten stärkeren Kostenzunahme des SMA-Lagers aber trotzdem eine Zunahme des Bundesanteils, die zusammen mit der absoluten Zunahme der Kosten auch zu deutlich höheren Kosten für den Bund führt.

---

<sup>6</sup> Die %-Zahlen berechnen sich aus den Gesamtkosten ohne allfällige Abgeltungen.

<sup>7</sup> Mit Berücksichtigung der Teuerung für den Fall, wo die Chance des Kombilagere mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 % berücksichtigt wird. Gesamtkosten mit Kosten der Stilllegungsabfälle und ohne Abgeltungen.

Die Erhöhung der Gesamtkosten ist auf Projektänderungen (teilweise als Folge des Sachplanverfahrens), auf Änderungen im Projektablauf (inkl. Verzögerungen), auf Preisänderungen und auf geänderte Vorgaben für die Kostenermittlung (Zuschläge für Ungenauigkeiten und Gefahren, Abzüge für Chancen) zurückzuführen.

<sup>8</sup> Der Bundesanteil an den LMA-Fixkosten hat von 47.5 % (KS11) auf 40 % (KS16) abgenommen. Weiter haben auch die Fixkosten für das LMA-Lager abgenommen, da in KS16 die Einlagerung der LMA im SMA-Lager als Chance mit 50 % Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigt wird. Dies führt gesamthaft zu einer leichten Abnahme der Bundeskosten für das HAA-Lager.

<sup>9</sup> Weiter ist zu beachten, dass bei der Berechnung des Bundesanteils mit dem neuen Kostenverteilungsschlüssel gegenüber KS11 ein leicht erhöhter Volumenanteil des Bundes wegen Anpassung der Endlagerbehälter und Änderungen der Freigrenzen (Revision Strahlenschutzverordnung) zum Tragen kommt, welcher bei den Berechnungen im vorliegenden Bericht gegenüber der eingereichten KS16 wegen Berücksichtigung der Abfälle des CERN noch zusätzlich etwas zunimmt. Dieser Einfluss ist jedoch viel kleiner als der Wegfall der Radiotoxizität im Kostenverteilungsschlüssel.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
Inhaltsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
Figurenverzeichnis .....	VII
<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Zielsetzung..... 1</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehen..... 5</b>
<b>3</b>	<b>Diskussion der verschiedenen Themen..... 7</b>
3.1	Grundsätze..... 7
3.2	Regeln und Grundlagen für die Verteilung der Kosten und deren Auswirkung auf den Bundesanteil..... 9
3.2.1	Übersicht und Grundlagen..... 9
3.2.2	Verteilung der mehreren Abfallklassen zuordenbare Fixkosten auf die verschiedenen Abfallklassen ..... 13
3.2.3	Verteilung der einer Abfallklasse zuordenbaren Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer ..... 15
3.2.4	Berechnung der Fixkostenanteile des Bundes für die Lagervarianten Einzellager und Kombilager..... 16
3.3	Darstellung der Verteilung der Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer für KS16 im Vergleich zu KS11 ..... 18
<b>4</b>	<b>Vorschlag der Arbeitsgruppe zur Festlegung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager..... 23</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen..... 27</b>
<b>Anhang 1:</b>	<b>Entwicklung der Abfallvolumina, insbesondere des Anteils der MIF- Abfälle (Bund)..... A1-1</b>
<b>Anhang 2:</b>	<b>Modellhafte Rechnungen zu möglichen Regeln zur Verteilung der Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer..... A2-1</b>
A2.1	Überblick..... A2-1
A2.2	Gliederung der Fixkosten, Rechenfälle und Inputdaten ..... A2-1
A2.3	Resultate der modellhaften Rechnungen (Testrechnungen) ..... A2-4
<b>Anhang 3:</b>	<b>Verteilung der Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager..... A3-1</b>
A3.1	Überblick und Vorgehen..... A3-1
A3.2	Vereinfachte Berechnung des Kostenverteilungsschlüssels ( $g_k$ )..... A3-2
<b>Anhang 4:</b>	<b>Glossar und Abkürzungsverzeichnis ..... A4-1</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Überblick über die Gesamtkosten (in Mio. CHF) für die in vorliegendem Bericht durchgeführten Berechnungen für das HAA- und SMA-Lager sowie für die Lagervariante Kombilager.....	11
Tab. 2:	Anteile von Bund und Kernkraftwerk-Eigentümern an den Fixkosten sowie Angabe der relativen Änderung der Fixkostenanteile für KS16 bezogen auf im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16.....	20
Tab. A1-1:	Entwicklung der Abfallvolumina (gerundet) von 1985 bis 2016).....	A1-2
Tab. A2-1:	Anpassung der Gliederung der Fixkosten für das SMA- und HAA-Lager sowie für das Kombilager im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe. ....	A2-2
Tab. A2-2:	Kostenverteilungsschlüssel und verwendete Basisdaten für die Verteilung der Fixkosten verschiedener Abfallklassen auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer.....	A2-4
Tab. A2-3:	Anteile von Bund und Kernkraftwerk-Eigentümern an den Fixkosten sowie Angabe der relativen Änderung der Fixkostenanteile für KS16 bezogen auf im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16.....	A2-4
Tab. A2-4:	Bundesanteil an den Gesamtkosten (inkl. allfällige Abgeltungen) für die geologischen Tiefenlager basierend auf den Regeln gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe. ....	A2-7
Tab. A3-1:	Fixkosten für die Einzellager für KS11, KS16 (wie eingereicht) und KS16 (mit LMA im SMA-Lager), als Grundlage für die vereinfachte Berechnung des Kostenverteilungsschlüssels $g_k$ . ....	A3-3
Tab. A3-2:	Liste der Kostenelemente (typisiert) mit/ohne Potenzial für eine gemeinsame Nutzung im Kombilager. ....	A4-4

## Figurenverzeichnis

Fig. 1:	Schematische Darstellung der zweistufigen Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen. ....	III
Fig. 2:	Schematische Darstellung der Kosten für die Stilllegung der Kernkraftwerke und der Kosten für die geologischen Tiefenlager. ....	3
Fig. 3:	Schematische Darstellung der zweistufigen Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen mit Symbolen gemäss Gl. 1.....	13



## 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist gemäss Art. 31 Abs. 1 des KEG verpflichtet, die aus der Anlage stammenden radioaktiven Abfälle<sup>10</sup> auf eigene Kosten sicher zu entsorgen (Pflicht zur Entsorgung). Die für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle verantwortlichen Organisationen (der Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer)<sup>11</sup> arbeiten diesbezüglich zusammen und haben dazu die Nagra gegründet, welche mit der Vorbereitung und späteren Realisierung der geologischen Tiefenlager betraut ist. Die Eigentümer von Kernanlagen leisten zur Sicherstellung der Finanzierung der Stilllegung und Entsorgung Beiträge in den Stilllegungs- bzw. Entsorgungsfonds<sup>12</sup>. Die Kosten werden periodisch neu ermittelt und die Gesamtkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer aufgeteilt (vgl. schematische Darstellung in Fig. 2). Die Finanzierung der von der Nagra durchzuführenden Abklärungen bis zum Baubeschluss ist in der Finanzierungsvereinbarung der Nagra geregelt, wo auch festgehalten ist, dass bei Baubeschluss die aufgelaufenen Projektkosten gemäss dem dann geltenden Kostenverteilungsschlüssel abgerechnet werden.

Die Verteilung der Gesamtkosten (Kosten bis Baubeschluss und später anfallende Kosten) orientiert sich zwar an der Finanzierungsvereinbarung, ist aber in dieser nicht im Detail abschliessend geregelt<sup>13</sup>. Im Auftrag des Generalsekretariats EDI und der swissnuclear haben die verantwortlichen Organisationen in 2009 eine Arbeitsgruppe eingesetzt mit dem Ziel, Grundsätze und Regeln für die Festlegung des Bundesanteils an den Gesamtkosten der geologischen Tiefenlager abzuleiten. Die Arbeitsgruppe hat in 2011 ihren Bericht [1] mit einem Vorschlag bei den verantwortlichen Organisationen eingereicht. In 2015 haben die Organisationen den Grundsätzen und Regeln zugestimmt<sup>14</sup>. Im Rahmen der Kostenstudie KS16 wurde dann jedoch festgestellt, dass die in 2011 vorgeschlagenen Regeln die in der Zwischenzeit teilweise geänderten Randbedingungen nicht mehr überall korrekt berücksichtigen können.

Zu diesen Veränderungen der Randbedingungen ist es im Rahmen des vom Bundesrat in 2008 genehmigten Standortwahlverfahrens gekommen (Konzept "Sachplan geologische Tiefenlager" (SGT) [3]), bei dem die Auswahl von Standorten für geologische Tiefenlager in der Schweiz in drei Etappen erfolgt. Etappe 1 endete im November 2011 mit dem Entscheid des Bundesrats zur Festlegung von geologisch geeigneten Standortgebieten mit unterschiedlichen Eigenschaften bzgl. Langzeitstabilität für die Standortgebiete für das SMA-Lager und mit der Möglichkeit zur Anordnung eines Kombilagers in den Standortgebieten für das HAA-Lager. Innerhalb dieser Gebiete wurden in SGT Etappe 2 die Projekte konkretisiert und die Sicherheit detaillierter beurteilt sowie ein Vorschlag für die Einengung der Standortgebiete unterbreitet. Der Entscheid

---

<sup>10</sup> Nicht zu den radioaktiven Abfällen zählen diejenigen Abfälle mit radioaktiven Stoffen, deren Radioaktivität während der Abklinglagerung soweit abnimmt, dass diese als konventionelle Abfälle gelten und als solche entsorgt werden können.

<sup>11</sup> In diesem Bericht werden diese Organisationen auch als "Entsorgungspflichtige" bezeichnet.

<sup>12</sup> Der Bundesrat kann Eigentümer von Anlagen mit geringen Stilllegungs- bzw. Entsorgungskosten von der Beitragspflicht befreien (KEG Art. 77 Abs. 3).

<sup>13</sup> Gemäss Finanzierungsvereinbarung werden die Baukosten nach Massgabe der erwarteten Abfallmengen verteilt. Den Baukosten zuzurechnen sind die bis zum Baubeschluss (rechtskräftige Baubewilligung) aufgelaufenen Projektkosten. Gemäss heutiger Finanzierungsvereinbarung werden die laufenden Projektkosten zwischen den KKW-Eigentümern und dem Bund mit einem  $MW_{\text{therm}}$ -Schlüssel verteilt, wo für den Bund ein 'Äquivalent-MW<sub>therm</sub>' verwendet wird, welcher auf den bei der Gründung der Nagra pro Partner erwarteten Abfallmengen basiert. Kürzlich wurde eine Anpassung dieses Schlüssels für die Verteilung der Kosten zwischen den Kernkraftwerk-Eigentümern vorgenommen; die Anpassung des Bundesanteils an den laufenden Projektkosten an die aktuellen Bedingungen ist noch ausstehend.

<sup>14</sup> Im Bericht des BAG "Finanzierung der Entsorgung radioaktiver Abfälle im Verantwortungsbereich des Bundes" vom April 2015 [2] wurde der Schlussbericht von 2011 berücksichtigt. Dieser Bericht wurde vom Bundesrat zur Kenntnis genommen.

des Bundesrats zu SGT Etappe 2 ist noch ausstehend; das ENSI-Gutachten [4] und die Stellungnahme der KNS [5] sowie der Bericht des Ausschusses der Kantone [6] zu den Vorschlägen der Nagra [7] stützen jedoch die hier vorausgesetzte Einengung auf die Standortgebiete Zürich Nordost (ZNO), Nördlich Lägern (NL) und Jura Ost (JO). Alle diese Standortgebiete bieten gute Bedingungen für die Langzeitsicherheit und insbesondere auch für die Langzeitstabilität sowohl des HAA-Lagers als auch des SMA-Lagers. Aus diesem Grund wird im Gegensatz zur Annahme im Schlussbericht von 2011 neu eine gemeinsame Einlagerung der SMA und ATA im SMA-Lager geplant, was in zukünftigen Kostenstudien bei der Kostenverteilung zwischen dem Bund und den Kernkraftwerk-Eigentümern neu zu berücksichtigen ist<sup>15</sup>. Weiter bieten diese Standortgebiete grundsätzlich auch die Möglichkeit für ein Kombilager. Nachdem die Vorgaben der STENFO neu den Einbezug von Varianten ermöglicht, wurde in der Kostenstudie KS16 auch die Lagervariante 'Kombilager' (als Alternative zur Basisvariante mit zwei Einzellagern) einbezogen, sodass auch ein Kostenverteilungsschlüssel für ein Kombilager notwendig ist. Weder für die gemeinsame Einlagerung der SMA und ATA im SMA-Lager noch für ein Kombilager wurden im Schlussbericht von 2011 Kostenverteilungsschlüssel erarbeitet<sup>16</sup>.

Deshalb wurde im Herbst 2016 im Anschluss an die Fertigstellung der KS16 von den gleichen Organisationen wie in 2009 (der Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer) erneut eine Arbeitsgruppe eingesetzt (mit Vertretern des Bundes (BAG, BFE, EFV und PSI) und der Kernkraftwerk-Eigentümer (swissnuclear), koordiniert durch die Nagra) mit dem Ziel, die Grundsätze und Regeln von 2011 zu überprüfen und wo notwendig anzupassen. In vorliegendem Bericht werden die von den Vertretern des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer aktualisierten Grundsätze und Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager vorgeschlagen, die auch für die zukünftigen Kostenstudien verwendet werden sollen. Dabei wurde der transparenten Herleitung und Begründung ein hoher Stellenwert gegeben.

Die Überprüfung und Aktualisierung der Finanzierungsvereinbarung der Nagra (inkl. Abrechnung der aufgelaufenen Kosten) sowie die Beteiligung des Bundes an allfälligen Abgeltungen für die geologischen Tiefenlager sind nicht Bestandteil dieses Berichtes. Diese Fragen sind gesondert zu regeln.

Der vorliegende Bericht ist wie folgt aufgebaut. Nach der Einleitung in diesem Kapitel wird in Kapitel 2 das Vorgehen der Arbeitsgruppe beschrieben. In Kapitel 3 werden die Grundsätze behandelt, die Regeln für die Verteilung der Kosten diskutiert und die Unterschiede zwischen verschiedenen Regeln aufgezeigt. In Kapitel 4 folgt der Vorschlag der Arbeitsgruppe zu den Grundsätzen und den in Zukunft zu verwendenden Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager. Die Anhänge enthalten vertiefende Informationen zur Entwicklung der Abfallmengen seit Beginn des Nagra-Programms (Anhang 1), zu den Testrechnungen zur Prüfung der Auswirkung verschiedener Einflussgrößen auf die Kostenverteilung (Anhang 2), zur Abgrenzung der Fixkosten beim Kombilager (Anhang 3) sowie ein Glossar (Anhang 4).

---

<sup>15</sup> In der im Herbst 2016 eingereichten KS16 wurde entsprechend der Vorgaben der Kommission des STENFO im Basisvorhaben noch davon ausgegangen, dass die ATA und weitere Abfälle der SMA (zusammen als LMA bezeichnet) im HAA-Lager eingelagert werden. Als Variante wurde auch die Einlagerung von SMA und ATA im SMA-Lager betrachtet.

<sup>16</sup> Für die im Herbst 2016 eingereichte KS16 wurden deshalb vorläufige, nichtpräjudizierende Annahmen getroffen, die sich stark an die Festlegungen im Schlussbericht von 2011 orientieren und die geänderten Randbedingungen nur bedingt berücksichtigen. Diese Annahmen sollen durch die in diesem Bericht vorgeschlagenen Regeln ersetzt werden.

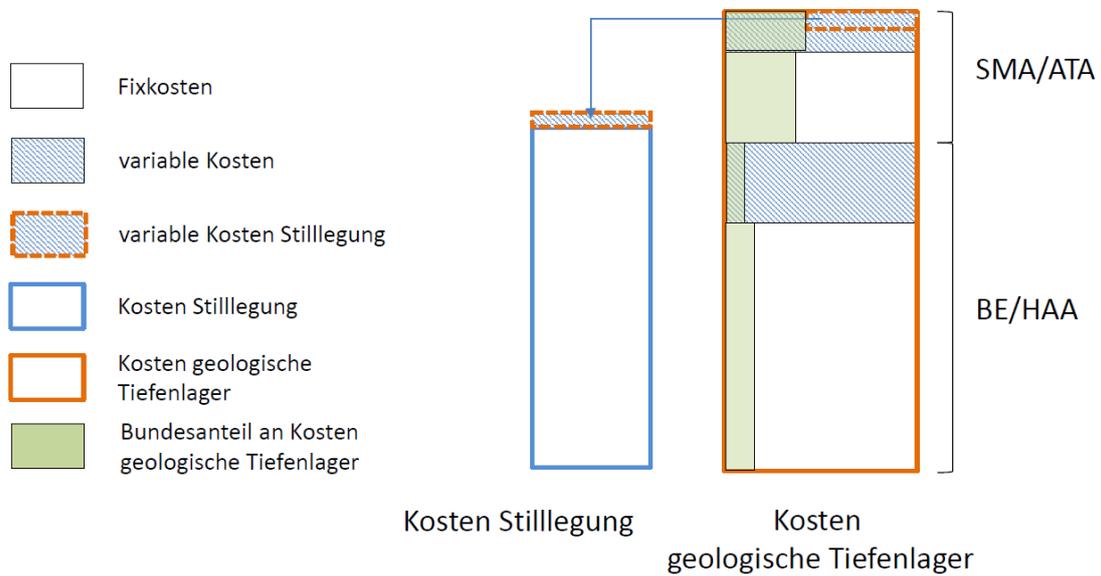


Fig. 2: Schematische Darstellung der Kosten für die Stilllegung der Kernkraftwerke und der Kosten für die geologischen Tiefenlager.

Die variablen Kosten für die Stilllegungsabfälle der Kernanlagen (Kernkraftwerke, Zwiilag) werden im Rahmen der Schätzung der Kosten für die geologischen Tiefenlager ermittelt, aber in Hinblick auf ihre Finanzierung über den Stilllegungsfonds den Kosten der Stilllegung zugeordnet.

In vorliegendem Bericht werden bei den Gesamtkosten der geologischen Tiefenlager auch die Kosten für die Einlagerung der Stilllegungsabfälle mitberücksichtigt.

Die Grösse der Rechtecke ist rein schematisch und nicht proportional zu den effektiven Anteilen der Kosten.



## 2 Vorgehen

Ausgehend von der Zielsetzung gemäss Kapitel 1 (Überprüfung und Anpassung der im Schlussbericht 2011 festgehaltenen Grundsätze und Regeln für die Festlegung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager) hat die Arbeitsgruppe folgendes Vorgehen definiert:

- Überprüfung und Anpassung der Grundsätze bzgl. Festlegung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager.
- Umsetzung der Grundsätze: Ableitung von möglichen Regeln für die Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager.
- Bereitstellen der technischen Unterlagen zur Berechnung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager für verschiedene mögliche Regeln, basierend auf dem modellhaften Inventar für radioaktive Abfälle und Materialien, welches letztmals im Rahmen der KS16 zusammen mit dem Bund und den Kernkraftwerk-Eigentümern aktualisiert wurde. Dazu gehört auch die Festlegung der Information zu den für die Kostenverteilschlüssel benötigten Abfalleigenschaften. Die benötigten Abfalleigenschaften wurden für die KS16 dem Modellhaften Inventar für radioaktive Materialien (MIRAM [8]) entnommen und für die KS16 punktuell aktualisiert. Die Abfälle des CERN werden in diesem Bericht bei den Überlegungen mit berücksichtigt [9]<sup>17</sup>. Die zeitliche Entwicklung der Abfallvolumina ist in Anhang 1 dargestellt und wird dort auch kurz diskutiert.
- Durchführung der Berechnung der Kostenverteilung für die verschiedenen möglichen Regeln (sogenannte Testrechnungen) zum Aufzeigen der Sensitivität der Kostenverteilung bzgl. dieser Regeln und zugehöriger Einflussgrössen.
- Diskussion der Vorschläge und Einigung auf die vorzuschlagenden Regeln.
- Erstellung eines Schlussberichts (vorliegender Bericht) zuhanden der übergeordneten Stellen als Basis zum Entscheid über die Grundsätze und Regeln zur Festlegung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager.

---

<sup>17</sup> In der im Herbst 2016 eingereichten Kostenstudie KS16 wurden die Abfälle des CERN nicht berücksichtigt.



## 3 Diskussion der verschiedenen Themen

### 3.1 Grundsätze

Für die Ableitung von Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager wird von folgenden Grundsätzen ausgegangen:

1. Für alle schweizerischen radioaktiven Abfälle (HAA, ATA, SMA) ist für die geologische Tiefenlagerung eine gemeinsame Lösung mit Einbezug aller Entsorgungspflichtigen vorgesehen. Es werden zurzeit zwei Lagervarianten<sup>18</sup> untersucht: i) zwei getrennte geologische Tiefenlager für BE/HAA und SMA/ATA, ii) Kombilager für alle radioaktiven Abfälle. Die Festlegung der zu realisierenden Lagervariante erfolgt mit der Rahmenbewilligung.
2. Es gilt das Verursacherprinzip: Die Gesamtkosten sind durch die Entsorgungspflichtigen zu tragen. Als Entsorgungspflichtige werden hier die Eigentümer der Kernkraftwerke (Axpo Power AG, BKW Energie AG, KKG AG, KKL AG)<sup>19</sup> sowie der Bund mit seinen Forschungsanlagen und -einrichtungen und als Verantwortlicher für die abgelieferten radioaktiven Abfälle aus dem Bereich Medizin, Industrie und Forschung (inkl. das CERN und Klein-Produzenten) betrachtet. Alle Entsorgungspflichtigen tragen zu den Gesamtkosten bei, entsprechend den vereinbarten Regeln.

Die Gesamtkosten der geologischen Tiefenlager<sup>20</sup> umfassen die Kosten für alle in der Schweiz zu entsorgenden radioaktiven Abfälle. In den Gesamtkosten inbegriffen sind die Kosten für die Planung, die Erstellung, den Betrieb (inkl. Beobachtungsphase), die Stilllegung (inkl. Rückbau der Oberflächenanlagen) und den Verschluss der geologischen Tiefenlager. In den Gesamtkosten enthalten sind auch allgemeine Ausgaben (Management, Behördenkosten, etc.).

3. Es gilt das Fairness-Prinzip: Bei der Kostenverteilung wird kein Entsorgungspflichtiger bevorteilt oder benachteiligt. Dies gilt u.a. bei der Verteilung von Einsparungen, die bei gemeinsamer Nutzung von Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur durch mehrere Abfallklassen entstehen. Die Regeln zur Kostenverteilung in solchen Fällen sollen sicherstellen, dass der resultierende Kostenvorteil gerecht auf die Entsorgungspflichtigen verteilt wird (siehe Grundsatz 4). Der hier beschriebene Fall gilt u.a. bei der Realisierung eines Kombilagerns anstelle von zwei Einzellagern.
4. Bezüglich Struktur der Gesamtkosten der geologischen Tiefenlager ist zu unterscheiden zwischen variablen Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar) und Fixkosten (Kosten für die von mehreren Entsorgungspflichtigen gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur).

Die variablen Kosten werden durch den entsprechenden Entsorgungspflichtigen direkt getragen.

---

<sup>18</sup> Im Schlussbericht 2011 [1] waren zwei getrennte geologische Tiefenlager für BE/HAA/LMA und SMA\* (SMA ohne den SMA-Anteil in den LMA) vorgesehen, und die Lagervariante Kombilager wurde nicht berücksichtigt.

<sup>19</sup> Die Verteilung der Fixkosten zwischen den Kernkraftwerk-Eigentümern wird durch diese separat geregelt.

<sup>20</sup> Entsprechend der Vorgaben bzw. der Praxis der bisherigen Kostenstudien werden die Kosten für die Konditionierung der Abfälle durch die Abfallverursacher direkt bezahlt und deshalb hier nicht ausgewiesen; die Kosten für die Transporte der Abfälle zu den geologischen Tiefenlagern und die erforderlichen Transport-/Lagerbehälter werden separat ausgewiesen. Diese Kosten sind deshalb in den Gesamtkosten der geologischen Tiefenlager nicht enthalten.

Die Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen erfolgt in zwei Schritten (Fig. 3):

- i) Zuteilung der direkt zuordenbaren Fixkosten sowie Verteilung der Fixkosten der von mehreren Abfallklassen<sup>21</sup> gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur auf die betreffenden Abfallklassen
- ii) Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf die betreffenden Entsorgungspflichtigen

Die Kostenverteilungsschlüssel für die Aufteilung der Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer soll auf klar definierten Regeln mit eindeutig festlegbaren Unterlagen (Inputparameter für Berechnung des Kostenverteilungsschlüssels) basieren, welche dem Fairness-Prinzip und dem Verursacherprinzip möglichst gut entsprechen. Entsprechend dem Verursacherprinzip sind, wo sinnvoll möglich, für die Kosten massgebende Abfalleigenschaften zu berücksichtigen<sup>22</sup>.

5. Ein Entsorgungspflichtiger kann neue Verhandlungen zu den Regeln zum Bundesanteil an den Kosten für die geologischen Tiefenlager verlangen, wenn sich durch Änderungen der Randbedingungen für einen der Entsorgungspflichtigen eine deutliche Verschlechterung oder Bevorzugung ergibt. Mögliche Änderungen der Randbedingungen können sein (Liste nicht abschliessend): Änderungen in Gesetzen, Änderungen beim Entsorgungskonzept, Änderungen bei Lagerkonzepten, Änderungen im Entsorgungsprogramm (Realisierungsprogramm), durch einen Entsorgungspflichtigen verursachte Verzögerung bzw. Verlängerung einer Phase (z.B. Einlagerungsphase), Beitritt oder Austritt eines Entsorgungspflichtigen.

---

<sup>21</sup> Abfallklassen zeichnen sich aus durch homogene Eigenschaften der zugehörigen Abfälle bzgl. des Aufwands zu ihrer Entsorgung im geologischen Tiefenlager bzw. der daraus anfallenden Kosten (vgl. Glossar in Anhang 4), so dass innerhalb einer Abfallklasse eine transparente, faire und ausgewogene Verteilung der Kosten auf die Abfälle der verschiedenen Abfallverursacher gewährleistet ist. Falls gewisse Abfälle für die Handhabung spezielle Geräte oder Installationen brauchen, dann werden die dabei anfallenden Kosten diesen Abfällen direkt verrechnet (Teil der direkt zuweisbaren Kosten).

<sup>22</sup> Dies ist auch in Übereinstimmung mit der Finanzierungsvereinbarung der Nagra, wo das Abfallvolumen als massgebende Abfalleigenschaft für die Verteilung der Baukosten ausschlaggebend ist.

## 3.2 Regeln und Grundlagen für die Verteilung der Kosten und deren Auswirkung auf den Bundesanteil

### 3.2.1 Übersicht und Grundlagen

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 1 diskutierten zurzeit geltenden Randbedingungen werden die folgenden **Abfallklassen** unterschieden:

- BE/HAA: abgebrannte Brennelemente und verglaste Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen<sup>23</sup>
- SMA/ATA: schwach- und mittelaktive Abfälle sowie radioaktive Abfälle mit einem erhöhten Gehalt an Alphastrahlern (alphatoxische Abfälle)<sup>24</sup>

Weiter werden gemäss dem aktuellen Entsorgungskonzept (vgl. Entsorgungsprogramm 2016 [10]) zurzeit zwei **Lagervarianten** zur geologischen Tiefenlagerung der radioaktiven Abfälle untersucht:

i) Lagervariante mit zwei Einzellagern:

- HAA-Lager mit Einlagerung der Abfallklasse BE/HAA: abgebrannte Brennelemente und verglaste Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen.
- SMA-Lager mit Einlagerung der Abfallklasse SMA/ATA: schwach- und mittelaktive Abfälle sowie radioaktive Abfälle mit einem erhöhten Gehalt an Alphastrahlern (alphatoxische Abfälle).

ii) Lagervariante mit einem Kombilager:

- Kombilager mit Einlagerung der zwei Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA in räumlich getrennten Lagerkammern, aber mit gemeinsamer Nutzung eines Teils der Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur durch beide Abfallklassen.

Das in Abschnitt 3.1 aufgeführte Verursacherprinzip und Fairness-Prinzip führt zu folgendem Vorgehen bei der Verteilung der Kosten:

- Die durch einen Entsorgungspflichtigen bei der Einlagerung seiner radioaktiven Abfälle direkt verursachten Kosten sind vollständig durch diesen zu übernehmen. Dabei handelt es sich um diejenigen Kosten, die entstehen durch:
  - die Verpackung seiner angelieferten Abfälle in Endlagerbehälter
  - die Erstellung der für die Einlagerung seiner Abfälle notwendigen Lagerkammern sowie deren Verfüllung und Versiegelung
  - die spezifischen bei der Einlagerung seiner Abfälle zusätzlich notwendigen Aufwendungen

Diese Kosten werden als **variable Kosten** bezeichnet. Der Anteil der variablen Kosten an den Gesamtkosten ist vergleichsweise gering (gemäss KS16 für das SMA-Lager ca. 11 % der Gesamtkosten, für das HAA-Lager ca. 14 % der Gesamtkosten).

- Für die Verteilung der nicht direkt zuweisbaren Kosten sind - soweit vorhanden - Unterschiede im Umfang der Beanspruchung der geologischen Tiefenlager zwischen den

<sup>23</sup> Dies entspricht der Kategorie der hochaktiven Abfälle nach KEV Art. 51, Absatz a.

<sup>24</sup> Dies entspricht den Kategorien der schwach- und mittelaktiven Abfälle sowie der alphatoxischen Abfälle nach KEV Art. 51, Absätze b und c.

verschiedenen Entsorgungspflichtigen zu berücksichtigen. Zu den nicht direkt zuweisbaren Kosten gehören:

- Vorbereitung der geologischen Tiefenlager (Arbeiten seit 1972 bis zum Baubeschluss): Erarbeitung der Lagerkonzepte und Vorbereitung und Umsetzung der Standortwahl (inkl. zugehörige Forschung) sowie geologische Untersuchungen (inkl. Untersuchungen Untertag an den gewählten Standorten) und Erlangung der notwendigen Bewilligungen (insbesondere Rahmenbewilligung und nukleare Baubewilligung).
- Bau der geologischen Tiefenlager.
- Betrieb der geologischen Tiefenlager bestehend aus der Phase der Einlagerung der Abfälle und der nachfolgenden Beobachtungsphase, inkl. Verschluss des Hauptlagers und Stilllegung/Rückbau der in der Beobachtungsphase nicht mehr benötigten Oberflächeninfrastruktur.
- Verschluss der noch offenen Teile der geologischen Tiefenlager (Zugang nach Untertag, Kontrollstollen Pilotlager, Teile des Testlagers) sowie Stilllegung und Rückbau der verbleibenden Oberflächeninfrastruktur.

Diese Kosten werden als **Fixkosten** bezeichnet. Die Fixkosten bilden den Hauptteil der Gesamtkosten (gemäss KS16 für das SMA-Lager ca. 89 % der Gesamtkosten, für das HAA-Lager ca. 86 % der Gesamtkosten).

Eine Übersicht über die zugehörigen Kosten für die Einzellager (SMA-Lager und HAA-Lager) sowie für die Lagervariante Kombilager findet sich in Tab. 1<sup>25</sup>. Dort werden Fixkosten und variable Kosten separat ausgewiesen und beim Kombilager werden die Kosten auch auf das SMA- bzw. HAA-Teillager aufgeteilt. Die aufgeführten Kosten entsprechen den für die jeweiligen Einzellager bzw. Teillager angefallenen Kosten (aufgelaufene Kosten<sup>26</sup>) bzw. erwarteten Kosten (zukünftige Kosten).

Die in Kapitel 1 aufgeführten Änderungen der Randbedingungen und die überprüften und teilweise ergänzten Grundsätze führen zu keiner Änderung der Regeln zur Verteilung der variablen Kosten auf die verschiedenen Entsorgungspflichtigen. Es sind deshalb nur die Regeln zur Verteilung der Fixkosten zu überprüfen und zu ergänzen bzw. anzupassen. Aufgrund der nachfolgend dargelegten Problemstellung und gemäss dem vierten Grundsatz schlägt die Arbeitsgruppe eine Verteilung der Fixkosten anhand eines zweistufigen Fixkostenverteilungsschlüssels vor, welcher nachfolgend beschrieben wird.

---

<sup>25</sup> In der im Herbst 2016 eingereichten Kostenstudie KS16 wurde im Basisvorhaben noch davon ausgegangen, dass die ATA und ein Teil der SMA (zusammen als LMA bezeichnet) im HAA-Lager eingelagert werden. In den in diesem Bericht durchgeführten Berechnungen wird von der im Text aufgeführten Zuteilung der Abfallklassen auf die Einzellager ausgegangen. Dazu war eine Verschiebung der Kosten notwendig, vgl. Tab. A2-1 in Anhang 2.

<sup>26</sup> Die aufgelaufenen Kosten werden den beiden Einzellagern zugeordnet (vgl. Geschäftsberichte der Nagra); bis anhin wurden in den Jahresabschlüssen keine Kosten für von beiden Einzellagern gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur ausgewiesen, da die bisher von beiden Lagerprogrammen gemeinsam genutzten Unterlagen und Leistungen jeweils projekt-spezifisch aufgeteilt wurden.

Tab. 1: Überblick über die Gesamtkosten (in Mio. CHF) für die in vorliegendem Bericht durchgeführten Berechnungen für das HAA- und SMA-Lager sowie für die Lagervariante Kombilager.

In den Gesamtkosten sind allfällige Abgeltungen enthalten. Die aufgeführten Gesamtkosten sind identisch mit denjenigen in "KS16-eingereicht". Hingegen weicht die detaillierte Aufgliederung der Kosten aufgrund der angepassten Abgrenzung von Kosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager und der angenommenen Projektänderung (gemeinsame Einlagerung der SMA/ATA im SMA-Lager) leicht von den Angaben in "KS16-eingereicht" ab (vgl. Angaben in Anhang 2).

Die Gesamtkosten weichen von denjenigen im swissnuclear-Bericht "geologische Tiefenlagerung" ab, da dieser die Kosten für die Stilllegungsabfälle (im Umfang von 188 Mio. CHF) nicht enthält.

a) Einzellager

Phase	Total	SMA-Lager			HAA-Lager		
		Total	Fix-kosten	Variable Kosten	Total	Fix-kosten	Variable Kosten
Aufgelaufene Kosten (bis Ende 2015)	1'296	573	573	-	723	723	-
Vorbereitung Lager bis Baubeschluss	3'499	1'561	1'561	-	1'937	1'937	-
Bau Lager	2'792	807	557	249	1'985	1'863	122
Einlagerungsphase	2'141	630	422	208	1'511	678	833
Beobachtungsphase, inkl. Verschluss Hauptlager	2'024	807	741	65	1'217	1'137	80
Stilllegung, Rückbau und Verschluss	554	309	309	-	246	246	-
<b>Total</b>	<b>12'306</b>	<b>4'686</b>	<b>4'164</b>	<b>523</b>	<b>7'620</b>	<b>6'585</b>	<b>1'034</b>

b) Kombilager

Phase	Total	SMA-Teillager			HAA-Teillager		
		Total	Fix-kosten	Variable Kosten	Total	Fix-kosten	Variable Kosten
Aufgelaufene Kosten (bis Ende 2015)	1'296	573	573	-	723	723	-
Vorbereitung Lager bis Baubeschluss	2'995	1'214	1'214	-	1'781	1'781	-
Bau Lager	2'447	866	620	246	1'581	1'459	122
Einlagerungsphase	1'935	515	311	205	1'419	586	833
Beobachtungsphase, inkl. Verschluss Hauptlager	1'570	585	521	64	985	905	80
Stilllegung, Rückbau und Verschluss	435	253	253	-	182	182	-
<b>Total</b>	<b>10'677</b>	<b>4'007</b>	<b>3'492</b>	<b>515</b>	<b>6'670</b>	<b>5'636</b>	<b>1'034</b>

Bei der Lagervariante mit zwei Einzellagern können die Fixkosten eindeutig den betreffenden Abfallklassen zugeordnet werden, da sowohl im HAA-Lager als auch im SMA-Lager nur eine Abfallklasse eingelagert wird<sup>27</sup>.

Bei der Lagervariante mit einem Kombilager kann jedoch nur ein Teil der Fixkosten direkt der Abfallklasse BE/HAA bzw. der Abfallklasse SMA/ATA zugewiesen werden. Für das Kombilager ist es deshalb zusätzlich notwendig, die Kosten für die von den zwei Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur auf die zwei Abfallklassen zu verteilen; dazu werden zusätzliche Regeln benötigt<sup>28</sup>. Nach Verteilung aller Fixkosten auf die zwei Abfallklassen erfolgt in einem zweiten Schritt eine Verteilung dieser Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen.

Wie dieser zweistufige Fixkostenschlüssel im Detail auszugestaltet ist, stellt den Hauptgegenstand des Vorschlags der Arbeitsgruppe dar. Fig. 3 zeigt schematisch, wie ausgehend von der Gliederung der Fixkosten diese in zwei Schritten den Entsorgungspflichtigen zugeteilt werden. Die rechnerische Umsetzung dieser Zuteilung ist in untenstehender Gleichung (Gl. 1) abgebildet und wird in den folgenden Abschnitten 3.2.2, 3.2.3 und 3.2.4 detailliert erläutert.

$$\text{Fixkostenanteil}_{i,k} = (\text{Fixkosten}_g \cdot g_k + \text{Fixkosten}_{k,d}) \cdot f_{i,k} \quad (\text{mit } \sum_k g_k = 1 \text{ und } \sum_i f_{i,k} = 1) \quad (\text{Gl. 1})$$

mit

$g_k$ [%]	Anteil der Abfallklasse $k$ ( $k = \text{SMA/ATA}$ bzw. $\text{BE/HAA}$ ) an den Fixkosten für durch mehrere Abfallklassen gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager
$\text{Fixkosten}_g$	Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur (für Kombilager)
$\text{Fixkosten}_{k,d}$	die direkt einer Abfallklasse $k$ ( $k = \text{SMA/ATA}$ bzw. $\text{BE/HAA}$ ) zuordenbaren Fixkosten
$f_{i,k}$ [%]	Anteil des Entsorgungspflichtigen $i$ ( $i = \text{Bund}$ bzw. $\text{Kernkraftwerk-Eigentümer}$ ) an den gesamten durch die Abfallklasse $k$ zu tragenden Fixkosten

<sup>27</sup> Das in den bisherigen Kostenstudien verwendete Lagerkonzept, bei dem die ATA und ein Teil der SMA (zusammen als LMA bezeichnet) im HAA-Lager eingelagert wurden, führte dazu, dass im HAA-Lager zwei Abfallklassen eingelagert (BE/HAA und LMA) wurden. Es war deshalb notwendig, für die von BE/HAA und LMA gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur einen Kostenverteilungsschlüssel zu verwenden (vgl. Schlussbericht 2011, Kap. 3.2.2 [1]). Im SMA-Lager wurde auch in früheren Kostenstudien nur eine Abfallklasse eingelagert, sodass für das SMA-Lager eine Aufteilung von Fixkosten auf verschiedene Abfallklassen schon immer entfiel.

<sup>28</sup> Für die im Herbst 2016 eingereichte Kostenstudie KS16 wurden dazu provisorische Annahmen getroffen; diese stellen aber kein Präjudiz für die im vorliegenden Schlussbericht vorgeschlagenen Regeln dar.

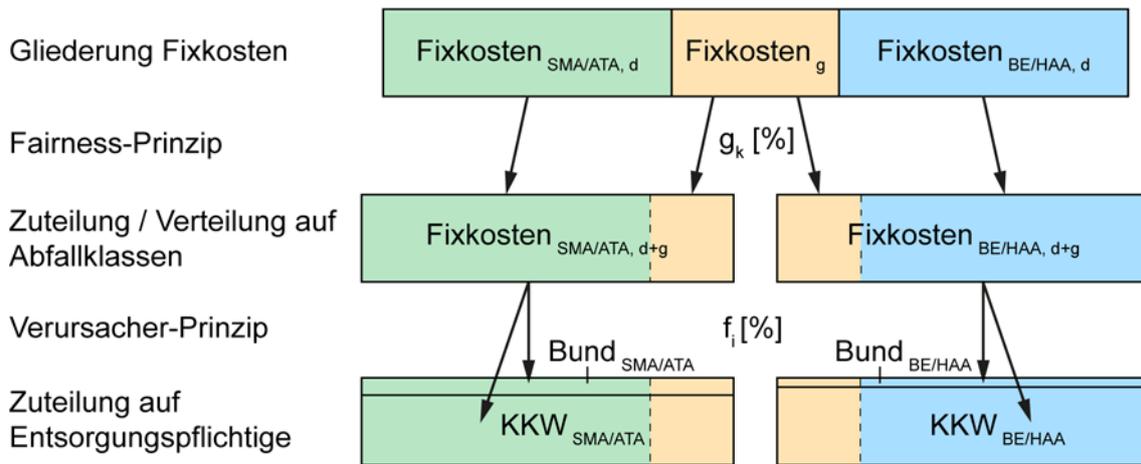


Fig. 3: Schematische Darstellung der zweistufigen Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen mit Symbolen gemäss Gl. 1.

In einem ersten Schritt werden die Fixkosten in die Kategorien  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA}, d}$ ,  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA}, d}$  und  $\text{Fixkosten}_g$  eingeteilt. Die  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA}, d}$  bzw.  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA}, d}$  können den entsprechenden Abfallklassen sowohl bei der Lagervariante "Einzellager" als auch bei der Lagervariante "Kombilager" direkt zugewiesen werden. Im Falle eines Kombilagers gibt es zudem auch Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur, die von beiden Abfallklassen gemeinsam genutzt werden ( $\text{Fixkosten}_g$ ). Für deren Verteilung wird ein Kostenverteilungsschlüssel  $g_k$  [%] verwendet, welcher auf dem Fairness-Prinzip basiert (vgl. Erläuterungen in Abschnitt 3.2.2).

In einem zweiten Schritt erfolgt die Verteilung der den Abfallklassen zugeordneten  $\text{Fixkosten}_{\text{SMA/ATA}, d+g}$  bzw.  $\text{Fixkosten}_{\text{BE/HAA}, d+g}$  auf die betreffenden Entsorgungspflichtigen. Unter Anwendung des Verursacherprinzips wird dabei ein volumensbasierter Kostenverteilungsschlüssel  $f_i$  [%] verwendet (vgl. Erläuterungen in Abschnitt 3.2.3). Dieser Schritt betrifft beide Lagervarianten (Einzellager, Kombilager).

### 3.2.2 Verteilung der mehreren Abfallklassen zuordenbaren Fixkosten auf die verschiedenen Abfallklassen

In einem ersten Schritt müssen die Fixkosten der geologischen Tiefenlager auf die Abfallklassen verteilt werden (vgl. Fig. 3). Dieses Vorgehen ist notwendig, da aufgrund des neuen Entsorgungskonzepts nicht mehr nur ausschliesslich die Lagervariante mit zwei Einzellagern in Betracht gezogen wird, sondern auch die Lagervariante mit einem Kombilager.

Bei der Lagervariante mit zwei Einzellagern können die Fixkosten weiterhin eindeutig der jeweiligen Abfallklasse zugeordnet werden (der Index  $d$  im folgenden Term steht für "direkt zuordenbar" und der Index  $k$  steht für die Abfallklasse):

$$\text{Fixkosten}_k = \text{Fixkosten}_{k,d} \quad (\text{Gl. 2})$$

Bei der Lagervariante mit einem Kombilager ist eine eindeutige Zuteilung aller Fixkosten auf die jeweiligen Abfallklassen nicht möglich, da ein Teil der Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur von beiden Abfallklassen gemeinsam genutzt werden. Beide Abfallklassen sind jedoch zwingend auf diese Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur angewiesen und hätten diese etwa im gleichen Umfang zu erstellen, wenn zwei Einzellager anstelle eines Kombilagers erstellt würden.

Die Verteilung der mehreren Abfallklassen zugeordneten Fixkosten auf die verschiedenen Abfallklassen erfolgt gemäss folgendem Term:

$$\text{Fixkosten}_g \cdot g_k \quad (\text{mit } \sum_k g_k = 1)$$

wobei  $g_k$  den Anteil einer Abfallklasse ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ ) an den mehreren Abfallklassen zugeordneten Fixkosten bezeichnet (der Buchstabe  $g$  steht für "gemeinsam genutzt").

Zusätzlich müssen noch die den beiden Abfallklassen direkt zuordenbaren Fixkosten hinzurechnet ( $\text{Fixkosten}_{k,d}$ ) werden.

Insgesamt ergeben sich also folgende Fixkosten für die beiden Abfallklassen ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ )<sup>29</sup>:

$$\text{Fixkosten}_k = \text{Fixkosten}_g \cdot g_k + \text{Fixkosten}_{k,d} \quad (\text{Gl. 3})$$

Diese Formel gilt grundsätzlich sowohl für die Variante Einzellager als auch für die Variante Kombilager. Da bei den Einzellagern keine Kosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur anfallen ( $\text{Fixkosten}_g = 0$ ), reduziert sich die Gl. 3 zur Gl. 2.

Eine Verteilung dieser Kosten anhand des Volumenanteils (vgl. Abschnitt 3.2.3) ist nicht geeignet, da dieser die effektive Nutzung der Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur durch die Abfallklassen nicht widerspiegelt. D.h. in diesem Fall kann das Verursacherprinzip nicht angewendet werden, da die Kosten nicht eindeutig einzelnen Verursachern zuteilbar sind<sup>30</sup>. Stattdessen wird hier das (übergeordnete) Fairness-Prinzip angewendet, d.h. es wird ein Ansatz gewählt, welcher den Grundsatz der fairen Verteilung der Kosteneinsparungen durch das Kombilager auf die beiden Abfallklassen als Folge einer gemeinsamen Nutzung berücksichtigt. Der Wert für  $g_k$  wird dazu so festgelegt, dass die Einsparungen als Folge der gemeinsamen Nutzung von Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur durch beide Abfallklassen proportional zu den Kosten dieser Leistungen ohne gemeinsame Nutzung (d.h. in zwei getrennten geologischen Tiefenlagern) verteilt wird<sup>31</sup>. Basierend auf den Kosten für die KS16 ergibt sich für  $g_k$  ein Wert von ca. 40 % (SMA/ATA) und ca. 60 % (BE/HAA), vgl. detaillierte Erläuterung in Anhang 3.

Aus diesen Gründen schlägt die Arbeitsgruppe vor, für die Berechnungen in diesem Bericht für den Parameter  $g_k$  einen gerundeten Wert von 40 % (SMA/ATA) und 60 % (BE/HAA) zu verwenden; die Rundung soll aufzeigen, dass es sich wegen des zurzeit nur beschränkten Detaillierungsgrads bei der Erfassung des Umfangs der Nutzung um eine Approximation handelt. Diese Verteilungsregel ist in den zukünftigen Kostenstudien bis zum abschliessenden Entscheid bzgl. Realisierung des Kombilagere und der abschliessenden Fixierung der Verteilungsregel zu überprüfen.<sup>32</sup>

<sup>29</sup> Diese Formel wurde in der gleichen Form auch im Schlussbericht 2011 aufgeführt und in KS11 und KS16 für die Berechnung der durch die LMA zu tragenden Fixkosten des HAA-Lagers verwendet, allerdings mit Verwendung anderer Einflussgrössen zur Festlegung der Werte für  $g_k$  als jetzt für das Kombilager vorgeschlagen.

<sup>30</sup> Würde z.B. das verpackte Abfallvolumen verwendet, dann wäre der Anteil der SMA/ATA (ca. 91 %) an diesen Kosten viel höher als derjenige der BE/HAA (ca. 9 %), was klar dem Fairness-Prinzip widerspricht. Auch die Verwendung des 'Integrated Toxic Potentials' widerspräche dem Fairness-Prinzip. Die Verwendung der beanspruchten Fläche anstelle des verpackten Abfallvolumens wird nicht empfohlen, da sich die beanspruchte Fläche bei kleineren Änderungen der Anordnung der verschiedenen Lagerelemente relativ stark ändern kann.

<sup>31</sup> Die Verteilung der Einsparungen beim Kombilager als Folge der gemeinsamen Nutzung proportional zu den entsprechenden Kosten der Einzellager ist mathematisch identisch mit der Verteilung der Kosten des Kombilagere für die gemeinsame Nutzung proportional zu den entsprechenden Kosten der Einzellager.

<sup>32</sup> Dieses Vorgehen bedeutet, dass bis zur abschliessenden Fixierung dieser Verteilungsregel zu ihrer Überprüfung eine Grobschätzung der Kosten für zwei Einzellager am Standort des Kombilagere zu machen ist.

### 3.2.3 Verteilung der einer Abfallklasse zuordenbaren Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer

In einem zweiten Schritt müssen die Fixkosten, welche den beiden Abfallklassen zugeordnet wurden, auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer verteilt werden (vgl. Fig. 3). In diesem Schritt kann das Verursacherprinzip direkt angewendet werden, da die Kosten eindeutig den Verursachern zugewiesen werden können.

Folgende abfallbezogene Einflussgrössen wurden in Betracht gezogen<sup>33</sup>:

- verpacktes Abfallvolumen
- Integrated Toxic Potential (ITP)<sup>34</sup>

Zusätzlich wird für die Verteilung der Fixkosten für die Phase bis zur Rahmenbewilligung bzw. zur nuklearen Baubewilligung geprüft:

- Parität (d.h. gleicher Anteil an (Teil-)Kosten für alle Entsorgungspflichtigen<sup>35</sup>)

Aus Sicht der Arbeitsgruppe wird das Verursacherprinzip bei Verwendung des verpackten Abfallvolumens am besten erfüllt. Die Einflussgrösse 'Integrated Toxic Potential ITP' (bzw. der im Schlussbericht 2011 verwendete Kostenverteilschlüssel 'arithmetisches Mittel aus verpacktem Volumen und ITP') hat bei den heute geltenden Randbedingungen (Stand der Standortwahl erlaubt für alle weiter zu betrachtenden Standortgebiete die gemeinsame Einlagerung der SMA/ATA) keine Bedeutung mehr und ist deshalb aus Sicht des Verursacherprinzips nicht begründbar<sup>36</sup>; er wird deshalb im vorliegenden Schlussbericht nur noch zu Vergleichszwecken verwendet. Eine paritätische Verteilung eines Teils der Fixkosten wird dem Verursacherprinzip nicht ausreichend gerecht und folglich verworfen; diese Einflussgrösse wird deshalb nur zum Aufzeigen der Sensitivität des Kostenverteilschlüssels verwendet.

Aus diesen Gründen wird für die Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer ein Kostenverteilschlüssel vorgeschlagen, der einzig auf dem **verpackten Abfallvolumen** basiert<sup>37</sup>.

Die konkrete Berechnung der Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer erfolgt gemäss folgender Formel<sup>38</sup>:

$$\text{Fixkostenanteil}_{i,k} = \text{Fixkosten}_k \cdot f_{i,k} \quad (\text{mit } \sum_i f_{i,k} = 1) \quad (\text{Gl. 4})$$

<sup>33</sup> Bei der Verteilung der Fixkosten einer einzigen Abfallklasse kann davon ausgegangen werden, dass die zugehörigen Abfälle in ihrer Wirkung auf die Kosten homogen sind.

<sup>34</sup> Im Schlussbericht 2011 [1] wurden bei der Festlegung des Kostenverteilschlüssels neben dem Abfallvolumen auch die radiologischen Eigenschaften der Abfälle (Gefährdungspotenzial) berücksichtigt. Da sich das "Integrated Toxic Potential" (kurz: ITP) als Mass für die radiologische Toxizität eingebürgert hat (z.B. im Zusammenhang mit der Substitution von Abfällen der BNFL von den Behörden und den KKW-Eigentümern anerkannt), wurde in [1] vorgeschlagen, dieses Mass in den Regeln zur Berechnung des Kostenverteilschlüssels mit zu verwenden. Als Integrationszeit wurde 500 – 100'000 Jahre verwendet, was konsistent ist mit den Annahmen in den Analysen zur Langzeitsicherheit für das SMA-Lager (vgl. Berichte der Nagra zu Etappe 1 Sachplan geologische Tiefenlager bzw. entsprechendes ENSI-Gutachten). Als Kostenverteilschlüssel wurde das arithmetische Mittel aus Volumenanteil und ITP-Anteil vorgeschlagen.

<sup>35</sup> Dabei wird vom Bund und den vier Kernkraftwerk-Eigentümern ausgegangen.

<sup>36</sup> Zusätzlich wird für die Einflussgrösse 'Integrated Toxic Potential ITP' bzw. eine darauf basierende Grösse die Anforderung der Homogenität der für die verschiedenen Abfälle betrachtete Abfalleigenschaft bzgl. Aufwand der Einlagerung bzw. bzgl. der verursachten Kosten für die Abfallklasse SMA/ATA nicht erfüllt.

<sup>37</sup> Dies ist auch in Übereinstimmung mit der Finanzierungsvereinbarung der Nagra.

<sup>38</sup> Diese Formel wurde in der gleichen Form auch im Schlussbericht 2011 aufgeführt und in KS11 und KS16 verwendet, allerdings mit Verwendung anderer Einflussgrössen zur Festlegung der Werte für  $f_{i,k}$ .

wobei  $f_{i,k}$  den Anteil des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer ( $i = \text{Bund, KKW}$ ) an den Fixkosten der Abfallklasse ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ ) gemäss der verwendeten Einflussgrösse bezeichnet (gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe: Anteil am verpackten Volumen).

### 3.2.4 Berechnung der Fixkostenanteile des Bundes für die Lagervarianten Einzellager und Kombilager

Basierend auf den Überlegungen in den Abschnitten 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 wird nachfolgend aufgezeigt, wie die Fixkostenanteile des Bundes für die Einzellager bzw. das Kombilager ermittelt werden.

#### i) Einzellager

Wie in Abschnitt 3.2.2 erwähnt, wird in den Einzellagern jeweils nur eine Abfallklasse eingelagert. Es müssen daher keine gemeinsamen Fixkosten verteilt werden ( $\text{Fixkosten}_g = 0$ ). Die Gl. 1 zur Berechnung des Fixkostenanteils des Bundes bzw. der Kernkraftwerk-Eigentümer ( $i = \text{Bund, KKW}$ ) an den Fixkosten der beiden Abfallklassen ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ ) reduziert sich daher auf die folgende Gleichung:

$$\text{Fixkostenanteil}_{i,k} = \text{Fixkosten}_{k,d} \cdot f_{i,k} \quad (\text{mit } \sum_k g_k = 1 \text{ und } \sum_i f_{i,k} = 1) \quad (\text{Gl. 5})$$

mit

$\text{Fixkosten}_{k,d}$  direkt einer Abfallklasse  $k$  zuordenbare Fixkosten für Einzellager

$f_{i,k}$  Anteil des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer an den gesamten durch die Abfallklasse  $k$  zu tragenden Fixkosten für Einzellager

Für das HAA-Lager wurde bisher angenommen, dass sich der Bund wegen seines sehr kleinen Anteils an BE/HAA-Abfällen nicht an den Fixkosten für die Entsorgung der BE/HAA beteiligt (vgl. Schlussbericht 2011 [1], KS11 und KS16), sodass sich sein Beitrag beim HAA-Lager auf seinen Anteil an den Fixkosten der LMA beschränkte. Der Bundesbeitrag für LMA an das HAA-Lager entfällt, da die LMA neu gemeinsam mit den SMA im SMA-Lager eingelagert werden.

Unter Berücksichtigung des Verursacherprinzips wird vorgeschlagen, dass der Bund neu auch einen Beitrag an die Fixkosten für die Entsorgung der BE/HAA im HAA-Lager entsprechend Gl. 5 leistet.

In Abschnitt 3.3 wird die Verteilung der Fixkosten gemäss dem Vorschlag der Arbeitsgruppe und zum Vergleich auch die Verteilung der Fixkosten gemäss KS11 und gemäss der im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16 aufgeführt. Weiter werden zur Illustration der Unterschiede der Auswirkungen der in Abschnitt 3.2.3 aufgeführten Einflussgrössen auf die Kostenverteilung Testrechnungen durchgeführt, deren Resultate in Anhang 2 (Tab. A2-3) zusammengefasst sind.

## ii) Kombilager

Wie in Abschnitt 3.2.2 erwähnt, werden im Kombilager die zwei Abfallklassen SMA/ATA und BE/HAA im gleichen Lager eingelagert. Im Gegensatz zur Variante Einzellager müssen folglich die von beiden Abfallklassen gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur (Fixkosten<sub>g</sub>) auf die zwei Abfallklassen verteilt werden. Der Fixkostenanteil des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer ( $i = \text{Bund, KKW}$ ) an den Fixkosten der beiden Abfallklassen ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ ) im Kombilager berechnet sich deshalb anhand der vollständigen Gl. 1 (hier nochmals aufgeführt):

$$\text{Fixkostenanteil}_{i,k} = (\text{Fixkosten}_g \cdot g_k + \text{Fixkosten}_{k,d}) \cdot f_{i,k} \quad (\text{mit } \sum_k g_k = 1 \text{ und } \sum_i f_{i,k} = 1) \quad (\text{Gl. 1})$$

mit

$g_k$	Anteil der Abfallklasse $k$ an den Fixkosten für durch mehrere Abfallklassen gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager
$\text{Fixkosten}_g$	Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur (für Kombilager)
$\text{Fixkosten}_{k,d}$	die direkt einer Abfallklasse $k$ zuordenbaren Fixkosten im Kombilager
$f_{i,k}$	Anteil des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer an den gesamten durch die Abfallklasse $k$ zu tragenden Fixkosten im Kombilager

In Übereinstimmung mit dem Vorgehen bei den Einzellagern beteiligt sich der Bund an den Fixkosten für beide Abfallklassen.

In Abschnitt 3.3 wird die Verteilung der Fixkosten gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe und zum Vergleich auch die Verteilung der Fixkosten gemäss KS11 und gemäss der im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16 ("KS16-eingereicht") aufgeführt. Weiter werden zur Illustration der Unterschiede der Auswirkungen der in Abschnitt 3.2.3 aufgeführten Einflussgrössen auf die Kostenverteilung auch für das Kombilager Testrechnungen durchgeführt, deren Resultate in Anhang 2 (Tab. A2-3) aufgeführt sind.

### 3.3 Darstellung der Verteilung der Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer für KS16 im Vergleich zu KS11

Im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe für die Verteilung der Fixkosten und zum Vergleich mit den in der KS11 und KS16 ausgewiesenen Kosten werden in Tab. 2 die folgenden Fälle aufgeführt:

- KS11 (mit Schlüssel "Volumen & ITP", Bundesanteil ohne CERN): Mittelwert zwischen Volumenanteil und ITP-Anteil für das SMA-Lager und für den LMA-Teil des HAA-Lagers (Bundesanteil von 18.2 % für SMA und 47.5 % für LMA)
- KS16-eingereicht (mit Schlüssel "Volumen & ITP", Bundesanteil ohne CERN): Mittelwert zwischen Volumenanteil und ITP-Anteil für das SMA-Lager und für den LMA-Teil des HAA-Lagers (Bundesanteil von 25 % für SMA und 40 % für LMA)
- KS16 (analog wie KS16-eingereicht, aber mit Schlüssel "Volumen", Bundesanteil mit CERN): Volumenanteil für das SMA-Lager und für den LMA-Teil des HAA-Lagers (Bundesanteil von 21 % für SMA und 31 % für LMA)
- **Vorschlag der Arbeitsgruppe** (KS16 mit angepasster Abgrenzung Kombilager und gemeinsamer Einlagerung der SMA/ATA im SMA-Lager<sup>39</sup> sowie mit Schlüssel "Volumen", Bundesanteil mit CERN; grün eingefärbt): Volumenanteil für das SMA- und das HAA-Lager (Bundesanteil von 21.8 % für SMA/ATA und 0.12 % für BE/HAA)

Die Anteile des Bundes und der Kernkraftwerk-Eigentümer an den **Fixkosten** (ohne allfällige Abgeltungen<sup>40</sup>) für die geologischen Tiefenlager sind in Tab. 2 zusammengestellt. Für den Vorschlag der Arbeitsgruppe beträgt der Bundesanteil an den gesamten Fixkosten für die beiden Einzellager ca. 884 Mio. CHF (8.5 % aller Fixkosten), für das Kombilager ca. 736 Mio. CHF (8.4 %) und für die beiden Einzellager mit dem Kombilager als Chance ca. 810 Mio. CHF (8.5 %). Dies ist zu vergleichen mit den Bundesanteilen an den Fixkosten (ohne allfällige Abgeltungen) für die folgenden Fälle:

- KS11 (mit Schlüssel "Volumen & ITP", Bundesanteil ohne CERN): Der Bundesanteil an den Fixkosten (ohne Abgeltungen) für die beiden Einzellager betrug ca. 645 Mio. CHF (7.3 % der Fixkosten ohne Abgeltungen).
- KS16-eingereicht (mit Schlüssel "Volumen & ITP", Bundesanteil ohne CERN): Der Bundesanteil an den Fixkosten (ohne Abgeltungen) für die beiden Einzellager beträgt ca. 1'043 Mio. CHF (10.1 % der Fixkosten ohne Abgeltungen), für das Kombilager ca. 884 Mio. CHF (10.1 %) und für die beiden Einzellager mit dem Kombilager als Chance ca. 964 Mio. CHF (10.1 %).
- KS16 (analog wie KS16-eingereicht, aber mit Schlüssel "Volumen", Bundesanteil mit CERN): Der Bundesanteil an den Fixkosten (ohne Abgeltungen) für die beiden Einzellager beträgt ca. 897 Mio. CHF (8.7 % der Fixkosten ohne Abgeltungen), für das Kombilager ca. 765 Mio. CHF (8.8 %) und für die beiden Einzellager mit dem Kombilager als Chance ca. 831 Mio. CHF (8.7 %).

<sup>39</sup> Wie im Kapitel 1 erwähnt, ist dies in Abweichung zu der im Herbst 2016 eingereichten KS16, wo im Basisvorhaben ein Teil der SMA zusammen mit den ATA (als LMA bezeichnet) im HAA-Lager eingelagert wurden und die Einlagerung der LMA im SMA-Lager nur als Variante betrachtet wurde.

<sup>40</sup> In den früheren Kostenstudien (inkl. KS11) sowie in KS16 wurden für die Abgeltungen Kosten in der Höhe von 800 Mio. CHF eingesetzt (Summe für SMA- und HAA-Lager). Die für von der STENFO für KS16 gemachten Vorgaben zur Ermittlung der Kosten erlauben es, die Abgeltungen als Gefahr mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 % abzubilden und damit die Ungenauigkeit dieser Kosten als Folge der fehlenden gesetzlichen Basis und der noch ausstehenden Verhandlungen zu berücksichtigen.

In Tab. 2 sind auch die relativen Änderungen des Fixkostenanteils für den Bund und die KKW-Eigentümer aufgeführt; dabei bilden die im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16 den Ausgangspunkt (100 % bzgl. der relativen Änderungen). Für den Vorschlag der Arbeitsgruppe reduziert sich der Bundesanteil an den Fixkosten für die drei Fälle 'Einzellager', 'Kombilager' und 'Einzellager mit Kombilager als Chance' aufgrund des verwendeten reinen Volumenschlüssels auf ca. 83 – 85 %. Für die Kernkraftwerk-Eigentümer sind die prozentualen relativen Kostenveränderungen für den Vorschlag der Arbeitsgruppe im Vergleich mit der KS16 ("KS16-eingereicht") moderat (ca. 102 %).

Zur Illustration der Auswirkungen möglicher Einflussgrössen auf die Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer werden zusätzlich verschiedene Varianten zum Kostenverteilungsschlüssel betrachtet. Eine Zusammenstellung des Bundesanteils an den Fixkosten für die geologischen Tiefenlager für diese Varianten ist in Tab. A2-3 enthalten; dort ist auch eine Aufgliederung des Bundesanteils einerseits auf die Abfallklassen SMA/ATA und BE/HAA und andererseits auf die Phasen vor/nach rechtskräftiger Rahmenbewilligung bzw. Baubeschluss aufgeführt (nur für Varianten 4 und 5).

Für den Vorschlag der Arbeitsgruppe ergeben sich **Gesamtkosten** (variable und Fixkosten) für den Bund von ca. 990 Mio. CHF für die beiden Einzellager (SMA-Lager: ca. 981 Mio. CHF; HAA-Lager: ca. 8.9 Mio. CHF), ca. 838 Mio. CHF für das Kombilager und ca. 914 Mio. CHF für die beiden Einzellager unter Berücksichtigung des Kombilagers als Chance (vgl. Tab. A2-4). Dies entspricht einem Bundesanteil an den Gesamtkosten (variable und Fixkosten, inkl. Stilllegungsabfälle und Abgeltungen) von ca. 8 %. Zum Vergleich: Der Bundesanteil an den Gesamtkosten für die geologischen Tiefenlager (inkl. variable Kosten) gemäss KS11 beträgt 704 Mio. CHF, was einem Anteil von ca. 6.5 % an den Gesamtkosten von 10'864 Mio. CHF entspricht (inkl. Stilllegungsabfälle und Abgeltungen, Preisbasis 2016).

Tab. 2: Anteile von Bund und Kernkraftwerk-Eigentümern an den Fixkosten sowie Angabe der relativen Änderung der Fixkostenanteile für KS16 bezogen auf im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16.

Zahlen für KS11, KS16 (wie im Herbst 2016 eingereicht), KS16 (mit Schlüssel "Volumen") und Vorschlag Arbeitsgruppe. Alle Zahlen ohne allfällige Abgeltungen, für welche in KS11 und KS16 Kosten in der Höhe von 800 Mio. CHF veranschlagt wurden, in KS16 als Gefahr mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 %. Alle Angaben in kCHF bzw. in %. Weitere Erläuterungen siehe Text.

Siehe gegenüberliegende Seite.

Rechenfall	KS11	KS16	KS16	Vorschlag Arbeitsgruppe
Titel	PB16, Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Wie eingereicht, Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Schlüssel "Volumen" (mit CERN)	Schlüssel "Volumen" (mit CERN) für SMA/ATA und BE/HAA
<b>Fixkosten für Einzellager</b>				
Bund SMA	550'055	989'650	831'306	876'740
KKW SMA	2'474'371	2'968'949	3'127'292	3'136'937
Bund HAA	95'307	53'370	65'650	7'488
KKW HAA	5'695'957	6'336'765	6'324'486	6'327'569
Bund total	645'363	1'043'020	896'955	884'229
	7.3 %	10.1 %	8.7 %	8.5 %
KKW total	8'170'328	9'305'714	9'451'779	9'464'505
	92.7 %	89.9 %	91.3 %	91.5 %
Gesamtkosten (ohne Abgeltungen)	8'815'690	10'348'733	10'348'734	10'348'734
	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>Fixkosten für Kombilager</b>				
Bund SMA	-	852'985	716'508	730'115
KKW SMA	-	2'558'956	2'695'434	2'612'319
Bund HAA	-	31'406	48'680	6'366
KKW HAA	-	5'284'841	5'267'568	5'379'389
Bund total	-	884'392	765'188	736'481
	-	10.1 %	8.8 %	8.4 %
KKW total	-	7'843'797	7'963'001	7'991'708
	-	89.9 %	91.2 %	91.6 %
Gesamtkosten (ohne Abgeltungen)	-	8'728'189	8'728'189	8'728'189
	-	100 %	100 %	100 %
<b>Fixkosten für Einzellager mit Kombilager als Chance</b>				
Bund SMA	-	921'317	773'907	803'428
KKW SMA	-	2'763'952	2'911'363	2'874'628
Bund HAA	-	42'388	57'165	6'927
KKW HAA	-	5'810'803	5'796'027	5'853'479
Bund total	-	963'706	831'072	810'355
	-	10.1 %	8.7 %	8.5 %
KKW total	-	8'574'756	8'707'390	8'728'107
	-	89.9 %	91.3 %	91.5 %
Gesamtkosten (ohne Abgeltungen)	-	9'538'462	9'538'462	9'538'462
	-	100 %	100 %	100 %
<b>Relative Änderung der Kosten für Bund (in %)</b>				
Einzellager	-	100.0 %	86.0 %	84.8 %
Kombilager	-	100.0 %	86.5 %	83.3 %
EL & Kombi-Chance	-	100.0 %	86.2 %	84.1 %
<b>Relative Änderung der Kosten für KKW-Eigentümer (in %)</b>				
Einzellager	-	100.0 %	101.6 %	101.7 %
Kombilager	-	100.0 %	101.5 %	101.9 %
EL & Kombi-Chance	-	100.0 %	101.5 %	101.8 %



## **4 Vorschlag der Arbeitsgruppe zur Festlegung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager**

Für die Ableitung von Regeln zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager wurde ein Satz von Grundsätzen entwickelt. Basierend auf diesen Grundsätzen wurden verschiedene Rechenregeln untersucht. Diese Untersuchungen führen zu folgendem Vorschlag zuhanden der für die Entsorgung verantwortlichen Organisationen.

### **Vorschlag**

- Als Schlussfolgerung aus den hier präsentierten Überlegungen und Berechnungen betrachtet die Arbeitsgruppe folgende Grundsätze als geeignete Basis für die Ableitung von Regeln zur Festlegung des Bundesanteils an den Kosten für die geologischen Tiefenlager:
  1. Gemeinsame geologische Tiefenlager für alle schweizerischen radioaktiven Abfälle; d.h. Einbezug der Kernkraftwerk-Eigentümer und des Bundes, welcher für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung zuständig ist.
  2. Umsetzung des Verursacherprinzips: die Kosten werden vollständig durch die Entsorgungspflichtigen gedeckt und alle Entsorgungspflichtigen beteiligen sich an den Kosten.
  3. Umsetzung des Fairness-Prinzips: kein Entsorgungspflichtiger wird bevorteilt oder benachteiligt.
  4. Berücksichtigung der Struktur der Kosten (variable Kosten und Fixkosten) für die Bestimmung der Kostenverteilung.
  5. Jeder Entsorgungspflichtige hat das Recht, neue Verhandlungen zu den Regeln zum Bundesanteil an den Kosten für die geologischen Tiefenlager zu verlangen, wenn sich durch Änderung der Randbedingungen für einen der Entsorgungspflichtigen eine deutliche Verschlechterung oder Bevorzugung ergibt.
- Folgende Regeln werden von der Arbeitsgruppe zur Umsetzung der Grundsätze als geeignet betrachtet und werden zur Bestimmung des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager vorgeschlagen:
  - Für die Berechnung werden die zwei Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA unterschieden.
  - Für die Berechnung werden zwei Lagervarianten unterschieden:
    - i) zwei Einzellager, eines für die Abfallklasse BE/HAA (HAA-Lager) und eines für die Abfallklasse SMA/ATA (SMA-Lager)
    - ii) ein Kombilager, mit zwei Teillagern für die Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA
  - Es wird zwischen variablen Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar) und Fixkosten unterschieden.
  - Die variablen Kosten sind durch die entsprechenden Entsorgungspflichtigen zu tragen.
  - Die Fixkosten werden durch einen zweistufigen Fixkostenschlüssel auf die Entsorgungspflichtigen verteilt – dieser stellt den Hauptgegenstand des Vorschlags der Arbeitsgruppe dar:

1. Verteilung der Fixkosten auf die Abfallklassen:

Eindeutig zuteilbare Fixkosten werden vollständig den entsprechenden Abfallklassen zugewiesen. Bei zwei getrennten Einzellagern (HAA- und SMA-Lager) können somit alle Fixkosten eindeutig der jeweiligen Abfallklassen zugeordnet werden.

Bei einem Kombilager (mit zwei Teillagern für BE/HAA und SMA/ATA) hingegen kann nur ein Teil der Fixkosten eindeutig einer Abfallklasse zugeteilt werden. Die Verteilung der Fixkosten für die von mehr als einer Abfallklasse gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur auf die betreffenden Abfallklassen folgt dem Fairness-Prinzip. Zu diesem Zweck wird eine Verteilungsregel verwendet, welcher die Einsparung der Fixkosten durch die gemeinsame Nutzung fair auf die beiden Abfallklassen verteilt. Die Regel wird so festgelegt, dass die Einsparungen als Folge der gemeinsamen Nutzung von Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur durch beide Abfallklassen proportional zu den Kosten dieser Leistungen ohne gemeinsame Nutzung (d.h. in zwei getrennten geologischen Tiefenlagern) verteilt werden. Diese Regel betrifft nur das Kombilager und führt dort basierend auf den Zahlen der Kostenstudie KS16 zu einer Verteilung von 40 % dieser Fixkosten zulasten des SMA-Teillagers und 60 % zulasten des HAA-Teillagers. Diese prozentuale Verteilung ist in den zukünftigen Kostenstudien bis zum abschliessenden Entscheid bzgl. Realisierung des Kombilagere und der abschliessenden Fixierung der prozentualen Verteilung zu überprüfen.

2. Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen:

Die Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer basiert auf der für die Kosten dominanten Abfalleigenschaft, dem verpackten Volumen der einzulagernden radioaktiven Abfälle des Bundes bzw. der Kernkraftwerk-Eigentümer und erfolgt proportional zu diesem Volumen.

Bei Verwendung der vorgeschlagenen Grundsätze und Regeln zur Kostenverteilung ergeben sich, basierend auf den Kostenunterlagen aus der im Herbst 2016 eingereichten und ungeprüften Kostenstudie KS16, Gesamtkosten für den Bund<sup>41</sup> von ca. 990 Mio. CHF für die beiden Einzellager (SMA-Lager: ca. 981 Mio. CHF; HAA-Lager: ca. 8.9 Mio. CHF), ca. 838 Mio. CHF für das Kombilager und ca. 914 Mio. CHF für die beiden Einzellager unter Berücksichtigung des Kombilagere als Chance mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 %.

Damit beträgt der Bundesanteil an den Gesamtkosten<sup>42</sup> neu für die beiden Einzellager 8.3 % (SMA-Lager: 21.6 %, HAA-Lager: 0.1 %), für das Kombilager 8.2 % und für die beiden Einzellager mit dem Kombilager als Chance 8.2 % (gerundete Prozentwerte). Dies ist zu vergleichen mit dem Bundesanteil an den Gesamtkosten für die Kostenstudie KS11, welcher für die beiden Einzellager 7.0 % (SMA-Lager: 18.2 %, HAA-Lager: 1.6 %) betrug.

---

<sup>41</sup> Die hier aufgeführten Gesamtkosten bestehen aus den variablen Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar, inkl. Kosten für Stilllegungsabfälle) und den Fixkosten (ohne Beiträge des Bundes zu allfälligen Abgeltungen). Der Bundesbeitrag an die Gesamtkosten enthält die direkt dem Bund zuweisbaren variablen Kosten und einen Beitrag an die Fixkosten des SMA- und HAA-Lagere, aber keinen Beitrag an allfällige Abgeltungen.

<sup>42</sup> Die %-Zahlen berechnen sich aus den Gesamtkosten ohne allfällige Abgeltungen.

Die Entwicklung des Bundesanteils und der Gesamtkosten des Bundes seit der KS11 lässt sich wie folgt zusammenfassen: Der Bundesanteil sowie die Gesamtkosten des Bundes der im Herbst 2016 eingereichten KS16 (berechnet mit bisherigem Kostenverteilungsschlüssel) sind deutlich höher als in der KS11. Dieser Anstieg ist auf zwei Faktoren zurückzuführen. Zum einen haben die Gesamtkosten für das SMA-Lager (+27.1 %) im Vergleich zu den Gesamtkosten für das HAA-Lager (+2.9 %) einen stärkeren Kostenzuwachs zu verzeichnen<sup>43</sup>.

Da der Bund fast nur SMA-Abfälle zu entsorgen hat<sup>44</sup>, führt dieser ungleiche Anstieg für den Bund zu stärker wachsenden Gesamtkosten und einem höheren Anteil im Verhältnis zu den übrigen Entsorgungspflichtigen. Zum anderen stieg für das SMA-Lager der Bundesanteil an der Radiotoxizität (Teil des aktuellen Verteilungsschlüssels für KS16) relativ betrachtet stärker an, da die Radiotoxizität der SMA-Abfälle der Kernkraftwerke als Folge neuer Messungen und Modellrechnungen deutlich abnahm. Mit dem Kostenverteilungsschlüssel, der in diesem Bericht vorgeschlagen wird, wird die Radiotoxizität nicht mehr berücksichtigt. Dadurch fällt der Anstieg aufgrund der Radiotoxizität weg und der Anteil sowie die Gesamtkosten des Bundes reduzieren sich<sup>45</sup>. Wegen der genannten stärkeren Kostenzunahme des SMA-Lagers ergibt sich aber trotzdem eine Zunahme des Bundesanteils, die zusammen mit der absoluten Zunahme der Kosten auch zu deutlich höheren Kosten für den Bund führt.

---

<sup>43</sup> Mit Berücksichtigung der Teuerung der Kosten der KS11 für den Fall, wo die Chance des Kombilagers mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 % berücksichtigt wird. Gesamtkosten mit Kosten der Stilllegungsabfälle und ohne Abgeltungen.

Die Erhöhung der Gesamtkosten ist auf Projektänderungen (teilweise als Folge des Sachplanverfahrens), auf Änderungen im Projektablauf (inkl. Verzögerungen), auf Preisänderungen und auf geänderte Vorgaben für die Kostenermittlung (Zuschläge für Ungenauigkeiten und Gefahren, Abzüge für Chancen) zurückzuführen.

<sup>44</sup> Der Bundesanteil an den LMA-Fixkosten hat von 47.5 % (KS11) auf 40 % (KS16) abgenommen. Weiter haben auch die Fixkosten für das LMA-Lager abgenommen, da in KS16 die Einlagerung der LMA im SMA-Lager als Chance mit 50 % Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigt wird. Dies führt gesamthaft zu einer leichten Abnahme der Bundeskosten für das HAA-Lager.

<sup>45</sup> Weiter ist zu beachten, dass bei der Berechnung des Bundesanteils mit dem neuen Kostenverteilungsschlüssel gegenüber KS11 ein leicht erhöhter Volumenanteil des Bundes wegen Anpassung der Endlagerbehälter und Änderungen der Freigrenzen (Revision Strahlenschutzverordnung) zum Tragen kommt, welcher bei den Berechnungen im vorliegenden Bericht gegenüber der eingereichten KS16 wegen Berücksichtigung der Abfälle des CERN noch zusätzlich etwas zunimmt. Dieser Einfluss ist jedoch viel kleiner als der Wegfall der Radiotoxizität im Kostenverteilungsschlüssel.



## 5 Referenzen

- [1] Bundesanteil an den Entsorgungskosten. Schlussbericht, Arbeitsgruppe Bund, September 2011.
- [2] Finanzierung der Entsorgung radioaktiver Abfälle im Verantwortungsbereich des Bundes – Bericht der Arbeitsgruppe, Bundesamt für Gesundheit BAG, April 2015.
- [3] Sachplan geologische Tiefenlagerung: Konzeptteil. Bundesamt für Energie BFE, Bern, April 2008 (Revision vom November 2011).
- [4] Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete, ENSI, Brugg, April 2017
- [5] Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI zum Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete, KNS, Brugg, Juni 2017
- [6] Sachplan geologische Tiefenlager - Stellungnahme zu Etappe 2, Ausschuss der Kantone, September 2017
- [7] SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage – Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2 – Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete. Nagra Technischer Bericht NTB 14-01, Nagra, Wettingen, Dezember 2014.
- [8] Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 14. Nagra Technischer Bericht NTB 14-04, Nagra, Wettingen, Dezember 2014.
- [9] Notice explicative sur l'étude déchets du CERN et sur les principes gouvernant l'élimination des déchets radioactifs du CERN vers ses hôtes. CERN, Genf, September 2015.
- [10] Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen. Nagra Technischer Bericht NTB 16-01, Nagra, Wettingen, Dezember 2016.



## Anhang 1: Entwicklung der Abfallvolumina, insbesondere des Anteils der MIF-Abfälle (Bund)

In Tab. A1-1 sind die Abfallvolumina (inkl. Zuweisung auf die zwei geologischen Tiefenlager) für Projekt Gewähr und für die letzten 6 Kostenstudien aufgeführt. Die Tabelle zeigt die zeitliche Entwicklung der geschätzten Volumina. Dabei ist zu beachten, dass die Abfallvolumina für die Planung der geologischen Tiefenlager auch Reserven enthalten im Gegensatz zu den Abfallvolumina für die Kostenstudien, wo keine Reserven z. B. für mögliche zukünftige Anlagen (z.B. neue KKW, neue Grossforschungsanlagen mit erheblichen erwarteten Abfallmengen) berücksichtigt werden. Weiter ist zu beachten, dass seit der Kostenstudie 2001 (KS01) auch die verpackten Volumina ausgewiesen werden, da seit dann die variablen Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar, abhängig vom im Lager beanspruchten Volumen) bei der Kostenzuweisung explizit berücksichtigt werden.

Die Entwicklung der Abfallmengen kann wie folgt kommentiert werden:

**Projekt Gewähr 1985** (NGB 85-02 bzw. NTB 84-48): Grösseres Kernenergie-Programm (gegenüber bestehenden KKW noch zusätzlich 3 neue KKW, alle mit 40 Jahre Betriebsdauer); volle Wiederaufarbeitung mit sehr vorsichtig geschätzten Abfallvolumina (noch wenig Betriebserfahrung mit neuen Anlagen und Annahme der Rücklieferung aller Abfälle (HAA, LMA, SMA)); Betriebsabfälle der KKW sehr vorsichtig geschätzt, da noch wenig Erfahrung; auch für Stilllegungsabfälle der KKW vorsichtige Schätzung; Betriebs- und Stilllegungsabfälle aus dem MIF-Bereich vorsichtig geschätzt, enthält auch Reserven für MIF (inkl. CERN).

**Kostenstudie 1993** (KS93): Beschränkung auf bestehende KKW mit 40 Jahre Betriebsdauer; volle Wiederaufarbeitung mit realistischerer Schätzung der Abfallvolumina, teilweise abweichend von den Spezifikationen; Betriebsabfälle der KKW mit realistischerer Einschätzung der erwarteten Abfallvolumina; vorsichtige Schätzung der Stilllegungsabfälle der KKW; Betriebs- und Stilllegungsabfälle aus dem MIF-Bereich gegenüber Projekt Gewähr reduziert; zusätzliche Reserven für KKW.

**Kostenstudie 1998** (KS98): Beschränkung auf bestehende KKW mit 40 Jahre Betriebsdauer; Wiederaufarbeitung nur für einen Teil des Brennstoffs (ca. 2'000 tU) mit realistischer Schätzung der Abfallvolumina; Volumen für direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente, aber ohne Abfälle aus BE-Verpackungsanlage (BEVA); Betriebsabfälle der KKW mit realistischer Einschätzung der erwarteten Abfallvolumina; vorsichtige Schätzung der Stilllegungsabfälle der KKW; Betriebs- und Stilllegungsabfälle aus dem MIF-Bereich gegenüber KS93 deutlich reduziert.

**Kostenstudie 2001** (KS01): Beschränkung auf bestehende KKW mit 40 Jahre Betriebsdauer; Wiederaufarbeitung nur für einen Teil des Brennstoffs (ca. 2000 tU) mit realistischeren Abfallvolumina und "Substitution" eines Teils der Abfälle, Betriebsabfälle der KKW mit realistischeren Abfallvolumina; Stilllegungsabfälle der KKW mit realistischeren Abfallvolumina; Betriebs- und Stilllegungsabfälle aus dem MIF-Bereich praktisch gleich wie KS98; neu werden gewisse Betriebsabfälle, Stilllegungsabfälle und MIF-Abfälle dem LMA-Teil des HAA-Lagers zugewiesen; neu wird die Verpackungsanlage für BE & HAA explizit berücksichtigt, die auch zu Abfällen führt (aus zeitlichen Gründen dem LMA-Teil des HAA-Lagers zugewiesen).

**Kostenstudie 2006** (KS06): Beschränkung auf bestehende KKW neu mit 50 Jahre Betriebsdauer; Wiederaufarbeitung nur für einen Teil des Brennstoffs (ca. 1'140 tU von 3'575 tU) mit realistischeren Abfallvolumina und "Substitution" aller SMA und der LMA von BNFL; Betriebsabfälle der KKW mit realistischen Abfallvolumina; Stilllegungsabfälle der KKW mit realistischen Abfallvolumina; Betriebsabfälle aus dem MIF-Bereich gegenüber KS01 leicht

erhöht; gewisse Betriebsabfälle, Stilllegungsabfälle und MIF-Abfälle werden dem LMA-Teil des HAA-Lagers zugewiesen.

**Kostenstudie 2011 (KS11):** Bestehende KKW mit 50 Jahre Betriebsdauer; Wiederaufarbeitung für einen Teil des Brennstoffs (ca. 1'140 tU von 3'575 tU) – wie KS06. Abfallmengen etwa gleich wie in KS06 mit Ausnahme der Stilllegungsabfälle, wo es bei den KKW wegen überprüfem und angepasstem Verpackungskonzept zu leicht höheren verpackten Abfallmengen kommt und wo die Abfallmengen für die Stilllegungsabfälle aus dem MIF-Bereich deutlich tiefer eingeschätzt werden. Weiter führt eine detailliertere Abschätzung der Abfälle aus der BEVA zu reduzierten Abfallmengen.

**Kostenstudie 2016 (KS16):** Bestehende KKW mit 50 Jahre Betriebsdauer; Wiederaufarbeitung für einen Teil des Brennstoffs (ca. 1'140 tU von 3'575 tU) – wie KS11. Trotz angepasster Freigrenzen nehmen die Abfallmengen wegen der Abklinglagerung und der effizienteren Verpackung als Folge modifizierter Lagerbehälter nur wenig zu. Die MIF-Stilllegungsabfälle nehmen etwas zu, die MIF-Betriebsabfälle etwas ab.

Generell zeigt sich, dass zwar die Volumina der MIF-Abfälle (Bund) stark zurückgegangen sind (von Projekt Gewähr bis KS16 auf unter eine Drittel), dass aber der prozentuale Anteil (im SMA-Lager) in KS16 im Vergleich zu Projekt Gewähr etwas angestiegen ist von unter 15 % auf etwas unter 20 % (ohne CERN) bzw. etwas über 20 % (mit CERN).

Tab. A1-1: Entwicklung der Abfallvolumina (gerundet) von 1985 bis 2016.

Erläuterungen zur Tabelle:

m<sup>3</sup> angel.: Volumen der angelieferten konditionierten Abfälle, m<sup>3</sup> Verp: Volumen der in Endlagerbehälter verpackten Abfälle

zu den Volumina für BA/SA-KKW (inklusive RA-KKW und BA/SA-ZWILAG): In Projekt Gewähr 1985, KS 93, MIRA 94 und KS 98 wurden nur die Volumina der angelieferten konditionierten Abfälle ausgewiesen. Die Volumina der in Endlagerbehälter verpackten Abfälle wurden mit den Konversionsfaktoren aus der Kostenstudie 01 (KS 01) berechnet.

CERN-Abfälle: Im Entsorgungsprogramm 16 wurde für die CERN-Abfälle ein Volumen von 4'885 m<sup>3</sup> abgeschätzt, in der Kostenstudie KS16 wurden die CERN Abfälle nicht berücksichtigt (vgl. Tabelle). Für die Berechnungen in diesem Bericht wurde für das CERN von einem Abfallvolumen von 2'399 m<sup>3</sup> ausgegangen (vgl. Tab. A2-2).

Siehe gegenüberliegende Seite.

## A1-3

	Gewähr 1985		KS 93		KS 98		KS 01		KS 06		KS 11 (2011)		KS 16 (2016)		
		m <sup>3</sup> angel.	m <sup>3</sup> Verp												
BA-KKW	<i>SMA</i>	44'385	150'670	11'500	35'110	12'310	36'405	7'500	26'800	7'600	26'010	8'080	26'105	7'815	29'594
BA-KKW	<i>LMA</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	435	80	261
SA-KKW	<i>SMA</i>	97'065	97'065	43'000	43'000	45'420	45'420	28'735	28'735	28'870	28'905	22'015	32'520	18'865	27'390
SA-KKW	<i>LMA</i>	0	0	0	0	0	0	85	85	15	15	15	15	0	0
WA-KKW	<i>SMA</i>	52'440	181'085	24'000	69'840	2'852	8'360	1'190	3'400	0	0	0	0	0	0
WA-KKW	<i>LMA</i>	0	0	3'650	12'900	1'405	4'830	530	3'485	200	1'320	110	955	100	414
WA-KKW	<i>HAA</i>	1'120	8'195	485	3'740	120	920	130	1'015	115	730	115	730	115	398
BE-KKW	<i>HAA</i>	0	0	0	0	4'520	4'520	4'760	4'760	6'595	6'595	6'340	6'575	6'455	7'129
MIF-BA	<i>SMA</i>	7'490	25'200	7'100	21'970	4'000	12'080	3'850	7'720	4'295	9'365	3'910	8'955	3'635	8'394
MIF-BA	<i>LMA</i>	0	0	0	0	0	0	150	400	260	715	270	975	155	573
MIF-BA	<i>HAA</i>	0	0	0	0	0	0	0.2	1	0.2	1	8	8	8	8
MIF-SA	<i>SMA</i>	19'000	19'000	14'000	14'000	11'000	11'000	11'000	11'000	11'000	11'000	4'300	4'300	5'695	5'695
BEVA	<i>SMA</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	307
BEVA	<i>LMA</i>	0	0	0	0	0	0	1'930	1'930	2'220	2'220	450	1'520	490	1'661
CERN	<i>SMA</i>	5'000	5'000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MIF-SA-Res	<i>SMA</i>	6'660	6'660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CERN-Res	<i>SMA</i>	3'340	3'340	0	0	0	0					0	0	0	0
KKW-Res	<i>SMA</i>	0	0	8'500	28'460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total ohne Res		<b>226'500</b>	<b>486'215</b>	<b>103'735</b>	<b>200'560</b>	<b>81'627</b>	<b>123'535</b>	<b>59'860</b>	<b>89'331</b>	<b>61'170</b>	<b>86'876</b>	<b>45'678</b>	<b>83'093</b>	<b>43'493</b>	<b>81'824</b>
Total mit Res		<b>236'500</b>	<b>496'215</b>	<b>112'235</b>	<b>229'020</b>	<b>81'627</b>	<b>119'015</b>	<b>59'860</b>	<b>89'331</b>	<b>61'170</b>	<b>86'876</b>	<b>45'678</b>	<b>83'093</b>	<b>43'493</b>	<b>81'824</b>
SMA ohne Res		<b>225'380</b>	<b>478'020</b>	<b>99'600</b>	<b>183'920</b>	<b>75'582</b>	<b>113'265</b>	<b>52'275</b>	<b>77'655</b>	<b>51'765</b>	<b>75'280</b>	<b>38'305</b>	<b>71'880</b>	<b>36'090</b>	<b>71'380</b>
davon MIF-SMA		<b>31'490</b>	<b>49'200</b>	<b>21'100</b>	<b>35'970</b>	<b>15'000</b>	<b>23'080</b>	<b>14'850</b>	<b>18'720</b>	<b>15'295</b>	<b>20'365</b>	<b>8'210</b>	<b>13'255</b>	<b>9'330</b>	<b>14'089</b>
MIF-SMA (%)		<b>14</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>20</b>
SMA mit Res		<b>235'380</b>	<b>488'020</b>	<b>108'100</b>	<b>212'380</b>	<b>75'582</b>	<b>113'265</b>	<b>52'275</b>	<b>77'655</b>	<b>51'765</b>	<b>75'280</b>	<b>38'305</b>	<b>71'880</b>	<b>36'090</b>	<b>71'380</b>
davon MIF-SMA		<b>41'490</b>	<b>59'200</b>	<b>21'100</b>	<b>35'970</b>	<b>15'000</b>	<b>23'080</b>	<b>14'850</b>	<b>18'720</b>	<b>15'295</b>	<b>20'365</b>	<b>8'210</b>	<b>13'255</b>	<b>9'330</b>	<b>14'089</b>
MIF-SMA (%)		<b>18</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>20</b>



## **Anhang 2: Modellhafte Rechnungen zu möglichen Regeln zur Verteilung der Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer**

### **A2.1 Überblick**

In diesem Anhang werden die Grundlagen und Ergebnisse von modellhaften Rechnungen (Testrechnungen) zu möglichen Regeln und Einflussgrössen für den Kostenverteilungsschlüssel dokumentiert. Abschnitt A2.2 dokumentiert die Basisdaten (inkl. geeignete Gliederung der Fixkosten im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe), die Liste der betrachteten Rechenfälle für die Testrechnungen und die zugehörigen Parameter für die verwendeten Kostenverteilungsschlüssel (Rechenregeln). Schliesslich werden die Ergebnisse der Testrechnungen zur Verteilung der Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer in Abschnitt A2.3 präsentiert. Dazu gehört eine detaillierte Darstellung der Bundesanteile für alle betrachteten Rechenfälle (Vorschlag der Arbeitsgruppe und 5 Varianten) und eine Zusammenstellung des Bundesanteils an den Gesamtkosten (variable und Fixkosten) für die zwei betrachteten Lagervarianten basierend auf den Regeln gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe.

### **A2.2 Gliederung der Fixkosten, Rechenfälle und Inputdaten**

#### **Gliederung der Fixkosten**

Ausgehend von den im Herbst 2016 eingereichten Kosten gemäss KS16 werden im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe zwei Anpassungen bei der Gliederung der Fixkosten vorgenommen:

- "KS16-eingereicht": Fixkosten gemäss KS16, inkl. Abgrenzung der Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager ("gemeinsam genutzt" gilt hier für ein weites Spektrum von Kostenpositionen mit unterschiedlichem Grad an gemeinsamer Nutzung) und mit Einlagerung der LMA im HAA-Lager (unter Berücksichtigung der Chance der Einlagerung der LMA im SMA-Lager, vgl. Tab. A2-1).
- "KS16 (angepasste Abgrenzung Kombilager)"/Anpassung 1: angepasste Abgrenzung der Fixkosten der von mehr als einer Abfallklasse gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager ("gemeinsam genutzt" gilt nur noch für Kostenpositionen, die *in erheblichem Umfang* einer gemeinsamen Nutzung unterliegen). Dadurch ergeben sich signifikante Verschiebungen zwischen den direkt zuordenbaren Fixkosten und den Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager (vgl. Tab. A2-1, grün eingefärbt).
- "KS16 (angepasste Abgrenzung Kombilager & LMA im SMA-Lager)"/Anpassung 2: analog zu Anpassung 1, aber mit Einlagerung der LMA im SMA-Lager (unter Berücksichtigung der Gefahr einer teureren Einlagerung der LMA im HAA-Lager). Dadurch verschieben sich Fixkosten im Umfang von ca. 55 Mio. CHF vom HAA-Lager ins SMA-Lager (vgl. Tab. A2-1, blau eingefärbt).

Diese drei Versionen der Gliederung der Fixkosten weisen identische Gesamtkosten für die geologischen Tiefenlager auf, um die Vergleichbarkeit der jeweiligen Bundesanteile zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere auch für den Fall "KS16 (angepasste Abgrenzung Kombilager & LMA im SMA-Lager)", dem eine Projektänderung zugrunde liegt (LMA im SMA-Lager statt im HAA-Lager), welche das Potenzial hat, die Gesamtkosten insgesamt etwas zu senken. Eine mögliche Reduktion der Gesamtkosten durch diese Projektänderung wurde in den Testrechnungen *nicht* berücksichtigt.

Tab. A2-1: Anpassung der Gliederung der Fixkosten für das SMA- und HAA-Lager sowie für das Kombilager im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe.

Alle Angaben in kCHF. Erläuterungen siehe Text; die zweistufige Anpassung der Gliederung der Fixkosten im Hinblick auf die Festlegung des Vorschlags der Arbeitsgruppe ist in Tab. A2-1 farblich hervorgehoben. Die Kosten für LMA im SMA-Lager entsprechen den Kosten für LMA im HAA-Lager und sind in Wirklichkeit etwas tiefer; sie werden aus Vergleichszwecken so beibehalten.

<b>Gliederung Fixkosten</b>	<b>"KS16- eingereicht"</b>	<b>KS16</b> (angepasste Abgrenzung Kombilager)	<b>KS16</b> (angepasste Abgrenzung Kombilager & LMA im SMA-Lager)
<b><i>Fixkosten Einzellager</i></b>			
SMA* bzw. SMA/ATA (ohne Abgeltungen)	3'958'598	3'958'598	4'013'677
- <i>davon: direkt LMA zuweisbare Fixkosten</i>	-	-	55'079
HAA (ohne Abgeltungen)	6'390'136	6'390'136	6'335'057
- <i>davon: direkt LMA zuweisbare Fixkosten</i>	55'079	55'079	-
- <i>davon: direkt BE/HAA zuweisbare Fixkosten</i>	1'111'900	1'111'900	1'111'900
- <i>davon: Fixkosten für gemeinsam genutzte Anlageteile für BE/HAA/LMA im HAA-Lager</i>	5'223'157	5'223'157	5'223'157
<b><i>Total Einzellager (ohne Abgeltungen)</i></b>	10'348'734	10'348'734	10'348'734
<b><i>Total Einzellager (mit Abgeltungen)</i></b>	10'748'734	10'748'734	10'748'734
<b><i>Fixkosten Kombilager</i></b>			
Gemeinsam genutzt von BE/HAA & SMA/ATA	4'132'426	4'037'942	4'037'942
direkt SMA*/LMA bzw. SMA/ATA zuweisbar	2'378'835	1'727'257	1'727'257
direkt BE/HAA zuweisbar	2'216'928	2'962'990	2'962'990
<b><i>Total Kombilager (ohne Abgeltungen)</i></b>	8'728'189	8'728'189	8'728'189
<b><i>Total Kombilager (mit Abgeltungen)</i></b>	9'128'189	9'128'189	9'128'189

## Rechenfälle und Inputdaten

Zur Illustration der Auswirkungen der verschiedenen Einflussgrößen auf die Verteilung der einer Abfallklasse zugeordneten Fixkosten<sup>46</sup> auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer werden folgende Verteilschlüssel für die Fixkosten betrachtet:

- Vorschlag der Arbeitsgruppe: Volumenanteil für das SMA- und das HAA-Lager (Bundesanteil von 21.8 % für SMA/ATA und 0.12 % für BE/HAA)
- Variante 1: Volumenanteil nur für das SMA-Lager, kein Beitrag für das HAA-Lager (Bundesanteil von 21.8 % für SMA/ATA und 0 % für BE/HAA)
- Variante 2: Mittelwert zwischen Volumenanteil und ITP-Anteil für das SMA- und HAA-Lager (Bundesanteil von 35.8 % für SMA/ATA und 0.12 % für BE/HAA) (entspricht der im Schlussbericht 2011 [1] und in der KS16 verwendeten Regel für das SMA-Lager),
- Variante 3: Mittelwert zwischen Volumenanteil und Paritäts-Anteil<sup>47</sup> für das SMA-Lager, Volumenanteil für das HAA-Lager (Bundesanteil von 20.9 % für SMA/ATA und 0.12 % für BE/HAA),
- Variante 4: zeitlich gestaffelter Kostenverteilungsschlüssel für das SMA-Lager: Paritäts-Anteil bis Vorliegen einer rechtsgültigen Rahmenbewilligung, danach Volumenanteil; Volumenanteil für das HAA-Lager (keine Staffelung),
- Variante 5: zeitlich gestaffelter Kostenverteilungsschlüssel für das SMA-Lager: Paritäts-Anteil bis Baubeschluss, danach Volumenanteil; Volumenanteil für das HAA-Lager (keine Staffelung).

Die verwendeten Kostenverteilungsschlüssel sind in Tab. A2-2 zusammen mit den verwendeten Basisdaten (verpackte Volumen mit/ohne Berücksichtigung CERN, ITP mit/ohne Berücksichtigung der Abfälle des CERN) für die verschiedenen Abfallklassen zusammengefasst<sup>48</sup>.

Für die Abfallklasse BE/HAA wird als Mass für den Schlüssel "Volumen" die Anzahl der Endlagerbehälter verwendet. Beim Schlüssel "Volumen & ITP" wird für BE/HAA vereinfachend wegen der im Detail noch nicht festgelegten Verpackungsstrategie davon ausgegangen, dass der Volumenanteil und der Toxizitätsanteil in allen Endlagerbehältern gleich ist; d.h. für BE/HAA ist der Schlüssel "Volumen & ITP" mit dem Schlüssel "Volumen" identisch. Auf den Schlüssel "Volumen & Parität" wird für BE/HAA verzichtet, da der Paritäts-Anteil des Bundes an den Fixkosten für BE/HAA unverhältnismässig hoch ausfällt (20 % Bundesanteil für lediglich 2 (von insgesamt 1692) Endlagerbehältern aus dem Zuständigkeitsbereich des Bundes (entspricht einem Volumenanteil von 0.12 %)).

---

<sup>46</sup> Es ist zu beachten, dass bei den hier durchgeführten Berechnungen des Bundesanteils an den Fixkosten davon ausgegangen wird, dass der Bund sich an den Kosten für die Abgeltungen nicht beteiligt; d.h. die angegebenen %-Zahlen beziehen sich auf die Fixkosten ohne Abgeltungen.

<sup>47</sup> Der Paritäts-Anteil beträgt für jeden der fünf Entsorgungspflichtigen 20 %.

<sup>48</sup> Für die in diesem Bericht durchgeführten Berechnungen werden die bis 2031 erwarteten CERN-Abfälle mit berücksichtigt.

Tab. A2-2: Kostenverteilungsschlüssel und verwendete Basisdaten für die Verteilung der Fixkosten verschiedener Abfallklassen auf den Bund bzw. die Kernkraftwerk-Eigentümer.  
Erläuterungen siehe Text.

ATA/SMA											
	Bisher	Volumen		Volumen & ITP		Volumen + paritätisch		ITP		Volumen	
		[%]		[%]		[%]				[m <sup>3</sup> ]	
		Ohne CERN	Mit CERN	Ohne CERN	Mit CERN	Ohne CERN	Mit CERN	Ohne CERN	Mit CERN	Ohne CERN	Mit CERN
Bund*	-	19.3 %	21.8 %	34.6 %	35.8 %	19.7 %	20.9 %	1.65968E+14	1.65981E+14	14'338	16'737
KKW	-	80.7 %	78.2 %	65.4 %	64.2 %	80.3 %	79.1 %	1.67312E+14	1.67312E+14	59'882	59'882
Total		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	3.3328E+14	3.33294E+14	74'221	76'619
BE/HAA											
		Volumen	Volumen & ITP	Volumen + paritätisch	ITP		Anzahl Endlagerbehälter				
		[%]	[%]	[%]							
Bund	0 %	0.12 %	Nicht verwendet	Nicht verwendet	Nicht verwendet		2				
KKW	100 %	99.88 %					1'690				
Total		100.0 %					1'692				

\* Im Vergleich zu den Angaben der Abfallvolumina für KS16 in Anhang 1 wird hier für die Berechnung des Bundesanteils von leicht abweichenden Annahmen zu den Abfallvolumen ausgegangen (gesamthafte Minder- volumen von 68 m<sup>3</sup> wegen Mindervolumen Bund von 323 m<sup>3</sup> und Mehrvolumen KKW von 255 m<sup>3</sup> wegen leicht abweichender Annahmen zur Verpackung der Abfälle und Vernachlässigung der während des Betriebs des Hotlabors von 2016 bis 2034 anfallenden Abfälle (in Übereinstimmung mit den vereinfachten nicht präjudizierenden Annahmen für die Berechnung des Bundesanteils für KS16-eingereicht)).

### A2.3 Resultate der modellhaften Rechnungen (Testrechnungen)

Die Resultate der Testrechnungen zur Verteilung der Fixkosten auf den Bund und die Kernkraftwerk-Eigentümer sind in Tab. A2-3 dargestellt.

Tab. A2-4 enthält eine Zusammenstellung der Bundesanteile an den Gesamtkosten (variable Kosten und Fixkosten) für die geologischen Tiefenlager für die Verteilung der Fixkosten gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe.

Tab. A2-3: Anteile von Bund und Kernkraftwerk-Eigentümern an den Fixkosten sowie Angabe der relativen Änderung der Fixkostenanteile für KS16 bezogen auf die im Herbst 2016 eingereichten Zahlen der KS16.

Alle Zahlen ohne allfällige Abgeltungen, für welche in KS11 und KS16 Kosten in der Höhe von 800 Mio. CHF veranschlagt wurden, in KS16 als Gefahr mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 50 %. Alle Angaben in kCHF bzw. in %.

Siehe nächste zwei Seiten.



A2-6

Rechenfall	KS11	KS16	KS16	Vorschlag Arbeitsgruppe	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4			Var 5		
Titel	PB16, Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Wie eingereicht, Schlüssel "Volumen & ITP" (ohne CERN)	Schlüssel "Volumen" (mit CERN)	Schlüssel "Volumen" (mit CERN) für SMA/ATA und BE/HAA	Schlüssel "Volumen" nur für SMA/ATA (kein Beitrag Bund an BE/HAA)	Schlüssel "Volumen & ITP" für SMA/ATA und BE/HAA	Schlüssel "Volumen & Parität" für SMA/ATA, Schlüssel "Volumen" für BE/HAA	Schlüssel "Parität" bis RBG, danach "Volumen" für SMA/ATA; Schlüssel "Volumen" für BE/HAA			Schlüssel "Parität" bis Baubeschluss, danach "Volumen" für SMA/ATA; Schlüssel "Volumen" für BE/HAA		
<b>Fixkosten für Einzellager mit Kombilager als Chance</b>													
Bund SMA	-	921'317	773'907	803'428	803'428	1'317'556	769'519	203'238	581'453	784'691	387'576	380'121	767'697
KKW SMA	-	2'763'952	2'911'363	2'874'628	2'874'628	2'360'500	2'908'536	812'951	2'080'413	2'893'364	1'550'304	1'360'054	2'910'358
Bund HAA	-	42'388	57'165	6'927	-	6'927	6'927	1'673	5'254	6'927	2'985	3'942	6'927
KKW HAA	-	5'810'803	5'796'027	5'853'479	5'860'406	5'853'479	5'853'479	1'413'983	4'439'495	5'853'478	2'522'706	3'330'773	5'853'479
Bund total	-	963'706	831'072	810'355	803'428	1'324'483	776'447	204'911	586'707	791'618	390'562	384'062	774'624
	-	10.1 %	8.7 %	8.5 %	8.4 %	13.9 %	8.1 %	8.4 %	8.3 %	8.3 %	8.7 %	7.6 %	8.1 %
KKW total	-	8'574'756	8'707'390	8'728'107	8'735'034	8'213'978	8'762'015	2'226'934	6'519'908	8'746'843	4'073'010	4'690'827	8'763'837
	-	89.9 %	91.3 %	91.5 %	91.6 %	86.1 %	91.9 %	91.6 %	91.7 %	91.7 %	91.3 %	92.4 %	91.9 %
Gesamtkosten (ohne Abgeltungen)	-	9'538'462	9'538'462	9'538'462	9'538'462	9'538'462	9'538'462	2'431'846	7'106'615	9'538'461	4'463'572	5'074'889	9'538'461
	-	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>Relative Änderung der Kosten für Bund (in %)</b>													
Einzellager	-	100.0 %	86.0 %	84.8 %	84.1 %	138.6 %	81.2 %			83.0 %			81.0 %
Kombilager	-	100.0 %	86.5 %	83.3 %	82.6 %	136.1 %	79.8 %			81.2 %			79.6 %
EL & Kombi- Chance	-	100.0 %	86.2 %	84.1 %	83.4 %	137.4 %	80.6 %			82.1 %			80.4 %
<b>Relative Änderung der Kosten für KKW-Eigentümer (in %)</b>													
Einzellager	-	100.0 %	101.6 %	101.7 %	101.8 %	95.7 %	102.1 %			101.9 %			102.1 %
Kombilager	-	100.0 %	101.5 %	101.9 %	102.0 %	95.9 %	102.3 %			102.1 %			102.3 %
EL & Kombi- Chance	-	100.0 %	101.5 %	101.8 %	101.9 %	95.8 %	102.2 %			102.0 %			102.2 %

Tab. A2-4: Bundesanteil an den Gesamtkosten (inkl. allfällige Abgeltungen) für die geologischen Tiefenlager basierend auf den Regeln gemäss Vorschlag der Arbeitsgruppe.

Alle Angaben in kCHF bzw. in %.

<b>Rechenfall</b>	<b>Total</b>	<b>Bundesanteil</b>	
<b><i>Fixkosten für Einzellager</i></b>			
Fixkosten für SMA/ATA	4'163'677	876'740	21.1 %
Fixkosten für BE/HAA	6'585'057	7'488	0.1 %
Fixkosten total	10'748'734	884'229	8.2 %
Variable Kosten für SMA/ATA	522'732	104'133	19.9 %
Variable Kosten für BE/HAA	1'034'451	1'377	0.1 %
Variable Kosten total	1'557'183	105'510	6.8 %
Gesamtkosten SMA/ATA	4'686'409	980'873	20.9 %
Gesamtkosten BE/HAA	7'619'508	8'865	0.1 %
Gesamtkosten total	12'305'917	989'738	8.0 %
<b><i>Fixkosten für Kombilager</i></b>			
Fixkosten für SMA/ATA	3'492'434	730'115	20.9 %
Fixkosten für BE/HAA	5'635'755	6'366	0.1 %
Fixkosten total	9'128'189	736'481	8.1 %
Variable Kosten für SMA/ATA	514'781	100'011	19.4 %
Variable Kosten für BE/HAA	1'034'486	1'377	0.1 %
Variable Kosten total	1'549'267	101'388	6.5 %
Gesamtkosten SMA/ATA	4'007'215	830'126	20.7 %
Gesamtkosten BE/HAA	6'670'240	7'743	0.1 %
Gesamtkosten total	10'677'456	837'869	7.8 %
<b><i>Fixkosten für Einzellager mit Kombilager als Chance</i></b>			
Fixkosten für SMA/ATA	3'828'056	803'428	21.0 %
Fixkosten für BE/HAA	6'110'406	6'927	0.1 %
Fixkosten total	9'938'461	810'355	8.2 %
Variable Kosten für SMA/ATA	518'757	102'072	19.7 %
Variable Kosten für BE/HAA	1'034'468	1'377	0.1 %
Variable Kosten total	1'553'225	103'449	6.7 %
Gesamtkosten SMA/ATA	4'346'812	905'500	20.8 %
Gesamtkosten BE/HAA	7'144'874	8'304	0.1 %
Gesamtkosten total	11'491'686	913'804	8.0 %



## Anhang 3: Verteilung der Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager

### A3.1 Überblick und Vorgehen

Bei einer geeigneten geologischen Situation können das SMA- und HAA-Lager als sogenanntes 'Kombilager' im gleichen Standortgebiet erstellt werden. Dabei erfolgt die Einlagerung der Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA in separaten Teillagern<sup>49</sup>.

Mit einem Kombilager werden die Ressourcen im Vergleich mit zwei getrennten Tiefenlagern effizienter eingesetzt, da ein Teil der Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur für beide Abfallklassen gemeinsam genutzt werden kann. Die dadurch erzielten Kosteneinsparungen sollen auf alle Entsorgungspflichtigen gerecht verteilt werden (Fairness-Prinzip). Zu diesem Zweck müssen die Fixkosten für die von beiden Abfallklassen gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager in einem ersten Schritt gerecht auf die Abfallklassen aufgeteilt werden. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

1. Identifikation der von den Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager: Dazu gehören z.B. geologische Unterlagen aus erdwissenschaftlichen Untersuchungen und Synthesen nach Einreichen des Rahmenbewilligungsgesuchs<sup>50</sup>, konventionelle Bauten der Oberflächenanlagen, Zugangsbauwerke, Kommunikation und Management nach Einreichen des Rahmenbewilligungsgesuchs, etc.
2. Berechnung der Fixkosten für die in Punkt 1 identifizierten gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur für den Fall, dass anstelle des Kombilagere zwei hypothetische Einzellager am Kombilager-Standort gebaut würden<sup>51</sup> (im Folgenden mit  $F_{k,g}$  bezeichnet; der Index  $g$  steht hier für "gemeinsam genutzt" und der Index  $k$  für die Abfallklassen).
3. Aufteilung der Fixkosten für die von den Abfallklassen ( $k = \text{BE/HAA, SMA/ATA}$ ) gemeinsam genutzten Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager proportional zu den Fixkosten der gleichen Leistungen bei den Einzellagern anhand des folgenden Kostenverteilungsschlüssels:

$$g_k = F_{k,g} / \sum_k F_{k,g} \quad (\text{mit } \sum_k g_k = 1) \quad (\text{Gl. A3-1})$$

Mit diesem Kostenverteilungsschlüssel lassen sich die Fixkosten für die beiden Abfallklassen im Kombilager aus Gl. 3 berechnen. Die so vorgenommene Verteilung der Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager ist mathematisch identisch mit der Verteilung der durch das Kombilager erzielten *Kosteneinsparung* auf die Abfallklassen anhand desselben Kostenverteilungsschlüssels  $g_k$  (vgl. Textbox).

<sup>49</sup> Die Abfallklassen BE/HAA und SMA/ATA haben bezüglich der für die Aufteilung der Kosten relevanten Eigenschaften (Abfallvolumen) sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Kosten und können deshalb nicht in eine einzige Abfallklasse zusammengefasst werden (Verletzung der Vorgabe der Homogenität und des Grundsatzes der Fairness).

<sup>50</sup> Bis zur Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs wird angenommen, dass die Lagervariante mit zwei Einzellagern verfolgt wird.

<sup>51</sup> Dies bedeutet, dass im Fall der zukünftigen Realisierung des Kombilagere auch die Lagervariante Einzellager am Standort des Kombilagere grob geschätzt werden muss, damit eine gerechte Verteilung der Fixkosten auf die Entsorgungspflichtigen vorgenommen werden kann.

In Abschnitt A3.2 wird eine vereinfachte Umsetzung dieses Vorgehens diskutiert.

Die durch das Kombilager erzielte *Kosteneinsparung* lässt sich wie folgt ausdrücken:

$$\Delta = \sum_k F_{k,g} - \text{Fixkosten}_g \quad (\text{Gl. A3-2})$$

Verteilt man die Kosteneinsparung  $\Delta$  anhand des Kostenverteilschlüssels  $g_k$  auf die beiden Abfallklassen, so ergeben sich für die beiden Abfallklassen folgende Fixkosten im Kombilager:

$$\text{Fixkosten}_k = F_{k,g} - \Delta \cdot g_k + \text{Fixkosten}_{k,d} \quad (\text{Gl. A3-3})$$

mit

$g_k$  Anteil der Abfallklasse  $k$  an den Fixkosten für durch mehrere Abfallklassen gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager,

$\text{Fixkosten}_g$  Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur im Kombilager

$F_{k,g}$  Fixkosten für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur für den Fall, dass anstelle des Kombilagers zwei Einzellager am Kombilager-Standort gebaut würden

$\text{Fixkosten}_{k,d}$  die direkt einer Abfallklasse  $k$  zuordenbaren Fixkosten (Annahme: identisch für Kombilager und Einzellager am Kombilager-Standort)

Durch Einsetzen von Gl. A3-1 und A3-2 ergibt sich:

$$\text{Fixkosten}_k = \text{Fixkosten}_g \cdot g_k + \text{Fixkosten}_{k,d} \quad (\text{Gl. A3-4})$$

Dies ist identisch mit Gl. 3 in Kap. 3.2.2.

### A3.2 Vereinfachte Berechnung des Kostenverteilschlüssels ( $g_k$ )

Tab. A3-1 fasst die in KS11, KS16 (wie eingereicht) und KS16 (mit LMA im SMA-Lager) ausgewiesenen gesamten Fixkosten für die beiden Einzellager zusammen. Davon werden die Fixkosten derjenigen Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur abgezogen, die auch im Kombilager eindeutig einer der zwei Abfallklassen zugeordnet werden können und somit keine gemeinsame Nutzung ermöglichen. Die grössten Kostenpositionen dieser Art sind die Verpackungsanlagen (in Tab. A3-1 mit VA bezeichnet) und die TLB-Innenreinigungsanlagen (TLB); ferner werden auch allfällige Abgeltungen (Abg.) von den gesamten Fixkosten abgezogen. Es existieren zahlreiche weitere Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur ohne Potenzial für eine gemeinsame Nutzung im Kombilager (vgl. Übersicht mit typisierten Kostenelementen mit/ohne gemeinsame Nutzung im Kombilager in Tab. A3-2), welche ebenfalls von den gesamten Fixkosten abzuziehen wären. Da zurzeit keine genauen Zahlen zu deren Fixkosten vorliegen<sup>52</sup>, bleiben sie bei der folgenden vereinfachten Berechnung des Kostenverteilschlüssels unberücksichtigt.

<sup>52</sup> Die derzeit verfügbaren Zahlen wurden für die Modellstandorte Jura Ost (SMA-Lager) und Zürich Nordost (HAA-Lager) erhoben und weichen deshalb leicht von den zu erwartenden Fixkosten für hypothetische Einzellager an einem noch zu definierenden Kombilager-Standort ab.

Aus Tab. A3-1 lassen sich somit folgende approximative Werte für den Kostenverteilungsschlüssel  $g_k$  ableiten:

- für die Abfallklasse SMA/ATA: 39 % (KS11), 41 % (KS16-eingereicht) und 42 % (KS16 mit LMA im SMA-Lager)
- für die Abfallklasse BE/HAA: 61 % (KS11), 59 % (KS16-eingereicht) und 58 % (KS16 mit LMA im SMA-Lager)

Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen, für die Berechnungen in diesem Bericht für den Parameter  $g_k$  einen gerundeten Wert von 40 % (SMA/ATA) und 60 % (BE/HAA) zu verwenden; die Rundung soll aufzeigen, dass es sich wegen des zurzeit nur beschränkten Detaillierungsgrads bei der Erfassung des Umfangs der Nutzung um eine Approximation handelt. Diese Verteilungsregel ist in den zukünftigen Kostenstudien bis zum abschliessenden Entscheid bzgl. Realisierung des Kombilagers und der abschliessenden Fixierung der Verteilregel zu überprüfen.

Tab. A3-1: Fixkosten für die Einzellager für KS11, KS16 (wie eingereicht) und KS16 (mit LMA im SMA-Lager), als Grundlage für die vereinfachte Berechnung des Kostenverteilungsschlüssels  $g_k$ .

Die angegebenen Prozentzahlen werden als approximative Werte für den Kostenverteilungsschlüssel  $g_k$  (gemäss Gl. A3-1) interpretiert. Wie die Tabelle zeigt, ergibt sich daraus für die betrachteten Kostenstudien für den Parameter  $g_k$  ein Wert von ca. 40 % (SMA/ATA) und ca. 60 % (BE/HAA). Diese Verteilungsregel ist in den zukünftigen Kostenstudien bis zum abschliessenden Entscheid bzgl. Realisierung des Kombilagers und der abschliessenden Fixierung der Verteilregel zu überprüfen.

Legende: VA – Verpackungsanlage, TLB – Innenreinigungsanlage für Transport- und Lagerbehälter (TLB).

Fixkosten	KS11		KS16 eingereicht*		KS16 mit LMA im SMA-Lager	
	[MCHF]	[%]	[MCHF]	[%]	[MCHF]	[%]
SMA-Lager (Total)	3'136		4'109		4'164	
SMA-Lager: VA	146		131		131	
SMA-Lager: Abgeltungen	298		150		150	
SMA-Lager (exkl. VA/Abg.)	2'692	39 %	3'828	41 %	3'883	42 %
HAA-Lager (Total)	5'918		6'640		6'585	
HAA-Lager: VA und TLB	1'139		946		946	
HAA-Lager: Abgeltungen	501		250		250	
HAA-Lager (exkl. VA/TLB/Abg.)	4'278	61 %	5'444	59 %	5'389	58 %
Total Fixkosten für SMA- und HAA-Lager (exkl. VA/TLB/Abg.)	6'970	100 %	9'272	100 %	9'272	100 %

\* Eine Analyse mit Berücksichtigung der detaillierten Positionen bestätigt die Prozentzahlen.

Tab. A3-2: Liste der Kostenelemente (typisiert) mit/ohne Potenzial für eine gemeinsame Nutzung im Kombilager.

Die Liste der Kostenelemente und die Zuordnung zu den Abfallklassen entspricht der Gliederung in der KS16 (mit angepasster Abgrenzung Kombilager) und ist in zukünftigen Kostenstudien zu überprüfen. Als "gemeinsam genutzt" gelten Kostenpositionen, die in erheblichem Umfang einer gemeinsamen Nutzung im Kombilager unterliegen.

Eine Reihe der Kostenelemente in Tab. A3-2 enthält zusätzlich auch direkt zuweisbare (variable) Kosten (Kostenelemente 103, 411, 412, 502, 503, 504, 514, 705); diese Kosten sind von den Entsorgungspflichtigen direkt zu tragen und sind nicht Gegenstand der Zuordnung der Fixkosten zu den Abfallklassen in vorliegender Tabelle.

Es ist zu beachten, dass die hier vorgenommene Darstellung von sogenannten Kostenelementen ausgeht, die ihrerseits aus mehreren Detailpositionen bestehen können, die für das Kombilager entweder zum SMA-Teillager, zum HAA-Teillager oder aber zur "gemeinsamen Nutzung" gehören. Deshalb können bei einem Kostenelement für die Zuordnung der Fixkosten mehrere Abfallklassen in Frage kommen, was zu mehreren Kreuzen in der gleichen Linie führt.

Nr.	Kostenelement	Präzisierungen	Zuordnung der Fixkosten zu Abfallklassen (Kombilager)		
			BE/HAA	SMA/ATA	Gemeins. genutzt
<b>0</b>	<b>Kosten bis Prognosebeginn</b>				
100	Kosten bis Prognosebeginn		×	×	
<b>1000</b>	<b>Erdwissenschaftliche Arbeiten</b>				
101	Seismik	3D-Seismik ZNO für den SMA-Lagerperimeter im Norden von ZNO (durch 3D-Seismik von 1997 nicht abgedeckt)		×	
102	Bohrungen	inkl. Beweissicherung, Rückbau und Verfüllung	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
103	Untertägige Charakterisierung	Lagerfeldzugänge, Verbindungstunnel SMA-Lager, Pilotlager	×	×	
		Sondierbauwerke, Zugangstunnel, Versiegelungszonen			× (nach RBG)
104	Aufbau Experimente	Aufbau Experimente (inkl. anfänglicher Betrieb 3 Jahre)			× (nach RBG)
105	Beobachtungen (inkl. Pilotlager)	Erdwissenschaftliche Beobachtungen (Monitoring, Betrieb Felslabor, Pilotlager)	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
106	ELK (1000)	Eigenleistungskosten	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
107	Weiteres (1000)	Alle weiteren DLK	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
<b>2000</b>	<b>Nukleartechnik und Sicherheit</b>				
201	Synthesen und Gesuche	Synthesen Betriebssicherheit & technische Barrieren, etc.	×	×	
		Synthesen Langzeitsicherheit & Gesuche (inkl. Behördenbegleitung)			× (nach RBG)
203	ELK (2000)	Eigenleistungskosten	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)

Nr.	Kostenelement	Präzisierungen	Zuordnung der Fixkosten zu Abfallklassen (Kombilager)		
			BE/HAA	SMA/ATA	Gemeins. genutzt
204	Weiteres (2000)	Studien Betriebssicherheit & technische Barrieren, etc.	×	×	
		Basislast und Studien Langzeitsicherheit			× (nach RBG)
<b>3000</b>	<b>Radioaktive Materialien</b>				
301	ELK (3000)	Eigenleistungskosten	×	×	
302	Weiteres (3000)	Alle Drittleistungskosten	×	×	
<b>4000</b>	<b>Anlagenplanung und -bau</b>				
401	Erschliessung OFA	Grundstück, Umgebung			×
402	Bauvorbereitung OFA	Bauvorbereitung OFA			×
403	Rohbau OFA	Rohbau OFA (exkl. Verpackungsanlagen)			×
404	Betriebsausrüstung OFA	Betriebsausrüstung & Ausstattung (exkl. Verpackungsanlagen)			×
405	Rohbau VA BE/HAA	Rohbau Verpackungsanlage BE/HAA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)	×		
406	Rohbau VA SMA bzw. LMA	Rohbau Verpackungsanlage SMA bzw. LMA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)		×	
407	Betriebsausrüstung VA BE/HAA	Betriebsausrüstung & Ausstattung Verpackungsanlage BE/HAA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)	×		
408	Betriebsausrüstung VA SMA bzw. LMA	Betriebsausrüstung & Ausstattung Verpackungsanlage SMA bzw. LMA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)		×	
409	Rohbau Zugangsbauwerke	Rohbau Zugang Untertag (alle Schächte und Zugangstunnel)			×
410	Betriebsausrüstung Zugangsbauwerke	Betriebsausrüstung & Ausstattung (alle Schächte und Zugangstunnel)			×
411	Rohbau Lagerebene (inkl. Lagerkammern)	Rohbau Lagerebene (inkl. Lagerkammern und Verbindungsstollen zu SMA-Teillager)	×	×	
412	Betriebsausrüstung Lagerebene	Betriebsausrüstung Lagerebene	×	×	
413	Bau TLB-Behandlungsanlage	TLB-Behandlungsanlage und Abklinglager (Bau, Betriebsausrüstung)	×		
414	ELK (4000)	Eigenleistungskosten	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
415	Weiteres (4000)	Alle weiteren Drittleistungskosten vor RBG & für Verpackungsanlagen	×	×	
		Alle weiteren Drittleistungskosten nach RBG (exkl. Verpackungsanlagen)			× (nach RBG)

Nr.	Kostenelement	Präzisierungen	Zuordnung der Fixkosten zu Abfallklassen (Kombilager)		
			BE/HAA	SMA/ATA	Gemeins. genutzt
<b>5000</b>	<b>Anlagenbetrieb</b>				
501	Betriebsmittel	Energie/Verbrauchsmaterialien/Bergwasseraufbereitung (Einlagerungsbetrieb)	×	×	
		Energie/Verbrauchsmaterialien/Bergwasseraufbereitung (sonst)			×
502	Produktionsmittel BE/HAA-Behälter	Beschaffung BE/HAA-Behälter	Nur variable		
503	Betrieb, Verfüllung und Verschluss BE/HAA-Lagerstollen	Betrieb, Verfüllung und Verschluss BE/HAA-Lagerstollen	Nur variable		
504	Betrieb, Verfüllung und Verschluss SMA bzw. LMA-Lagerkavernen	Betrieb, Verfüllung und Verschluss SMA- bzw. LMA-Lagerkavernen (inkl. SMA- bzw. LMA-Behälter)	Meist variable	Meist variable	
505	Unterhalt OFA	Unterhalt OFA (Wartung und Instandhaltung)			×
506	Unterhalt VA BE/HAA	Unterhalt VA BE/HAA (Wartung und Instandhaltung)	×		
507	Unterhalt VA SMA bzw. LMA	Unterhalt VA SMA bzw. LMA (Wartung und Instandhaltung)		×	
508	Unterhalt UTA	Unterhalt Verbindungstunnel SMA-Lager (Wartung- und Instandhaltung)		×	
		Unterhalt Zugangsbauwerke, Lagerebene (Wartung- und Instandhaltung)			×
509	Erneuerung OFA	Erneuerung OFA			×
510	Erneuerung VA BE/HAA	Erneuerung Verpackungsanlage BE/HAA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)	×		
511	Erneuerung VA SMA bzw. LMA	Erneuerung Verpackungsanlage SMA bzw. LMA (inkl. Betriebsabfallbehandlung)		×	
512	Erneuerung UTA	Erneuerung Zugangsbauwerke, Lagerebene			×
513	Betriebs- und Wachpersonal	Betriebs- und Wachpersonal während Einlagerungsbetrieb	×	×	
		Betriebs- und Wachpersonal alle anderen Phasen nach RBG			×
514	Betrieb TLB-Behandlungsanlage	Betrieb TLB-Behandlungsanlage und Abklinglager	×		
515	ELK (5000)	Eigenleistungskosten Verpackungsanlagen (Einlagerungsbetrieb)	×	×	
		Eigenleistungskosten Haupt- und Pilotlager (Einlagerungsbetrieb)			×
516	Weiteres (5000)	Alle weiteren DLK	×	×	

Nr.	Kostenelement	Präzisierungen	Zuordnung der Fixkosten zu Abfallklassen (Kombilager)		
			BE/HAA	SMA/ATA	Gemeins. genutzt
<b>6000</b>	<b>Standortunabhängige Arbeiten</b>				
601	Grossversuche/- Prototypen	Gasversuche, Behälterversuche, Verfüllmaterial, Einlagerungstechnologie, Rückholung	×	×	
		Monitoring, Verfüllung/Versiegelung, allg. Optimierung			×
602	ELK (6000)	Eigenleistungskosten	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
603	Weiteres (6000)	Alle weiteren DLK	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
<b>7000</b>	<b>Verschluss</b>				
701	Stilllegung OFA	Stilllegung OFA (Stilllegungsetappe 1 & 2, exkl. VA)			×
702	Stilllegung VA BE/HAA	Stilllegung BE/HAA-Verpackungsanlage	×		
703	Stilllegung VA SMA bzw. LMA	Stilllegung SMA- bzw. LMA-Verpackungsanlage (inkl. Betriebsabfallbehandlung)		×	
704	Stilllegung TLB-Behandlungsanlage	Stilllegung TLB-Behandlungsanlage und Abklinglager	×		
705	Verschluss UTA	Verfüllung/Versiegelung UTA	×	×	(×)
706	ELK (7000)	Eigenleistungskosten Rückbau Verpackungsanlagen	×	×	
		Eigenleistungskosten Verschluss Haupt- und Gesamtlager			×
707	Weiteres (7000)	Projektbetreuung			×
<b>8000</b>	<b>Allgemeine Kosten</b>				
801	Versicherungen	Versicherungen (Bauwesen, nukleare Haftpflicht)	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
802	Kommunikation	Kommunikation (exkl. ELK)	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
803	Landerwerb	Landerwerb			×
804	Fonds für Langzeitüberwachung	Fonds für Langzeitüberwachung			×
805	ELK (8000)	Eigenleistungskosten	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
806	Weiteres (8000)	Alle weiteren DLK	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
<b>9000</b>	<b>Gebühren und Abgeltungen</b>				
901	Kosten Bundesbehörden	Jährliche Kosten Bundesbehörden (BFE, ENSI, Experten) vor RBG, zus. Exp. nach RBG	×	×	
		Jährliche Kosten Bundesbehörden (BFE, ENSI, Experten) nach RBG			× (nach RBG)

Nr.	Kostenelement	Präzisierungen	Zuordnung der Fixkosten zu Abfallklassen (Kombilager)		
			BE/HAA	SMA/ATA	Gemeins. genutzt
902	Bewilligungsgebühren	Bewilligungsgebühren Feldarbeiten, RBG, Verpackungsanlagen, Betrieb	×	×	
		Gebühren Baubewilligungen, Werkleitungen, Verschlussbewilligung			× (nach RBG)
903	Kantone und Gemeinden	Jährliche Kosten der Kantone und Gemeinden	× (vor RBG)	× (vor RBG)	× (nach RBG)
904	Flankierende Massnahmen (Abgeltungen)	Flankierende Massnahmen (Abgeltungen)	×	×	
<b>11000</b>	<b>Übergeordnete Gefahren</b>				
G	Verzögerungen	Verzögerungen bis und mit RBG	×	×	
		Verzögerungen nach RBG			× (nach RBG)
G	Alternativer Standort	SMA-Lager in ZNO; HAA-Lager und Kombilager in JO			×
G	Weitere Gefahren	diverse Gefahren	×	×	×
C	Chancen	diverse Gefahren	×	×	×

## Anhang 4: Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abfallklasse	Gruppe von Abfällen, welche Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur gemeinsam und ausgewogen nutzt und sich durch homogene Eigenschaften bzgl. des Aufwands im geologischen Tiefenlager bzw. der daraus anfallenden Kosten auszeichnet, so dass eine transparente und faire Zuordnung der Kosten auf die Abfälle der verschiedenen Entsorgungspflichtigen gewährleistet ist
Abgeltungen	Finanzielle Entschädigung für Standortregionen eines Endlagers für radioaktive Abfälle
Alphatoxische Abfälle (ATA)	Radioaktive Abfälle mit einem hohen Gehalt an Alphastrahlern (Kategorie nach KEV Art. 51). Sie fallen besonders bei der Wiederaufbereitung und der Brennstoffforschung an
Aufgelaufene Kosten	Bisher angefallene Fixkosten
BA	Betriebsabfälle
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BE	Abgebrannte Brennelemente
BEVA	Verpackungsanlage für die verglasten hochaktiven Abfälle und die abgebrannten Brennelemente
BFE	Bundesamt für Energie
BNFL	British Nuclear Fuels Limited (heute: Sellafield Ltd); englische Wiederaufarbeitungsfirma, mit welcher die schweizerischen KKW Verträge zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente abgeschlossen haben
CERN	Europäisches Kernforschungszentrum (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)
EFV	Eidgenössische Finanzverwaltung
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
Fixkosten	Nicht direkt zuweisbare Kosten (siehe auch variable Kosten)
Gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur	In erheblichem Umfang von mehreren Abfallklassen gemeinsam genutzte Unterlagen (Berichte, Daten, etc.), Leistungen und Infrastruktur
Geologisches Tiefenlager	Anlage im geologischen Untergrund, die verschlossen werden kann, sofern der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt durch passive Barrieren sichergestellt ist.
HAA	Verglaste Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen
Integrated Toxic Potential (ITP)	Mass für die radiologische Toxizität der Abfälle
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KKW	Kernkraftwerk(e)
LMA	Langlebige mittelaktive Abfälle
MIF-Abfälle	Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung

MIRAM	Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
PSI	Paul Scherrer Institut
RA	Austauschbare Komponenten aus dem Reaktordruckbehälter der KKW, die während des Betriebs ausgetauscht werden und als Abfälle anfallen (kurz: Reaktorabfälle)
Sachplan geologische Tiefenlager (SGT)	Planungsinstrument des Bundes für die Standortauswahl für geologische Tiefenlager in der Schweiz
SA	Stilllegungsabfälle
SEFV	Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle (Kategorie nach KEV Art. 51)
SMA*	Schwach- und mittelaktive Abfälle (=SMA+ATA-LMA)
swissnuclear	Branchenverband der Schweizer Kernkraftwerksbetreiber
variable Kosten (direkt einem Entsorgungspflichtigen zuweisbar)	Variable Kosten, welche direkt einem Entsorgungspflichtigen zugeordnet werden können
Volumen angeliefert	Konditioniertes, angeliefertes Abfallvolumen
Volumen verpackt	Volumen der in Endlagerbehälter verpackten Abfälle
WA	Abfälle aus Wiederaufarbeitung von Brennelementen
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG