

**Vergleich der Kosten
der geologischen Tiefenlager
und des zugehörigen Bundesanteils an
diesen Kosten gemäss KS11 und KS16**

**Eine zusammenfassende Darstellung
der Nagra im Auftrag des Bundes**

Juni 2018

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Inhaltsverzeichnis..... | I |
| Tabellenverzeichnis..... | I |
| 1 Überblick und Zielsetzung | 1 |
| 2 Beschreibung der Änderungen bei den Vorgaben und Unterlagen und ihr Einfluss auf die Kosten | 3 |
| 3 Referenzen | 11 |
| Anhang: Entsorgungskosten für KS16 und zugehöriger Bundesanteil | A-1 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tab. 1: Änderung der Gesamtkosten der Einzellager von KS11 (ohne Teuerung) zu KS16 (inkl. Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke, Fall ohne Berücksichtigung der Chance Kombilager)..... | 6 |
| Tab. 2: Änderung der Partneranteile an den Gesamtkosten von KS11 (ohne Teuerung) zu KS16 (inkl. Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke, Fälle ohne/mit Berücksichtigung der Chance Kombilager); Prozente bezogen auf Partneranteil an Gesamtkosten gemäss KS11..... | 8 |
| Tab. A.1: Gesamtkosten Entsorgung und Bundesanteil. | A-1 |
| Tab. A.2: Kosten geologische Tiefenlager und Bundesanteil..... | A-2 |
| Tab. A.3: Kosten und Volumen (aufgeteilt auf Abfallkategorien) für den Bund sowie Kosten und Volumen total (Basisvorhaben)..... | A-3 |
| Tab. A.4: Zeitlicher Anfall des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager..... | A-6 |

1 Überblick und Zielsetzung

Die Kosten für die geologischen Tiefenlager für die schwach- und mittelaktiven Abfälle (SMA-Lager) und für die hochaktiven Abfälle (HAA-Lager) haben sich bei der Kostenstudie 2016 (KS16) gegenüber den Kosten der Kostenstudie 2011 (KS11) erheblich erhöht. Die Kosten für das SMA-Lager haben dabei im Vergleich zum HAA-Lager überproportional zugenommen, vgl. Tab. 1. Auch die Kosten für den Bund fallen in der KS16 deutlich höher aus als in der KS11, vgl. Tab. 2¹. Nachfolgend werden die Gründe für die Änderungen der Kosten und des Bundesanteils an diesen Kosten erläutert. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den hier für KS16 aufgeführten Kosten um die im Herbst 2016 eingereichten noch nicht geprüften Kosten handelt. Die im Rahmen der Prüfung durch die Verwaltungskommission STENFO vorgenommenen Änderungen sind nicht berücksichtigt². Ebenso sind die mit dem Entscheid des UVEK vom 12. April 2018 zusätzlich angenommenen Mehrkosten nicht berücksichtigt³.

Anhang 1 enthält vertiefende Angaben zur Kostenstudie KS16: Dazu gehört ein Überblick über die Gesamtkosten für die Entsorgung, inkl. Bundesanteil (Tab. A.1), die Kosten für die geologischen Tiefenlager, inkl. Bundesanteil (Tab. A.2), die Kosten und Abfallvolumen für den Bund und Total (Tab. A.3) und Angaben zum zeitlichen Anfall des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager (Tab. A.4).

¹ In Tab. 1 und Tab. 2 basieren die Kosten der KS11 auf der Preisbasis 2011, d.h. die Teuerung wurde nicht berücksichtigt. Weiter sind in den Gesamtkosten jeweils auch die Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke (entspricht den variablen Kosten für die Einlagerung der Stilllegungsabfälle) enthalten. Wird wie in swissnuclear (2016) für KS11 die Teuerung berücksichtigt und werden die Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke weggelassen, dann ergibt sich ohne Berücksichtigung der Chance Kombilager eine Kostenzunahme für beide Einzellager von 1'371 Mio. CHF (12.8 %) und eine Zunahme der Kosten für den Bund von 424 Mio. CHF (60.3 %).

² Die von der STENFO vorgenommenen Anpassungen betragen 492 Mio. CHF für das SMA-Lager und 899 Mio. CHF für das HAA-Lager mit gesamthafter Erhöhung der Kosten um 1'390 Mio. CHF.

³ Die vom UVEK zusätzlich vorgenommenen Anpassungen betragen 368 Mio. CHF für das SMA-Lager und 683 Mio. CHF für das HAA-Lager mit gesamthafter zusätzlicher Erhöhung der Kosten für die geologischen Tiefenlager um 1'051 Mio. CHF.

2 Beschreibung der Änderungen bei den Vorgaben und Unterlagen und ihr Einfluss auf die Kosten

Nachfolgend werden zuerst die Änderungen in den Basisvorhaben, dann die Änderungen in den Vorgaben zur Ermittlung der Kosten und schliesslich die Änderungen bei der Verteilung der Kosten zwischen Bund und Kernkraftwerk-Eigentümern diskutiert. In den jeweiligen Abschnitten wird auch auf die Auswirkung der Änderungen auf die Kosten verwiesen, die in Tab. 1 bzw. Tab. 2 zusammenfassend dargestellt sind.

Änderungen in den Basisvorhaben

Das Basisvorhaben definiert

- (i) das Vorgehen (d.h. den Projektablauf, bestehend aus den Realisierungsplänen mit den erforderlichen Aktivitäten und den zugehörigen Kosten) bei Vorbereitung, Bau, Betrieb und Verschluss der geologischen Tiefenlager sowie
- (ii) die Lagerprojekte (d.h. die Bauwerke und die Prozesse ihrer Nutzung) und die zugehörigen Kosten

Bei den **Realisierungsplänen** ist es von KS11 zu KS16 zu deutlichen Änderungen gekommen. In KS11 basierten die Realisierungspläne auf dem Zeitplan von 2006 (vor Beginn des Sachplanverfahrens)⁴. Die in der KS16 verwendeten Realisierungspläne sind mit dem Sachplanverfahren abgestimmt und berücksichtigen die vom BFE angepasste Dauer der Etappen des Standortwahlverfahrens sowie die längere Dauer der erdwissenschaftlichen Untersuchungen Untertag (inkl. deren Vorbereitung) für das SMA- und das HAA-Lager. Im Vergleich zur KS11 wird in der KS16 die deutlich längere Dauer des Standortwahlverfahrens (rechtsgültige Rahmenbewilligung für das SMA- und das HAA-Lager neu in 2031 anstelle von 2023 in KS11), der grössere Zeitbedarf zur Erstellung der Sondierbauwerke, zur Durchführung der erdwissenschaftlichen Untersuchungen Untertag und zum Bau der Lager berücksichtigt. Dies führt dazu, dass gemäss aktuellen Realisierungsplänen der Betrieb für das SMA-Lager erst in 2050 (in KS11: 2035) und für das HAA-Lager erst in 2060 (in KS11: 2050) beginnt. Die Änderung der Realisierungspläne hat in der KS16 gegenüber der KS11 (ohne Teuerung) für die beiden Einzellager gesamthaft zu Mehrkosten von 584 Mio. CHF (5.7 % der Gesamtkosten von KS11) geführt.

Als Folge von Änderungen der gemäss Realisierungsplänen erforderlichen Aktivitäten kommt es in der KS16 gegenüber der KS11 zu **Mehrausgaben und Einsparungen**. Beim SMA-Lager ergeben sich bei den Erdwissenschaften sowohl Einsparungen (reduzierte Anzahl untersuchter Standortgebiete) als auch Mehrausgaben (grösserer Umfang der Untersuchungen Untertag und Mehraufwand für Beobachtungen). Auch für die Projektierung ergibt sich ein erhöhter Aufwand vor allem für die Vorbereitung und Begleitung der Standortwahl, inkl. Rahmenbewilligungsgesuche sowie für die Projektierung der Sondierbauwerke. Auch der Aufwand für Forschung und Entwicklung (R+D) wird in KS16 höher eingeschätzt als in KS11. Für das HAA-Lager nehmen die Ausgaben für die Erdwissenschaften etwas ab, diejenigen für R+D etwas zu. Wegen der

⁴ Gemäss KEG/KEV hat sich die Kostenstudie auf das aktuelle Entsorgungsprogramm abzustützen. Für KS11 war dies das Entsorgungsprogramm 2008 (EP08). Das Entsorgungsprogramm 2008 seinerseits hatte sich für die notwendigen Angaben zu den Kosten und zur Finanzierung auf die aktuelle Kostenstudie, die KS06, abzustützen. Um eine in sich konsistente Berichterstattung zu erhalten, wurde deshalb im Entsorgungsprogramm 2008 das Zeitprogramm aus der KS06 verwendet, welches das zeitaufwendige Standortwahlverfahren nach Sachplan noch nicht berücksichtigte. Dies führte dazu, dass in KS11 ein Realisierungsplan verwendet wurde, der schon in 2011 als zu optimistisch eingestuft wurde. Die zeitlich nicht abgestimmte Erstellung/Einreichung von Kostenstudie und Entsorgungsprogramm wurde deshalb in der Folge vom Bundesrat geändert, und ab 2016 sind Kostenstudie und Entsorgungsprogramm koordiniert zu erarbeiten und einzureichen.

reduzierten Dauer der Einlagerung der Abfälle beim HAA-Lager (11 Jahre in KS16 anstelle von 15 Jahren in KS11) kommt es zu erheblichen Einsparungen. Die Einsparungen und Mehrausgaben haben gegenüber KS11 (ohne Teuerung) für die beiden Einzellager gesamthaft zu Minderkosten von -100 Mio. CHF (-1.0 % der Gesamtkosten von KS11) geführt.

Die gemäss neuer Methodik zu verwendende **Kostengliederung** erlaubt eine differenziertere Abbildung der Kosten. Dies hat Auswirkungen auf die kostenmässige Erfassung von allfälligen Abgeltungen, für welche es keine gesetzliche Grundlage gibt, und wo die vorgesehenen Verhandlungen zu den Abgeltungen noch nicht begonnen haben. Auch die Überwachung der geologischen Lager nach ihrem Verschluss ist im Gesetz nur eine Option und nicht fest eingeplant⁵. Deshalb sind weder für allfällige Abgeltungen noch für eine allfällige Lager-Überwachung nach dem Verschluss feste Angaben zu Kosten möglich. Deshalb erfolgt für die Kosten für die Abgeltungen und für die Öffnung eines Fonds zur Finanzierung einer allfälligen Langzeitbeobachtung eine **Umstufung**; sie werden nicht mehr den Basiskosten, sondern neu den Zuschlägen für Gefahren zugeordnet. Dies führt zu Minderkosten bei den Basiskosten, aber zu zusätzlichen Kosten bei den Gefahren. Die Umstufung führt gegenüber KS11 (ohne Teuerung) für die beiden Einzellager bei den Basiskosten gesamthaft zu Minderkosten von -889 Mio. CHF (-8.7 % der Gesamtkosten von KS11).⁶

Zwischen KS11 und KS16 kam es als Folge von Festlegungen im Sachplanverfahren zu **Projektanpassungen**, insbesondere wegen den in Zusammenarbeit mit den Regionen und Standortkantonen bezeichneten Standortarealen und durch die Präzisierung der Lagerperimeter durch zusätzliche Abklärungen. Dies hat insbesondere zu Änderungen bei der Anordnung der Gebäude der Oberflächenanlage (Erschliessung und Baugrube) und beim SMA-Lager zu einem geänderten Standortareal mit einem deutlich längeren Zugang nach Untertag zum Lagerperimeter geführt. Weitere Projektanpassungen ergaben sich durch Projektfortschritte (SMA-Lager: neue Endlagerbehälter als Folge eines neuen Behälterkonzepts für die Stilllegungsabfälle, modifizierte Versiegelungsbauwerke; HAA-Lager: technologischer Fortschritt für Teile der Oberflächenanlage, effektivere Verpackung der BE und HAA) sowie durch Anpassungen im Leistungsumfang bei den Bauwerken und bei weiteren Leistungen. Entsprechend dem gegenwärtigen Stand der Projektentwicklung gibt es für das SMA- und das HAA-Lager mehrere Varianten (Lagervarianten, Standortvarianten, Auslegungsvarianten), die gemäss Kostengliederung STENFO berücksichtigt werden können. Gesamthaft haben die Projektfortschritte also zu Anpassungen im Basisprojekt und zu einem Spektrum von zusätzlich zu betrachtenden Varianten geführt (die bei den Gefahren bzw. Chancen aufgeführt werden). Die Projektanpassungen für die Basisvorhaben (ohne Varianten) haben in KS16 gegenüber KS11 (ohne Teuerung) für die beiden Einzellager gesamthaft zu Mehrkosten von 212 Mio. CHF (2.1 % der Gesamtkosten von KS11) geführt⁷, die durch das SMA-Lager verursacht wurden (+255 Mio. CHF); beim HAA-Lager kommt es zu einer Kostenabnahme (-43 Mio. CHF).

Weiter ist es auch zu **Preisänderungen** gekommen. In KS11 und in früheren Kostenstudien stützten sich die Einheitspreise (z.B. CHF pro m³ umbauter Raum bzw. CHF pro Laufmeter Tunnel) hauptsächlich auf Erfahrungswerte für fertig erstellte Produkte oder Teilprodukte ab, abgeleitet aus vergleichbaren abgeschlossenen Projekten. Zudem wurden Expertenbeurteilungen vorgenommen. In der KS16 hingegen wurde für kritische Kostenpositionen, soweit erforderlich

⁵ KEG Art. 39 hält fest: *Nach ordnungsgemäsem Verschluss kann der Bundesrat eine weitere, befristete Überwachung anordnen* (Abs. 3). *Nach ordnungsgemäsem Verschluss oder nach Ablauf der Überwachungsfrist stellt der Bundesrat fest, dass das Lager nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung untersteht. Der Bund kann weiter gehende Massnahmen nach diesem Zeitpunkt, insbesondere eine Umweltüberwachung, durchführen* (Abs. 4).

⁶ Die Umstufung führt bei den Gefahren zu Kosten von 418 Mio. CHF (4.1 % der Gesamtkosten von KS11), die im Betrag in Tab. 1 enthalten sind.

⁷ Die Mehrkosten für die Varianten (Standortvarianten, Auslegungsvarianten) in der Höhe von 123 Mio. CHF sind bei den Chancen und Gefahren in Tab. 1 enthalten.

und machbar, eine detaillierte "Unternehmerkalkulation" durchgeführt mit einer detaillierteren Berücksichtigung der Arbeitsabläufe und mit Schätzung der zugehörigen Kosten, was wegen der teilweise ungünstigen Rahmenbedingungen⁸ für die Arbeitsabläufe zum Teil zu höheren Preisen geführt hat. Daneben kamen in der KS16 auch verbesserte Erfahrungswerte zur Anwendung. Die Änderung der Preise hat gegenüber KS11 für die beiden Einzellager ohne Berücksichtigung der Teuerung gesamthaft zu Mehrkosten von 590 Mio. CHF (5.8 % der Gesamtkosten von KS11) geführt.

Neue Methodik: geänderte Vorgaben zur Ermittlung der Kosten

In KS11 hatte die Schätzung der Kosten gemäss Vorgabe als "best estimate" zu erfolgen. Deshalb wurden nur sehr punktuell und nur dort, wo unbedingt notwendig, gewisse Zuschläge (sog. "Reserven") berücksichtigt. Im Unterschied dazu verlangen die Vorgaben der STENFO zur Methodik für die KS16 neu eine Kostengliederung mit den Basiskosten als Ausgangspunkt und zusätzlichen Kostenblöcken zur Berücksichtigung von Ungenauigkeiten und möglichen Risiken (Zuschläge für Ungenauigkeiten, Zuschläge für Gefahren, Abzüge für Chancen), die alle in den Gesamtkosten berücksichtigt werden. Wegen der neu verlangten Kostengliederung konnte im Gegensatz zu KS11 in KS16 neu auch der Stand des Standortwahlverfahrens (ausstehende Festlegung des Lagerkonzepts (Einzellager oder Kombilager), ausstehende Standortentscheide) und der Stand der Anlagenprojektierung berücksichtigt werden, indem neben dem Basisvorhaben auch die Kosten für Varianten (Lager-, Standort- und Auslegungsvarianten) ermittelt wurden. Die in der KS16 breiter berücksichtigten Zuschläge für Ungenauigkeiten sowie Zuschläge für Gefahren und Abzüge für Chancen haben gegenüber KS11 für die beiden Einzellager ohne Berücksichtigung der Teuerung gesamthaft zu Mehrkosten von 1'752 Mio. CHF (17.2 % der Gesamtkosten von KS11) geführt, wovon 898 Mio. CHF auf die Zuschläge für Ungenauigkeiten und 854 Mio. CHF auf die eingerechneten Gefahren und Chancen (inkl. Kostenauswirkung von Varianten) zurückzuführen sind.

⁸ Die für die Arbeitsabwicklung teilweise ungünstigen Rahmenbedingungen wurden in KS11 noch nicht überall in vollem Umfang erkannt, was teilweise zu einer Unterschätzung der Kosten geführt hat.

Tab. 1: Änderung der Gesamtkosten der Einzellager von KS11 (ohne Teuerung) zu KS16 (inkl. Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke, Fall ohne Berücksichtigung der Chance Kombilager).

Ausgehend von den Kosten der KS11, werden die Kostenänderungen aufgeführt, die zu den Kosten der KS16 führen.

| KS11 mit Preisbasis 2011 | SMA-Lager | | HAA-Lager | | Lager total | |
|---|------------------|-------|----------------|-------|-------------------|------------|
| | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] |
| KS11 (Gesamtkosten) , davon: | 3'389 | | 6'768 | | 10'158 | |
| für Verrechnung an Bund zu berücksichtigende Fixkosten ¹ | 2'839 | | 5'417 | | 8'256 | |
| Abgeltungen | 298 | | 501 | | 799 | |
| variable Kosten | 252 | | 851 | | 1'103 | |
| Änderungen Basisvorhaben | 546 | 16.1 | -149 | -2.2 | 397 | 3.9 |
| Projektablauf | -39 | -1.1 | -366 | -5.4 | -405 | -4.0 |
| Realisierungsplan | 284 | 8.4 | 299 | 4.4 | 584 | 5.7 |
| Einsparungen | -61 | -1.8 | -180 | -2.7 | -241 | -2.4 |
| Mehrausgaben | 75 | 2.2 | 66 | 1.0 | 141 | 1.4 |
| Umstufungen ² | -338 | -10.0 | -551 | -8.1 | -889 | -8.7 |
| Bauwerke | 585 | 17.2 | 217 | 3.2 | 802 | 7.9 |
| Projektanpassungen | 255 | 7.5 | -43 | -0.6 | 212 | 2.1 |
| Preisänderungen | 329 | 9.7 | 260 | 3.8 | 590 | 5.8 |
| Änderungen Methodik | 677 | 20.0 | 1'075 | 15.9 | 1'752 | 17.2 |
| Zuschläge für Ungenauigkeiten | 384 | 11.3 | 514 | 7.6 | 898 | 8.8 |
| Gefahren & Chancen | 293 | 8.6 | 561 | 8.3 | 854 | 8.4 |
| Änderungen Total | 1'223 | 36.1 | 926 | 13.7 | 2'149 | 21.2 |
| KS16 (Gesamtkosten) , davon ³ : | 4'612 | | 7'694 | | 12'306 | |
| für Verrechnung an Bund zu berücksichtigende Fixkosten ⁴ | 3'894 (1'054) | | 6'390 (973) | | 10'284 (2'027) | |
| Beitrag Dritter zu aufgelaufenen Kosten ⁵ | 65 | | | | 65 | |
| Abgeltungen | 150 (-148) | | 250 (-251) | | 400 (-399) | |
| variable Kosten | 503 (251) | | 1'054 (203) | | 1'557 (454) | |

¹ Entspricht Fixkosten ohne Abgeltungen.

² Als Folge der angepassten Methodik werden mögliche Abgeltungen und mögliche Kosten für eine Langzeitüberwachung den Gefahren zugeteilt.

³ Zunahme gegenüber KS11 in Klammern

⁴ Entspricht Fixkosten ohne Abgeltungen und ohne Beitrag Dritter (GNW) an aufgelaufene Kosten; diese Zahlen sind zusammen mit den variablen Kosten der wichtigste Input für Tab. 2.

⁵ Der Einbezug des Beitrags Dritter (GNW) in die bei der Verrechnung zu berücksichtigenden Fixkosten bleibt vorbehalten.

Änderungen der Kosten für den Bund

Die Änderungen der Kosten für den Bund sind in Tab. 2 zusammen mit den Änderungen der Kosten Dritter (Kernkraftwerkeigentümer, GNW) aufgeführt. Für den Fall der Einzellager ohne Berücksichtigung der Chance Kombilager nimmt der Bundesanteil an den Kosten für die beiden Lager um 469 Mio. CHF zu (von 659 Mio. CHF in KS11 auf 1'128 Mio. CHF)⁹. Dies entspricht einer Erhöhung der Kosten für den Bund um 71.1 %. Für den Fall mit Berücksichtigung der Chance Kombilager (Eintrittswahrscheinlichkeit: 50 %), nimmt der Bundesanteil an den Kosten für die beiden Lager um 389 Mio. CHF zu (von 659 Mio. CHF in KS11 auf 1'049 Mio. CHF); dies entspricht einer Erhöhung um 59.1 %.¹⁰

Die Kostenzunahme kommt durch Zunahme der variablen Kosten und der Fixkosten zustande. Die Zunahme der variablen Kosten ist beschränkt (51 Mio. CHF bzw. 7.8 % (ohne Berücksichtigung der Chance Kombilager) und 49 Mio. CHF bzw. 7.5 % (mit Berücksichtigung der Chance Kombilager)).

Die Änderung der Fixkosten für den Bund ergibt sich aus einer Zunahme der bei der Verrechnung zu berücksichtigenden Fixkosten¹¹ und aus einer Änderung des Bundesanteils an diesen zu berücksichtigenden Fixkosten. Für den Fall ohne Berücksichtigung der Chance des Kombilagers nimmt der Bundesanteil an den Fixkosten gesamthaft um 417 Mio. CHF bzw. 63.3 % zu. Dazu trägt die Änderung der bei der Verrechnung berücksichtigten Fixkosten mit 162 Mio. CHF bzw. 24.6 % bei und die Änderung des Bundesanteils an den Kosten mit 255 Mio. CHF bzw. 38.7 % bei. Für den Fall mit Berücksichtigung der Chance des Kombilagers nimmt der Bundesanteil an den Fixkosten gesamthaft um 340 Mio. CHF bzw. 51.6 % zu, die Änderung der zu verrechnenden Fixkosten trägt mit 102 Mio. CHF bzw. 15.5 % und die Änderung des Bundesanteils mit 238 Mio. CHF bzw. 36.1 % bei.

Dabei fällt auf, dass die Zunahme der Kosten für den Bund alleine durch das SMA-Lager verursacht wird. Beim HAA-Lager kommt es für den Bund zu einer leichten Kostenabnahme. Dort betrifft der Bundesanteil nur das LMA-Teillager (direkt dem LMA-Teillager zuweisbare Fixkosten und Anteil Kosten des LMA-Teillagers für gemeinsam genutzte Unterlagen, Leistungen und Infrastruktur des HAA-Lagers). Bei den LMA macht sich in KS16 die Chance ihrer Einlagerung im SMA-Lager bemerkbar (Eintrittswahrscheinlichkeit 50 %), was zu einer Reduktion des LMA-Anteils an den Fixkosten führt. In Kombination mit einem leicht reduzierten Bundesanteil an den LMA-Fixkosten (Bundesanteil in KS11: 47.5 %, in KS16: 40 %) führt dies trotz Erhöhung der Gesamtkosten des HAA-Lagers zu einer Reduktion des Bundesanteils an den Fixkosten für das LMA-Teillager um -35 Mio. CHF (ohne Chance Kombilager) bzw. -44 Mio. CHF (mit Chance Kombilager).

⁹ Dies umfasst nur die Kosten für die geologischen Tiefenlager. Werden die Gesamtkosten der Entsorgung betrachtet (Kosten für Transport-/Lagerbehälter, für Transporte, für die Zwischenlagerung und für die geologischen Tiefenlager), dann ergeben sich für KS11 Kosten in der Höhe von 744 Mio. CHF (ohne Teuerung) und für KS16 Kosten von 1'187 Mio. CHF, was einer Kostenerhöhung von 59.8 % entspricht. Die Gesamtkosten für die Entsorgung für KS16 und der zugehörige Bundesanteil sind im Anhang aufgeführt (Tab. A.1).

¹⁰ Unter Berücksichtigung der Teuerung (d.h. Verwendung der Preisbasis 2016 für die Kosten der KS11) ergibt sich für die Einzellager ohne Berücksichtigung der Chance eines Kombilagers und ohne Berücksichtigung der Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle eine Zunahme des Bundesanteils an den Kosten für die beiden Lager von 424 Mio. CHF (von 704 Mio. CHF in KS11 auf 1'128 Mio. CHF in KS16; die Erhöhung entspricht 60.3 % des Bundesanteils an den Kosten in KS11). Für den Fall, wo das Kombilager als Chance berücksichtigt wird (Eintrittswahrscheinlichkeit: 50 %), ergibt sich eine Zunahme des Bundesanteils an den Kosten für die beiden Lager von 345 Mio. CHF (von 704 Mio. CHF in KS11 auf 1'049 Mio. CHF in KS16; die Erhöhung entspricht 49 % des Bundesanteils an den Kosten in KS11). Dies entspricht auch den Zahlen in swissnuclear (2016).

¹¹ Die verrechenbaren Fixkosten umfassen die Fixkosten ohne Abgeltungen und ohne Beiträge Dritter (GNW) bei den aufgelaufenen Kosten.

Für das SMA-Lager hingegen nimmt der Bundesanteil an den Fixkosten deutlich zu (in KS11: 18.2 %, in KS16: 25 %). Diese Erhöhung ist auf eine erhebliche Zunahme des Bundesanteils an der Radiotoxizität (Teil des Verteilschlüssels für die Fixkosten) zurückzuführen, welche durch die deutliche Abnahme der Radiotoxizität der SMA-Abfälle der Kernkraftwerke als Folge neuer Messungen und Modellrechnungen verursacht wird. Weiter trägt auch die leichte Erhöhung des Volumenanteils des Bundes¹² zur Erhöhung des Bundesanteils bei. Ferner nehmen auch die beim Bund zu berücksichtigenden verrechenbaren Fixkosten (Fixkosten ohne Abgeltungen) deutlich zu – die Gründe der Zunahme der Fixkosten wurden in Abschnitt 2 erläutert. Diese beiden Faktoren führen dazu, dass die durch den vom Bund zu tragenden Fixkosten für das SMA-Lager um 452 Mio. CHF (ohne Chance Kombilager) bzw. um 384 Mio. CHF (mit Chance Kombilager) zunehmen.

Tab. 2: Änderung der Partneranteile an den Gesamtkosten von KS11 (ohne Teuerung) zu KS16 (inkl. Grenzkosten für die Stilllegungsabfälle der Kernkraftwerke, Fälle ohne/mit Berücksichtigung der Chance Kombilager); Prozente bezogen auf Partneranteil an Gesamtkosten gemäss KS11.

Ausgehend vom Partneranteil an den Kosten der KS11 werden die Änderungen aufgeführt, die dann zum Anteil des jeweiligen Partners an den Kosten der KS16 führen.

Siehe gegenüberliegende Seite.

¹² Die Anpassung der Endlagerbehälter und die Änderung der Freigrenzen (Revision Strahlenschutzverordnung) führen gegenüber der KS11 zu einem minimal höheren Bundesanteil am Abfallvolumen.

| KS11 mit Preisbasis 2011 | Bundesanteil | | | | | | KKW (inkl. GNW) | | | | | | Total | | | | | |
|---|--------------|------|-----------|-------|--------|------|-----------------|------|-----------|------|--------|------|-----------|------|-----------|------|--------|------|
| | SMA-Lager | | HAA-Lager | | Total | | SMA-Lager | | HAA-Lager | | Total | | SMA-Lager | | HAA-Lager | | Total | |
| | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] | [MCHF] | [%] |
| Änderung Partneranteile (Einzellager ohne Chance Kombilager) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partneranteil an KS11 | 562 | | 97 | | 659 | | 2'827 | | 6'671 | | 9'499 | | 3'389 | | 6'768 | | 10'158 | |
| Änderung variable Kosten | 49 | 8.8 | 2 | 2.0 | 51 | 7.8 | 202 | 7.1 | 201 | 3.0 | 403 | 4.2 | 251 | 7.4 | 203 | 3.0 | 454 | 4.5 |
| Änderung Fixkostenanteil | 452 | 80.4 | -35 | -35.7 | 417 | 63.3 | 519 | 18.4 | 757 | 11.4 | 1'277 | 13.4 | 971 | 28.7 | 723 | 10.7 | 1'694 | 16.7 |
| Änderung verrechenbare Fixkosten | 187 | 33.2 | -25 | -25.3 | 162 | 24.6 | 785 | 27.8 | 747 | 11.2 | 1'532 | 16.1 | 971 | 28.7 | 723 | 10.7 | 1'694 | 16.7 |
| Änderung Partneranteil an verrechneten Fixkosten | 265 | 47.2 | -10 | -10.4 | 255 | 38.7 | -265 | -9.4 | 10 | 0.2 | -255 | -2.7 | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Total Zunahme | 501 | 89.2 | -33 | -33.8 | 469 | 71.1 | 721 | 25.5 | 958 | 14.4 | 1'679 | 17.7 | 1'222 | 36.1 | 926 | 13.7 | 2'148 | 21.1 |
| Partneranteil an KS16 | 1'064 | | 64 | | 1'128 | | 3'548 | | 7'630 | | 11'178 | | 4'612 | | 7'694 | | 12'306 | |
| Änderung Partneranteile (Einzellager mit Chance Kombilager) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partneranteil an KS11 | 562 | | 97 | | 659 | | 2'827 | | 6'671 | | 9'499 | | 3'389 | | 6'768 | | 10'158 | |
| Änderung variable Kosten | 50 | 8.8 | -0 | -0.3 | 49 | 7.5 | 202 | 7.2 | 199 | 3.0 | 401 | 4.2 | 252 | 7.4 | 198 | 2.9 | 450 | 4.4 |
| Änderung Fixkostenanteil | 384 | 68.3 | -44 | -44.8 | 340 | 51.6 | 314 | 11.1 | 229 | 3.4 | 544 | 5.7 | 698 | 20.6 | 186 | 2.7 | 884 | 8.7 |
| Änderung verrechenbare Fixkosten | 137 | 24.4 | -35 | -36.1 | 102 | 15.5 | 561 | 19.8 | 221 | 3.3 | 782 | 8.2 | 698 | 20.6 | 186 | 2.7 | 884 | 8.7 |
| Änderung Partneranteil an verrechneten Fixkosten | 247 | 43.9 | -8 | -8.7 | 238 | 36.1 | -247 | -8.7 | 8 | 0.1 | -238 | -2.5 | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Total Zunahme | 433 | 77.1 | -44 | -45.1 | 389 | 59.1 | 517 | 18.3 | 428 | 6.4 | 944 | 9.9 | 950 | 28.0 | 384 | 5.7 | 1'334 | 13.1 |
| Partneranteil an KS16 | 995 | | 53 | | 1'049 | | 3'344 | | 7'099 | | 10'443 | | 4'339 | | 7'152 | | 11'492 | |

3 Referenzen

swissnuclear (2016): Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Entsorgungskosten – Geologische Tiefenlagerung, swissnuclear Bericht FGK-AN-16.043, Olten, Schweiz.

Anhang: Entsorgungskosten für KS16 und zugehöriger Bundesanteil

Bei den hier aufgeführten Kosten handelt es sich um die im Herbst 2016 eingereichten Kosten; die im Rahmen der Prüfung durch die Verwaltungskommission STENFO und durch das UVEK vorgenommenen Anpassungen sind nicht berücksichtigt.

Tab. A.1: Gesamtkosten Entsorgung und Bundesanteil.
Kosten in Mio. CHF.

| Position | Bund | Total | %-Bund |
|--|--------------|---------------|--------------|
| 1. Kosten geologische Tiefenlagerung (ohne Chance Kombilager) | | | |
| SMA-Lager (inkl. SA) | 1'064 | 4'612 | 23.1 % |
| HAA-Lager | 64 | 7'694 | 0.8 % |
| Total 1 (inkl. SA) | 1'128 | 12'306 | 9.2 % |
| 2. Kosten TLB/Transporte/Zwischenlagerung/weitere | | | |
| aufgelaufene Kosten | 38 | 4'293 | 0.9 % |
| TLB | 0 | 763 | 0.0 % |
| Transporte | 4 | 115 | 3.4 % |
| Zwilag | 18 | 1'823 | 1.0 % |
| weitere | 0 | 64 | 0.0 % |
| Total 2 | 59 | 7'058 | 0.8 % |
| Total 1 + 2 (inkl. SA) | 1'187 | 19'364 | 6.1 % |

Tab. A.2: Kosten geologische Tiefenlager und Bundesanteil.

| Position | Total | Anteil Bund | |
|--|------------------|-----------------|---------|
| | [Mio. CHF] | [Mio. CHF] | [%] |
| SMA-Lager (inkl. SA) | | | |
| Fixkosten total MCHF | 4'108.60 | 968.37 | 23.57 % |
| davon: aufgelaufene Kosten MCHF | 573.09 | 121.99 | 24.02 % |
| davon: Abgeltungen MCHF | 150.00 | 0.00 | 0.00 % |
| davon: zukünftige Fixkosten (exkl. Abgeltungen) MCHF | 3'385.50 | 846.38 | 25.00 % |
| Variable Kosten MCHF | 503.37 | 95.25 | |
| SMA-Lager total | 4'611.97 | 1'063.62 | |
| HAA-Lager | | | |
| Fixkosten total MCHF | 6'640.14 | 54.05 | 0.81 % |
| davon: aufgelaufene Kosten MCHF | 723.16 | 5.02 | 0.69 % |
| davon: Abgeltungen MCHF | 250.00 | 0.00 | 0.00 % |
| davon: zukünftige Fixkosten (exkl. Abgeltungen) | 5'666.98 | 49.03 | 0.87 % |
| LMA variable Kosten MCHF | 19.36 | 8.88 | |
| HAA variable Kosten MCHF | 1'034.45 | 1.38 | |
| variable Kosten Total | 1'053.81 | 10.26 | |
| HAA-Lager total | 7'693.95 | 64.31 | |
| Einzellager | | | |
| Fixkosten | 10'748.73 | 1'022.42 | 9.51 % |
| variable Kosten | 1'557.18 | 105.51 | |
| Einzellager total | 12'305.92 | 1'127.93 | |
| Kombilager | | | |
| SMA-Kombilager | | | |
| Fixkosten | 3'561.94 | 831.70 | 23.35 % |
| variable Kosten SMA | 504.95 | 95.51 | |
| SMA-Kombilager total | 4'066.89 | 927.21 | |
| HAA-Kombilager | | | |
| Fixkosten | 5'566.25 | 36.43 | 0.65 % |
| variable Kosten | 1'034.49 | 1.37 | |
| variable Kosten LMA | 9.83 | 4.50 | |
| HAA-Kombilager total | 6'610.56 | 42.30 | |
| Kombilager total | 10'677.46 | 969.51 | |
| Einzellager mit Chance Kombilager | | | |
| SMA | | | |
| Fixkosten | 3'835.27 | 900.04 | 23.47 % |
| variable Kosten | 504.16 | 95.38 | |
| SMA total | 4'339.43 | 995.42 | |
| HAA | | | |
| Fixkosten | 6'103.19 | 45.24 | 0.74 % |
| variable Kosten | 1'049.06 | 8.07 | |
| HAA total | 7'152.26 | 53.31 | |
| Einzellager mit Chance Kombilager | | | |
| Fixkosten | 9'938.46 | 945.28 | 9.51 % |
| variable Kosten | 1'553.22 | 103.45 | |
| Einzellager mit Chance Kombilager total | 11'491.69 | 1'048.73 | |

Tab. A.3: Kosten und Volumen (aufgeteilt auf Abfallkategorien) für den Bund sowie Kosten und Volumen total (Basisvorhaben).

Siehe nächste zwei Seiten.

| Position | Total | Bund total | BA KA | BA PSI | SA KA | SA PSI | BAG-MIF |
|---|------------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------------|
| <i>SMA-Lager (inkl. SA)</i> | | | | | | | |
| Fixkosten total [MCHF] | 4'108.60 | 968.37 | | | | | |
| Variable Kosten [MCHF] | 503.37 | 95.25 | | | | | |
| Volumen verpackt [m³] | <i>71'379</i> | <i>14'090</i> | <i>1'164</i> | <i>4'778</i> | <i>1'076</i> | <i>5'585</i> | <i>1'487</i> |
| Volumen verpackt bis 1999 [m³] | | | <i>644</i> | <i>3'144</i> | | | |
| Volumen verpackt ab 2000 [m³] | | | <i>520</i> | <i>1'634</i> | | | |
| Volumen angeliefert [m³] | <i>36'082</i> | <i>9'333</i> | <i>294</i> | <i>2'310</i> | <i>681</i> | <i>5'585</i> | <i>462</i> |
| Volumen angeliefert bis 1999 [m³] | | | <i>160</i> | <i>1'447</i> | | | |
| Volumen angeliefert ab 2000 [m³] | | | <i>135</i> | <i>862</i> | | | |
| <i>SMA-Lager (inkl. SA) Total [MCHF]</i> | <i>4'611.97</i> | <i>1'063.62</i> | | | | | |
| <i>HAA-Lager</i> | | | | | | | |
| Fixkosten total [MCHF] | 6'640.14 | 54.05 | | | | | |
| Variable Kosten [MCHF] | 1'053.81 | 10.26 | | | | | |
| LMA Volumen verpackt [m³] | <i>2'909</i> | <i>574</i> | <i>388</i> | <i>29</i> | <i>0</i> | <i>0</i> | <i>156</i> |
| Volumen verpackt bis 1999 [m3] | | | <i>92</i> | <i>4</i> | | | |
| Volumen verpackt ab 2000 [m3] | | | <i>296</i> | <i>26</i> | | | |
| LMA Volumen angeliefert [m³] | <i>820</i> | <i>154</i> | <i>94</i> | <i>24</i> | <i>0</i> | <i>0</i> | <i>36</i> |
| Volumen angeliefert bis 1999 [m3] | | | <i>23</i> | <i>1</i> | | | |
| Volumen angeliefert ab 2000 [m3] | | | <i>71</i> | <i>23</i> | | | |

| Position | Total | Bund total | BA KA | BA PSI | SA KA | SA PSI | BAG-MIF |
|--|-------------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------------|
| LMA Variable Kosten [MCHF] | 19.36 | 8.88 | | | | | |
| BE/HAA Volumen verpackt [m ³] | 7'536 | 8 | | | | | |
| BE/HAA Volumen angeliefert [m ³] | 7'251 | 8 | | | | | |
| BE/HAA Variable Kosten [MCHF] | 1'034.45 | 1.38 | | | | | |
| <i>HAA-Lager Total [MCHF]</i> | <i>7'693.95</i> | <i>64.31</i> | | | | | |
| <i>Total [MCHF]</i> | <i>12'305.92</i> | <i>1'127.93</i> | | | | | |

Legende zu Tab. A.3:

BA KA: Betriebsabfälle der Kernanlagen des Bundes

SA PSI: Stilllegungsabfälle der Beschleunigeranlagen des PSI

BA PSI: Betriebsabfälle der Beschleunigeranlagen des PSI

BAG-MIF: Abfälle aus den BAG-Sammelaktionen

SA KA: Stilllegungsabfälle der Kernanlagen des Bundes

Tab. A.4: Zeitlicher Anfall des Bundesanteils an den Kosten der geologischen Tiefenlager
 Alle Werte in kCHF.

a) Einzellager ohne Chance Kombilager

| Zeitperiode | Gesamtkosten ¹ | | | Gesamtkosten ¹ SMA-Lager | | | Gesamtkosten ¹ HAA-Lager | | |
|--------------|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|---------------|
| | Total | KKW | Bund | Total | KKW | Bund | Total | KKW | Bund |
| vor 2016 | 1'296'254 | 1'169'239 | 127'015 | 573'094 | 451'102 | 121'992 | 723'159 | 718'136 | 5'023 |
| 2016 - 2020 | 449'992 | 405'589 | 44'404 | 171'038 | 128'279 | 42'760 | 278'954 | 277'310 | 1'644 |
| 2021 - 2030 | 644'270 | 576'281 | 67'989 | 262'944 | 197'208 | 65'736 | 381'326 | 379'073 | 2'253 |
| 2031 - 2040 | 1'992'310 | 1'733'835 | 258'475 | 1'027'300 | 774'354 | 252'946 | 965'009 | 959'480 | 5'529 |
| 2041 - 2050 | 1'593'496 | 1'378'344 | 215'151 | 910'149 | 700'473 | 209'676 | 683'346 | 677'871 | 5'475 |
| 2051 - 2060 | 2'152'447 | 2'048'624 | 103'823 | 396'753 | 311'791 | 84'962 | 1'755'694 | 1'736'833 | 18'861 |
| 2061 - 2070 | 1'298'808 | 1'227'531 | 71'277 | 273'415 | 213'338 | 60'077 | 1'025'393 | 1'014'193 | 11'201 |
| 2071 - 2080 | 1'010'054 | 918'882 | 91'172 | 349'901 | 269'891 | 80'010 | 660'153 | 648'991 | 11'162 |
| 2081 - 2090 | 642'248 | 622'417 | 19'831 | 97'487 | 77'426 | 20'061 | 544'761 | 544'991 | -230 |
| 2091 - 2100 | 221'547 | 200'927 | 20'620 | 97'487 | 77'426 | 20'061 | 124'060 | 123'502 | 558 |
| 2101 - 2110 | 221'547 | 200'927 | 20'620 | 97'487 | 77'426 | 20'061 | 124'060 | 123'502 | 558 |
| 2111 - 2120 | 479'271 | 393'431 | 85'840 | 354'914 | 269'634 | 85'280 | 124'356 | 123'796 | 560 |
| 2121 - 2126 | 303'674 | 301'958 | 1'716 | 0 | 0 | 0 | 303'674 | 301'958 | 1'716 |
| Total | 12'305'917 | 11'177'984 | 1'127'932 | 4'611'970 | 3'548'348 | 1'063'622 | 7'693'947 | 7'629'637 | 64'310 |

¹ Summe aus Fixkosten und variablen Kosten (inkl. Kosten für Stilllegungsabfälle), inkl. Beitrag GNW.

b) Einzellager mit Chance Kombilager

| Zeitperiode | Gesamtkosten ¹ | | | Gesamtkosten ¹ SMA-Lager | | | Gesamtkosten ¹ HAA-Lager | | |
|--------------|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|------------------|---------------|
| | Total | KKW | Bund | Total | KKW | Bund | Total | KKW | Bund |
| vor 2016 | 1'296'254 | 1'169'239 | 127'015 | 573'094 | 451'102 | 121'992 | 723'159 | 718'136 | 5'023 |
| 2016 - 2020 | 450'313 | 403'248 | 47'065 | 183'454 | 137'591 | 45'864 | 266'859 | 265'657 | 1'201 |
| 2021 - 2030 | 634'351 | 563'554 | 70'797 | 275'820 | 206'865 | 68'955 | 358'531 | 356'689 | 1'842 |
| 2031 - 2040 | 1'621'010 | 1'424'574 | 196'436 | 776'306 | 585'946 | 190'361 | 844'703 | 838'629 | 6'075 |
| 2041 - 2050 | 1'138'744 | 982'701 | 156'043 | 660'426 | 508'502 | 151'924 | 478'318 | 474'199 | 4'119 |
| 2051 - 2060 | 1'899'418 | 1'769'795 | 129'623 | 524'779 | 407'967 | 116'811 | 1'374'639 | 1'361'827 | 12'812 |
| 2061 - 2070 | 1'697'082 | 1'606'721 | 90'361 | 365'336 | 284'480 | 80'856 | 1'331'746 | 1'322'241 | 9'505 |
| 2071 - 2080 | 955'886 | 885'521 | 70'366 | 283'064 | 219'751 | 63'313 | 672'823 | 665'770 | 7'052 |
| 2081 - 2090 | 614'084 | 576'651 | 37'433 | 167'077 | 131'114 | 35'962 | 447'007 | 445'536 | 1'471 |
| 2091 - 2100 | 257'049 | 236'435 | 20'614 | 94'895 | 75'300 | 19'595 | 162'154 | 161'134 | 1'019 |
| 2101 - 2110 | 194'380 | 177'276 | 17'105 | 82'435 | 65'955 | 16'480 | 111'945 | 111'321 | 625 |
| 2111 - 2120 | 323'390 | 273'665 | 49'725 | 211'186 | 162'087 | 49'099 | 112'205 | 111'578 | 627 |
| 2121 - 2126 | 409'725 | 373'581 | 36'144 | 141'560 | 107'354 | 34'206 | 268'166 | 266'227 | 1'939 |
| Total | 11'491'686 | 10'442'959 | 1'048'727 | 4'339'431 | 3'344'014 | 995'417 | 7'152'255 | 7'098'945 | 53'310 |

¹ Summe aus Fixkosten und variablen Kosten (inkl. Kosten für Stilllegungsabfälle), inkl. Beitrag GNW.