

Kostenstudie 2006 (KS06) Aktualisierung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke

Dokument	Rev.	Datum	Erstellt	Geprüft	Genehmigt
BET/06/002	0	22.11.2006	R. Lundmark swissnuclear	R. Bodmer Präs BrK (KKG)	Ph. Hänggi swissnuclear
	1	05.01.2007	R. Lundmark swissnuclear	R. Bodmer Präs BrK (KKG)	Ph. Hänggi swissnuclear
	2	20.02.2009	R. Lundmark swissnuclear	R. Bodmer BrK (KKG)	Ph. Hänggi swissnuclear

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG.....	4
2.	ZUSAMMENSETZUNG DER ENTSORGUNGSKOSTEN	5
3.	ANNAHMEN UND RANDBEDINGUNGEN	7
3.1	Betrieb und Stilllegung der KKW	7
3.2	Brennelement-Entsorgung	9
3.3	Transporte und TLB	9
3.4	Bau und Betrieb von Entsorgungsanlagen	10
3.5	Berücksichtigung der Kosten für die Tiefenlagerung von Stilllegungsabfällen	11
4.	KOSTENAUFTEILUNG GEMEINSAMER ENTSORGUNGSANLAGEN	13
4.1	Stilllegung der Pilotverbrennungsanlage im PSI	15
5.	ERMITTLUNG DER ENTSORGUNGSKOSTEN.....	16
5.1	Bereits erfolgte Aufwendungen	18
5.2	Zukünftige Aufwendungen.....	18
6.	ERGEBNISSE	19
6.1	Überblick	19
6.2	Kostenentwicklung gegenüber der Kostenschätzung 2001	21
7.	SCHLUSSBEMERKUNG	24
8.	REFERENZEN	25
9.	VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	26

Revisionsblatt

Revision 1

- Korrektur der TLB-Angaben der NOK für KKB und KKL sowie Kleinkorrekturen in Zusammenhang mit der Finalisierung des Transportgerüsts.
- Finalisierung der Zwischenlager-Modellierung mit neuen Zeitreihen.
- Umbuchung der KKM-Kosten für den Behältertyp TN 9/4 von TLB-Kosten auf Transportkosten.
- Umbuchung der variablen BEVA-HAA Kosten von BEVA auf HAA zwecks Vergleichbarkeit mit der KS01.
- Redaktionelle Kleinkorrekturen.

Revision 2

- Entfernung von Verweisen auf nicht öffentliche Dokumente.
- Summarische Darstellung von Kostenelementen, welche auf geschützten kommerziellen Informationen basieren.
- Entfernung einzelner nicht kostenrelevanter interner Informationen.
- Redaktionelle Korrekturen:
 - Tippfehler
 - Verwendung der Nomenklatur „geologische Tiefenlager“ anstelle von „Endlager“
 - Verwendung der Nomenklatur SEFV anstelle der Nomenklatur der Verordnung über den Entsorgungsfonds (EntsFV) und der Verordnung über den Stilllegungsfonds (StiFV)

1. EINLEITUNG

Die Kosten der nuklearen Entsorgung der Schweizer KKW wurden letztmals 2001 geschätzt. Die Kostenstudie wurde 2003 von der HSK begutachtet /1/ und mit kleinen Änderungen für gut befunden. Im Rahmen der gesetzlich vorgesehenen periodischen Aktualisierungen /3/ wurde 2006 diese Kostenschätzung von den für die nukleare Entsorgung in der Schweiz verantwortlichen Organisationen in Zusammenarbeit mit swissnuclear erneut durchgeführt. Dabei wurden sowohl die Kosten selbst als auch die Annahmen über ihr zeitliches Auftreten im Lichte des neuesten Kenntnisstandes überprüft und, wo erforderlich, diesem angepasst. Zweck der Zusammenstellung ist es, die Kostenbasis für eine aktualisierte finanzmathematische Ermittlung der erforderlichen werkspezifischen Entsorgungsrückstellungen zu schaffen.

2. ZUSAMMENSETZUNG DER ENTSORGUNGSKOSTEN

Die Entsorgungskosten beinhalten die Kosten aller Aktivitäten, mit Ausnahme gewisser Eigenleistungen der Werke wie Beladen von Transportbehältern etc, welche notwendig sind, um die endgültige und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente (BE) und nuklearen Abfalls aus Kernkraftwerken (ohne Stilllegungsabfälle) sowie von Abfällen aus dem Verantwortungsbereich des Bundes zu gewährleisten. Dabei werden die Kostenelemente gemäss Tabelle 1 berücksichtigt:

Tabelle 1. zu schätzende Kostenelemente

Kostenelemente	Schätzung durch
• Transport- und Lagerbehälter (TLB)	Werke
• Transporte	Werke
• Wiederaufarbeitung abgebrannter BE	Werke
• Zentrale Abfallbehandlung	ZWILAG
• Zentrale Zwischenlagerung ZZL	ZWILAG
• Zentrale Zwischenlagerung ZWIBEZ	NOK
• Nasslager KKG	KKG
• Nachbetriebsphase der Kernkraftwerke	Werke
• geologische Tiefenlagerung der schwach- und mittelaktiven Abfälle (SMA-Lager)	Nagra
• BE-Verpackung (BEVA)	Nagra
• Geologische Tiefenlagerung der hochaktiven und langlebigen mittelaktiven Abfälle (HAA-Lager)	Nagra

Inbegriffen sind alle Kosten der Planung, Erstellung und des Betriebes von Entsorgungsanlagen inklusive allgemeine Ausgaben (Behördenkosten etc.), die Anschaffungskosten von Transport- und Lagerbehältern sowie die Kosten der Inanspruchnahme von Dienstleistungen Dritter (Wiederaufarbeitung, Transporte, Fremdleistungen in der Nachbetriebsphase, etc.). Die Baukosten des Nasslagers im KKG sowie des Hochaktivlagers ZWIBEZ sind in den Entsorgungskosten enthalten.

NEU:

Die Betriebskosten und die Ersatzinvestitionskosten auf Autarkie des *Nasslagers im KKG* wurden berücksichtigt.

NEU:

Die *Nachbetriebsphase* eines jeden KKW wurde auf einer einheitlichen Basis geschätzt.

Die Nachbetriebsphase lässt sich als eine Art entsorgungsvorbereitender Auslaufbetrieb beschreiben. Ihr Verlauf wird von der Betriebsführung der jeweiligen Anlage vor ihrer Ausserbetriebnahme als Energieerzeuger wesentlich bestimmt. Die mit ihr verbundenen Aufwendungen entsprechen weder der Definition von Entsorgungskosten im Sinne des Art. 3 der SEFV noch der Definition von Stilllegungskosten nach Art. 2 der SEFV. Aus diesen Gründen werden sie als (letzter) Teil der Betriebsphase betrachtet, jedoch nicht den Entsorgungskosten direkt zugerechnet, sondern separat angeführt.

Wie in den vorangegangenen Kostenschätzungen umfassen die gesamten Entsorgungskosten sowohl *die bereits erfolgten Aufwendungen* als auch *die zukünftigen, geschätzten Aufwendungen*. Dies ist auch eine wesentliche Voraussetzung für einen sinnvollen Vergleich der periodischen Kostenerhebungen untereinander.

3. ANNAHMEN UND RANDBEDINGUNGEN

3.1 Betrieb und Stilllegung der KKW

Um die Stilllegung und den Abbruch der Schweizer Kernkraftwerke sowie die sichere Verwertung oder Entsorgung von Brennstoff und radioaktiven Abfällen sicherzustellen, müssen die Schweizer Kernkraftwerke im Rahmen gesetzlicher Rahmenbedingungen (Kernenergiegesetz, /2/, Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV, /3/), die Entsorgungs- und Stilllegungskosten, die während und nach der Betriebszeit der KKW anfallen, finanzieren. Dazu zählen

- Begleichung der laufenden Entsorgungskosten
- KKW-interne Rückstellungen für die Entsorgungsaktivitäten während der plangemässen Betriebszeit
- Äufnung des gesetzlich verankerten, unter Bundesaufsicht stehenden, Entsorgungsfonds für die Entsorgungsaktivitäten nach der plangemässen Betriebszeit
- Äufnung des gesetzlich verankerten, unter Bundesaufsicht stehenden Stilllegungsfonds

Die Finanzierung muss die Beseitigung sämtlicher radioaktiver Abfälle kostenmässig abdecken und in regelmässigen Abständen aktualisiert werden.

NEU:

Als Berechnungsgrundlage für die Aktualisierung der Entsorgungs- und Stilllegungskostenstudie wird ausgehend von der SEFV eine Betriebsdauer von 50 Jahren angenommen.

Für KKM gilt z. Zt. eine 40-jährige Betriebsbewilligung. In dieser Studie werden modellhaft 50 Jahre Betrieb für alle KKW's angenommen, vgl. Tabelle 2. Die Übergangsregelung für die Festlegung der Entsorgungskosten für KKM ist nicht Bestandteil dieser Studie.

Nach Ende des Betriebes folgt eine Nachbetriebsphase von 4 bis 5 Jahren, in welcher das KKW auf seinen Abbruch vorbereitet wird. Die Planungsarbeiten für die Stilllegung beginnen aber bereits mit dem dritten Jahr der Nachbetriebsphase.

Tabelle 2. Betriebs- und Stilllegungszeiten der Schweizer KKW und KKW-Lager (stilllegungspflichtig)

	KKB	KKM	KKL	KKG	KKG NL¹
Beginn des kommerziellen Betriebes	KKB I: 24.12.69 KKB II: 15.03.72	06.11.72	15.12.84	01.11.79	2008
Ende des kommerziellen Betriebs, bis inkl.	2020²	2022	2034	2029	2047
5 Jahre Nachbetriebsphase					
von	2021	2023	2035	2030	-
bis inkl.	2025	2027	2039	2034	-
Stilllegung: Vorbereitung und Abbruch von	2023	2025	2037	2032	2048
bis inkl.	2034	2034	2049	2043	2049
Dauer der Stilllegung	12	10	13	12	2
Anzahl Jahre nach Abschaltung bis zum Ende der Stilllegung	14	12	15	14	-

Die Aktualisierung der Stilllegungskostenstudien aus den Jahren 2001/2002 wurde parallel mit der Aktualisierung der Entsorgungskostenstudie durchgeführt und ist in /4/ dokumentiert.

¹ NL: Nasslagers des KKG

² Für die jährliche Verteilung der Endlagerkosten zu Zwecken der Rechnung wird der Einfachheit halber für beide Blöcke des KKB das Jahr 2020 als "mittleres" Stilllegungsjahr verwendet.

3.2 Brennelement-Entsorgung

Die zu entsorgenden Brutto-Brennstoffmengen in tSM sind für 50 Jahre KKW-Betrieb aus Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3. zu entsorgende Bruttobrennstoffmengen (Tonnen Schwermetall)

	KKB	KKM	KKG	KKL	Summe
Wiederaufgearbeiteter Brennstoff mit Rücknahmeverpflichtung	433	232	402	72	1'139
Brennstoff ohne Vertragsverpflichtung	475	233	607	1'120	2'435
Summe	908	465	1'009	1'192	3'574
<i>Annahme: BE-Verpackung von bis inkl.</i>	<i>2050</i>	<i>2050</i>	<i>2050</i>	<i>2050</i>	
	<i>2064</i>	<i>2064</i>	<i>2064</i>	<i>2064</i>	

Für die Verpackung von BE zum Zweck der direkten Einlagerung in ein geologisches Tiefenlager wird eine schweizerische Verpackungsanlage im Bereich des HAA-Lagers errichtet. Dabei werden jüngere und ältere BE durch ein optimiertes Verfahren in die Endlagerbehälter beladen, um die maximal zulässige Nachzerfallswärme der EL-Behälter einzuhalten. In /5/ wurden Einflussgrößen wie Abbrand, MOX, WA, Nachzerfallswärme (Zeit der Zwischenlagerung) beschrieben und unter verschiedenen Modellannahmen dargestellt.

NEU:

Für die Rückführung von WA-Abfällen aus Sellafield (BNGS) wird eine vollumfängliche Substitution der SMA/LMA durch HAA angenommen, /6/.

3.3 Transporte und TLB

Es werden *alle* Transporte mittels TLB zwischen KKW, Wiederaufarbeitung (WA), ein zentrales Zwischenlager (ZZL) wie ZWILAG und geologischem Tiefenlager explizit erfasst.

NEU:

Die Transport- und Behälterkosten der Rückführung von WA-Abfällen wurden von den Schweizer KKW auf einer einheitlichen Basis geschätzt.

3.4 Bau und Betrieb von Entsorgungsanlagen

Die Bau- und Betriebszeiten der Entsorgungsanlagen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4. Bau- und Betriebszeiten der Entsorgungsanlagen

Anlage	von	bis inkl.
<u>Zentrale Abfallbehandlung</u>		
Bau		- 2004
Ersatz- und Ergänzungsinvestitionen	2003	- 2049
Betrieb	2000	- 2049
<u>Zentrales Zwischenlager aller Abfallkategorien</u>		
Hoch- und Mittelaktivlager (Hall H und M) und Heisse Zelle		
Bau		- 2003
Ersatz- und Ergänzungsinvestitionen	2003	- 2065
Betrieb	2000	- 2065
Schwachaktivlager (Halle S)		
Bau	2000	- 2004
Ersatz- und Ergänzungsinvestitionen	2005	- 2065
Betrieb	2005	- 2065
<u>ZWIBEZ Hochaktiv-Lager</u>		
Bau	1995	- 2008
Ersatz- und Ergänzungsinvestitionen	2020	- 2020
Betrieb	2008	- 2062
<u>Nasslager KKG</u>		
Bau	2002	- 2008
Ersatz- und Ergänzungsinvestitionen (Ausbau Autarkie)	2032	- 2032
Betrieb	2008	- 2047
<u>Geologisches Tiefenlager SMA</u>		
Standortwahl	2006	- 2018
Etappe 0 (Vorarbeiten inkl. nukleare Baubewilligung)	2019	- 2030
Etappe 1 (Bau und nukleare Betriebsbewilligung)	2031	- 2034
Einlagerungsbetrieb	2035	- 2049
Überwachungsbetrieb, Phase 1	2050	- 2059
Verschluss Hauptlager	2060	- 2061
Überwachungsbetrieb, Phase 2	2060	- 2099
Verschluss GA	2100	- 2101
Monitoring von der Oberfläche	2102	-
<u>BE-Konditionierungsanlage (BEVA)</u>		
Studien und Rahmenbewilligung	2021	- 2030
Vorbereitungen inkl. nukleare Baubewilligung	2031	- 2045
Bau und nukleare Betriebsbewilligung	2046	- 2049
Betrieb	2050	- 2064
Stilllegung	2060	- 2064
<u>Geologisches Tiefenlager HAA/LMA</u>		
Standortwahl	2006	- 2018
Etappe 0 (Vorarbeiten inkl. nukleare Baubewilligung)	2019	- 2044
Etappe 1 (Bau/Erweiterung und nukl. Betriebsbewilligung)	2045	- 2063
Einlagerungsbetrieb	2050	- 2064
Überwachungsbetrieb Phase 1	2065	- 2074
Verschluss Hauptlager	2075	- 2078
Überwachungsbetrieb Phase 2	2075	- 2114
Verschluss GA	2115	- 2116
Monitoring von der Oberfläche	2117	-

NEU:

Der Kostenermittlung für das SMA-Lager wird ein modellhaftes, geologisches Tiefenlager in *Opalinuston* der Nagra zugrunde gelegt.

Das Lagerkonzept geht vom Kernenergiegesetz /2/ aus. Es umfasst die drei Systemelemente: Testlager (Felslabor), Hauptlager und Pilotlager.

Die Kosten für das HAA-Lager basieren weiterhin auf dem Projekt *Opalinuston* Nordschweiz der Nagra.

Analog zum SMA-Lager umfasst es ebenfalls die drei Systemelemente Felslabor, Hauptlager und Pilotlager.

Für die Kostenschätzung wird angenommen, dass die beiden Tiefenlager an unterschiedlichen Standorten in der Schweiz gebaut werden. Es wird weiter angenommen, dass beide Tiefenlager *unmittelbar* nach Ende der nachbetrieblichen Überwachungsphase von insgesamt 50 Jahren verschlossen werden, dass aber ein Fonds geüffnet wird, in dem Gelder für ihre weitere Überwachung von der Oberfläche (sog. Monitoring) bereitgestellt sind.

3.5 Berücksichtigung der Kosten für die Tiefenlagerung von Stilllegungsabfällen

Stilllegungsabfälle fallen nach Stilllegung und Abbruch der KKW und Teilen des zentralen Zwischenlagers ebenso wie von nuklearen Einrichtungen der Forschung am PSI an. Die Kosten für den Abbruch der KKW sowie für die *Endlagerung der Stilllegungsabfälle im Tiefenlager für SMA* inklusive *Transport* werden separat und unabhängig von der vorliegenden Schätzung bestimmt und durch entsprechende Rückstellungen in einen eigenen *Stilllegungsfonds* abgedeckt. Diese Stilllegungskosten der schweizerischen KKW wurden erstmals 1980 auf *Grenzkostenbasis* ermittelt und periodisch an die Teuerung angepasst bzw. ggf. aktualisiert. 2001 fand eine vollständige Neuermittlung der Stilllegungskosten statt, in welcher werkspezifisch auch die darin enthaltenen zuteilbaren Endlagerkosten der Stilllegungsabfälle ausgewiesen wurden.

Das in der Stilllegungskostenstudie 2001 beschriebene Stilllegungs- und Rückbaukonzept hat weiterhin Gültigkeit. Die seit 2001 gewonnenen Kenntnisse aus konkreten Stilllegungsprojekten wurden bei der vorgenommenen Aktualisierungen für die Kostenstudie 2006 ebenso berücksichtigt wie die stilllegungsrelevanten Neubauten.

NEU:

Die Mehrkosten für 10 Jahre längeren Betrieb (50 anstelle von 40 Jahren) sind berücksichtigt /4/.

NEU:

Die werksspezifischen, nicht mehr aktuellen zuteilbaren SMA-Lagerkosten der Stilllegungsabfälle sind abgezogen /4/.

In der Schätzung der Nagra werden die Kosten des Tiefenlagers für SMA der Stilllegungsabfälle auf Grenzkostenbasis ausgewiesen. Diese werden in der vorliegenden Schätzung von den Entsorgungskosten abgezogen und den Stilllegungskosten zugeordnet.

HINWEIS:

Die Ermittlung der Kosten für die Endlagerung der Stilllegungsabfälle auf Grenzkostenbasis setzt voraus, dass das Tiefenlager für SMA bereits für die übrigen Abfälle gebaut ist und die dafür aufgelaufenen Kosten *voll* den *Entsorgungskosten* zugeordnet werden. Den Stilllegungskosten werden dann nur noch die für die Endlagerung der Stilllegungsabfälle *zusätzlich* erforderlichen Aufwendungen, wie z.B. für das Auffahren von zusätzlichen Stollen, zusätzliche Betriebskosten, etc. zugerechnet. Somit wird den Stilllegungsabfällen der KKW und des zentralen Zwischenlagers, obwohl sie zusammen etwa drei Viertel des gesamten, endzulagernden SMA-Abfallvolumens ausmachen, nur ein geringer Teil der Gesamtkosten des Tiefenlagers zugerechnet, während der grösste Teil in den Entsorgungskosten enthalten ist. Dementsprechend sind die Grenzkosten der Stilllegungsabfälle der SMA-Endlagerkosten kleiner als die vollen Endlagerkosten der Stilllegungsabfälle. Dies ändert natürlich nichts an der Tatsache, dass gesamthaft *alle* Kosten des Tiefenlagers für SMA berücksichtigt sind.

4. KOSTENAUFTEILUNG GEMEINSAMER ENTSORGUNGSANLAGEN

NEU:

Für die Entsorgungskostenstudie 2006 (KS06) wurden die Kostenverteilschlüssel der Entsorgung der gemeinsam genutzten schweizerischen Entsorgungseinrichtungen (zentrales Zwischenlager, geologisches Tiefenlager für SMA und HAA, BEVA) aktualisiert.

Grund ist der Wechsel im Basisszenario von 40 Jahre Betrieb auf 50 Jahre Betrieb. Die Methodik der alten Schlüssel (Solidarität/Nutzungsprinzip) wurde vollständig übernommen, nur die neuen Brennstoffmengen und die leicht veränderte mittlere Leistung der Kraftwerke wurden berücksichtigt.

Für die Anwendung dieser Verteilschlüssel müssen sowohl Investitions- als auch Betriebskosten in ihre festen Anteile und ihre variablen, d.h. einem Anlagennutzer direkt zurechenbaren Anteile zerlegt werden. Die festen Anteile werden im Normalfall entsprechend dem Solidaritätsprinzip nach bestimmten Verteilschlüsseln auf *alle* KKW-Betreiber und den Bund aufgeteilt. Die variablen Anteile werden hingegen nach dem Nutzungsprinzip *nur den Nutzern* einer Einrichtung im Verhältnis ihrer jeweiligen jährlichen Inanspruchnahme dieser Einrichtung inklusive der erforderlichen Betriebsmittel direkt zugeordnet und verrechnet.

Für einige der ZWILAG-Anlagen (vgl. Anhang 1) wird vom festen Anteil ihrer *Betriebskosten* nur ein vorgängig einvernehmlich festgelegter Prozentsatz α nach dem Solidaritätsprinzip als sog. *Solidaritätsanteil* auf die Werke aufgeteilt. Der verbleibende Rest $(1 - \alpha)$ wird als sog. *Nutzungsanteil* in gleicher Weise wie die variablen Betriebskosten (die sog. *Kampagnenkosten*) nach dem Nutzungsprinzip nur den jeweiligen Nutzern verrechnet. Variable, einem Nutzer direkt zurechenbare *Investitionskosten* fallen beim ZWILAG nicht an.

Tabelle 5 gibt einen Überblick, gegliedert nach gemeinsam genutzten Entsorgungseinrichtungen, über die verschiedenen Kostenverteilungsschlüssel sowie die Aufwandsarten, auf welche sie anzuwenden sind.

Tabelle 5. Übersicht der Kostenverteilungsschlüssel

Verteilung der Kosten der gemeinsam genutzten Entsorgungseinrichtungen						
Zuordnungsprinzip	Entsorgungseinrichtungen					
	SMA bzw. HAA-Lager		BEVA		ZWILAG-Anlagen	
	Kostenverteilungsschlüssel	Aufwandsarten	Kostenverteilungsschlüssel	Aufwandsarten	Kostenverteilungsschlüssel	Aufwandsarten
Solidaritätsprinzip	Über 50 Betriebsjahre gemittelter MWth-Schlüssel	Feste Investitionskosten (bei SMA: mit Bundes- beteiligung)	Zuschlüsselung der Kosten jeweils nach der gesamten, direkt endzulagernden Men- ge Schwermetall eines jeden Werkes.	Feste Investitionskosten	Aktionärsschlüssel (MWth-Schlüssel von 1990) Bei HA-Lager: modifizierter Aktionärsschlüssel	Feste Investitionskosten inkl. Abgeltungen, abzüglich des pauschalen Bundesanteils
		Abgeltungen		Feste Betriebskosten (bei SMA: mit Bundes- beteiligung)		Feste Betriebskosten
Nutzungsprinzip	Direkte Verrechnung der Kosten nur auf die Nutzer einer Einrichtung im Verhält- nis der jeweiligen Inan- spruchnahme, inkl. Be- triebsmittel	-	Direkte Verrechnung der Kosten nur auf die Nutzer einer Einrichtung im Verhält- nis der jeweiligen Inan- spruchnahme, inkl. Be- triebsmittel	-	Direkte Verrechnung der Kosten nur auf die Nutzer einer Einrichtung im Verhält- nis der jeweiligen Inan- spruchnahme, inkl. Be- triebsmittel	Einvernehmlich festgelegter Anteil $1-\alpha$ der festen Betriebskosten (sog. Nutzungsanteil)
		Variable Investitionskosten		Variable Investitionskosten		-
		Variable Betriebskosten		Variable Betriebskosten		Variable Betriebskosten (sog. Kampagnenkosten)

NEU:

In der vorliegenden Kostenschätzung konnte die ZWILAG-eigene Darstellung komplett übernommen werden, da die Verteilung aller Kosten auf die Partner bereits erfolgt war.

In Anhang 1 sind die in dieser Kostenschätzung verwendeten Kostenschlüssel und ihre Anwendungsbereiche beschrieben und tabellarisch zusammengestellt.

HINWEIS:

Der in der Kostenschätzung der Tiefenlager verwendete *gemittelte MWth-Verteilschlüssel* ist zu unterscheiden von dem *aktuellen MWth-Verteilschlüssel*, der bei der Verrechnung von Kosten der Nagra an die Werke verwendet wird und welcher die jeweils aktuelle thermische Leistung der KKW zur Basis hat.

4.1 Stilllegung der Pilotverbrennungsanlage im PSI

Die Pilotverbrennungsanlage (PVA) PSI soll stillgelegt werden. Die Betreiber sind verpflichtet, ihren Anteil der Kosten zu übernehmen. Dieser wird den Entsorgungskosten zugerechnet.

Abklärungen bezüglich der Stilllegung der PVA werden seitens PSI durchgeführt. Eine Schätzung aus dem Jahre 2007 zeigt auf, dass Kosten von ca. 7.5 Mio. Fr. von den Betreibern der KKW anteilmässig zu übernehmen sind.

5. ERMITTLUNG DER ENTSORGUNGSKOSTEN

Den *Transportkosten* liegen werkspezifische Schätzungen der jährlich anfallenden Mengen an Brennelementen (BE), Wiederaufarbeitungsabfällen (WAA), Betriebsabfällen (BA) und Reaktorabfällen (RA) zugrunde. Zur Sicherstellung einer einheitlichen Datenerhebung unterstützte die Nagra die Werke bei diesen Schätzungen und erstellte ein auf dieser Basis konsistentes Abfallmengengerüst. Weiter wurden die Mengen in Transport-Gebinde umgerechnet (Transportgerüst). Die Werke haben die Anzahl und zeitliche Verteilung der Transporte auf einer 'Best Estimate' Basis geschätzt (siehe 5.2), dabei wurden die infrastrukturabhängigen Randbedingungen (Betriebsperioden der Entsorgungseinrichtungen, Verarbeitungskapazitäten) berücksichtigt, d.h. die Transporte wurden zeitlich so verteilt, dass möglichst geringe Spitzen auftreten. Schliesslich haben die Werke für die Ermittlung der Transportkosten die spezifischen Kosten der Transporte geschätzt.

NEU:

Die BE-Entsorgung erfolgt in der vorliegenden Aktualisierung nur noch über den Pfad der direkten geologischen Tiefenlagerung, da die bestehenden WA-Verträge erfüllt sind und keine neuen Verträge angenommen werden.

Sowohl die durch die in der Vergangenheit durchgeführte Wiederaufarbeitung entstandenen Abfälle als auch die abgebrannten Brennelemente werden zwischengelagert und in ein geologisches Tiefenlager für hochaktive und langlebige mittelaktive Abfälle (HAA-Lager) übergeführt. Die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und die abgebrannten Brennelemente werden in einer Brennelement- und HAA-Verpackungsanlage (BEVA) verpackt (konditioniert). Alle mit der Nutzung der beiden Pfade bisher entstandenen und zukünftig noch entstehenden Aufwendungen sind vollständig erfasst.

NEU:

Die Kostendaten für die noch durchzuführenden Aufgaben innerhalb der bestehenden WA-Verträgen, wie Transport der WAA ins ZWILAG oder Kosten der Substitution basieren auf einer neuen, einheitlichen Schätzung der Werke.

Die explizit angeführten Kosten der 4- bis 5-jährigen Nachbetriebsphase (NBP) der KKW berücksichtigen die Aufwendungen für Personal, Betriebssachkosten wie z.B. Energiekosten, Unterhaltssachkosten wie z.B. laufende Instandhaltung, Wasserentnahmegebühr und übrige Aufwendungen sowie einmalige Kosten. Im Falle von KKG werden auch die in der NBP anfallenden Betriebskosten des Nasslagers der NBP zugeordnet.

NEU:

Die Nachbetriebsphase wurde mit Hilfe eines externen Beraters erstmals umfassend und einheitlich für alle Werke geschätzt. Sie geht damit über die Schätzung der KS01 hinaus.

Die jährlichen *Kosten von Entsorgungsanlagen* (Zwischenlager, Behandlungsanlagen, geologische Tiefenlager, BE/HAA-Verpackungsanlage und KKG-Nasslager) werden über deren gesamte Planungs-, Bau- und Betriebszeit *so weit wie möglich* in Investitionskosten, Betriebskosten und allgemeinen Ausgaben aufgetrennt.

Die Investitionskosten der *Zwischenlager inklusive Transport- und Lagerbehälter (TLB)* und der *Behandlungsanlagen* enthalten neben den Kosten für Planung, Bau und Installation auch die geschätzten Kosten für die während der Betriebsdauer notwendigen Erneuerungen und/oder periodische Lizenzierungen.

NEU:

Die Nagra hat die Gesamtkosten der Transporte und TLB auf Basis der Werksangaben ermittelt.

5.1 Bereits erfolgte Aufwendungen

Die Aufwendungen für die Entsorgung von den Anfängen bis 31.12.2005 wurden gemäss den bereits erfolgten Zahlungen zu ihrem Zeitwert aus der Buchhaltung der einzelnen KKW-Betreiber ermittelt. Dabei wurden sie mit Rücksicht auf formale Gegebenheiten im Rückstellungsrechenmodell bis 31.12.1993 summarisch und von 1994 bis 2005 jährlich erfasst.

5.2 Zukünftige Aufwendungen

Unter *zukünftigen Aufwendungen* werden alle geschätzten Aufwendungen verstanden, die ab dem Aktualisierungsjahr - hier 2006 - bis zum Verschluss des geologischen Tiefenlagers für HAA/LMA 2116 zu erwarten sind. Ihnen liegen die Planungs- und Projektarbeiten für die Entsorgungsanlagen, Schätzungen der Betriebskosten, werkspezifische Angaben über TLB-Investitionen sowie über Transporte und Wiederaufarbeitung zugrunde, alle entsprechend dem Kenntnisstand 2006.

Generell werden die zukünftigen Aufwendungen für jedes Kalenderjahr *zu Preisen des Aktualisierungsjahres geschätzt*, sofern sie nicht bereits feststehen. In der vorliegenden Aktualisierung der Kostenstudie sind alle Preise auf Basis 2006. Aus diesem Grund wurden keine alten Schätzungen mit einer modellhaften Teuerung hochgerechnet.

Bei den Kostenschätzungen für die *bestehenden* Planungen handelt es sich um sog. "best estimates". "Best estimates"-Kosten sind Aufwendungen, die auf einem detaillierten, zeitlich definierten sowie klaren und technisch-wissenschaftlichen Konzept nach neuem Wissenstand basieren und die vorsichtig sowie ohne zusätzliche Sicherheitszuschläge nach bestem Gewissen und Expertenwissen mit heutigen Marktpreisen (overnight-Kosten) geschätzt wurden.

6. ERGEBNISSE

6.1 Überblick

Das Gesamtergebnis der Aktualisierung 2006 (ohne Bund) ist im Vergleich mit den Ergebnissen der Aktualisierungen von 2001 (40 Jahre KKW Betrieb) und 2001 (50 Jahre KKW-Betrieb) in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6. Gesamtergebnis der KS06 und KS01 (MCHF)

	Aktualisierungsjahr		
	2001 40	2001 50	2006 50
Anzahl Betriebsjahre der KKW			
Erfolgte Entsorgungsausgaben bis exklusive Aktualisierungsjahr ^{a)}	3'416	3'416	4'212
Geschätzte zukünftige Entsorgungsaufwendungen ab dem Aktualisierungsjahr (Preisbasis Aktualisierungsjahr)	8'400	9'303	9'138
Totale Entsorgungskosten	11'816	12'719	13'350
Aufwendungen für die Nachbetriebsphase	n.a.	n.a.	1'448

a) Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbeinhaltet.

Tabelle 7 zeigt auf, wie sich die Gesamtkosten nach Kostenelementen und Kostenträger zusammensetzen. Tabelle 8 weist die prozentuale Veränderung gegenüber der KS01 auf.

Tabelle 7. Gesamtkosten der nuklearen Entsorgung, Kostenelemente- und Träger

Kostenelemente KS06	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	144.2	92.0	196.6	327.7	760.5	1.9	762.4
Transporte	137.3	83.7	103.5	63.8	388.4	1.9	390.2
Zentrale Abfallbehandlung & Zwischenlager, ZWIBEZ & KKG NL	577.1	234.5	748.3	685.1	2'244.9	74.3	2'319.3
Wiederaufarbeitung	1'024.0	365.1	1'005.8	345.1	2'740.0		2'740.0
BEVA	214.9	90.3	238.0	434.3	977.5	0.0	977.5
SMA-Lager ^{a)}	476.3	238.8	630.1	656.7	2'001.9	333.4	2'335.3
HAA-Lager	993.2	446.4	1'256.6	1'540.9	4'237.1	2.0	4'239.1
Gesamte Entsorgungskosten	3'567.0	1'550.8	4'178.8	4'053.6	13'350.2	413.6	13'763.7
Anteil Kosten bis inkl. 2005	1'291.4	556.6	1'476.2	887.7	4'211.8	56.5	4'268.3
Anteil geschätzte Kosten ab 2006	2'275.6	994.1	2'702.7	3'165.9	9'138.4	357.1	9'495.5
Gesamtkosten NBP	398.3	215.3	414.9	419.0	1'447.6		1'447.6
Nachbetriebsphase (NBP)	398.3	215.3	407.5	419.0	1'440.2		1'440.2
Lagerbetriebskosten			7.4		7.4		7.4

a) 69.9 Mio CHF Grenzkosten der Stilllegungsabfälle bereits abgezogen

Tabelle 8. Veränderung zwischen KS06 und KS01, 50 Jahre Betrieb (%)

Kostenelemente KS06-KS01 (%)	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	-5.0%	4.3%	1.1%	5.2%	1.9%		1.9%
Transporte	-4.4%	37.6%	-5.3%	-37.5%	-6.6%	-75.7%	-7.9%
Zentrale Abfallbehandlung & Zwischenlager, ZWIBEZ & KKG NL	-5.3%	-13.4%	-10.3%	-18.3%	-12.1%	41.3%	-11.0%
Wiederaufarbeitung	11.0%	1.9%	9.0%	-2.9%	7.1%	-100.0%	6.9%
BEVA	-4.2%	-15.1%	-16.7%	-5.0%	-8.9%		-8.9%
SMA-Lager	26.2%	29.9%	24.2%	8.4%	19.6%	20.1%	19.6%
HAA-Lager	14.3%	12.1%	11.3%	18.4%	14.6%	29.5%	14.6%
Gesamte Entsorgungskosten	8.2%	5.7%	4.9%	2.0%	5.0%	20.0%	5.4%

Die Nachbetriebsphase der KKW wurde auf einer einheitlichen Basis geschätzt. Es liegen keine früheren, vergleichbaren Daten vor. Aus diesem Grund kann keine prozentuale Veränderung berichtet werden.

Allgemeine Parameter und spezifische Kostenverteilungsschlüssel, die in der Berechnung der Entsorgungskosten Verwendung finden, sowie verschiedene Kostenverteilungsschlüssel sind in Anhang 1 zu finden.

Die aufgrund der Projektkennnisse Stand 2006 ermittelten Mengengerüste und die Kosten der einzelnen Entsorgungsschritte sind in den folgenden Anhängen im Detail zusammengestellt:

- Kosten der Transport- und Lagerbehälter (TLB) Anhang 2
- Transportkosten Anhang 3
- Kosten der zentralen Abfallbehandlung sowie Zwischenlager von BE und radioaktiven Abfällen Anhang 4
- Nasslager KKG und Zwischenlager ZWIBEZ HAA-Lager Anhang 5
- Kosten der Wiederaufarbeitung (WA) / Entsorgung Anhang 6
- Kosten für die geologische Tiefenlagerung von SMA Anhang 7
- Kosten für die geologische Tiefenlagerung von LMA/HAA Anhang 8
- Kosten der Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA) Anhang 9

Der Übersicht über die Gesamtkosten dienen:

- Nachbetriebsphase der KKW Anhang 10
- Vergleich der Entsorgungskosten 2001 (50 Jahre Betrieb) und 2006, Gesamtkosten und werkspezifischen Kosten Anhang 11
- Entsorgungskosten jährliche Ausgaben 1994 bis 2116 Gesamtkosten und werkspezifische Kosten Anhang 12
- Verteilung der Gesamtkosten der nuklearen Entsorgung auf die Kernkraftwerke und den Bund Anhang 13

6.2 Kostenentwicklung gegenüber der Kostenschätzung 2001

Im Folgenden werden die Gesamtkosten der Kostenelemente der Kostenschätzung 2006 mit denen der Kostenschätzung 2001 für 50 Jahre Betrieb verglichen. Grundsätzlich ist zu bemerken, dass die Schätzungen jeweils im Geldwert des Schätzungsjahres angegeben werden. Eine Teuerungsbereinigung fand nicht statt, da je nach Betrachtungsweise unterschiedliche Teuerungswerte verwendet werden müssen (Konsumentenindex, Bauindex, Modellteuerung der Rückstellungsberechnung, etc.).

Wie aus der Abbildung in Anhang 11 zu erkennen ist, fand bei den Kostenelementen ‚Transporte‘, ‚zentrale Abfallbehandlung und Zwischenlagerung, ZWIBEZ und KKG Nasslager‘ sowie ‚BEVA‘ eine Kostenreduzierung gegenüber der Kostenerfassung 2001 statt. Bei den Kostenelementen Wiederaufarbeitung, Tiefenlager für SMA und Tiefenlager für HAA nahmen die Kosten zu. Die Gründe für Bewegungen, welche über die üblichen Schwankungen hinausgehen, können wie folgt zusammengefasst werden. Grössere werkspezifische Änderungen werden auch kommentiert.

Transport- und Lagerbehälter

Gegenüber 2001 stiegen die Kosten für Transport- und Lagerbehälter (TLB) leicht um 14 Mio. CHF oder ca. 2 %. Die höheren spezifischen Kosten für eine geringere Zahl von Glas-Behältern gleichen sich in etwa aus.

Die Kosten für die von der HSK geforderten periodischen Behälterlizenzierungen wurden wiederum erfasst.

Für den Bund bleibt dieses Kostenelement mit insgesamt 1.9 Mio. CHF unverändert (ein CASTOR -Behälter inkl. periodischer Lizenzierungen).

Transporte

Es wird eine Kostenabnahme bei den KKW von ca. 28 Mio. CHF oder rund 7% gegenüber der Kostenschätzung 2001 ermittelt.

Die vorliegende Schätzung enthält wie schon vor fünf Jahren die detaillierte Darstellung *aller* Transporte. Die Schätzung der Transporte vom Zwischenlager ins Endlager HAA/LMA wurde letztes Mal UAK-intern geschätzt und dieses Mal einheitlich durch die Werke/Nagra. Die Kosten sind nach neuester Schätzung für alle Werke zwei bis dreimal höher. Für KKL wirken andere Faktoren wie geringere Transportkosten auf der Strasse ins ZWILAG und geringere Anzahl von WA-Transporten überproportional dagegen. Auf der anderen Seite schlagen die gestiegenen Transportkosten bei KKM voll durch. Die Kosten des Shuttle-Behälters TN 9/4 werden den Transportkosten zugerechnet. Kostenfaktoren wie Unterhalts- und Entsorgungskosten wurden dabei detailliert erfasst.

Durch die Entfernung des Wiederaufarbeitungspfades des Diorit-Brennstoffes verringern sich die Transportkosten des Bundes mit rund 6 Mio. CHF.

Zentrale Abfallbehandlung und Zwischenlagerung, ZWIBEZ und Nasslager KKG

Die Gesamtkosten für Abfallbehandlung und Zwischenlagerung sind gegenüber der Kostenerfassung 2001 um ca. 308 Mio. CHF geringer. Der Rückgang ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Ersatzinvestitionen der zentralen Abfallbehandlung und Zwischenlagerung von 536 auf 217 Mio. CHF reduziert wurden, weil nicht mehr davon ausgegangen wird, dass ein zentrales Zwischenlager mit Abfallbehandlung für einen Betrieb bis 2065 faktisch komplett neu gebaut werden muss. Das Kostenbild von KKG und KKB widerspiegelt aber nicht die ganze Reduktion, da im Falle von KKB, der Kostenanteil an der Halle H wegen des modifizierten Kostenschlüssels wesentlich kleiner ist und im Falle von KKG, die Betriebskosten des Nasslagers in der vorliegenden Aktualisierung erstmals berücksichtigt worden sind.

Im Vergleich zur letzten Erhebung konnte die Kostenschätzung, insbesondere für die Beurteilung der Verbrennungs- und Schmelzanlage, auf effektive Erfahrungswerte aus mehreren Betriebsjahren abgestützt werden. 2005 betrug die Kampagnekosten ca. 1.1 Mio. CHF. ZWILAG schätzt für die Jahre 2006 bis 2024 die jährlichen Kampagnekosten auf 2.1 Mio. CHF.

Obwohl der Personalaufwand für Betrieb und Unterhalt des ZWILAG von 31 (2006) auf 57 Pensen (2010) steigt, fallen gemäss ZWILAG-Angaben die totalen festen Betriebskosten etwa gleich aus wie in der letzten Kostenschätzung.

Die gut 20 Mio. CHF höheren Kosten des Bundes rühren daher, dass sowohl die festen Betriebskosten als auch die Kampagnekosten der V&S-Anlage gestiegen sind.

Neu enthalten sind die Betriebskosten des Nasslagers bei KKG. Die Betriebskosten des Nasslagers nach Ende der Nachbetriebsphase bis zur Ausserbetriebnahme des Lagers im Jahre 2048 betragen ca. 50 Mio. CHF.

Für den Bund sind zurzeit für Zwischenlagerung keine Kosten vorgesehen.

Wiederaufarbeitung

Die Kostenerhöhung der Wiederaufarbeitung beträgt 181 Mio. CHF oder rund 7 % gegenüber der Erhebung 2001. Die Abfallrücknahme von BNGS und weitere mit dem Rücktransport von WA verbundene Kosten tragen dazu am wesentlichsten bei.

BE-Verpackung

Die konkreten Annahmen für die Investitions- und Betriebskosten einer in der Schweiz zu errichtenden Brennelementverpackungsanlage (BEVA) der KS01 konnten in der vorliegenden Kostenschätzung bestätigt werden. Die neue Schätzung fällt etwa 96 Mio. CHF oder rund 9% tiefer aus. In der KS01 wurden die BEVA-HAA-Kosten nicht explizit ausgewiesen. Um den Vergleich mit der KS01 möglich zu machen, wurden daher in der KS06 die festen Investitions- und Betriebskosten - Anteil BEVA-HAA, rund 239 Mio. CHF - den festen Kosten des HAA-Lagers gutgeschrieben. Analog wurden die variablen Investitions- und Betriebskosten der HAA-Verpackung in der Höhe von 62 Mio. CHF den variablen Kosten des HAA-Lagers gutgeschrieben.

Geologische Tiefenlagerung SMA

Die starke Kostenzunahme um rund 326 Mio. CHF (etwa 20 %) gegenüber der Kostenerhebung 2001 resultiert vor allem aus der Ablehnung des Projektes Wellenberg, aber auch aus steigenden Rohstoffpreisen und höhere Aufwendungen für nicht-technische Tätigkeiten wie das Sachplanverfahren. Hingegen wirken die leicht tieferen Abfallmengen dämpfend auf die Kostensteigerung.

Der geringere Anstieg für KKL ist auf eine finanztechnische Korrektur der aufgelaufenen Kosten zwischen Endlagerung SMA und HAA zurückzuführen.

Für den Bund ergibt sich eine Zunahme der Kosten um rund 56 Mio. auf 333 Mio. CHF.

Geologische Tiefenlager HAA/LMA

Die Kostenzunahme um ca. 539 Mio. CHF (etwa 15 %) gegenüber der Kostenerhebung 2001 resultiert vor allem aus steigenden Rohstoffpreisen und höhere Aufwendungen für nicht-technische Tätigkeiten wie das Sachplanverfahren.

Der stärkere Anstieg für KKL ist auf eine finanztechnische Korrektur der aufgelaufenen Kosten zwischen Endlagerung SMA und HAA zurückzuführen.

7. SCHLUSSBEMERKUNG

Mit 13'350 Mio. CHF für die Gesamtkosten liegt das Ergebnis der vorliegenden Aktualisierung der Entsorgungskosten (ohne Nachbetriebsphase) nominal rund 5 % höher als das entsprechende Resultat der Kostenschätzung von 2001 (50 Jahre Reaktorbetrieb).

Die ‚Best-Estimate‘ Praxis der vorliegenden und letzten Kostenstudie zeigt eine Stabilisierung mit kompensierenden Kostenzuwächsen und Kostenabnahmen. Da die Methodik wenig geändert hat, lassen sich die meisten grösseren Änderungen mit externen Einflussfaktoren erklären.

Der moderate Anstieg der Entsorgungskosten, trotz der Ablehnung des Wellenbergs und wesentlich höheren Rohstoffpreisen, zeigt, dass die Kostenschätzung der nuklearen Entsorgung auf einer robusten Basis steht.

Die ermittelten Kostenreihen bilden die Grundlage für die Neuberechnung der werkspezifischen Rückstellungen für den Zeitraum 2006 bis inkl. 2010, wobei entsprechend den gesetzlichen Vorschriften, der Anteil der Rückstellungen für *nachbetriebliche* Entsorgungsaktivitäten in den öffentlichen Entsorgungsfonds einzubringen ist.

Die Kernkraftwerksbetreiber aktualisieren die vorliegenden Kostenschätzungen entweder regulär alle 5 Jahre oder früher, wenn wesentliche neue Erkenntnisse dies ratsam erscheinen lassen. Die nächste reguläre Kostenschätzung ist für das Jahr 2011 vorgesehen.

8. REFERENZEN

- /1/ Beurteilung der Entsorgungskosten der Schweizer Kernkraftwerke, Aktualisierung 2001, HSK AN 10/10000 Rev. 0, 25.06.2003
- /2/ Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003 (SR 732.1)
- /3/ Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV (SR 732.17)
- /4/ Kostenstudie 2006 (KS06)
Aktualisierung der Stilllegungskosten, swissnuclear Bericht BET/06/001 Rev. 2
- /5/ Zeitplan der Tiefenlagerung, Einflussgrössen und Randbedingungen bei der Tiefenlagerung abgebrannter Brennelemente (BE), verglaster hochaktiver Abfälle (HAA) und langlebiger mittelaktiver Abfälle (LMA) in der Schweiz, Anhang V des Jahresberichtes 2005 der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (AGNEB) - Der Weg zur Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz
- /6/ Substitution von Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield, BFE Brief aem (003775819), 10. Oktober 2006

9. VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

BA	Betriebsabfälle
BE	Brennelement
BKW	Bernische Kraftwerke (BKW FMB)
BrK	Brennstoffkommission
BNGS	British Nuclear Group Sellafield Ltd
BEVA	Brennelement-Verpackungsanlage
CHF	Schweizer Franken
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires
EKRA	Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle
EL	Endlager
FiKo-E	Finanzkommission Entsorgung
GNW	Genossenschaft für nukleare Entsorgung Wellenberg
HAA	Hochaktive Abfälle
HAA-Lager	Geologisches Tiefenlager für hochaktive und langlebige Mittelaktive Abfälle
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
kCHF	Tausend Schweizer Franken
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKG	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk
LMA	Langlebige, mittelaktive Abfälle
MCHF	Millionen Schweizer Franken (Mio. CHF)
MWh	Megawatt-Stunden (10 ⁶ Watt-Stunden)
MWth	Megawatt thermisch (thermische Reaktorleistung)
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NL	Nasslager
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke
p.a.	per annum (= pro Jahr)
PSI	Paul Scherrer Institut

RA	Reaktorabfälle
SM	Schwermetall (= Uran und/oder Plutonium)
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SMA-Lager	Geologisches Tiefenlager für Schwach- und mittelaktive Abfälle
TLB	Transport- und Lagerbehälter
tSM	Tonnen Schwermetall (= Tonnen Uran und Plutonium)
TWh	Terawatt-Stunden (10^{12} Watt-Stunden)
UAK	Unterausschuss Kernenergie des Überlandwerkeausschusses (UeWA)
WA	Wiederaufarbeitung
WAA	Wiederaufarbeitungsabfälle
ZWIBEZ	Hochaktiv-Zwischenlager Beznau
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG
ZZL	Zentrales Zwischenlager

ANHÄNGE

Inhaltsverzeichnis

A.1	Allgemeine Parameter und spezifische Kostenverteilungsschlüssel	3
A.1.1	Allgemeine Parameter für die Berechnung der Entsorgungskosten	3
A.1.2	Kostenverteilungsschlüssel für Entsorgungseinrichtungen	4
A.1.2.1	Kostenverteilungsschlüssel für Zwischenlager und Behandlungsanlagen	4
A.1.2.1.1	Für Zwischenlager und Behandlungsanlagen anzuwendende Kostenverteilungsschlüssel.....	6
A.1.2.1.2	Kostenverteilungsschlüssel für das Nasslager KKG.....	7
A.1.2.2	Kostenverteilungsschlüssel für die geologische Tiefenlager (SMA- und HAA-Lager) und Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA).....	7
A.1.2.2.1	Für Tiefenlager und BE-Verpackungsanlage anzuwendende Kostenverteilungsschlüssel.....	8
A.2	Kosten der Transport & Lagerbehälter (TLB).....	9
A.3	Transportkosten.....	10
A.4	Kosten der zentralen Abfallbehandlung sowie Zwischenlager von BE und radioaktiven Abfällen	12
A.5	Nasslager KKG und Zwischenlager ZWIBEZ HAA-Lager	13
A.6	Kosten der Wiederaufarbeitung (WA) / Entsorgung.....	14
A.7	Kosten für die geologische Tiefenlagerung von SMA	15
A.8	Kosten für die geologische Tiefenlagerung von LMA/HAA	16
A.9	Kosten der Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA)	17
A.10	Kosten der Nachbetriebsphase.....	18
A.11	Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, Schätzungen im Vergleich, ohne Kostenanteil des Bundes, KKW Betrieb 50 Jahre	19
A.12	Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Aktualisierung 2006, 50J KKW Betrieb.....	22
A.13	Verteilung der Gesamtkosten der nuklearen Entsorgung auf die KKW und den Bund, KS06 im Vergleich zu KS01 (50 Jahre), Mio. CHF	28

A.1 Allgemeine Parameter und spezifische Kostenverteilungsschlüssel

A.1.1 Allgemeine Parameter für die Berechnung der Entsorgungskosten

Preisbasis der Schätzung:	2006	Verwendet bei alle Kostenangaben ab 2006
Teuerung:	3 % p.a.	Hochrechnung von Preisen, die auf einer Preisbasis vor 2006 vorliegen
Währungsangaben:	1 \$ = 1.30 CHF 1 € = 1.55 CHF 1 £ = 2.30 CHF	Kosten der Transporte, WA, TLB

Angenommene Betriebsdauer der Kernkraftwerke: 50 Jahre

Letztes Betriebsjahr bei 50-jährigem Betrieb

	KKB	KKM	KKG	KKL			Verwendet bei
Jahr	2020 ¹⁾	2022	2029	2034			Positionierung der Kos- ten der Nachbetriebs- phase

¹⁾ Mittelwert aus den letzten Betriebsjahren der beiden Blöcke KKB I (Ende 2019) und KKB II (Anfang 2022).

A.1.2 Kostenverteilungsschlüssel für Entsorgungseinrichtungen

A.1.2.1 Kostenverteilungsschlüssel für Zwischenlager und Behandlungsanlagen

- Grundlagen:
- Thermische Reaktorleistungen 1990 (Jahr des Abschlusses des Aktionärsvertrages)
 - Pauschale Bundesbeteiligung an den Behandlungsanlagen des ZWILAG in Höhe von 30 Mio. CHF
 - Die Kosten und der Schlüssel für die Verteilung der Kosten der vorliegenden Kostenschätzung basieren auf dem Budget und der Jahreskostenplanung 2006-2010. Die Jahreskosten werden pro Partner nach ‚direkt zuteilbaren Kosten‘ (Kampagnenkosten) und nach ‚nicht direkt zuteilbaren Kosten‘ ermittelt.

Hauptkostenstellen

Die Aufwendungen für Bau und Betrieb aller Anlagen der Zwischenlager Würenlingen AG (ZWILAG) werden in Form sog. *Hauptkostenstellen* dargestellt, vier davon für die Lager und zwei für die Behandlungsanlagen:

Lager

- HAA-Lager (Hochaktivlager)
- MAA-Lager (Mittelaktivlager)
- SAA-Lager (Schwachaktivlager)
- Heisse Zelle

Behandlungsanlagen

- Konditionierungsanlage
- Verbrennungs- und Schmelzofen

NEU:

In der vorliegenden Kostenschätzung konnte die ZWILAG-eigene Darstellung komplett übernommen werden, da die Verteilung aller Kosten auf die Partner bereits erfolgt war.

Aktionärsschlüssel

Basis der Aufteilung des festen Anteils der Kosten auf die einzelnen KKW ist der sog. *Aktionärsschlüssel*. Dies ist der vertraglich festgelegte MWth-Schlüssel des Jahres 1990, dem Jahr, in welchem der Aktionärsvertrag der ZWILAG Zwischenlager Würenlingen AG abgeschlossen wurde.

Mit Ausnahme des HAA-Lagers wird der Aktionärsschlüssel in unveränderter Form auf den *festen* Anteil aller Hauptkostenstellen angewendet. Bei den Behandlungsanlagen wird vor seiner Anwendung der pauschale Kostenbeitrag des Bundes in Höhe von 30 Mio. CHF abgezogen. Beim HAA-Lager kommt ein *modifizierter Aktionärsschlüssel* (siehe unten) zur Anwendung.

Somit sollen für die Hauptkostenstellen *HAA-, MAA- und SAA-Lager* die festen Betriebskosten zu 100 % nach dem Solidaritätsprinzip verteilt werden.

Modifizierter Aktionärsschlüssel

Zusätzlich zum ZWILAG Hochaktivlager mit seinen 200 Stellplätzen erstellt die NOK am Standort des KKB ein eigenes Hochaktiv-Zwischenlager, das ZWIBEZ, mit 48 Stellplätzen. Beide Lager werden in wirtschaftlicher Einheit so betrieben, dass das ZWIBEZ allein von NOK/KKB errichtet und benützt wird und diese auch die dabei anfallenden Kosten zu 100 % trägt. Mit ihrem daraus resultierenden geringeren Bedarf von nur 12 Stellplätzen im ZWILAG Hochaktivlager sinkt vereinbarungsgemäss ihr Anteil an den Kosten der Hauptkostenstelle HAA-Lager und es ergibt sich eine Modifikation des Aktionärsschlüssels.

Aufteilung der Betriebskosten in Solidaritäts- und Nutzungsanteil

Die festen Betriebskosten der *Verbrennungs- und Schmelzanlage (V+S-Anlage)* werden zu je 50 % in *Solidaritätsanteil* und *Nutzungsanteil* aufgeteilt.

Einer allfälligen Inanspruchnahme der V+S-Anlage durch den Bund wird *kein* Solidaritätsanteil zugeordnet. Zur Vermeidung eines verzerrten Kostenbildes wird der Nutzungsfaktor des PSI ($\beta=1$) nach Ausserbetriebnahme des letzten KKW's ab 2039 (bis 2049) nicht mehr angewendet, sondern analog der Konditionierungsanlage ein Nutzungszuschlag in der Höhe der direkten Kampagnenkosten eingesetzt.

Die Benutzer der Konditionierungsanlage (K) tragen einen Anteil an den nicht zuteilbaren und festen Betriebskosten der Konditionierungsanlage in der Höhe der direkt zuteilbaren Kosten (Kampagnenkosten) pro Jahr. Die um diesen Anteil reduzierten, nicht zuteilbaren und festen Betriebskosten werden nach Solidaritätsschlüssel verteilt.

Solidaritätsanteil der festen Betriebskosten:

-V+S-Anlage: $\alpha = 50 \%$
-Heisse Zelle: $\alpha = 80 \%$

-Konditionierungsanlage: $\alpha = 100\%$ - (Kampagnenkosten zuzüglich einem pauschalen Zuschlag gleich hoch wie die Kampagnenkosten)

Kostenanteil des Bundes:

-Investitionen pauschal 30 Mio. CHF für die Abfallbehandlungsanlagen
-Betrieb der V+S-Anlage $\alpha = 0 \%$ (nur Nutzungsanteil)

A.1.2.1.1 Für Zwischenlager und Behandlungsanlagen anzuwendende Kostenverteilungsschlüssel

		KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund (fiktiv)	Total	Anzuwenden auf
Thermische Reaktorleistung 1990¹⁾	MWth	2'260	997	2'900	3'138	9'295	0	9'295	Berechnung des Aktionärsschlüssels und des modifizierten Aktionärsschlüssels
Aktionärs- Schlüssel	ohne²⁾ Bundes- beteiligung	24.3 %	10.7 %	31.2 %	33.8 %	100 %	-		Alle Baukosten und Ersatzinvestitionen des ZWILAG (inkl. Abgeltungen) sowie vereinbarter Anteil an den festen Betriebskosten Ausnahme: HAA-Lager
Modifizierter Aktionärs- schlüssel HAA-Lager	TLB- Stellplatz- verteilung	12	27	77	84	200			ZWILAG allein
	Verteil- schlüssel	6,0 %	13,5 %	38,5 %	42,0 %	100 %			Alle Baukosten und Ersatzinvestitionen (inkl. Abgeltungen) sowie feste Betriebskosten des HAA-Lagers
Verteilsschlüssel ZWIBEZ HA	TLB- Stellplatz- verteilung	48	0	0	0	48			ZWIBEZ allein
	Verteil- schlüssel	100,0 %	0 %	0 %	0 %	100 %			Alle Kosten ZWIBEZ HA

¹⁾ Jahr des Abschlusses des Aktionärsvertrages für das ZWILAG.

²⁾ Ein Anteil des Bundes von 30 Mio. CHF an den Kosten der Behandlungsanlagen ist dabei bereits vorweg abgezogen.

A.1.2.1.2 Kostenverteilschlüssel für das Nasslager KKG

Das am Standort des KKG zu errichtende Nasslager wurde in die Kostenschätzung komplett aufgenommen. Es wird vom KKG alleine genutzt und seine Bau- und Betriebskosten werden demzufolge vom KKG alleine getragen.

A.1.2.2 Kostenverteilschlüssel für die geologische Tiefenlager (SMA- und HAA-Lager) und Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA)

Mittlerer MWth-Schlüssel mit bzw. ohne Bundesbeteiligung

Grundlagen der

- Kostenschlüssel
- Bisherige und voraussichtliche thermische Reaktorleistung der einzelnen KKW, gemittelt über 50 Jahre Betrieb
 - Mengen direkt endzulagernden Schwermetalls ($t_{SM_{init}}$)
 - Bundesbeteiligung dzt. 15 % an den festen Investitions- und Betriebskosten (ohne Abgeltungen) des SMA-Lagers. Nach Rücksprache mit der Nagra (technischer Leitung) wurde dieser Anteil für die KS06 beibehalten

Die Aufteilung des festen Anteils der Kosten erfolgt mit dem *mittleren MWth-Kostenverteilschlüssel*. Er wird aus den über 50 Betriebsjahre gemittelten thermischen Leistungen der einzelnen KKW bestimmt, um den in der langen Betriebszeit vorgenommenen Änderungen der thermischen Leistung der einzelnen KKW Rechnung zu tragen.

Da bei der tatsächlichen jährlichen Rechnungsstellung der Nagra an die KKW der jeweils aktuelle MWth-Schlüssel verwendet wird, sind die bis Ende 2005 tatsächlich bereits geleisteten Zahlungen der Werke etwas verschieden von denen, die laut Kostenzusammenstellung erforderlich gewesen wären. Für die Kostenschätzung werden die Angaben der KKW-Buchhaltung übernommen.

Die Verpackung von abgebrannten Brennelementen für die direkte Einlagerung in ein geologisches Tiefenlager soll in einer schweizerischen Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA) im Bereich des HAA-Endlagers erfolgen. Gemäss Beschluss der swissnuclear werden wiederum die festen Investitions- und Betriebskosten der BEVA/BE auf die KKW-Betreiber im Verhältnis ihrer direkt endzulagernden Mengen Schwermetall aufgeteilt.

Die von der Nagra angegebenen festen Investitions- und Betriebskosten für BEVA/HAA wurden in der letzten Schätzung gemäss Schlüssel für feste Investitions- und Betriebskosten des HAA-Lagers aufgeteilt. Da gemäss Beschluss der swissnuclear die Grundlage der Schlüssel unverändert bleibt, wird dieses Verfahren für die vorliegende Studie übernommen.

A.1.2.2.1 Für Tiefenlager und BE-Verpackungsanlage anzuwendende Kostenverteilungsschlüssel

		KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total	Anzuwenden auf
Mittlere thermische Reaktorleistung	MWth	2'260	1'051	2'965	3'457	9'733	1'718	11'451	
Mittlerer MWth-Kosten-schlüssel	ohne Bundesbeteiligung	23.22 %	10.80 %	30.46 %	35.52 %	100.0 %	-		Feste Investitions- u. Betriebskosten HAA Abgeltungen SMA und HAA
	mit Bundesbeteiligung	19.74 %	9.18 %	25.89 %	30.19 %	85.0 %	15.00 %	100.0 %	Feste Investitions- u. Betriebskosten SMA ohne Abgeltungen
Direkt endzulagernde Brennstoffmenge	tSM _{init}	475	233	607	1'120	2'435	0	2'435	
Kostenverteilungsschlüssel	ohne Bundesbeteiligung	19.51 %	9.57 %	24.93 %	45.99 %	100.0 %	0	100.0 %	Feste Investitions- u. Betriebskosten BEVA

A.2 Kosten der Transport & Lagerbehälter (TLB)

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

Tabelle A1. Kosten der TLB, inklusive Lizenzierung

Behälterkosten

Art der Behälter	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
BE-Behälter inkl Lizenzierungskosten	126.01	82.05	175.05	320.51	703.61	1.90	705.51
Glas-Kokillen-Behälter	18.17	9.94	21.60	7.14	56.85		56.85
Total Behälterkosten	144.18	91.99	196.65	327.65	760.46		762.36

A.3 Transportkosten

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

Es werden *alle* Transporte zwischen KKW, Wiederaufarbeitung (WA), Zwischen- und Endlager explizit erfasst.

- Grundlagen:
- Vertragsmengen für die Wiederaufarbeitung
 - Abfallmengengerüste:
 - werkspezifische Angaben, 2006
 - Zusammenstellung der Nagra 2006, auf der Basis werkspezifischer Angaben
 - Transportpläne:
 - werkspezifische Angaben, 2006
 - Transportkosten:
 - werkspezifische Angaben/Schätzungen 2006
- Kostenbasis:
- BE-Transporte KKW \Rightarrow WA
Es erfolgen keine weiteren Transporte
 - HAA-Abfall-Transporte aus der WA
Transportkosten COGEMA \Rightarrow ZZL
Angaben der Werke, 2006
Spezifische Transportkosten BNFL \Rightarrow ZZL
Angaben der Werke, 2006
 - LMA-Abfall-Transporte aus der WA
Transportkosten COGEMA \Rightarrow ZZL
(mit Kompaktierung):
Angaben der Werke, 2006
Transportkosten BNFL \Rightarrow ZZL (mit Substitution):
Angaben der Werke, 2006
LMA-Transportkosten ZZL \Rightarrow EL HAA
Angaben der Werke, 2006
SMA-Transportkosten ZZL \Rightarrow EL SMA
(BA und RA sowie SMA aus der WA)
Angaben der Werke, 2006
BE-Transportkosten ZZL \Rightarrow EL-HAA/LMA
Angaben der Werke, 2006

Tabelle A2. Kosten der Transporte

Transporte

Transportrouten	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Brennelemente KKW -> ZWILAG	0.00	31.99	15.89	4.74	52.61	0.00	52.61
Brennelemente KKW -> WA	49.63	16.77	29.80	4.80	101.01	0.00	101.01
HAA-Abfälle WA -> ZWILAG	9.26	2.51	7.74	0.95	20.46	0.00	20.46
LMA-Abfälle WA -> ZWILAG	24.71	9.83	11.08	3.20	48.83	0.00	48.83
SMA-Abfälle WA -> ZWILAG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BA und RA KKW/PSI -> ZWILAG/EL-SMA	0.84	1.29	0.45	1.69	4.27	0.06	4.33
Transporte ZWILAG -> EL-HAA/LMA	50.86	20.39	38.37	48.12	157.75	0.31	158.06
Transporte ZWILAG -> EL-SMA	1.99	0.96	0.13	0.34	3.42	1.53	4.95
Total	137.30	83.74	103.46	63.84	388.35	1.90	390.25

A.4 Kosten der zentralen Abfallbehandlung sowie Zwischenlager von BE und radioaktiven Abfällen

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

Grundlagen:

- Ausgaben bis 31.12.2005: ZWILAG Buchhaltung für die Bundeszeitreihe und Buchhaltung der Werke für die Zeitreihen der Werke.
- 2.4 Mio. CHF für die Einlagerung und Auslagerung der KKM-Stilllegungsabfälle sind abgezogen und der Stilllegungskosten zugeordnet

Tabelle A3. Kosten der zentralen Abfallbehandlung und Zwischenlagerung

Zentrale Abfallbehandlung und Zwischenlagerung in einem ZZL wie ZWILAG

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Investitionen	176.60	82.59	265.52	285.96	810.67	29.74	840.41
Betrieb	276.82	151.89	355.31	399.15	1183.17	44.58	1227.75
Total Abfallbehandl. & Zwischenlag.	453.43	234.48	620.83	685.11	1993.84	74.33	2068.16

A.5 Nasslager KKG und Zwischenlager ZWIBEZ HAA-Lager

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

Tabelle A4. Kosten der Zwischenlagerung im ZWIBEZ HAA-Lager und Nasslager KKG

Zwischenlager beim KKW, ZWIBEZ-HAA und KKG Nasslager

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Investitionen	27.48	0.00	77.67	0.00	105.15	0.00	105.15
Betrieb	96.20	0.00	49.76	0.00	145.96		145.96
Total Zwischenlagerung	123.68		127.43		251.11		251.11

A.6 Kosten der Wiederaufarbeitung (WA) / Entsorgung

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

Tabelle A5. Kosten der Wiederaufarbeitung (WA) / Entsorgung

Wiederaufarbeitung / Entsorgung

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Total Wiederaufarbeitung	1'023.99	365.09	1'005.78	345.09	2'739.96	0.00	2'739.96

A.7 Kosten für die geologische Tiefenlagerung von SMA

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

- Kostenbasis:
- SMA-Projekt im Opalinuston
 - 69.9 Mio CHF Grenzkosten der Stilllegungsabfälle bereits abgezogen und den Stilllegungskosten zugeordnet

Tabelle A6. Kosten für die geologische Tiefenlagerung von SMA

Geol. Tiefenlager SMA

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Investition/Bau	338.01	170.16	436.94	433.20	1'378.31	256.18	1'634.49
Aufgelaufene Kosten	68.05	38.45	111.64	29.58	247.71	24.37	272.08
Planaufwand	269.97	131.71	325.30	403.62	1'130.60	231.81	1'362.41
Betrieb	92.49	46.27	113.71	140.98	393.45	77.24	470.69
Aufgelaufene Kosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planaufwand	92.49	46.27	113.71	140.98	393.45	77.24	470.69
Abgeltungen	69.66	32.40	91.38	106.56	300.00	0.00	300.00
Aufgelaufene Kosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planaufwand	69.66	32.40	91.38	106.56	300.00	0.00	300.00
Gesamtkosten für das SMA-Lager	500.16	248.83	642.04	680.74	2'071.76	333.42	2'405.18
%Variable Grenzkosten, Investition SA	21.20	8.92	10.54	21.27	61.93	0.00	61.93
%Variable Grenzkosten, Betrieb SA	2.68	1.16	1.36	2.75	7.96	0.00	7.96
KS06 Gesamtkosten für das SMA-Lager	476.28	238.75	630.13	656.71	2'001.87	333.42	2'335.29

A.8 Kosten für die geologische Tiefenlagerung von LMA/HAA

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

- Kostenbasis:
- Projekt HAA-Lager im Opalinuston
- Kostenaufteilung, Bemerkung
- Die festen Investitions- und Betriebskosten der BEVA-HAA werden gemäss Schlüssel für feste Investitions- u. Betriebskosten des HAA-Lagers verteilt und dem HAA-Lager zugeordnet (in Analogie mit KS01).
 - Die variablen Investitions- und Betriebskosten der HAA-Verpackung in der Höhe von 62 Mio. CHF sind den variablen Investitions- und Betriebskosten des HAA-Lagers zugeordnet (in Analogie mit KS01).

Tabelle A7. Kosten für die geologische Tiefenlagerung von LMA/HAA

geol. Tiefenlager HAA

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Investition/Bau	654.44	292.36	818.55	1050.65	2'816.00	0.96	2'816.96
Aufgelaufene Kosten	136.43	54.79	151.73	257.70	600.64	0.00	600.64
Planaufwand	518.01	237.57	666.82	792.95	2'215.36	0.96	2'216.32
Betrieb	146.22	66.64	186.12	223.32	622.30	0.95	623.26
Aufgelaufene Kosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planaufwand	146.22	66.64	186.12	223.32	622.30	0.95	623.26
Abgeltungen	116.27	54.08	152.53	177.87	500.75	0.00	500.75
Aufgelaufene Kosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planaufwand	116.27	54.08	152.53	177.87	500.75	0.00	500.75
Gesamtkosten für das HAA-Lager	916.93	413.09	1'157.20	1'451.83	3'939.05	1.92	3'940.97
Feste Kosten (Inv/Betr) BEVA-HAA	55.59	25.86	72.93	85.04	239.42	0.00	239.42
Variable Kosten (Inv/Betr) BEVA-HAA	21.32	7.78	27.28	5.47	61.86	0.10	61.95
%Variable Inv-Kosten der BEVA im HAA	0.50	0.25	0.64	1.18	2.58	0.00	2.58
%Variable Betr-Kosten der BEVA im HAA	0.12	0.06	0.16	0.29	0.62	0.00	0.62
KS06 Gesamtkosten für das HAA-Lager	993.22	446.42	1256.61	1540.88	4'237.13	2.01	4'239.14

A.9 Kosten der Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA)

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006. Die aufgelaufenen Kosten sind direkt der Buchhaltung entnommen und somit nicht teuerungsbereinigt.

- Kostenaufteilung
- Feste Investitions- und Betriebskosten (BEVA-BE) im Verhältnis der von den Werken direkt endzulagernden Schwermetallmengen (tSM_{init})
 - Feste Investitions- und Betriebskosten (BEVA-HAA) werden gemäss Schlüssel für feste Investitions- u. Betriebskosten des HAA-Lagers verteilt und dem HAA-Lager zugeordnet (in Analogie mit KS01).
 - Die variablen Investitions- und Betriebskosten der HAA-Verpackung in der Höhe von 62 Mio. CHF sind den variablen Investitions- und Betriebskosten des HAA-Lagers zugeordnet (in Analogie mit KS01). Der kleine Betrag des Bundes entspricht einer möglichen Verpackung von HAA.

Tabelle A8. Kosten für die BEVA

BE-Verpackungsanlage (BEVA)

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Feste Kosten (Inv/Betr), BEVA-BE/HAA	152.60	73.44	196.89	313.71	736.64	0.00	736.64
Betriebskosten, Verpackung von BE/HAA	138.58	50.19	140.48	209.65	538.90	0.10	538.99
Gesamtkosten BEVA	291.18	123.64	337.36	523.36	1'275.54	0.10	1'275.63
Variable Inv-Kosten der BEVA im HAA-Lager	0.50	0.25	0.64	1.18	2.58	0.00	2.58
Variable Betr-Kosten der BEVA im HAA-Lager	0.12	0.06	0.16	0.29	0.62	0.00	0.62
%Feste Kosten (Inv/Betr) BEVA-HAA	55.59	25.86	72.93	85.04	239.42	0.00	239.42
%Variable Kosten (Inv/Betr) BEVA-HAA	21.32	7.78	27.28	5.47	61.86	0.10	61.95
KS06 Gesamtkosten für die BEVA	214.89	90.30	237.95	434.32	977.46	0.00	977.46

A.10 Kosten der Nachbetriebsphase

Kostenzusammenstellung in Mio. CHF, Preisstand 2006.

Tabelle A9. Kosten der Nachbetriebsphase

Kostenelemente	Kostenanteile (Mio. CHF)						
	KKB	KKM	KKG	KKL	Total KKW	Bund	Total
Personalkosten	192.90	91.15	204.60	199.37	688.02	0.00	688.02
Betriebssachkosten (ohne Betriebsabfälle)	50.10	10.52	55.40	61.75	177.77	0.00	177.77
Unterhaltungssachkosten	67.14	53.93	105.00	104.17	330.24	0.00	330.24
Wasserentnahmegebühr	3.80	3.50	2.60	4.88	14.77	0.00	14.77
Übrige Aufwendungen	69.90	49.02	36.30	33.83	189.05	0.00	189.05
Einmalige Kosten nach Betriebsende	14.50	7.20	3.60	15.00	40.30	0.00	40.30
Betrieb KKG Nasslager	0.00	0.00	7.43	0.00	7.43		7.43
Total Nachbetriebsphase	398.34	215.32	414.93	419.00	1'447.58	0.00	1'447.58

A.11 Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, Schätzungen im Vergleich, ohne Kostenanteil des Bundes, KKW Betrieb 50 Jahre

Bild A1. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, Schätzungen im Vergleich, ohne Kostenanteil des Bundes, KKW Betrieb 50 Jahre

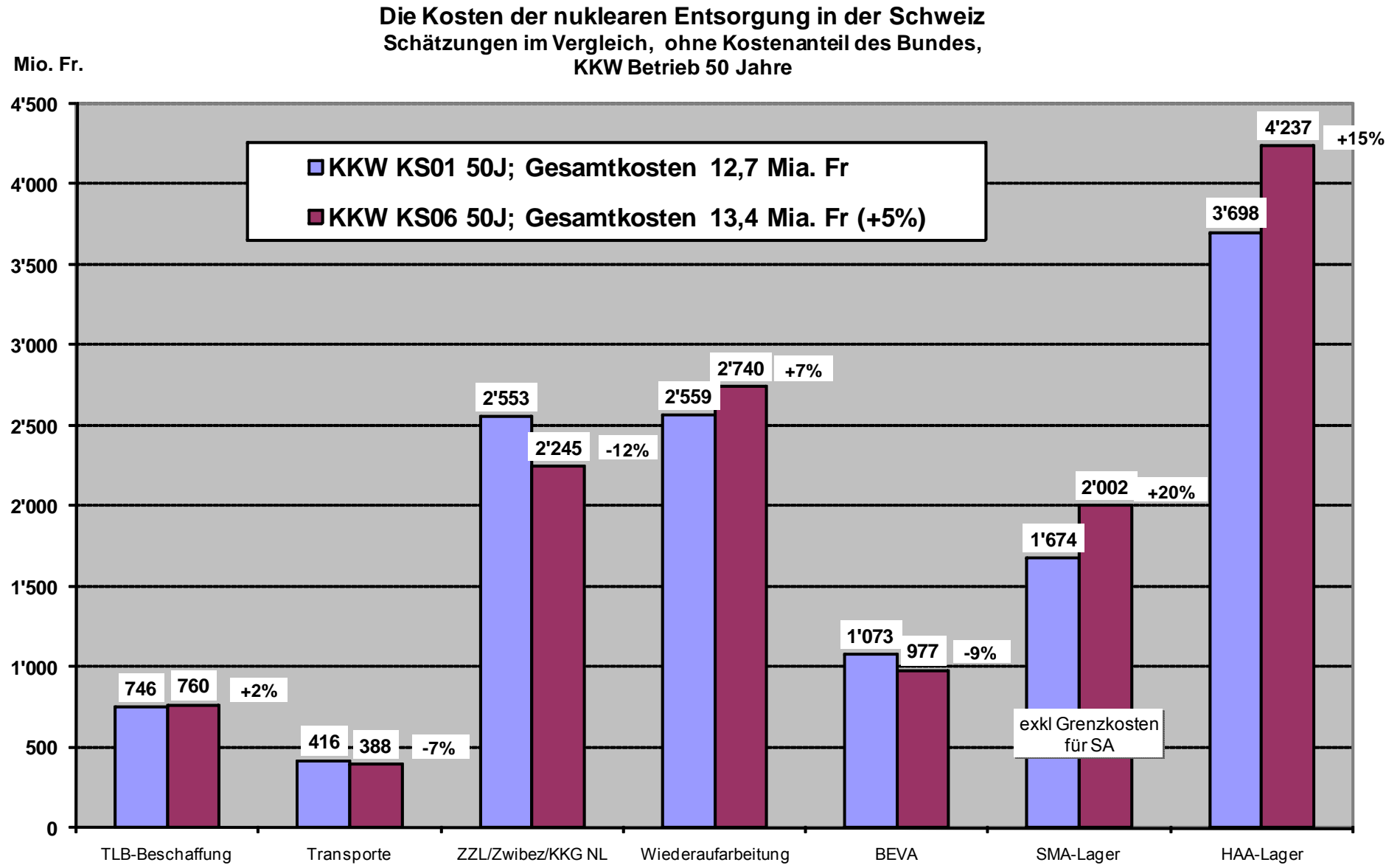
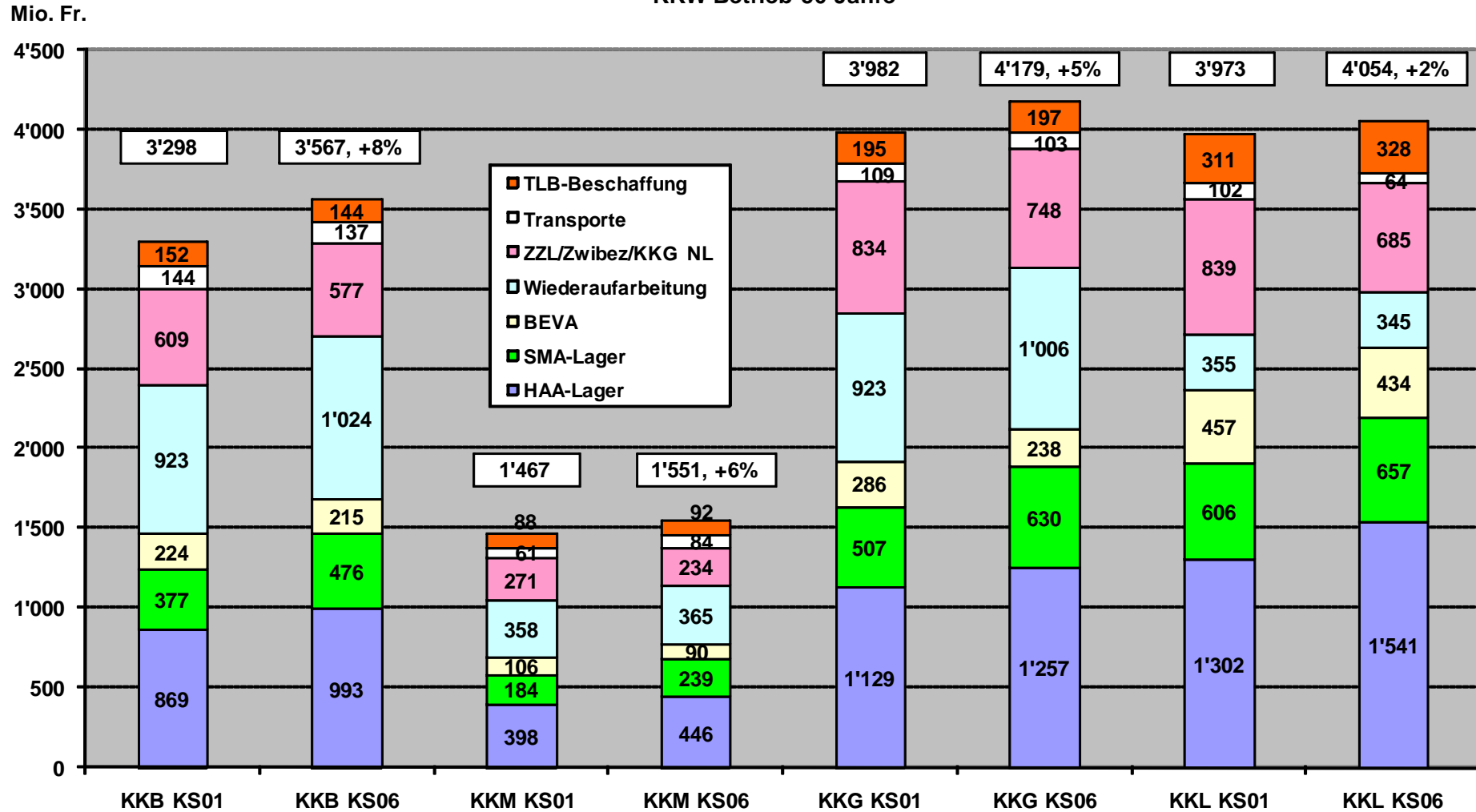


Bild A2. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, Verteilung der Gesamtkosten auf die Werke, KKW Betrieb 50 Jahre

Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz Verteilung der Gesamtkosten auf die Werke KKW Betrieb 50 Jahre



A.12 Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Aktualisierung 2006, 50J KKW Betrieb

Bild A3. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Aktualisierung 2006, 50J KKW Betrieb

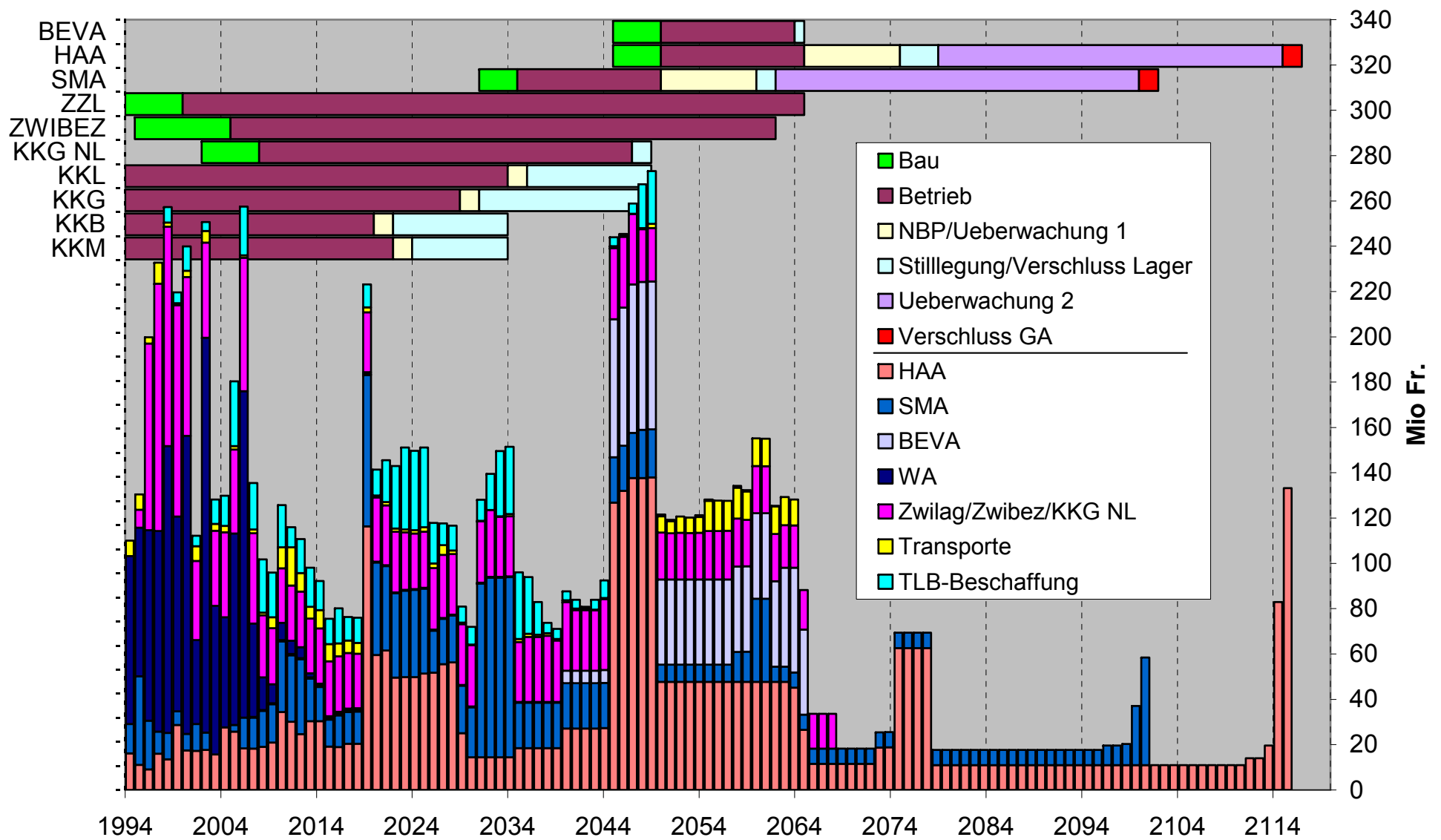


Bild A4. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Anteil KKB, 50J KKW Betrieb

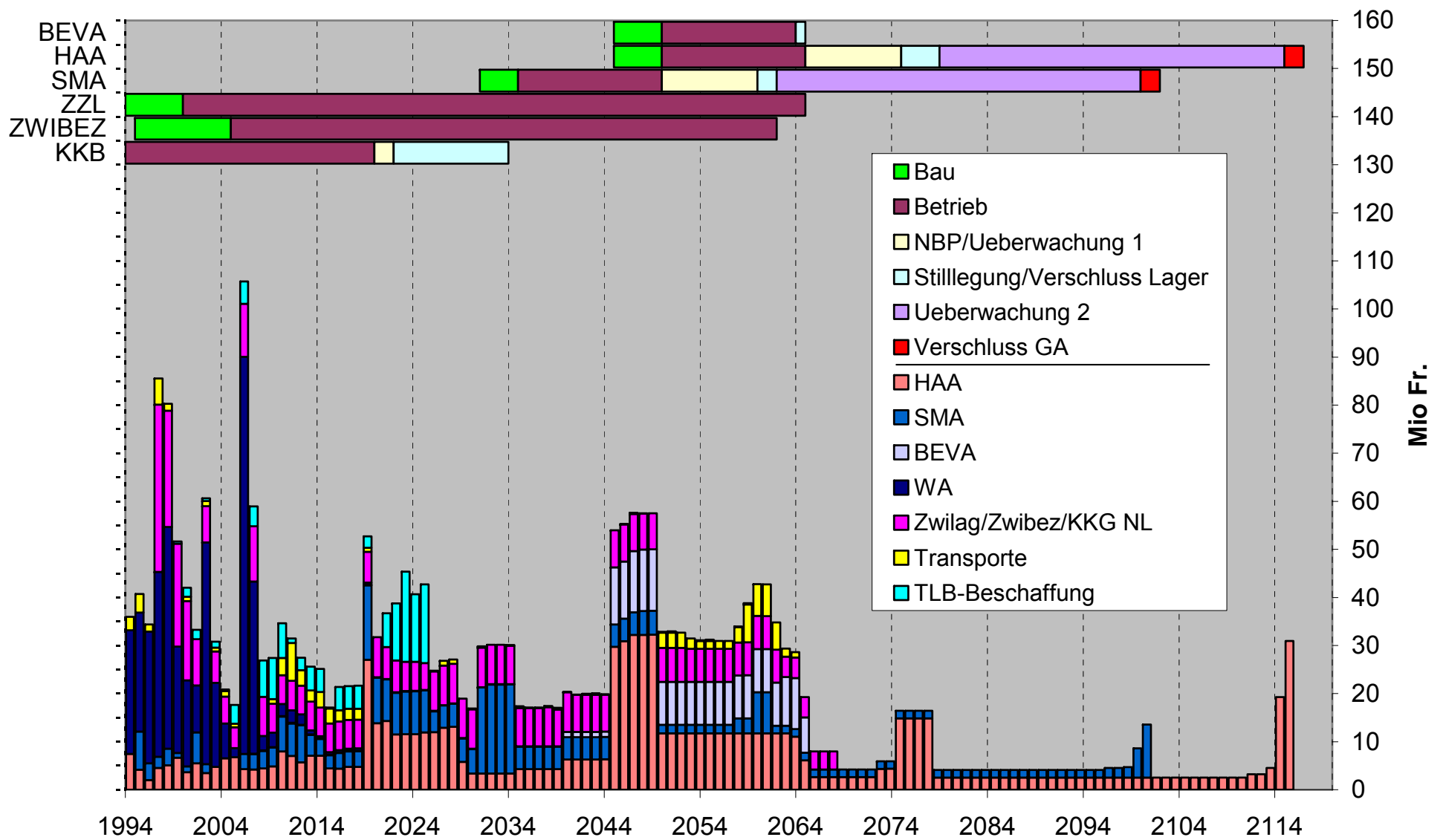


Bild A5. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Anteil KKM, 50J KKW Betrieb

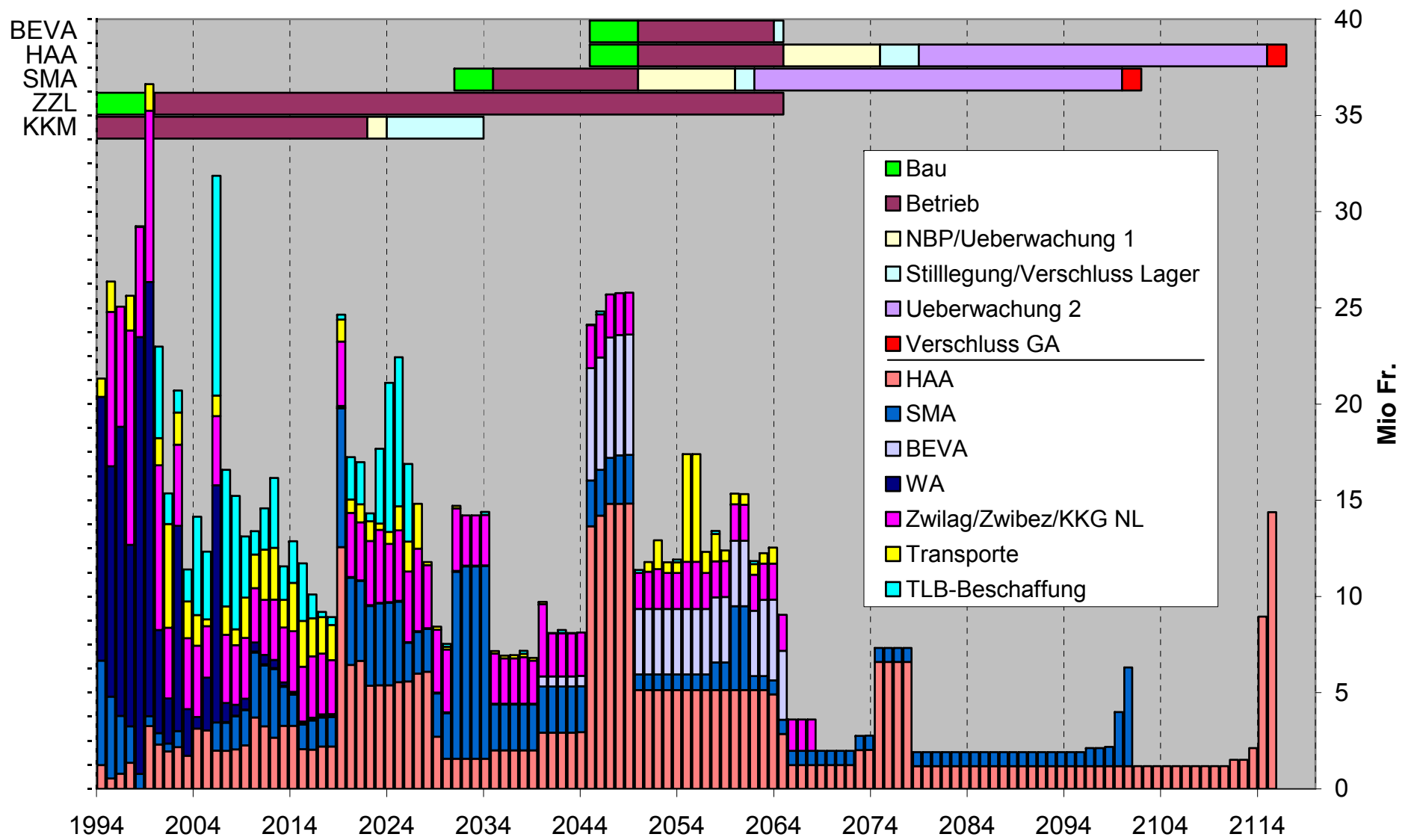


Bild A6. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Anteil KKG, 50J KKW Betrieb

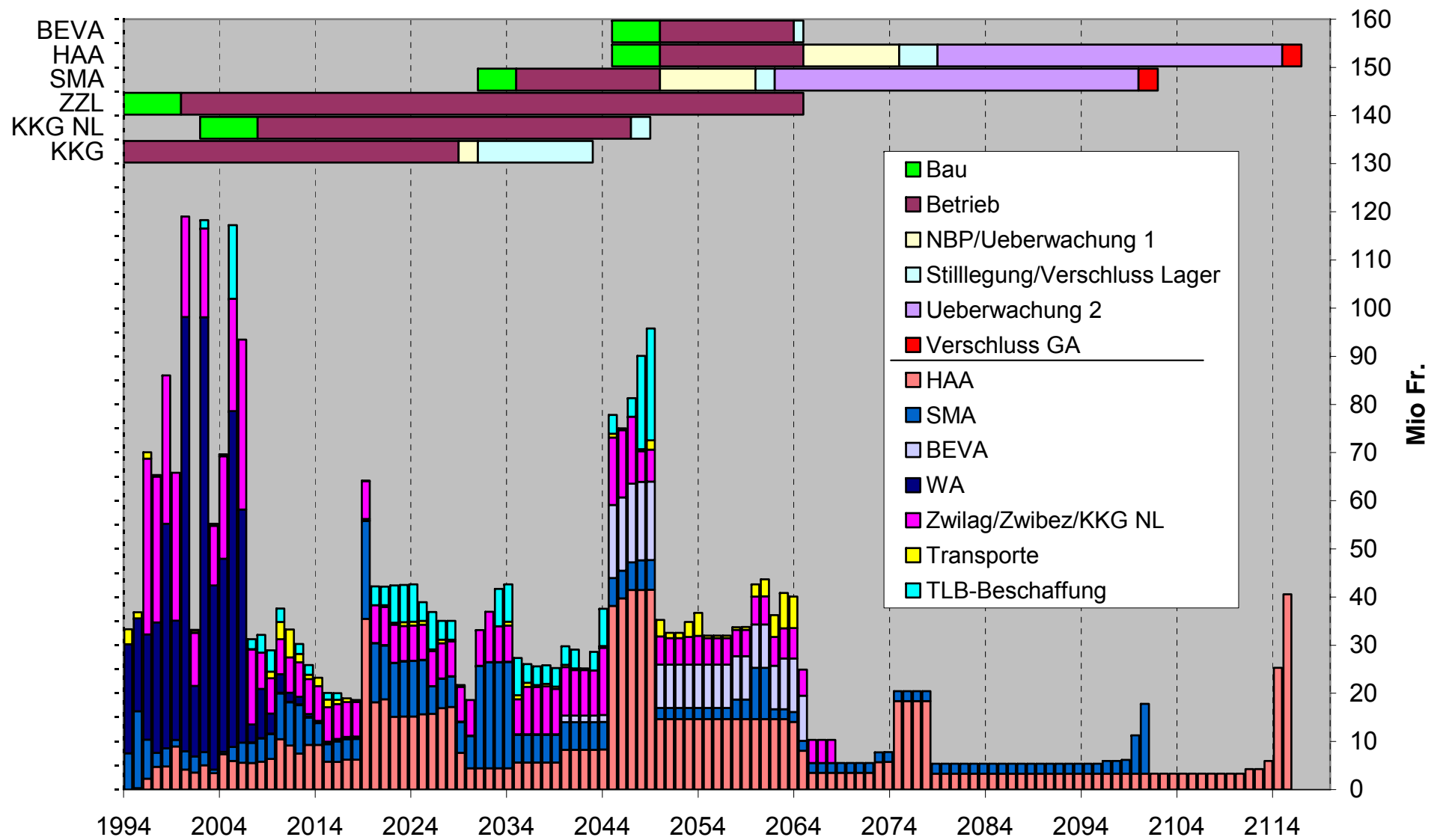
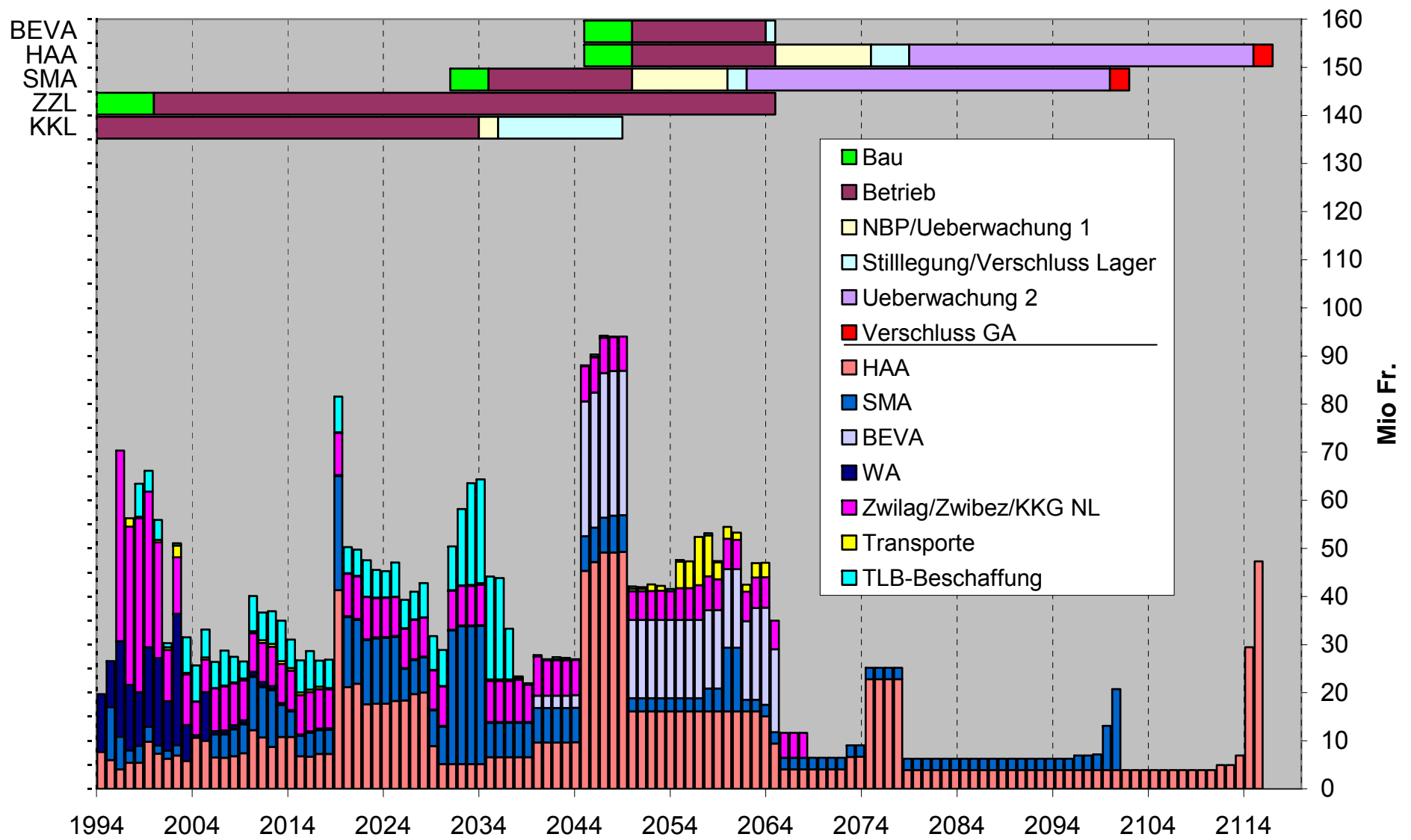


Bild A7. Die Kosten der nuklearen Entsorgung in der Schweiz, jährliche Kosten von 1994 bis 2116, Anteil KKL, 50J KKW Betrieb



A.13 Verteilung der Gesamtkosten der nuklearen Entsorgung auf die KKW und den Bund, KS06 im Vergleich zu KS01 (50 Jahre), Mio. CHF

Tabelle A10. Gesamtergebnis der KS06 (MCHF)

Kostenelemente KS06	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	144.2	92.0	196.6	327.7	760.5	1.9	762.4
Transporte	137.3	83.7	103.5	63.8	388.4	1.9	390.2
Zentrale Abfallbehandlung & Zwischenlager, ZWIBEZ & KKG NL	577.1	234.5	748.3	685.1	2'244.9	74.3	2'319.3
Wiederaufarbeitung	1'024.0	365.1	1'005.8	345.1	2'740.0		2'740.0
BEVA	214.9	90.3	238.0	434.3	977.5	0.0	977.5
SMA-Lager	476.3	238.8	630.1	656.7	2'001.9	333.4	2'335.3
HAA-Lager	993.2	446.4	1'256.6	1'540.9	4'237.1	2.0	4'239.1
Gesamte Entsorgungskosten	3'567.0	1'550.8	4'178.8	4'053.6	13'350.2	413.6	13'763.7
Anteil Kosten bis inkl. 2005	1'291.4	556.6	1'476.2	887.7	4'211.8	56.5	4'268.3
Anteil geschätzte Kosten ab 2006	2'275.6	994.1	2'702.7	3'165.9	9'138.4	357.1	9'495.5
Gesamtkosten NBP	398.3	215.3	414.9	419.0	1'447.6		1'447.6
Nachbetriebsphase (NBP)	398.3	215.3	407.5	419.0	1'440.2		1'440.2
Lagerbetriebskosten			7.4		7.4		7.4

Tabelle A11. Gesamtergebnis der KS01 (MCHF)

Kostenelemente KS01	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	151.8	88.2	194.6	311.5	746.0	1.9	747.9
Transporte	143.6	60.9	109.2	102.2	415.9	7.8	423.7
Zentrale Abfallbehandlung & Zwischenlager, ZWIBEZ & KKG NL	609.1	270.8	833.7	839.0	2'552.7	52.6	2'605.3
Wiederaufarbeitung	922.7	358.3	922.9	355.4	2'559.3	3.0	2'562.3
BEVA	224.2	106.3	285.6	457.0	1'073.2		1'073.2
SMA-Lager	377.3	183.8	507.2	606.0	1'674.3	277.6	1'951.9
HAA-Lager	869.0	398.4	1'128.8	1'301.9	3'698.1	1.6	3'699.7
Gesamte Entsorgungskosten	3'297.7	1'466.7	3'982.1	3'973.0	12'719.5	344.5	13'064.0
Anteil Kosten bis inkl. 2000	1'122.4	483.2	1'082.6	728.0	3'416.2	85.0	3'501.2
Anteil geschätzte Kosten ab 2001	2'175.3	983.5	2'899.5	3'245.0	9'303.3	256.5	9'559.8

Tabelle A12. Differenz zwischen KS06 und KS01 (MCHF)

Kostenelemente KS06-KS01 (Mio. Fr)	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	-7.6	3.8	2.1	16.2	14.4		14.4
Transporte	-6.3	22.9	-5.7	-38.3	-27.5	-5.9	-33.4
Zentrale Abfallbehandlung & Zwischenlager, ZWIBEZ & KKG NL	-32.0	-36.4	-85.5	-153.9	-307.8	21.7	-286.1
Wiederaufarbeitung	101.3	6.7	82.8	-10.3	180.6	-3.0	177.6
BEVA	-9.3	-16.0	-47.7	-22.7	-95.7	0.0	-95.7
SMA-Lager	98.9	55.0	122.9	50.8	327.6	55.8	383.4
HAA-Lager	124.2	48.0	127.8	238.9	539.0	0.5	539.5
Gesamte Entsorgungskosten	269.2	84.1	196.7	80.6	630.7	69.0	699.7

Tabelle A13. Veränderung zwischen KS06 und KS01 (%)

Kostenelemente KS06-KS01 (%)	KKB	KKM	KKG	KKL	KKW	Bund	Total
TLB-Beschaffung	-5.0%	4.3%	1.1%	5.2%	1.9%		1.9%
Transporte	-4.4%	37.6%	-5.3%	-37.5%	-6.6%	-75.7%	-7.9%
Zentrale Abfallbehandlung & Zwi- schenlager, ZWIBEZ & KKG NL	-5.3%	-13.4%	-10.3%	-18.3%	-12.1%	41.3%	-11.0%
Wiederaufarbeitung	11.0%	1.9%	9.0%	-2.9%	7.1%	-100.0%	6.9%
BEVA	-4.2%	-15.1%	-16.7%	-5.0%	-8.9%		-8.9%
SMA-Lager	26.2%	29.9%	24.2%	8.4%	19.6%	20.1%	19.6%
HAA-Lager	14.3%	12.1%	11.3%	18.4%	14.6%	29.5%	14.6%
Gesamte Entsorgungskosten	8.2%	5.7%	4.9%	2.0%	5.0%	20.0%	5.4%