

Sachdokumentation:

Signatur: DS 1221

Permalink: www.sachdokumentation.ch/bestand/ds/1221



Nutzungsbestimmungen

Dieses elektronische Dokument wird vom Schweizerischen Sozialarchiv zur Verfügung gestellt. Es kann in der angebotenen Form für den Eigengebrauch reproduziert und genutzt werden (private Verwendung, inkl. Lehre und Forschung). Für das Einhalten der urheberrechtlichen Bestimmungen ist der/die Nutzer/in verantwortlich. Jede Verwendung muss mit einem Quellennachweis versehen sein.

Zitierweise für graue Literatur

Elektronische Broschüren und Flugschriften (DS) aus den Dossiers der Sachdokumentation des Sozialarchivs werden gemäss den üblichen Zitierrichtlinien für wissenschaftliche Literatur wenn möglich einzeln zitiert. Es ist jedoch sinnvoll, die verwendeten thematischen Dossiers ebenfalls zu zitieren. Anzugeben sind demnach die Signatur des einzelnen Dokuments sowie das zugehörige Dossier.

Zürich, 4. Mai 2017

ÜBERPRÜFUNG KS16 /
ÜBERPRÜFUNG DER BEITRAGSBEMESSUNG IN DIE STILLEGUNGS- UND
ENTSORGUNGSFONDS AUF BASIS DER KOSTENSTUDIE 2016
Stellungnahme | Version 1.3 | ne, vs



Schweizerische
Energie-Stiftung
Fondation Suisse
de l'Énergie

Sihlquai 67
8005 Zürich
Tel. 044 275 21 21

info@energiestiftung.ch
PC-Konto 80-3230-3



EXECUTIVE SUMMARY

Im Dezember hat Swissnuclear zusammen mit der Verwaltungskommission der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds (Stenfo) die Kostenstudie 2016 (KS16) publiziert. Auf Basis der KS16 verfügte die Stenfo-Verwaltungskommission die provisorischen Beitragszahlungen in die Stenfo, die per sofort zur Anwendung gelangten. Im Nachgang dazu veröffentlichte die Nagra das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16), welches die wichtigste Grundlage für die KS16 im Bereich der Entsorgung bildet.

Die Schweizerische Energie-Stiftung (SES) hat eine Prüfung der KS16 sowie der für die KS16 relevanten Terminplanung im EP16 vorgenommen resp. für die technischen und kostenplanerischen Teile des KS16 durch das Öko-Institut Darmstadt vornehmen lassen. Im Weiteren hat die SES die Überlegungen des unabhängigen Ökonomen Kaspar Müller beigezogen, um die provisorischen Beiträge in die Stenfo und das heutige Beitragsregime zu beurteilen.

Die Überprüfung offenbart ein sehr hohes Risiko für den Bund und damit für die künftigen Steuerzahlenden, dereinst fehlende Fondsbeiträge der AKW-Betreiber ausgleichen zu müssen. Dies ist vor allem deshalb unbefriedigend, weil deren jährliche Beiträge auf Basis der KS16 zum Teil erheblich reduziert wurden. Die SES sieht dadurch das Verursacherprinzip in steigendem Masse verletzt und fordert das UVEK und den Bundesrat auf, die Fehlanreize mit entsprechenden Vorgaben an die Stenfo-Verwaltungskommission und in der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung zu korrigieren.

Die Forderungen betreffen insbesondere:

- Prognoseunsicherheiten, Gefahren und Chancen gemäss KS16 und der Sicherheitszuschlag von 30% gemäss SEFV sind nicht zu vermischen. Erstere berücksichtigen Ungewissheiten der Kostenprognose 2016, letzterer ist ein Sicherungsinstrument zur Vermeidung einer Finanzierungslücke in den Fonds und damit ein finanzpolitisches Instrument. Beide sind für die Beitragsberechnung zu erhalten, im Bereich der Entsorgungskosten ist der Sicherheitszuschlag auf 100% zu erhöhen.
- Die Fondsbestände sind in hohem Masse abhängig von den Realzinserträgen des angesparten Kapitals. Diese Abhängigkeit ist aufgrund der beträchtlichen Unsicherheiten, insbesondere was die Kostenentwicklung bei der Entsorgung angeht, zu reduzieren.
- Die Perspektive der Steuerzahlenden ist in der Governance zu verstärken. Die Beitragszahlungen bezwecken, die Fonds mit genügend finanziellen Mitteln für die Stilllegung und Entsorgung auszustatten. Hohe Beitragszahlungen sind notwendig, widersprechen aber den Interessen der finanziell arg gebeutelten KKW-Betreiber, also der Beitragszahlenden, diametral, weshalb eine Trennung der Interessen nötig ist.
- Die Kostenstudie muss künftig eine höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit aufweisen und die Kostenprognosen sollen in Szenarien abgebildet werden. Bisher vernachlässigte Aspekte wie das Misslingen von (Teil-) Projekten oder Zeitreserven für weitere Verzögerungen sind im Terminplan und bei der Festlegung der Beiträge zu berücksichtigen.

1	EINLEITUNG	6
1.1	Anlass	6
1.2	Bestandteile der Überprüfung	6
2	HINTERGRUND	7
2.1	Verursacherprinzip	7
2.2	Bemessungsregime	7
3	ANALYSE BESTAND	9
3.1	Bemessungsbasis Kostenstudie 2016	9
3.2	Stand in den Fonds	10
3.3	Einfluss von Teuerung, Zins und Terminplan auf die Fondsbestände	13
4	FORDERUNGSKATALOG	17
4.1	Bemessungsregime der Beiträge	17
4.1.1	Sicherheitszuschlag und Ungewissheitsfaktoren	17
4.1.2	Teuerung und Zinserträge	18
4.1.3	Provisorische Beiträge	19
4.1.4	Governance	20
4.1.5	Sicherstellung der Beiträge	20
4.2	Kostenprognose	21
4.3	Terminplan Entsorgungsprogramm	23
5	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	24
6	ANHANG	25
6.1	Anhang 1: Überlegungen zum Ergebnis der Kostenstudie 2016 von Kaspar Müller	25
6.2	Anhang 2: Prüfung der Kostenstudie 2016 von swissnuclear durch das Öko-Institut Darmstadt	26
6.3	Anhang 3: Überprüfung des Nagra-Zeitplans im Entsorgungsprogramm 2016 durch die Schweizerische Energie-Stiftung SES	27

1 EINLEITUNG

1.1 Anlass

Im Dezember hat Swissnuclear zusammen mit der Verwaltungskommission der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds (Stenfo-VK) die Kostenstudie 2016 (KS16) publiziert. Die alle fünf Jahre erscheinende Kostenstudie (KS) bildet die Grundlage für die Bemessung der Fondsbeiträge der Atomkraftwerk-Betreiber (AKW-Betreiber) für die nach der Ausserbetriebnahme anfallenden Aufwände. Ebenfalls noch im Dezember veröffentlichte die Nagra das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16), welches die wichtigste Grundlage für die KS16 im Bereich der Entsorgung bildet.

In der Vergangenheit zeigte sich, dass die in den Kostenstudien abgebildeten Kosten mehrmals zu gering geschätzt wurden und somit zu tiefe Beitragszahlungen erhoben wurden, was zu Finanzierungslücken führen kann, die der-einst von der Öffentlichkeit übernommen werden müssten. Damit drohte eine Kostenabwälzung von heutigen Atomstromkunden auf künftige Stromkonsumenten und/oder künftige Steuerzahlende. Dies bestätigte unter anderem auch ein Bericht der EFK, die dem Bund in der Sache ein hohes Haftungsrisiko beschied (als letzte Instanz in der Rückgriffkaskade für fehlende Beiträge gemäss Art. 77 KEG ff.)¹. Auch die zwei Teilrevisionen der SEFV haben diese Ausgangslage nicht grundlegend verändert.

1.2 Bestandteile der Überprüfung

Die Schweizerische Energie-Stiftung (SES) hat aus diesen Gründen eine Prüfung der KS16 vorgenommen bzw. für die technischen und kostenplanerischen Teile durch das Öko-Institut Darmstadt vornehmen lassen (vgl. Anhang 2). Da die Stenfo-VK bei der Präsentation der KS16 verschiedene grössere Kostenkorrekturen im Vergleich zur KS11 mit einer veränderten Terminplanung im EP16 der Nagra begründete, hat die SES zusammen mit unabhängigen Experten auch eine Überprüfung der Terminplanung im EP16 vorgenommen (vgl. Anhang 3). Insbesondere hat sie die Überlegungen des unabhängigen Ökonomen Kaspar Müller beigezogen, um die provisorischen Beiträge in die Stenfo und das heutige, zum Teil gesetzlich verankerte Bemessungsregime für die jährlichen Beitragszahlungen in die Fonds zu beurteilen (vgl. Anhang 1).

Sämtliche Prüfungen beschränken sich auf den Fokus der Beitragszahlungen und die Höhe der Fonds, d.h. es wurde keine inhaltliche Beurteilung der Projekte (insbesondere des Projekts der geologischen Tiefenlager der Nagra) vorgenommen.

Ergebnis dieser dreistufigen Überprüfung sind die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Anträge zu Änderungen im Bemessungsregime der Fondsbeiträge, der KS16 sowie der Terminplanung im EP16 an den Bundesrat bzw. das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

¹ Eidgenössische Finanzkontrolle 2014; Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, Prüfung der Governance. 1. September 2014

2 HINTERGRUND

2.1 Verursacherprinzip

Art. 77 des Kernenergiegesetzes (KEG) weist die Kostentragung für die Stilllegung der AKW und die Entsorgung der daraus stammenden radioaktiven Abfälle den AKW-Betreibern zu und folgt damit dem Verursacherprinzip. Damit das Beitragsregime diesem Prinzip entspricht, sind die Kostenbeiträge über den Atomstromverkauf zu erwirtschaften. Die Pflicht der Kostentragung liegt seit dem Bau der AKW bei seinen Eigentümern. Insbesondere das Problem der Entsorgung wurde und wird jedoch seit dem Bestehen der AKW stark unterschätzt. Erste Kostenprognosen in den 1970ern gingen von einem dreistelligen Millionenbetrag aus. Heute ist klar, dass auch bei der Stilllegung des letzten heute in Betrieb stehenden Schweizerischen AKW noch kein geologisches Tiefenlager in Betrieb sein wird. Dies führt zum Problem, dass Gelder für in der Zukunft anfallende Kosten bereits heute veranschlagt werden müssen, jedoch noch keine abschliessende Gewissheit über deren Höhe besteht. Unklarheiten und Unsicherheiten sind entsprechend konservativ, d.h. im Zweifelsfall beitragssteigernd auszulegen (Vorsichtsprinzip). Denn die Verantwortung für die Verzögerungen und die bestehenden Ungewissheiten liegt bei den Eigentümern selbst und/oder gründet in der aufwändigen und komplexen Handhabung der radioaktiven Abfälle. Das Risiko für diese Ungewissheiten ist ein seit der Inbetriebnahme grundsätzlich bekanntes betriebswirtschaftliches Risiko der AKW-Betreiber und entsprechend auch durch diese zu tragen. Jede Abwälzung auf die Öffentlichkeit ist inakzeptabel und zu vermeiden.

2.2 Bemessungsregime

Die Vorgaben für das Bemessungsregime der Beitragszahlungen richten sich im Detail nach den Festlegungen der Verordnung über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV). Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt das Berechnungsregime für die Beiträge in die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds. In der Kostenstudie werden sämtliche Kosten für den Nachbetrieb und die Stilllegung der AKW sowie die Endlagerung der radioaktiven Abfälle abgeschätzt. Dazu werden unter anderem Planungsdokumente der AKW-Betreiber betreffend Nachbetrieb und Stilllegung sowie das ebenfalls alle fünf Jahre erscheinende Entsorgungsprogramm der Nagra beigezogen, welches die Planungs- und Bauprojekte für eines oder mehrere geologische Tiefenlager ausweist. Die Fonds werden von der direkt dem Bundesrat unterstehenden Stenfo-VK verwaltet, die auf Basis der Kostenstudie die Beiträge provisorisch festlegt. Für die Verfügung der definitiven Beiträge wird und muss eine Überprüfung durch das ENSI, eine unabhängige Wirtschaftsprüfung und das UVEK erfolgen.

2014 intervenierte ausserdem die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) mit einer Prüfung der Kostenstudie 2011 (KS11). Eine Überprüfung der KS durch die EFK ist jedoch nicht a priori vorgesehen. Nicht zuletzt aufgrund dieses Prüfberichts der EFK wurden die gesetzlichen Vorgaben im SEFV seit der KS11 in zwei Teilrevisionen angepasst. Hauptänderungen betrafen die Einführung eines Sicherheitszuschlags von 30% während 18 Jahren, die Anpassung der

gesetzlichen Teuerungs- und Zinssatzvorgaben sowie die Vorgabe wonach mehr als die Hälfte der Mitglieder in der Stenfo-VK unabhängig sein müssen.

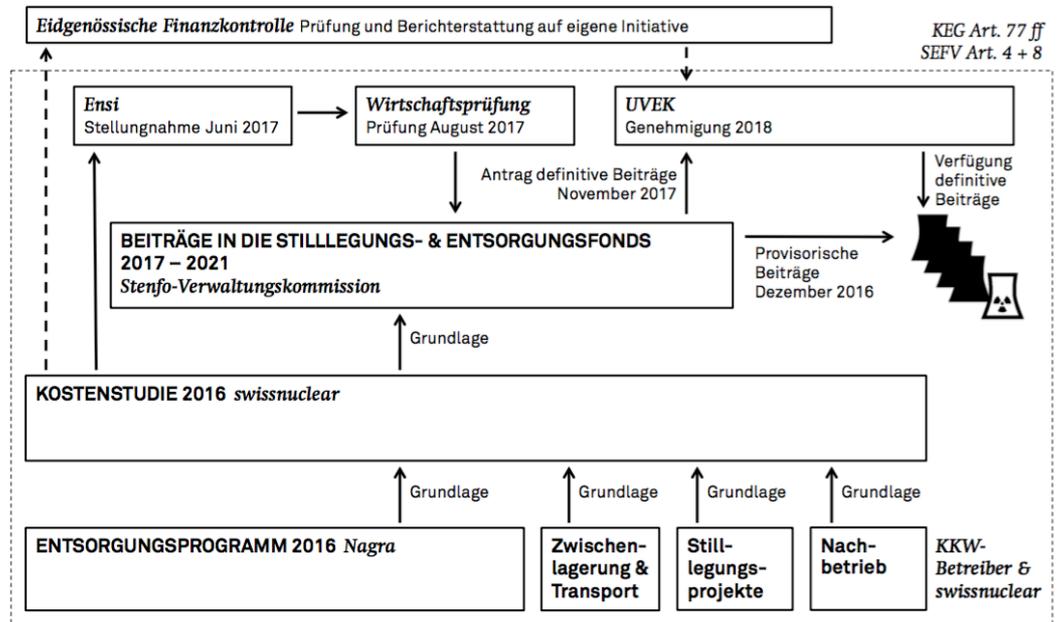


Abbildung 1: Berechnungsregime für die Beiträge in die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds; eigene Darstellung

3 ANALYSE BESTAND

3.1 Bemessungsbasis Kostenstudie 2016

Die KS16 weist eine im Vergleich zur KS11 verbesserte Transparenz aus. So werden Kosten für Risikominderungen, Prognoseunsicherheiten, Gefahren und Chancen separat zu den so genannten Ausgangskosten ausgewiesen. Die Ausgangskosten und Kosten für Risikominderungen werden zu den so genannten Basiskosten zusammengefasst, die übrigen Kostenpunkte als «Zuschläge» bezeichnet. Terminologisch ist dies ungeschickt, da sie damit leicht mit dem Sicherheitszuschlag gemäss SEFV verwechselt werden. Um einer Verwechslung vorzubeugen werden im Folgenden die «Zuschläge» der Kostenstudie (Prognoseunsicherheiten, Gefahren und Chancen) in ihrer Gesamtheit als «Ungewissheitsfaktoren» bezeichnet, da sie Faktoren betreffen, über deren Eintreten keine Gewissheit besteht. Der Anteil der Ungewissheitsfaktoren an den Gesamtkosten beträgt gemäss KS16 im Bereich der Entsorgungskosten 28.6%, im Bereich der Stilllegungskosten 24.9%. In der KS11 waren die Ungewissheitsfaktoren nicht gesondert ausgewiesen sondern in den Gesamtkosten «versteckt».

Bei der Bemessung der Beiträge in die Fonds werden diese Ungewissheitsfaktoren von der Stenfo-VK nun einfach von den Gesamtkosten abgezogen. Übrig bleiben die so genannten Basiskosten. Für die provisorische Beitragsbemessung wird zu den Basiskosten dann nur noch der Sicherheitszuschlag gemäss SEFV addiert (vgl. Abbildung 2 für die Entsorgungskosten aus der Medienorientierung der Stenfo-VK).

KS16 – KS11; Entsorgungskosten

(alle Zahlen Preisbasis 2016)

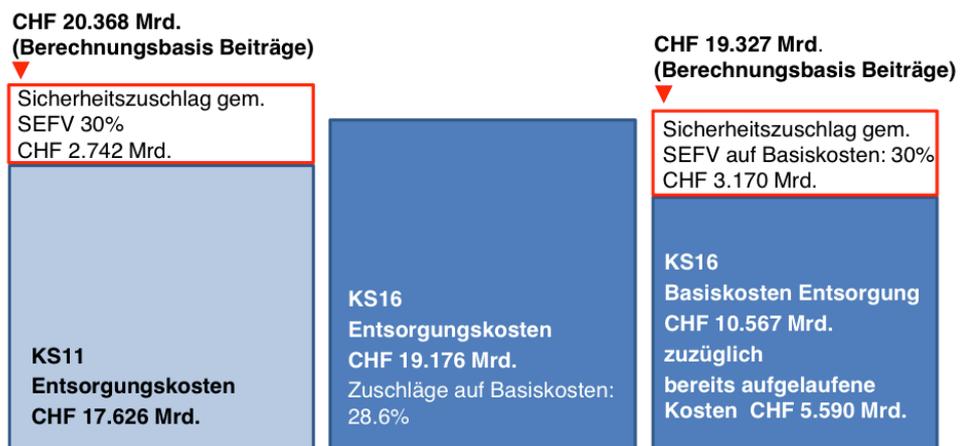


Abbildung 2: Vergleich Entsorgungskosten und Berechnungsbasis für die Beiträge KS11 (Preisbasis 2016 mit Teuerung gemäss SEFV) und KS16 (Quelle: Stenfo 2016). (Für die Berechnung der Fondsbeiträge sind die bereits aufgelaufenen Kosten entgegen der Abbildung nicht relevant (gemäss e-Mail-Auskunft Stenfo vom 12.4.2017))

Die Ungewissheitsfaktoren sind jedoch nicht mit dem Sicherheitszuschlag gemäss SEFV gleichzusetzen, weshalb dieser die Ungewissheitsfaktoren auch nicht ersetzen kann (vgl. dazu Forderung a in Kapitel 4.1.1).

3.2 Stand in den Fonds

Die nachfolgenden Abbildungen 3-5 zeigen die aktuellen Finanzierungsstände im Stilllegungs- bzw. Entsorgungsfonds einzeln sowie akkumuliert. Die Analyse zeigt, dass die Finanzierungslücke trotz den Einzahlungen seitens der Betreiber über die Jahre praktisch konstant geblieben ist (ca. 4-6 Mrd. CHF). Dies deshalb, weil die Kostensteigerungen von Kostenstudie zu Kostenstudie die Beitragszahlungen in die Fonds praktisch zunichte machte.

Nicht zuletzt deshalb wurde 2014 die Einführung eines 30%-igen Sicherheitszuschlags verfügt. Zum einen soll dieser, wie der Name besagt, als zusätzliches Sicherungsinstrument, das noch vor der eigentlichen Rückgriffkaskade (Nachschusspflicht, Solidarhaftung und allfällige Bundesbeiträge) zum Einsatz kommt, genügend finanzielle Mittel sicherstellen und erneuten Kostensteigerungen vorbeugen. Zum anderen trägt er mittels damit verbundenen höheren Beiträgen seitens der AKW-Betreiber zu einer schnelleren Äufnung der Fonds bei. Damit wird die Gefahr gesenkt, dass namhafte Beiträge erst nach der Ausserbetriebnahme der AKW in die Fonds fliessen und gesetzlich zwingende Abgaben auf den Atomstrom so im Nachhinein durch andere Geschäfte quersubventioniert werden. Der Sicherheitszuschlag ist jedoch mit Ausnahme der KKW Gösgen AG von keinem der Betreiber akzeptiert worden und wird derzeit gerichtlich angefochten². Auch im Parlament wurde die Aufhebung des Sicherheitszuschlags durch Ständerat und Axpo-Verwaltungsratsmitglied Roland Eberle bereits thematisiert³.

Demgegenüber liegen die bisher aufgelaufenen Entsorgungskosten, die direkt von den Betreibern bezahlt werden, fast auf dem Niveau des Fondsbestands.

Die Abbildungen zeigen ausserdem die grossen Unterschiede im Deckungsgrad, je nachdem, ob zum einen der Sicherheitszuschlag erhoben wird und zum anderen, ob die Ungewissheitsfaktoren bei der Beitragsbemessung berücksichtigt werden oder nicht.

² Vgl. Berichterstattung z.B. in <http://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/AKWbetreiber-wollen-nicht-mehr-bezahlen/story/11877076>

³ Geschäft 16.3779 <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/amtliches-bulletin/amtliches-bulletin-die-verhandlungen?SubjectId=39716>

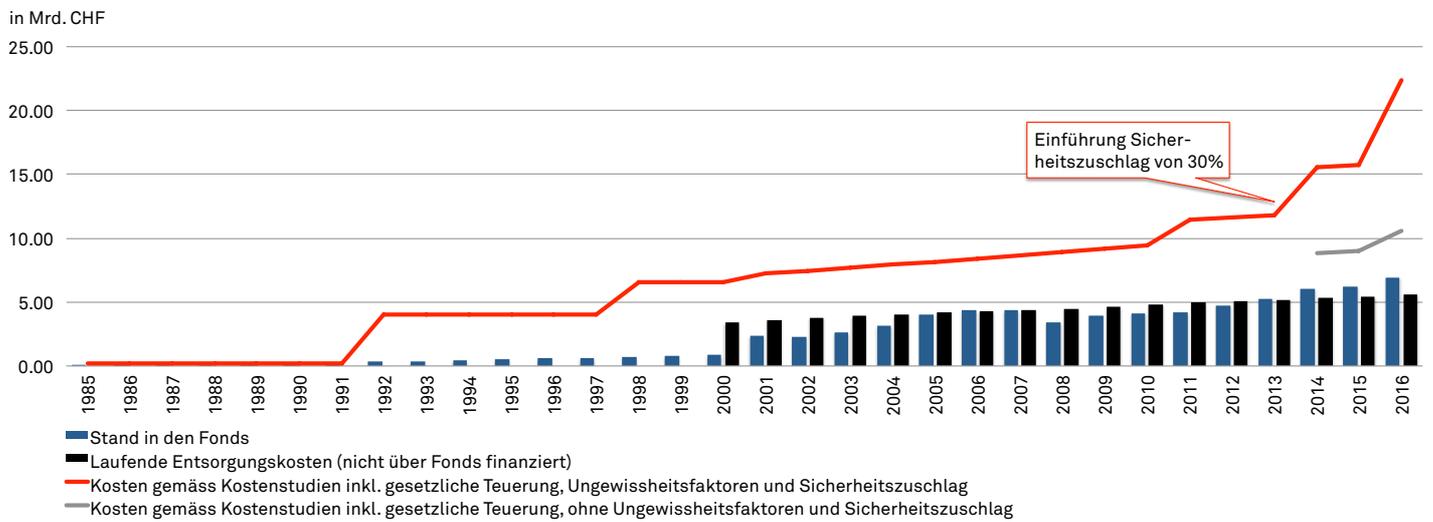


Abbildung 3: Entwicklung Stand im Stilllegungs- und Entsorgungsfonds (kumuliert) und Kostenprognose für Stilllegung und Entsorgung sowie laufende Kosten (direkt von den Betreibern bezahlt) in Milliarden CHF; eigene Berechnung, Quellen: Jahresberichte Stenfo

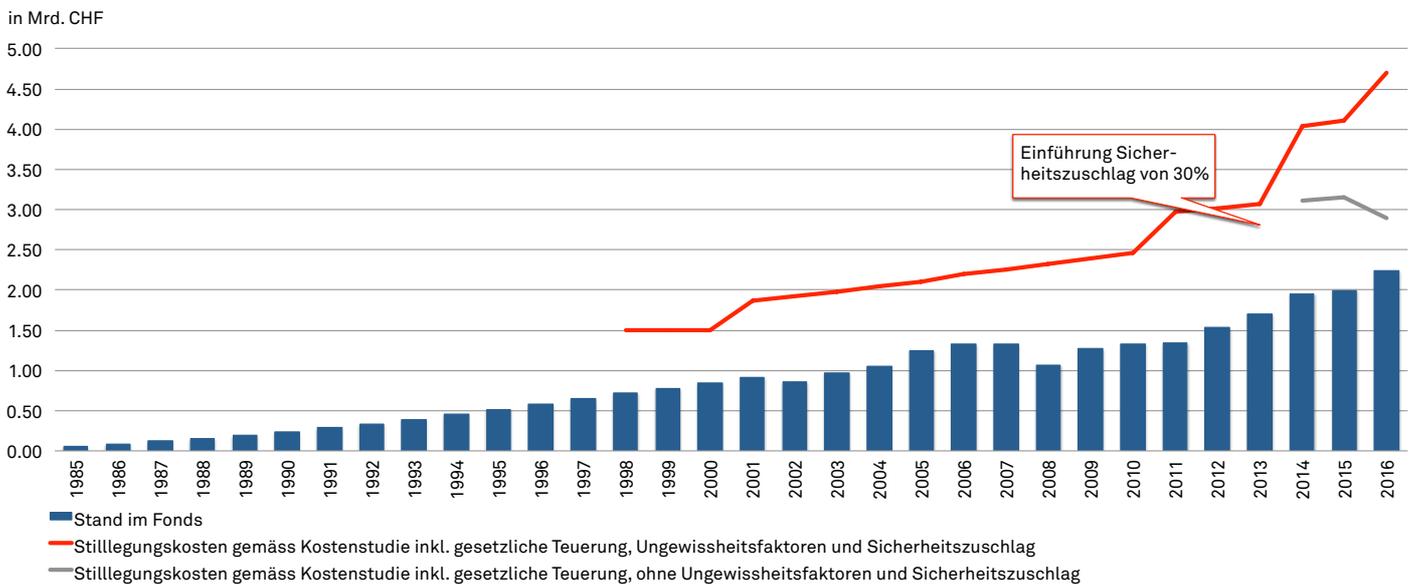


Abbildung 4: Entwicklung Stand im Stilllegungsfonds und Kostenprognose in Milliarden CHF; eigene Berechnung, Quellen: Jahresberichte Stenfo

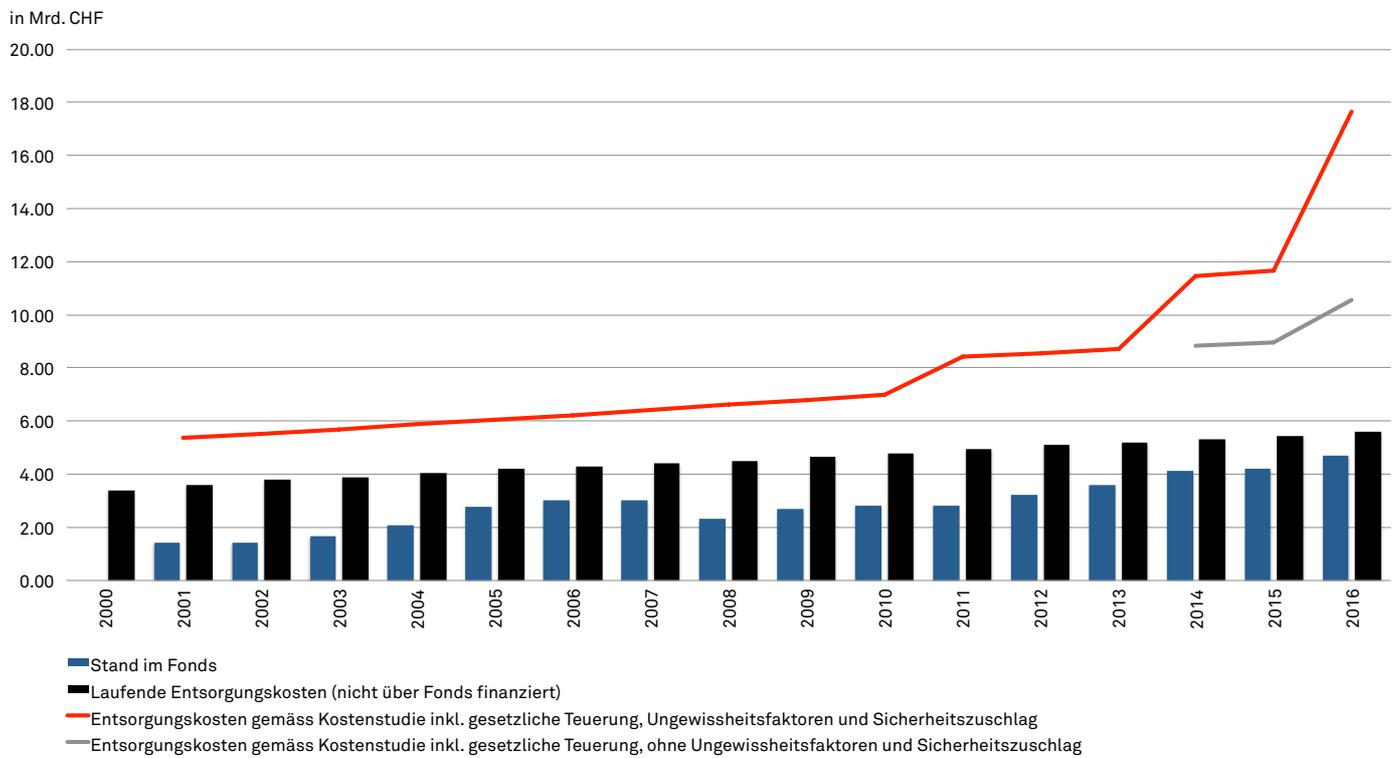


Abbildung 5: Entwicklung Stand im Entsorgungsfonds und Kostenprognose in Milliarden CHF sowie laufende Ausgaben (direkt von den Betreibern bezahlt); eigene Berechnung, Quellen: Jahresberichte Stenfo

3.3 Einfluss von Teuerung, Zins und Terminplan auf die Fondsbestände

Wie die nachfolgende Tabelle 1 zeigt, betrug die Kostensteigerung von KS zu KS seit 2001 im Fall der Stilllegung 2.95% und im Fall der Entsorgung 4.61%. Diese Kostensteigerungen liegen deutlich über der gesetzlichen Teuerung von 1.5% gemäss Anhang der SEFV, die u.a. vom Landesindex für Konsumentenpreise abgeleitet wurde. Ebenfalls wiedergegeben ist der Kapitalertrag (Zins) der Fonds seit deren Bestehen und seit den letzten 10 Jahren. Trotz grossen jährlichen Schwankungen wird hier die gesetzliche Vorgabe von 3.5% im Schnitt beinahe erreicht.

Tabelle 1: Kapitalerträge im Stilllegungs- und Entsorgungsfonds seit 2002 (Einrichtung Entsorgungsfonds) und Kostenprognosen der Stilllegungs- und Entsorgungskosten in den Kostenstudien in Milliarden CHF; eigene Berechnung, Quellen: Jahresberichte Stenfo, Kostenstudien

Kapitalerträge (Zins)	Stilllegungsfonds	Entsorgungsfonds
Schnitt seit 2002	3.43%	3.23%
Schnitt letzte 10 Jahre	3.38%	3.13%
Schnitt letzte 5 Jahre	5.51%	5.58%
Gesetzliche Vorgabe	3.50%	3.50%
Kostensteigerung	Stilllegungskosten*	Entsorgungskosten*
Kostenstudie 01	1.87	5.37
Kostenstudie 06	2.19	6.23
Kostenstudie 11	2.97	8.45
Kostenstudie 16	2.89	10.57
Kostensteigerung pro Jahr	2.95%	4.61%

*Kosten zulasten Fonds in Mrd. CHF exkl. Sicherheitszuschlag SEFV

Wie stark sich die beiden Vorgaben zum Realzins der Fonds auf die Beitragshöhen auswirken, zeigt folgendes Rechenexperiment für den Bereich der Entsorgung: Wird anstelle der gesetzlichen Vorgabe zur Teuerung die Kostensteigerungswerte der Kostenprognosen (4.61% anstatt 1.5%) und anstelle der gesetzlichen Vorgabe zum Kapitalertrag der Schnitt der Zinserträge seit 2002 (3.23% anstatt 3.50%) eingesetzt, ergibt sich ein Realzins von -1.38% anstelle der heute gesetzlich «vorgesehenen» 2.00%. Dies wäre sozusagen der «reale» Realzins seit Bestehen der Fonds. Damit stiege der Kapitalbedarf bis zum Verschluss der geologischen Tiefenlager in mehr als 100 Jahren markant an (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 7). Um diesen Kapitalbedarf zu decken, müssten die durchschnittlichen jährlichen Beiträge aller Werke für die verbleibenden 18 Jahre (Fondsöffnung gemäss Gesetz während 50 Jahren, d.h. bis max. 2034 für das AKW Leibstadt) von heute 33 Mio. CHF. auf 1'455 Mio. CHF. (!) angehoben werden. Dies entspricht einem Unterschied von rund 44'000%. Diese Zahl zeigt das immense Haftungsrisiko für den Bund als letzte Instanz in der Rückgriffskaskade für die Öffnung der Fondsbeiträge auf. Auch bei einem Realzins von 0.00%, also einem Kapitalertrag auf dem Niveau der Teuerung, würden gemäss den Berechnungen im Schnitt noch Beiträge von knapp einer halben Milliarde Franken über die nächsten 18 Jahre nötig (vgl. Abbildung 8).

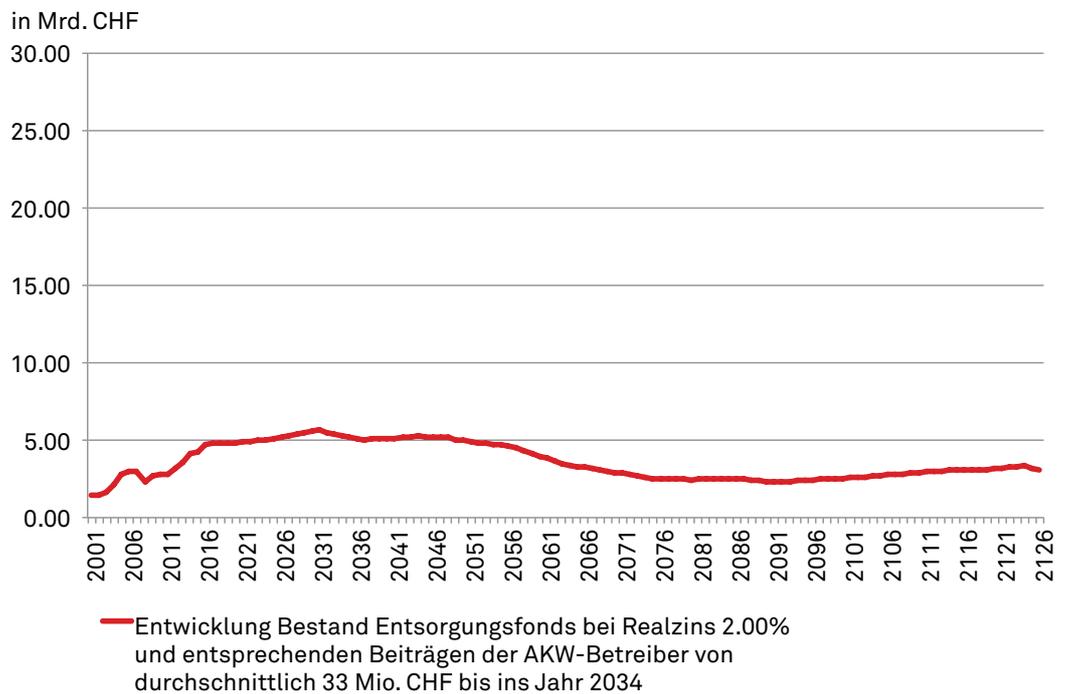


Abbildung 6: Entwicklung Bestand Entsorgungsfonds für Entsorgungskosten gemäss KS16 und einem Realzins von 2.00% mit entsprechend ausreichenden Beiträgen der Betreiber (heutiger Zustand); eigene Berechnungen

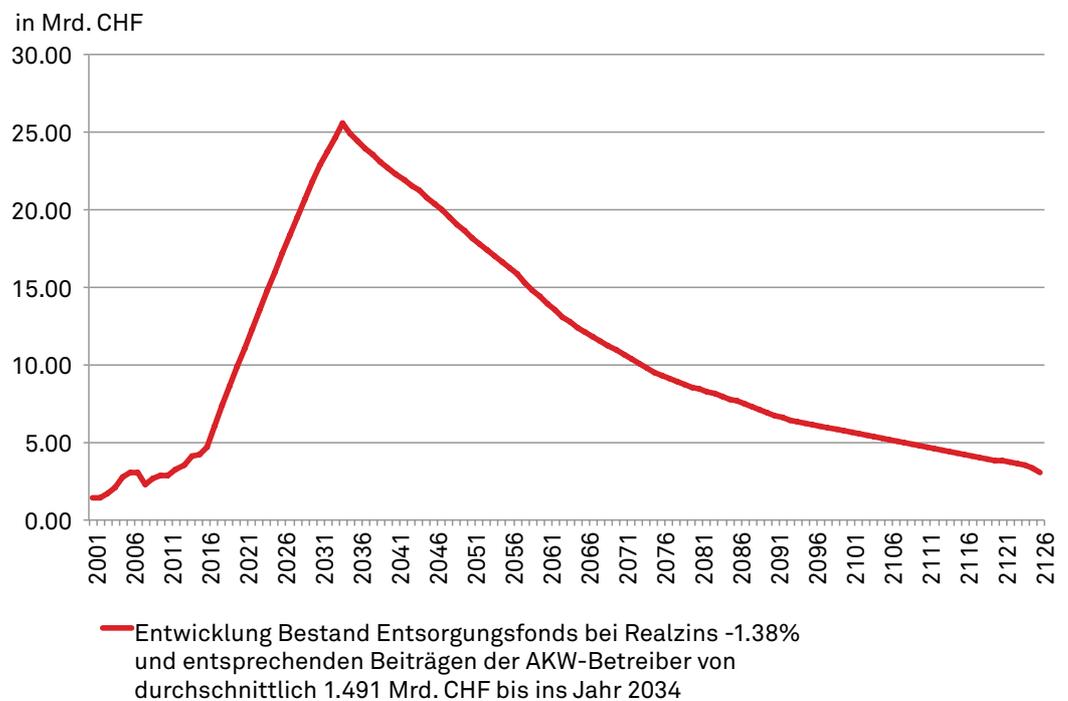


Abbildung 7: Entwicklung Bestand Entsorgungsfonds für Entsorgungskosten gemäss KS16 und einem Realzins von -1.38% und entsprechend ausreichenden Beiträgen der Betreiber in Milliarden CHF; eigene Berechnungen

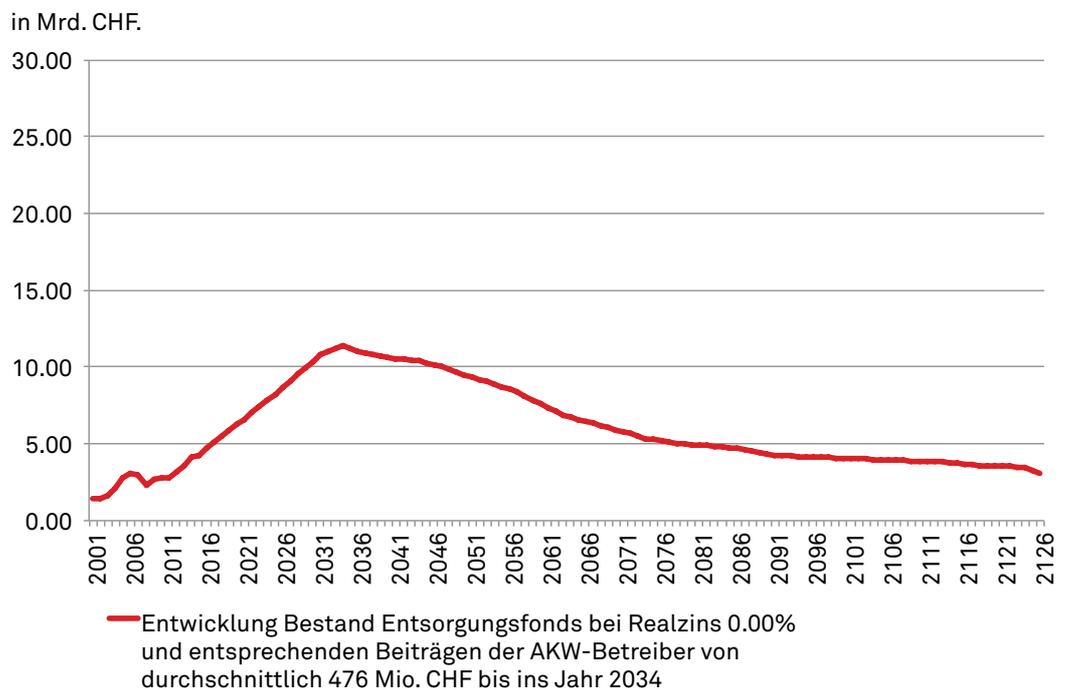


Abbildung 8: Entwicklung Bestand Entsorgungsfonds für Entsorgungskosten gemäss KS16 und einem Realzins von 0.00% und entsprechend ausreichenden Beiträgen der Betreiber in Milliarden CHF; eigene Berechnungen

Die grosse Auswirkung des Realzinses auf den Kapitalbedarf akzentuiert sich weiter, wenn der Zeitplan der Nagra für Projektierung und Bau des geologischen Tiefenlagers in Frage gestellt wird. Wird der Realzins von -1.38% auf den von der SES als realistisch beurteilten Zeitplan angewendet (vgl. Anhang 3), steigen die jährlichen Beiträge aller Werke im Schnitt gar auf 5'290 Mio. CHF. (vgl. Abbildung 9).

Das Experiment zeigt die Anfälligkeit des von swissnuclear und der Stenfo-VK vertretenen Standpunkts, Verzögerungen beim Bau des geologischen Tiefenlagers würden durch den damit länger anfallenden Zinsertrag der Fonds wettgemacht: Werden nämlich die in der SEFV vorgegebenen Werte zu Zinsertrag und Teuerung eingesetzt, hätte die Verlängerung der Bauzeit um 40 Jahre gemäss dem SES-Szenario «realistisch» zur Folge, dass die AKW-Betreiber bis dato bereits zu viel in die Fonds einbezahlt hätten. Und dies obwohl die Verlängerung des Bauprojekts geologisches Tiefenlager mit zusätzlichen Kosten von knapp 5 Mrd. CHF veranschlagt wurde (100 Mio. CHF pro Jahr für die längere Weiterführung des Zwiilag und der Nagra, dazu ca. 20 Mio. CHF pro Jahr für die verlängerte Beobachtung). Mit den gegebenen Vorgaben gemäss SEFV besteht also ein klarer Anreiz, die Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers und damit die Kostenfolgen hinauszuzögern.

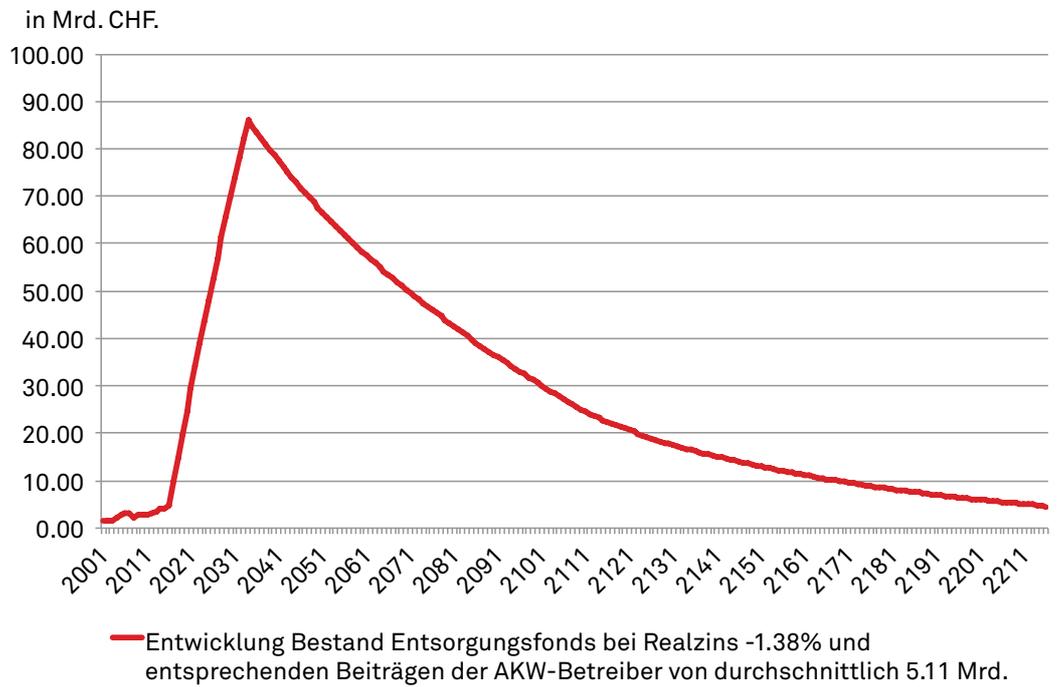


Abbildung 9: Entwicklung Bestand Entsorgungsfonds für Entsorgungskosten gemäss KS16, SES-Zeitplan Szenario «realistisch» für das geologische Tiefenlager und einem Realzins von -1.38% und entsprechend ausreichenden Beiträgen der Betreiber in Milliarden CHF; eigene Berechnungen

4 FORDERUNGSKATALOG

4.1 Bemessungsregime der Beiträge

4.1.1 Sicherheitszuschlag und Ungewissheitsfaktoren

- a. *Prognoseunsicherheiten, Gefahren und Chancen gemäss KS16 sind entgegen den provisorischen Beiträgen 2017 und 2018 für die Beitragsberechnung mit zu berücksichtigen.* Diese Aspekte bezeichnen ungewisse Faktoren und liegen in der Natur der Kostenprognose eines jeden Pionierbaus. Selbst für normale Bauprojekte beträgt die Kostengenauigkeit in diesem Stadium gemäss SIA «nur» +/- 25%. Vom Zweck her sind diese so genannten Ungewissheitsfaktoren jedoch nicht zu verwechseln mit dem Sicherheitszuschlag von 30%. Der 30%-ige Sicherheitszuschlag wurde als Sicherungsinstrument aufgrund der starken Kostensprünge der Kostenprognose als solche eingeführt und war somit eine finanzpolitische Reaktion, die helfen soll, eine Finanzierungslücke in den Fonds zu vermeiden. Er ist damit eine Massnahme, die sich aufgrund der Erfahrungen mit den jeweils schnell überholten Kostenprognosen seit 2001 als notwendig erwiesen hat und bezieht sich nicht auf eine einzelne Kostenprognose an sich, sondern auf deren Ungenauigkeit, die sich erst in der Abfolge über mehrere Kostenstudien zeigt. Dies wird bestätigt durch den Fakt, dass der Sicherheitszuschlag auf die KS11 zugeschlagen wurde, welche Prognoseunsicherheiten, Gefahren und Chancen bereits beinhaltetete, diese jedoch nicht gesondert auswies. Der Sicherheitszuschlag sichert darüber hinaus die Einlagen gemäss dem Vorsichtsprinzip ab und beugt Risiken bezüglich der angenommenen AKW-Laufzeiten, Finanzmarktrisiken, Bilanzrisiken, Bonitätsrisiken und Vertragsrisiken vor (Bildung von Haftungssubstrat). Zu bemerken ist, dass allfällige überschüssige Beiträge in die Fonds vollumfänglich an die Betreiber zurückerstattet werden und für die Unternehmen nicht «verloren», sondern nur zweckgebunden sind. Dies zeigt sich auch darin, dass die Guthaben aus dem Stilllegungsfonds für Kernanlagen und dem Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke als Aktiven in den Bilanzen enthalten sind.
- b. *In Fortsetzung zu Forderung a. ist der Sicherheitszuschlag von 30% beizubehalten. Bei den Entsorgungskosten ist eine Erhöhung des Sicherheitszuschlags auf 100% vorzunehmen bzw. ist dieser künftig von einem worst-case-Szenarios mit ausreichend Zeit- und Projektreserven abzuleiten (vgl. Forderungen k und t).* Damit würde das Misslingen von Teilprojekten oder Verzögerungen im Zeitplan der Nagra zumindest teilweise abgedeckt. Internationale Referenzen zeigen bis dato im Bereich der Entsorgung nur misslungene Projekte, die kostenaufwändige Sanierungen zur Folge hatten bzw. immer noch haben.⁴ Eine Überprüfung des Nagra-Zeitplans zeigt ausserdem, dass sich die Inbetriebnahme des geologischen Tiefenlagers unter realistischen Annahmen (aber oh-

⁴ Vgl. z.B. Asse II in Deutschland (http://www.asse.bund.de/Asse/DE/home/home_node.html) oder WIPP in den USA (<http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/recovery.html>)

ne Berücksichtigung von Misserfolgen) bereits um 38 Jahre gegenüber der zu optimistischen Nagra-Zeitplanung verzögert (vgl. Anhang 3). Alleine durch die längere Finanzierung von Nagra und Zwiilag ergäben sich Mehrkosten von mindestens 40%. Im Bereich der Stilllegungskosten ist das Auffangen von Kostensteigerungen mit einem Zuschlag von 30% im Vergleich zu internationalen Referenzprojekten eher plausibel.

- c. *Der Sicherheitszuschlag ist gesetzlich in Artikel 77 des Kernenergiegesetzes (KEG) als erstes Sicherungsinstrument zu verankern. Eine Nachschusspflicht ist so weit als möglich zu vermeiden und nur im Notfall und nicht im Regelfall anzuwenden. Die Kostensteigerungen der Kostenstudien machen aus heutiger Sicht eine Nachschusspflicht wahrscheinlich. Diese steht in der Rückgriffskaskade gemäss Art. 79 ff. KEG an erster Stelle. Auch in der Kostenstudie selbst wird darauf verwiesen, dass dank der Nachschusspflicht Kostensteigerungen wegen Unbekanntem abgefangen werden können. Dabei wird vernachlässigt, dass die Nachschusspflicht kein bevorzugtes Mittel in der Sicherstellung der Fondsbeiträge sein kann, da es das Verursacherprinzip verletzt. Bei der Nachschusspflicht ist klar, dass der Nachschuss in anderen Geschäftsfeldern erwirtschaftet werden muss. Der Atomstromkunde als eigentlicher Verursacher der Kosten trägt diese dann nicht im vollen Umfang.*

4.1.2 Teuerung und Zinserträge

- d. *Zusätzliche Kapitalerträge aufgrund Verzögerungen dürfen allein schon aus dem Vorsichtsprinzip nicht zu einer Reduktion der Jahresbeiträge führen. Der Beitrag der Kapitalerträge an den Gesamtkosten ist deshalb auf dem Stand des KS11 einzufrieren. Terminverzögerungen sind im Entsorgungsprogramm für die AKW nicht beitragsreduzierend zu behandeln, da eine Äufnung der Fonds über in der Zukunft einzuspielende Zinsen das Risiko einer Finanzierungslücke grundsätzlich erhöht. Mit dem heutigen Regime entstehen gefährliche falsche Anreize, wonach Verzögerungen in der Entsorgungsplanung zu höheren Zinsbeiträgen und damit geringeren Beiträgen im laufenden Betrieb führen. Dem Ziel, möglichst bald ein geologisches Tiefenlager eröffnen zu können, läuft dies zuwider. Darüber hinaus wird damit das Finanzierungsrisiko in eine Zeit hinausgeschoben, in der die AKW bereits stillgelegt sind und damit die Beiträge nicht mehr direkt über den Atomstromverkauf eingespielt werden können. Dies widerspricht dem Verursacherprinzip. Aus der übergeordneten Kernenergiegesetzgebung kann kein grundsätzlicher Anspruch auf den Beitrag von Zinserträgen abgeleitet werden.*
- e. *Die Vorgabe zur Teuerungsrate der Entsorgungskosten gemäss Anhang 1 der SEFV ist alle fünf Jahre mit der Festlegung der neuen Beiträge zu aktualisieren und konservativer auf die spezifische Kostensteigerung der Stilllegungs- bzw. Entsorgungskosten aus den Kostenstudien abzustimmen. Basierend auf der Verordnung wird mit einer Teuerung von 1.5% gerechnet. Dieser Wert ist willkürlich vom Lan-*

desindex für Konsumentenpreise abgeleitet und entspricht nicht der Realität für Baukosten von Stilllegungs- und Entsorgungsarbeiten. Für den Entsorgungsbereich kann bis dato noch gar keine Teuerung abgeleitet werden, da keine vergleichbaren Projekte existieren. Im Bereich der Stilllegung beginnt sich der Markt erst zu bilden. Eine spezifische Teuerung kann hier deshalb erst in einigen Jahren abgeleitet werden. Aufgrund der bevorstehenden grossen Stilllegungswelle in Deutschland und Frankreich in den kommenden Jahren und Jahrzehnten ist ein Mangel an Fachkräften gut denkbar, was sich schnell kostensteigernd auswirken kann. In Ermangelung realer Teuerungsstatistiken kann nur auf die reale Kostensteigerung von Kostenstudie zu Kostenstudie abgestellt werden. Da der gesetzliche Auftrag «Rückbau der AKW und Entsorgung der radioaktiven Abfälle» seit Erstellung der ersten Kostenstudie identisch geblieben ist, ist dies der beste verfügbare Indikator. Massgebend ist dabei die Kostensteigerung bei den durch die Fonds abzudeckenden (d.h. dereinst zu finanzierenden) Leistungen. Hier lag die Kostensteigerung seit der ersten Kostenstudie 2001 im Bereich der Stilllegungskosten bei durchschnittlich 2.95% (insgesamt 154.76%) und im Bereich der Entsorgungskosten bei durchschnittlich 4.61% (insgesamt 196.74%).

- f. *Die gesetzlichen Vorgabe zu den Kapitalerträgen (Anlagerendite) gemäss Anhang 1 der SEFV ist alle fünf Jahre mit der Festlegung der neuen Beiträge zu aktualisieren. Er ist konservativ festzulegen und soll aufgrund der grossen Unsicherheiten für die spezifische Teuerung im Bereich der Stilllegungs- und Entsorgungskosten maximal der angenommenen Teuerung entsprechen.* Derzeit wird ein durchschnittlicher Zinsertrag von 3.5% angenommen. Dass ein solcher Ertrag eher ambitioniert ist, zeigt der Schnitt seit 2001 (Einführung Entsorgungsfonds), der mit 3.23% für den Entsorgungsfonds und 3.43% im Stilllegungsfonds leicht unter der Vorgabe liegt (im Stilllegungsfonds liegt er seit dessen Eröffnung im Jahr 1985 über der Vorgabe). Es zeigt sich aber, dass die Zinserträge in den letzten Jahren aufgrund der zunehmenden Verwerfungen am Finanzmarkt volatiler und die Ausschläge nach unten grösser wurden. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieses Ertragsniveau für die nächsten 100 Jahre und mehr gehalten werden kann.

4.1.3 Provisorische Beiträge

- g. *Für die provisorischen Beiträge für die Jahre 2017 und folgend sind bis zur Genehmigung der KS16 durch das UVEK die Beiträge der Vorperiode, d.h. der Jahre 2015 und 2016 fortzuführen.* Die provisorischen Beiträge 2017 und 2018 werden auf Basis der ungeprüften und noch nicht genehmigten KS16 von Swissnuclear erhoben. Aufgrund von darin möglicherweise noch enthaltenen Fehlern und/oder einseitigen Überlegungen steigt damit das Risiko einer Finanzierungslücke. Die grundsätzlichen Bedenken der EFK aus dem Jahre 2014 sind, wie die in diesem Papier aufgeführten Mängel zeigen, nicht vollständig behoben. Es muss also mit weiteren Interventionen gerechnet werden. Gleichzeitig hat das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts zu den

provisorischen Beiträgen auf Basis der KS11 (A-1184/2015) gezeigt, dass diese provisorischen Beiträge rechtlich nicht einklagbar sind.

4.1.4 Governance

- h. *Die Stenfo-Verwaltungskommission ist ausschliesslich aus unabhängigen Mitgliedern zusammenzustellen.* Die Fondsvermögen sind zweckbestimmt und sollen dafür sorgen, dass dereinst ausreichende Gelder für Stilllegungs- und Entsorgungsprojekte zur Verfügung stehen. Ihre Verwaltung hat vorrangig diesem Ziel zu dienen. Die Beitragspflichtigen wiederum haben das betriebswirtschaftlich legitime Interesse, dass ihre Beiträge möglichst gering ausfallen. Damit besteht jedoch ein inhärenter Interessenskonflikt zwischen Verwaltern und Beitragspflichtigen des Fonds. Gemäss den Grundsätzen der Corporate Governance ist daher eine vollständige Unabhängigkeit der Verwaltungskommission von den Beitragspflichtigen unumgänglich. Dies entspricht auch der Forderung der EFK aus dem Jahr 2014.

4.1.5 Sicherstellung der Beiträge

- i. *Es sind Vorgaben zu den Eigenkapitalausstattungen von AKW-Betreibern zu machen. Bei Nicht-Erfüllung der Vorgaben sind die noch fehlenden Fonds-Beiträge im Verhältnis der Abweichung zu den Eigenkapitalvorgaben rascher einzufordern.* Art. 79 und 80 KEG regeln die sogenannte Solidarhaftung unter den verschiedenen AKW-Betreibern sowie die Nachschusspflicht. Auf der letzten Stufe der Nachschusspflicht steht der Bund. Die KKW Gösgen AG und KKW Leibstadt AG sind jedoch als Unternehmen mit einer geringen Eigenkapitaldecke konzipiert worden. Auch die Aktionäre sind nicht in der Lage diese Lücke zu schliessen. Die Bonität der Energieversorgungsunternehmen und AKW-Eigentümer Axpo und Alpiq hat in den letzten Jahren rapide abgenommen. Aus gesetzlicher und demokratischer Sicht ist eine Abwälzung der Kostentragungspflicht aufgrund ungenügender Mittel auf andere Betreiber oder gar den Bund unbedingt zu vermeiden. Die Nachschusspflicht wurde von den verschiedenen Betreibern bereits in Frage gestellt.

4.2 Kostenprognose

- j. *Die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Kostenstudie ist weiter zu erhöhen, so dass diese nachvollzogen werden können. Die hinter der Kostenstudie stehenden Datenbanken der mit der Kostenprognose beauftragten Firma Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH sind entweder zu veröffentlichen oder dann zumindest für einen nicht-öffentlichen Begutachterkreis (z.B. Experten des Ensi und der Eidgenössischen Finanzkontrolle) zugänglich zu machen, damit die Datenqualität überprüft werden kann. Für Aussenstehende ist eine Begutachtung der Resultate der Kostenstudie schwierig, da Kostenschätzungen unterhalb der dritten Gliederungsebene verborgen bleiben. Gewisse Rückschlüsse oder methodische Unterschiede zwischen den einzelnen Bereichen der Kostenschätzungen können mit den abgebildeten Informationen nicht nachvollzogen werden. Die Öffentlichkeit hat jedoch ein grosses Interesse daran, dass die Kostenschätzungen nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt werden, da davon direkt die Beiträge abhängen. Mit den dargestellten Kostenstrukturen ist eine unabhängige Überprüfung nur eingeschränkt möglich. Die Firma Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH hat zwar das Recht, sich auf das Firmengeheimnis zu berufen, da die Firma im Bereich der Back-End-Kostenprognosen jedoch europaweit eine sehr dominante Stellung innehat, besteht die Gefahr, dass Kosten chronisch falsch geschätzt werden. Um dies zu vermeiden, ist eine unabhängige Überprüfung auch der Daten unterhalb der dritten Gliederungsebene unausweichlich.*
- k. *Kostenprognosen sind künftig anhand von Szenarien mit best- und worst-case-Abschätzung (inkl. sehr seltenen, unwahrscheinlichen Ereignissen sog. «Black-Swan-Ereignissen») vorzunehmen. Bei den worst-case-Abschätzungen sind auch das vollständige Misslingen von Teilprojekten zu berücksichtigen. Die KS16 geht von einem geradlinigen Szenario für die Entwicklung und den Bau des Endlagers aus. Prognoseungenauigkeiten, Chancen und Gefahren werden zwar erfasst, jedoch zumeist pauschal als «sehr unwahrscheinlich» beurteilt. Quantitative Überlegungen, die dazu dienen würden diese Wahrscheinlichkeiten zu erhärten oder verwerfen, fehlen gänzlich. Überlegungen zu kumulativen oder progressiven Einwirkungen auf die Gesamtkosten bei Eintreten der Ereignisse werden keine angestellt.*
- l. *Die Parameterwahl in den angewendeten Methoden hat grundsätzlich konservativ zu erfolgen. Die verwendeten Werte sind auszuweisen und zu begründen. Die Kostenelemente werden beispielsweise zur Berücksichtigung von Prognoseungenauigkeiten in verschiedene Klassen von Bandbreiten eingeteilt (Kap. 3.2 der KS16). Die Klasse mit der grössten Ungenauigkeit weicht um maximal +36% von den Basiskosten ab. Das Mass dieser Abweichung wird nicht begründet und erscheint als nicht sehr konservativ. Bei den Monte-Carlo-Simulationen fehlen sämtliche Angaben zu den verwendeten Parametern inkl. den Perzentilen, von denen eine Beurteilung der Schlussresultate wesentlich abhängt.*

- m. *Es sind auch Kosten für die Langzeitbeobachtung nach Verschluss der/des SMA- und HAA-Lagers zu berechnen. Die Langzeitbeobachtung bildet einen integralen Bestandteil im Nagra-Entsorgungskonzept. Bis anhin sind dafür jedoch keine Kostenfolgen berechnet und auch keine Beiträge einbezahlt worden.*
- n. *Die Entwicklungen auf dem Fachkräftemarkt sind in die Kostenprognosen miteinzubeziehen. Ab den 2020er-Jahren wird die Nachfrage nach Fachkräften vor allem im Bereich der Stilllegung europaweit stark ansteigen, da dann viele AKW der Generation II stillgelegt werden. In der Schweiz selbst existiert nur ein sehr kleines Reservoir an dazu ausgebildeten Fachkräften. Es ist davon auszugehen, dass es zu einem Fachkräftemangel kommen wird, was die Projekte verzögert und zusätzliche Kosten generieren wird.*
- o. *Der Aspekt der gesellschaftlichen Akzeptanz des Tiefenlagers sowie die Folgen rechtlicher und politischer Auseinandersetzungen sind in der Kostenprognose zu berücksichtigen. Die Kostenstudie geht von einem gesellschaftlichen Willen für die Entsorgung aus. Belege für einen solchen fehlen jedoch bzw. ist dieser zumindest fragwürdig. Die Ablehnung eines fakultativen Referendums wird nicht berücksichtigt. Dasselbe gilt für politische oder längere rechtliche Verzögerungen. Was das für das Projekt und die Kostenfolgen bedeutet, ist unklar.*
- p. *Die Rückholung von Abfällen ist in der Kostenprognose zwingend und mit realistischen Kostenfolgen zu berücksichtigen. Die Rückholung wird in der Kostenprognose nicht berücksichtigt und deren mögliche Kostenfolge auf max. 10% der Gesamtkosten geschätzt. Angesichts der vielen internationalen Misserfolge und daraus entstehenden Kostenfolgen scheint dieses Risiko reichlich unterschätzt. Im Falle einer Rückholung muss ein Systemversagen unterstellt werden, was mit erneuter Zwischenlagerung und dem Bedarf eines neuen Endlagers einhergehen würde.*
- q. *Die geologischen Risiken und davon herrührenden Kostenfolgen sind zu berücksichtigen. Auf eine explizite Vorsorge wird in der Kostenstudie wie es scheint verzichtet, obwohl gerade bei bergbaulichen Tätigkeiten unbekannte Ereignisse oder Befunde (z.B. in Bezug auf die Geologie oder Hydrogeologie) häufig zu kostenwirksamen Planungs- und Maßnahmenänderungen führen.*
- r. *Die Kostenprognosen haben nur das Stilllegungsziel «grüne» Wiese, d.h. ein vollständiger Rückbau der AKW, zu berücksichtigen. Eine nicht-nukleare Weiternutzung nicht-kontaminierter Areal- und Gebäudeteile nach dem Rückbau der AKW ist nicht absehbar und es fehlen weltweit Referenzen, die ein solches Szenario wahrscheinlich machen würden. Diese Forderung entspricht den gesetzlichen Vorgaben und wird im heutigen Beitragsregime eingehalten. Die Erläuterungen an der Pressekonferenz zur Präsentation des KS16 und darauf fussenden Beiträgen stellten diese jedoch in Frage.*

- s. *Bei der Entsorgung sind Fondsbeiträge für zwei separate Entsorgungslager, d.h. je eines für schwach und mittelaktiv strahlende sowie hochaktiv strahlende Abfälle zu bezahlen. Es ist vom heutigen Standpunkt aus völlig unklar, ob ein Kombilager realisierbar ist und ob ein solches günstiger wäre als zwei separate Lager. Diese Forderung entspricht den gesetzlichen Vorgaben und wird im heutigen Beitragsregime eingehalten. Die Erläuterungen an der Pressekonferenz zur Präsentation des KS16 und darauf fussenden Beiträgen stellten diese jedoch in Frage.*

4.3 Terminplan Entsorgungsprogramm

- t. *Der Terminplan des Entsorgungsprogramms ist für die Kostenprognosen mit zusätzlichen Zeitreserven in der Höhe von mindestens 38 Jahren zu versehen. Der Nagra-Terminplan aus dem Entsorgungsprogramm 2016 ist durch den wahrscheinlichen Verbleib des Standorts Nördlich Lägern in der Etappe 3 des Sachplanverfahrens bereits überholt. Darüber hinaus ist der veranschlagte Zeitbedarf in praktisch allen weiteren Projekt- und Bauphasen ausgesprochen optimistisch (vgl. Anhang 3). Dieses Phänomen ist nicht neu und zeigt das Unvermögen der Nagra, realistische Zeitschätzungen vorzunehmen. Als direkt durch die Betreiber bezahlter Projektant hat die Nagra ein intrinsisches Interesse daran, den massgeblichen Zeitbedarf geringzuschätzen. Für eine ernst zu nehmende Kostenprognose sind insbesondere Verzögerungen durch Rechtsverfahren und aufwändigere Abklärungen oder politischer Natur zu berücksichtigen.*

5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AKW	Atomkraftwerke
EFK	Eidgenössische Finanzkontrolle
KKW	Kernkraftwerk
KS16	Kostenstudie 2016
Nagra	Nationale Genossenschaft zur Lagerung radioaktiver Abfälle
Stenfo-VK	Verwaltungskommission der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds
SEFV	Verordnung über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung)
UVEK	Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

6 ANHANG

6.1 Anhang 1: Überlegungen zum Ergebnis der Kostenstudie 2016 von Kaspar Müller

Überlegungen zum Ergebnis der Kostenstudie 2016 (KS16)

Kaspar Müller

3. Januar 2017

(überarbeitet im Mai 2017)

Dieses Exposé wurde von keiner Person oder Organisation in Auftrag gegeben.

Es handelt sich bei den folgenden Überlegungen um meine persönliche Beurteilung, welche ich aufgrund der Ergebnisse der Kostenstudie 2016 (KS16), dem Vergleich mit der Kostenstudie 2011 (KS11) und der Pressekonferenz des STENFO vom 15. Dezember 2016 zusammengefasst habe.

Die Bemerkungen beziehen sich nicht auf die technischen Berechnungen von Spezialistinnen und Spezialisten aufgrund technischer Verfahren und Erfahrungen. Die Bemerkungen beziehen sich in erster Linie auf die aus den Kostenberechnungen abgeleiteten Konklusionen, und hier insbesondere auf die berechneten Beitragszahlungen.

Auch bei der KS16 gilt: Für Aussenstehende ist eine Beurteilung aufgrund der mangelnden Transparenz schwierig. Es ist deshalb nicht auszuschliessen, dass die folgenden Ausführungen aufgrund neuer Informationen und Erkenntnisse in Teilen revidiert werden müssen.

Die folgenden Bemerkungen sind deshalb immer in diesem Sinne zu verstehen. Diesbezügliche Anregungen bitte an:

mail@kaspar-mueller.ch
(www.kaspar-mueller.ch)

A) Fazit.

- 1) Die Untersuchung Kostenstudie 2016 (KS16) ist **nicht ergebnisoffen**.
- 2) **Die unterschiedlichen Interessenlagen** der Öffentlichkeit, des Bundes, der Steuerzahlenden und der KKW-Betreiber werden weitgehend ignoriert.
- 3) **Offensichtliche Mängel in der Corporate Governance** kommen bei der KS16 deutlich zum Vorschein. Die Betreiber der KKW haben die im Rahmen des Berichts der Eidgenössischen Finanzkontrolle (EFK) vom 1. Sept. 2014 thematisierten Sorgen und die vorgeschlagenen Verbesserungsansätze ins Leere laufen lassen.
- 4) Die **Untersuchung ist asymmetrisch** und geht, einmal mehr, von idealen Szenarien aus.
- 5) Die KS16 **gewichtet resp. behandelt das Vorsichtsprinzip nur ungenügend**.
- 6) Die **äusserst kritische finanzielle Lage der Betreiber, welche die Beiträge zu entrichten haben, wird nicht thematisiert**. Die Betreiber von Kernkraftwerken müssten **stringente Eigenkapitalanforderungen** erfüllen.
- 7) Nicht angemessen berücksichtigt werden zudem **Laufzeitrisiken, Verfügbarkeitsrisiken, Finanzmarktrisiken sowie Vertragsrisiken**.
- 8) Das Vorsichtsprinzip, Laufzeitrisiken, Finanzmarktrisiken, Bilanzrisiken, Bonitätsrisiken und Vertragsrisiken bedingen eine **Sicherheitsmarge¹**, welche deutlich höher als 30% sein muss. Die Untersuchung hingegen argumentiert, dass die Sicherheitsmarge nicht mehr notwendig sei.
- 9) **Inhaltlich bestehen Diskrepanzen** zu früheren Dokumenten resp. offene Fragen («Overnight»-Kosten, Anteil Bund, weitere).
- 10) Die vom STENFO am 15. Dezember 2016 vorgestellte KS16 und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen sind nicht akzeptierbar und müssen zwingend überarbeitet werden. Das bezieht sich v.a. auf die **Höhe der Beitragszahlungen**.²

¹ SEFV: Anhang 1 zu Art. 8a Abs. 2

² Die KKW-Betreiber verwandeln steigende Kosten mit einem «Buebetrickli» in sinkende Prämien. Würden die KKW-Betreiber die Krankenkassen verwalten, könnten sie mit ihrer Berechnungslogik den Prämienanstieg trotz steigender Gesundheitskosten problemlos stoppen.

B) Ergebnisoffenheit.

11) Die Untersuchung KS16 war nicht ergebnisoffen. Vergleiche Ziffern (27) und (28): Unterschiedliche Interessen.

12) Die Verwaltungskommission des STENFO (VK-STENFO) wird vom Bundesrat gewählt, nicht von Swisselectric. Sie erfüllt somit eine umfassende, gesamtwirtschaftliche Aufgabe. Das beinhaltet das Berücksichtigen der Anliegen verschiedener Anspruchsgruppen (Zivilgesellschaft resp. Öffentlichkeit, Bund und Steuerzahlende) und nicht nur die Anliegen der KKW-Betreiber.

13) Der STENFO hat nur die Betreiberperspektive berücksichtigt. Der STENFO berücksichtigt gemäss seiner Homepage folgende Anspruchsgruppen: BKW, AXPO, Alpiq, BFE, ENSI, Nagra und Swissnuclear.³

14) Die Kostenstudie wurde von Swissnuclear erstellt. Swissnuclear ist die Fachgruppe Kernenergie von Swisselectric. Swisselectric hat drei Mitglieder, Axpo, Alpiq und CKW. Präsident von Swisselectric ist der CEO von Axpo, Herr Walo. Andere Anspruchsgruppen sind nicht vertreten.

15) Umso umsichtiger und unabhängiger hätte die VK-STENFO agieren müssen, sie tat das Gegenteil. An der Pressekonferenz hat sich die VK-STENFO als unkritischer verlängerter Arm der KKW-Betreiber offenbart.

16) Aufgabe des STENFO ist es, mittels seines Kostenausschusses zuhanden des UVEK die voraussichtliche Höhe der Stilllegungs- und Entsorgungskosten (Kostenstudie) vorzuschlagen und, darauf basierend, die Höhe der Jahresbeiträge der Eigentümer nach den Artikeln 8 und 8a SEFV zu berechnen.

17) Die Kosten steigen weiter (vergleiche G «Overnight»-Kosten, Ziffern 43 bis 50), gemäss Vorschlag **sinken aber die Beitragszahlungen** für die Periode 2017 bis 2021 **auf einen Drittel der bisherigen Beiträge**.

18) Die der KS16 zugrundeliegenden Annahmen ordnen sich dem Ziel «tiefe Beitragszahlungen» unter (**Beitragszahlungsregime**). Sinkende jährliche Beitragszahlungen sind ein Mittel zur finanziellen Sanierung der KKW-Betreiber, zu Lasten der Öffentlichkeit, des Bundes und der Steuerzahlenden (versteckte Subventionierung).

19) Andere wichtige Anliegen wie das **Vorsichtsprinzip** oder der Schutz der

³ www.stenfo.ch

Steuerzahlenden waren für die VK-STENFO nicht relevant oder aller höchstens untergeordnete Anliegen.

20) Die VK-STENFO hätte die vorgeschlagenen Beitragszahlungen nicht so unkritisch kommentieren sollen resp. dürfen.

C) Die Governance-Perspektive.

21) Im Bericht der Eidgenössischen Finanzkontrolle (EFK) vom 1. September 2014 zur Prüfung der Governance des Stilllegungs- und Entsorgungsfonds wurde bereits ein tiefes Unbehagen thematisiert. Insbesondere wurde

«die Governance-Struktur nur als bedingt geeignet betrachtet um die verursachergerechte Finanzierung der Entsorgung der Nuklearabfälle sicherzustellen.» Zudem wurde festgehalten, *«dass die Kostenstudien immer von einem idealen Szenario ausgehen und dass die Gefahr besteht, dass die nächste Generation dereinst für Kosten aus der heutigen Geschäftstätigkeit aufkommen müsse.»*

Ebenfalls und zentral wurde **«das hohe Haftungsrisiko des Bundes»** dargestellt. Die EFK empfahl, dass der SEF (heute VK-STENFO) nur von unabhängigen Vertretern, also keine Mitglieder der KKW-Betreiber, geführt werden solle.⁴

22) Vergleicht man die Diskussion der EFK aus dem Jahre 2014 mit dem Ergebnis der KS16, wird deutlich, dass alle Bemühungen ins Leere gelaufen sind. **Der STENFO hat höhere Kosten und sinkende Beitragszahlungen vorgestellt.** Die mangelhafte Governance-Struktur ist eine der Ursachen für dieses einseitige Ergebnis.

23) Dazu ist festzuhalten: Es zeigt sich, dass es aus einer Governance-Perspektive nicht angeht, dass die gleiche Kommission sowohl für die **Fonds** wie auch die **Kostenstudie** und den **Vorschlag der Beitragszahlungen** verantwortlich ist.

24) Desweiteren ist festzuhalten, dass sich die unabhängigen Mitglieder des STENFO (5 unabhängige, 4 abhängige Mitglieder) entweder nicht durchsetzen können (durch die starke Einbindung der Werksvertreter in der Kommission und anderen Gremien ist der Einfluss der Betreiber erheblich), oder dass die unabhängigen Mitglieder nur auf dem Papier unabhängig, faktisch aber ein

⁴ Bericht der EFK vom 1. Sept. 2014: Das Wesentliche in Kürze.

verlängerter Arm der KKW-Betreiber, sind.

25) Der Einfluss der Betreiber zeigt sich immer wieder, so z.B. auch bei der Frage des gemäss erfolgter Revision der SEFV eingeführten Sicherheitszuschlages von 30%. Dieser ist mehr als gerechtfertigt, er ist zwingend, wird aber von den Betreibern gerichtlich angefochten. Vergleiche Ziffer (39).

26) Es zeigt sich, dass bezüglich der Bemühungen für eine Verbesserung der im Zusammenhang mit der Kernenergie anfallenden finanziellen Risiken immer wieder scheinbare Fortschritte erzielbar sind, diese aber anschliessend von den Betreibern wieder mit allen Mitteln neutralisiert werden. Dies entspricht einem «Buebetrickli»-Managementansatz der KKW-Betreiber. Es ist wichtig, dass in Zukunft verlässliche Vereinbarungen getroffen werden können. Die finanziellen Gefahren rund um die Kernenergie sind zu gross, als dass man so weiterarbeiten könnte.

D) Unterschiedliche Interessen.

27) Bei der Berechnung der Stilllegungs- und Entsorgungskosten haben die Betreiber ein Interesse an möglichst tiefen Stilllegungs- und Entsorgungskosten und entsprechend tiefen Beitragszahlungen, welche zudem über einen möglichst langen Zeitraum verteilt anfallen. Die Öffentlichkeit, der Bund und die Steuerzahlenden haben hingegen ein Interesse, dass die Stilllegungs- und Entsorgungskosten, dem Vorsichtsprinzip folgend, möglichst hoch angesetzt werden und möglichst schnell von den Verursachern in die Fonds einbezahlt werden.

28) Es ist offensichtlich, dass das Ziel war, die Beitragszahlungen zu senken. Somit hat sich die VK-STENFO in den Dienst der finanziellen Entlastung von finanziell sanierungsbedürftigen Unternehmen gestellt und die Perspektiven der Sicherheit, der Vorsicht, der Öffentlichkeit, des Bundes und der Steuerzahlenden vernachlässigt.

29) Die Betreiber berechnen die Kosten und leiten daraus gleich auch noch die Beitragszahlungen ab, welche sie zu entrichten haben. Das ist, wie wenn jemand zuerst seine zukünftigen Krankheitskosten in einer Studie auf der Zeitachse selber verteilt und anschliessend gerade auch noch die Höhe seiner Prämien selbst festlegen könnte.

E) Die Untersuchung ist asymmetrisch bezüglich Beurteilung von Chancen und Risiken mit einer klaren Übergewichtung der Chancen.

30) Die Untersuchung missachtet resp. ignoriert das Verursacher- und das Vorsichtsprinzip. Gemäss **Vorsichtsprinzip** müssten die Betreiber als **Verursacher** alles daransetzen, so schnell wie möglich und so viel wie möglich in die Fonds einzuzahlen. Sie tun aber das Gegenteil. Sie leisten erst seit 1985 (Stilllegungsfonds) und seit 2001 (Entsorgungsfonds) Beitragszahlungen.

31) Jetzt strecken die Betreiber die Beitragszahlungen auf der Zeitachse, und als Folge davon gehen sie von Finanzerträgen aus, die über zusätzliche Jahre anfallen.

32) Das ist ökonomisch grundfalsch und auch gefährlich. Das heisst nämlich, dass die Betreiber kein Interesse haben, dass die Nagra möglichst bald ein Endlager findet. Denn jede zeitliche Verzögerung führt zu einer steigenden Zahl Jahre im Nenner und weiteren «angenommene/hypothetischen» Finanzerträgen, was rein rechnerisch (kalkulatorischer Ansatz) zu tieferen Beitragszahlungen führen wird. Diese **negative Incentivierung** darf nicht bestehen bleiben.

33) Die Untersuchung ist technokratisch eindimensional. Sie geht davon aus, dass alle KKW bis 50 Jahre am Netz bleiben und zudem die Finanzmärkte die geplanten Erträge generieren (ideale Szenarien). Vgl. Ziffer (21) Sorgen der EFK.

34) Die Untersuchung berücksichtigt gegenteilige Entwicklungen nicht, z.B., dass es auch möglich ist, dass einzelne oder alle KKW vor der 50-Jahrmarke vom Netz gehen könnten (**Laufzeitrisiken**), dass deren technische Verfügbarkeit abnimmt (**Verfügbarkeitsrisiken**) oder dass Finanzerträge tiefer (negativ) ausfallen könnten (**Finanzmarktrisiken**).

35) Die Untersuchung berücksichtigt ebenfalls nicht, dass das Szenario «kürzere Laufzeiten» aufgrund der desolaten und unstablen finanziellen Lage der Betreiberunternehmer (**Bilanzrisiken/Bonitätsrisiken**) eine hohe Wahrscheinlichkeit aufweist. Es ist zwingend, dass die Bonität der Beitragspflichtigen in eine Studie Eingang findet, welche auch die Höhe der Beitragszahlungen vorschlagen soll.^{5, 6}

⁵ Zu den Bilanzrisiken: Der Marktwert des KKL war bereits 1999 negativ, und dieser ist heute mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit noch wesentlich negativer. Die Eigenkapitaldecken aller KKW-Betreiber und ihrer Aktionäre (Axpo, Alpiq) sind äusserst schwach und die Produktion von Kernenergie ist und bleibt ein Verlustgeschäft.

⁶ Vergleiche diese Problemstellungen mit den Herausforderungen der 1. und 2. Säule. müssen. Sie operieren mit deutlich geringeren Annahmen für die zukünftigen Erträge (technischer Zinssatz aktuell 2.25%).

36) Bei jeder Vergabe einer Hypothek stellt sich die Bank die zentrale Frage, ob die Finanzlage des Schuldners solide genug ist, damit dieser die jährlichen Hypothekarzinsen bezahlen kann. Diese Frage drängt sich auch für die KKW-Betreiber auf: Sind sie in der Lage langfristig die geschuldeten Beiträge zu zahlen?

37) Die Untersuchung berücksichtigt das Vertragsrisiko nicht (**Vertragsrisiken**). Je nachdem, ob Verträge (privatrechtliche) kündbar sind oder je nachdem, was sie im Konkursfall eines einzelnen Betreibers vorsehen, sind andere Überlegungen für die Höhe der Beitragszahlungen angebracht.

38) Insbesondere bezüglich der Einhaltung der solidarhaftungsähnlichen Nachschusspflicht senden die Betreiber beunruhigende Signale aus. Gemäss KEG existieren drei Sicherheitsebenen. Erstens haben die einzelnen KKW-Betreiber grundsätzlich für ihre Stilllegungs- und Entsorgungskosten aufzukommen, zweitens müssen die einzelnen Betreiber finanzielle Lücken in den Fonds aus eigenen Mitteln decken (gemäss KEG Art. 79 Abs. 1) und drittens besteht eine solidarhaftungsähnliche Nachschusspflicht aller Betreiber gemäss KEG Art. 80 Abs. 2). Diese drei Stufen sollen dafür sorgen, dass die Steuerzahlenden möglichst gut geschützt sind und die Bestimmung nach KEG Art. 80 Abs. 4 nicht zum Tragen kommt. Diese sieht vor, dass sich der Bund an den ungedeckten Kosten beteiligt.

39) **Vorsichtsprinzip, Laufzeitrisiken, Verfügbarkeitsrisiken, Finanzmarktrisiken, Bilanzrisiken, Bonitätsrisiken und Vertragsrisiken** bedingen eine **Sicherheitsmarge, welche deutlich höher als 30% sein muss**. Die Untersuchung hingegen argumentiert, dass die Sicherheitsmarge nicht mehr notwendig sei, weil neu Risikominderungskosten integriert sind. Aus dem Bericht geht nirgends hervor, dass die oben erwähnten Risikokategorien auf dem Radar der Autoren waren.

40) Wie hoch wären die Beiträge, wenn z.B. Beznau I nicht mehr ans Netz ginge, das KKW Gösgen wegen finanzieller Probleme 2020 vom Netz ginge oder wenn entweder Alpiq oder Axpo in absehbarer Zeit ihre Bilanzen deponieren müssten?

F) Im Anhang fehlen Empfehlungen zur finanziellen Perspektive/Lage der Betreiber.

41) Im Anhang des Mantelberichts finden sich diverse Empfehlungen des ENSI und Kommentare zur Plausibilisierung. Was fehlt sind Empfehlungen und

Kommentare zur finanziellen Lage (Bonität) der Betreiber inkl. Anforderungen an die **Eigenkapitalausstattung**.

42) Die Betreiber von Kernkraftwerken müssten **stringente Eigenkapitalanforderungen** erfüllen.

G) «Overnight» - Kosten.

43) Die «Overnight»-Kosten gemäss KS16 betragen CHF 24'286 Mio.⁷ Diese werden mit den «Overnight»-Kosten gemäss KS11 verglichen. Diese betragen CHF 20'654 Mio.⁸ Dies entspricht einem **Zuwachs von 17.6%**.

44) Die Kostenstudie verwendet für den direkten Vergleich KS16/KS11 eine um die Preisentwicklung hochgerechnete Basis für 2011, nämlich CHF 22'671 Mio. und beziffert dementsprechend den Anstieg auf 7.1%. Das entspricht 1.4% per annum.

45) Das ist nicht nachvollziehbar, weil man damit zwei unterschiedliche Kostenmodelle vergleicht, einmal die «Overnight»-Kosten und das andere Mal die um die Kostenentwicklung bereinigten Kosten.

46) Deshalb ist die Aussage zutreffender, dass sich die **«Overnight» - Kosten von 2011 auf 2016 um 17.6% erhöht** haben, das sind 3.3% per annum oder mehr als doppelt so viel wie in der SEFV als Berechnungsgrundlage angenommen wird (1.5%).

47) Diese Beurteilung deckt sich auch mit den Kommentaren zum Erläuterungsbericht vom 21. August 2013 zur Revision der SEFV. Dort ist unter «1.2.3.2 Kostensteigerung im Zeitraum 2001 bis 2011» festgehalten, dass sich die Kostensteigerungen im Bereich der Stilllegung auf durchschnittlich 4,8 % pro Jahr, im Bereich der Entsorgung auf durchschnittlich 3,5 % beliefen. (Die Teuerung basierend auf dem LIK lag in der entsprechenden Periode jedoch nur bei 0,8 %.)

48) Diese Bemerkungen des Erläuterungsberichtes zeigen auch, wie heikel die Annahme von nur 1.5% Kostensteigerung in der SEFV sind und wie wichtig deshalb der Sicherheitszuschlag ist (Anhang 1, Art. 8a Abs. 2).

⁷ KS16: Swissnuclear

⁸ KS11: Swissnuclear

49) Unverständlich ist zudem, dass in der Medienmitteilung des STENFO vom 15. Dezember 2016 die voraussichtlichen Kosten für die Stilllegung der schweizerischen Kernkraftwerke und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle (gemäss KS16) neu mit 22.8 Milliarden Franken beziffert werden, im Mantelbericht aber von 24.3 Mrd. gesprochen wird.

50) Die KS11 wurde Mitte Oktober 2011 veröffentlicht, nicht erst an Weihnachten wie jetzt die KS16. Das ist bestimmt kein Zufall, da die Abstimmung zur Atomausstiegsinitiative (AAI) im November 2016 stattfand.

H) Der Bund.

51) In der Medienmitteilung STENFO steht bei den Entsorgungskosten in einer Klammer: exkl. Bundesanteil von 1.2 Milliarden. In der Kostenstudie Entsorgung findet sich unter «3.4.1 Bundesanteil an den Entsorgungskosten» folgendes:

«Die Kosten des Bundes für die gesamte Entsorgung von radioaktiven Abfällen aus der Medizin, der Industrie und der Forschung belaufen sich nach heutiger Schätzung des Bundes [100] insgesamt auf rund 1.4 Milliarden Franken und setzen sich wie folgt zusammen:

- *Konditionierung und Zwischenlagerung: 374 Millionen Franken,*
- *Rückbau und Stilllegung (PSI-Anlagen): 235 Millionen Franken,*
- *Geologische Tiefenlagerung (Bau, Betrieb, Schliessung): 744 Millionen Franken.*

Die letzte Schätzung des Bundes aus dem Jahre 2000 rechnete mit Kosten von 300 bis 360 Millionen Franken für die Entsorgung im Zeitraum 2000 bis 2040. Die Korrektur nach oben ist zu einem grossen Teil darauf zurückzuführen, dass die Kosten für die geologische Lagerung und für die Entsorgung der Abfälle höher geschätzt wurden. Das Verfahren zur Auswahl der Standorte sowie die hohen Sicherheitsanforderungen wirken sich auf die geschätzten Kosten aus.

Der Bundesrat hat die Kostenschätzung einer dafür eingesetzten Arbeitsgruppe zur Kenntnis genommen. Er hat die zuständigen Departemente (Eidg. Departement des Innern, Eidg. Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Eidg. Finanzdepartement, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) beauftragt, ihm bis Ende 2018 erneut Kostenschätzungen, gestützt auf die Kostenstudie 2016, zu unterbreiten [101].»

52) Das führt zu folgender Frage: Hat der Bund seine Aufgaben einfach nicht

wahrgenommen und die Kosten nicht nachgeführt, oder ist das eine der vielen Methoden, wie man, ohne grosses Aufheben, einen substantiellen, von den Betreibern geschuldeten Betrag, dem Bund zuschanzen kann (das wäre eine neue Subventionstaktik, ohne dass diese Subventionen durchs Parlament müssten, vergleiche Ziffer (26) «Buebetrickli»-Managementansatz).

53) Im Mantelbericht auf S. 33 ist zu lesen: «... *das ist auf eine gleichzeitige Erhöhung des Bundesanteils an den Fixkosten des SMA-Lagers ...zurückzuführen*». Warum wurde der Bundesanteil an den Fixkosten erhöht?

I) Nachbetriebsphase.

54) Neu wird die Nachbetriebsphase beim KKB und KKL von 5 auf 4 Jahre reduziert, beim KKG von 5 auf 3 Jahre. Das ist nachvollziehbar, widerspricht aber den Argumenten der Betreiber während des Abstimmungskampfes zur AAI.

K) Rückstellungen.

55) Der STENFO überprüft, gestützt auf sein finanzmathematisches Modell, den Rückstellungsplan der Eigentümer für die vor der Ausserbetriebnahme anfallenden Entsorgungskosten gemäss Artikel 19 SEFV.⁹

56) Auch hier schweben delikate Interessenkonflikte im Raum. Es ist nicht sinnvoll, wenn der STENFO neben der Erstellung der Kostenstudie und dem Vorschlag der Beitragszahlungen auch den Rückstellungsplan zu genehmigen und die Rückstellungspolitik zu überprüfen hat.

57) Das zeigt sich darin, dass der Abzinsungsfaktor von Art. 8 SEFV unreflektiert übernommen wird. Dieser Artikel steht jedoch nur für die Bemessung der Beiträge und wurde nicht als Vorgabe des Abzinsungsfaktors für Rückstellungen ausgestaltet.

58) Für den Abzinsungsfaktor von Rückstellungen in der Bilanz eines Unternehmens gelten die Regeln der Finanzmärkte.

59) In den Bilanzen der Betreiber werden die Rückstellungen jeweils mit 3.5% auf den Tageswert (Barwert) abgezinst. Dieser Abzinsungsfaktor-Faktor ist zu hoch und entspricht nicht dem zugrundeliegenden Risiko.

⁹ www.stenfo.ch

60) Eine Abzinsung zu 1.5% bis max. 2% wäre angemessen. Das wird allerdings zu deutlich höheren Rückstellungen führen und die desolante finanzielle Lage der Betreiber noch klarer zum Vorschein bringen. Dass mindestens die vier abhängigen Mitglieder (KKW-Vertreter) der VK-STENFO deshalb einen finanzmarktgerechten Abzinsungsfaktor energisch bekämpfen werden, ist evident.

L) Der Kreis schliesst sich.

61) Mit der Bemerkung (60) schliesst sich der Kreis. Aufgrund der desolaten finanziellen Lage der Kernenergiebetreiber besteht eine reale Gefahr, dass alle Handlungen im Rahmen der Stilllegung der KKW und der Entsorgung der nuklearen Abfälle dem Ziel der finanziellen Stärkung resp. Sanierung der KKW-Betreiber untergeordnet werden, zu Lasten eines betriebs- und finanzwirtschaftlich sinnvollen und angemessenem Wirtschaftens. Im Konkreten geht es darum, dass die Betreiber alle Möglichkeiten ausschöpfen, die Verluste der KKW auf Dritte abzuwälzen. Dabei bleiben das Verursacher- und das Vorsichtsprinzip auf der Strecke und das Risiko der Steuerzahlenden und der im Monopolbereich des erst teilliberalisierten Strommarktes gefangenen Privathaushalte und KMU steigt.

62) Diese Aspekte hat die VK-STENFO völlig ausser Acht gelassen.

Kaspar Müller
3. Januar 2016
(überarbeitet im Mai 2017)

6.2 Anhang 2: Prüfung der Kostenstudie 2016 von swissnuclear durch das Öko-Institut Darmstadt

Prüfung der Kostenstudie 2016 von swissnuclear

Gutachten im Auftrag der Schweizerischen Energie-
Stiftung, Sihlquai 67, 8005 Zürich, CH

26.04.2017

Autorinnen und Autoren

Dipl.-Geol. Stefan Alt
Dr.-Ing. Veronika Ustohalova
Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	11
2. Bewertung übergreifender Aspekte der Kostenstudie 2016	13
2.1. Kostenstruktur	13
2.2. Kostengliederung und Risikovorsorge	14
2.2.1. Sicherheitszuschlag gem. SEFV	14
2.2.2. Kostengliederung	16
2.2.3. Zuschläge für Prognoseungenauigkeiten	18
2.2.4. Zuschläge für Gefahren	20
2.2.5. Abzüge für Chancen	23
2.2.6. Zusätzlicher Sicherheitszuschlag	24
2.2.7. Gesamtzuschlag	25
2.3. Nachschusspflicht und Letzthaftung für finanzielle Risiken	26
2.4. Option der Laufzeitverlängerung der Schweizer Kernkraftwerke	28
3. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Stilllegungskosten der Schweizer Kernanlagen“	28
3.1. Stilllegungskosten in D, F und den USA	28
3.1.1. Deutschland	29
3.1.2. USA	30
3.1.3. Frankreich	31
3.2. Einordnung der Schweizer Kostenschätzung für die Stilllegungskosten	32
3.3. Einflussfaktoren auf die Stilllegungskosten	34
4. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - „Schätzung der Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung“	38
5. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - „Schätzung der Entsorgungskosten - geologische Tiefenlagerung“	38
5.1. Zeitplan und Kostenanfall	39
5.2. Politisch/gesellschaftliche Risiken	41
5.3. Rückholbarkeit	41
5.4. Vergleichbarkeit mit anderen Bergbaukosten	42

6. Wesentliche Schlussfolgerungen	43
Literaturverzeichnis	47
Anhang 1: In den Berichten der Kostenstudie dargestellte Kostenstrukturen	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Sicherheitszuschlag gem. SEFV in KS 11, KS16 (Basiskosten) und KS16 (Gesamtkosten)	15
Abbildung 3-1:	Stilllegungskostenschätzungen: Deutsche Kernkraftwerke	30
Abbildung 3-2:	Stilllegungskostenschätzungen: Beispiele US-amerikanischer Kernkraftwerke	31
Abbildung 3-3:	Stilllegungskostenschätzungen: Vergleich zwischen CH, D, USA und F	34
Abbildung 3-4:	Erfasste Massen der Schweizer Kernkraftwerke nach Herkunft und Entsorgungsziel	35
Abbildung 3-5:	Personalwand und Stilllegungskosten bei der Stilllegung der Schweizer Kernkraftwerke	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	In (sn 2016a) dargestellte Kostengliederung für die Entsorgungs- und Stilllegungskosten	17
Tabelle 2-2:	Kostengliederung für die Entsorgungskosten	18
Tabelle A-1:	In (sn 2016b) dargestellte Kostenstruktur: Stilllegung und Rückbau Kernkraftwerke	48
Tabelle A-2:	In (sn 2016b) dargestellte Kostenstruktur: Stilllegung und Rückbau Zwischenlager (Zwibez und Zwiilag)	49
Tabelle A-3:	In (sn 2016c) dargestellte Kostenstruktur: Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung	49
Tabelle A-4:	In (sn 2016d) dargestellte Kostenstruktur: Entsorgungskosten - geologische Tiefenlagerung	50

Zusammenfassung

Die Schweizerische Energie-Stiftung hat das Öko-Institut mit einem Gutachten zur aktuellen Kostenstudie KS 16 der swissnuclear beauftragt. Bearbeitungsschwerpunkt waren Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Angaben in den Teilberichten zu Stilllegungskosten, Entsorgungskosten (Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung) und Entsorgungskosten (Geologische Tiefenlagerung).

Neben einer Bewertung übergreifender Aspekte der Kostenstruktur, Kostengliederung und (finanzieller) Risikovorsorge wurden spezifische Hinweise zu den drei Teilberichten erarbeitet. Dabei wurden die Stilllegungskosten mit Vergleichswerten aus Deutschland, den USA und Frankreich verglichen und Einflussfaktoren wie die erfassten Massen und Personalkosten hinsichtlich ihrer Plausibilität und Nachvollziehbarkeit diskutiert. In Bezug auf die Kosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung ergab sich kein Bedarf an spezifischer Kritik. Zu den Kosten der geologischen Tiefenlagerung wurden schwerpunktmäßig die sich aus dem langen Realisierungszeitraum ergebenden Implikationen für die Berechnung des heutigen Finanzbedarfs und die sich automatisch ergebende Verlagerung der Kosten aus dem Bereich der Kostenverursacher in den Bereich des Finanzmarkts und in nicht nukleare Geschäftsbereiche der Kostenpflichtigen thematisiert. Darüber hinaus werden die Aspekte politisch /gesellschaftliche Risiken, Rückholbarkeit und Vergleichbarkeit mit Kosten konventioneller bergbaulicher Maßnahmen adressiert.

Die wichtigsten Aspekte der sich aus der kritischen Durchsicht der Kostenstudie und den dazu angestellten Überlegungen ergebenden Schlussfolgerungen sind:

- Anzuerkennen ist eine deutliche Weiterentwicklung hinsichtlich des Informationsgehalts, wobei aber die Hintergründe der Kostenschätzungen nach wie vor unsichtbar bleiben. Darüber hinaus haben die einzelnen Berichte auf gleicher Darstellungsebene unterschiedliche Detaillierungsgrade. Die Nachvollziehbarkeit für eine unabhängige Öffentlichkeit ist dadurch in vielen Punkten nach wie vor nicht gegeben.
- Der Sicherheitszuschlag von 30 % nach SEFV wird in KS 16, anders als in KS 11, auf die Basiskosten bezogen und auf diese Weise mit den neuerdings ausgewiesenen (aber zumindest teilweise auch schon in KS 11 implizit enthaltenen) Risikozuschlägen für Prognoseungenauigkeiten und Gefahren verrechnet. In letzter Konsequenz bedeutet dies gegenüber KS 11 einen Verzicht auf finanzielle Vorsorge.
- Zuschläge für Prognose-Ungenauigkeiten wurden so bestimmt „*dass die prognostizierten Kosten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werden*“. Allerdings bleibt diese Aussage vage, da konkrete Angaben zur Wahrscheinlichkeit fehlen. Die Bewertung der Ungenauigkeit ist dabei in hohem Masse von nicht einsehbarem Expertenwissen und deren Einschätzungen abhängig.
- Die „Risikomatrix“ für kostenwirksame Gefahren bei Stilllegung, Zwischenlagerung, Transporten, Behältern und Wiederaufarbeitung wird nur angedeutet und ist für den Außenstehenden nicht nachvollziehbar. Für die geologische Tiefenlagerung werden kostenwirksamen Gefahren nur abstrakt beschrieben, ihre Herleitung ist mit den anderen Kostenstudien nicht konsistent. Es ist also festzustellen, dass die Herleitung der Gefahrenzuschläge für den Bereich der geologischen Tiefenlagerung dem Anspruch an eine transparente und nachvollziehbare Berichterstattung nicht gerecht wird.
- Für als „sehr unwahrscheinlich“ eingeschätzte Gefahren wird keine finanzielle Vorsorge getroffen. Hierzu zählen ggf. erforderliche Sanierungsarbeiten durch Wassereinträge in verschiede-

nen Stadien der Errichtung und des Betriebs des Endlagers. Nicht berücksichtigt werden auch die Kostenfolgen einer Abfallrückholung, die außerdem mit „*einigen 10 Prozent der Gesamtkosten*“ zu niedrig angesetzt werden. Eine Rückholung geht mit einer erneuten Zwischenlagerung und einem neuen Endlager einher, hierfür wären die Kostenfolgen deutlich höher einzuschätzen.

- Im Hinblick auf eine Verbesserung der Risikovorsorge wäre es hingegen überlegenswert, die Chancen zukünftig nicht mehr von den Kostenzuschlägen in Abzug zu bringen sondern ohne Folge für die Kostenschätzung auszuweisen. Sie wären damit den nicht berücksichtigten Gefahren gleichgestellt, die ja ebenfalls ohne Kostenfolgen dargestellt werden.
- Verglichen mit dem Umstand, dass die Autoren der Schweizer Kostenstudie zwar selbstbewusst, aber ohne im Detail nachvollziehbare Begründung darauf hinweisen, dass über die vorgenommenen Zuschläge hinaus ein in der Kostengliederung vorgesehener sogenannter zusätzlicher Sicherheitszuschlag „nicht begründbar“ sei, drängt sich der Eindruck auf, dass insbesondere für die Entsorgungskosten die Kostenrisiken eher optimistisch abgebildet worden sind.
- Ggf. zukünftige Kosten für „*das Unbekannte*“ sollen über die Nachfinanzierung geregelt werden. Damit wird auf eine explizite Vorsorge insbesondere gegenüber geologischen Risiken verzichtet, obwohl gerade bei bergbaulichen Tätigkeiten „Unbekanntes“ (z.B. in Bezug auf die Geologie oder Hydrogeologie) häufig zu kostenwirksamen Planungs- und Maßnahmenänderungen führt. Ob die ausgewiesenen Zuschläge dies angemessen berücksichtigen bleibt unklar, auch dieses Kostenrisiko bleibt letztlich in der Nachschusspflicht „versteckt“.
- Die Nachschusspflicht und die nachgelagerten Haftungsebenen sind Instrumente um zukünftige Kostenlücken durch Zahlungen der Abfallverursacher zu kompensieren. Durch die Besitzstruktur der Schweizer Kernkraftwerke liegt die Verantwortung hierfür letztlich in öffentlicher Hand. Hierzu gehört auch, dass diese Verpflichtung nach Betriebseinstellung der Kernkraftwerke aus anderen, nicht nuklearen Geschäftsbereichen der Eigentümer zu bedienen ist.
- Im Vergleich zu Schätzwerten aus Deutschland, den USA und Frankreich ordnen sich die Stilllegungskosten der Kernkraftwerke Mühleberg und Beznau an der Untergrenze des Spektrums ein, zusammen mit der in der Kritik stehenden und wenig verlässlichen Schätzung der französischen EDF. Die Kostenschätzungen für Gösgen und Leibstadt schneiden im Vergleich besser ab, was aber nichts über die Angemessenheit der Kostenschätzungen aussagt.
- Der Gesamtprozess der geologischen Tiefenlagerung wird noch mehr als einhundert Jahre dauern. Dies hat weitreichende Folgen für den heutigen Finanzbedarf: Der heutige Barwert der „Overnight-Kosten“ der Endlagerung (etwa 12,2 Mrd. SFR), beträgt nach Diskontierung mit einem Satz von 3,5 % gerade einmal 5,1 Mrd. SFR. Die tatsächlichen Kosten werden aber nicht dadurch verbilligt, dass ihre Abzinsung über lange Zeiträume die heute zu treffende finanzielle Vorsorge verringert.
- Dabei bleibt unklar inwieweit die notwendige Anlagenrendite von 3,5 % über den generationenübergreifenden Finanzierungszeitraum sichergestellt werden kann. Das deutsche Umweltbundesamt beispielsweise fordert bei generationenübergreifenden Umweltauswirkungen eine zusätzliche Sensitivitätsbetrachtung mit einem Diskontsatz von 0 %.
- Das Gros der Kosten für die geologische Tiefenlagerung soll in den 2030er bis 2090er Jahren anfallen, ein letzter großer Kostenblock (Verschluss der Endlager) wird erst Anfang des 22. Jahrhunderts erwartet. Die zukünftigen Kosten der nuklearen Entsorgung werden also nicht mehr aus Erträgen der Kernkraftwerke erwirtschaftet werden, sondern aus Erträgen der Fonds und ggf. der Nachschusspflichtigen aus nichtnuklearen Geschäftsbereichen.
- Auseinandersetzungen rechtlicher, politischer oder gesellschaftlicher Natur um die geologische Tiefenlagerung, und die damit ggf. verbundenen Kostenrisiken, sind aus der Kostenschätzung

ausgeblendet. Diese Vorgehensweise ist legitim, bedeutet aber auch, dass die durch den gesellschaftlichen Prozess hervorgerufenen Mehrkosten durch die Sicherungsinstrumente der Fonds (Erträge, Nachschusspflicht) aufzubringen sind.

- Vorkehrungen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit von Abfällen sind in den Kostenschätzungen nicht sichtbar. Zu berücksichtigen wären beispielsweise Behälterspezifikationen oder vorzuhaltende Infrastrukturen bis hin zu Behandlungsanlagen und einem Zwischenlager für rückgeholte Abfälle. Aus den Kostenstudie lassen sich diesbezüglich keine Rückschlüsse ziehen. Da hier noch erhebliche konzeptionelle Änderungen entsprechend dem technologischen Fortschritt erwartet werden, muss auch für die entsprechenden Kostenfolgen mit einem hohen Maß an Unsicherheit gerechnet werden.

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Eigentümer der Schweizer Kernenergieanlagen sind per Gesetz verpflichtet, Einzahlungen in einen Stilllegungs- und einen Entsorgungsfonds zu leisten, mit deren Mitteln die nach dem Zeitpunkt der Außerbetriebnahme der Anlagen anfallenden Stilllegungs- und Entsorgungskosten zu decken sind. Die Fonds werden durch die Verwaltungskommission STENFO verwaltet.

Grundlage der Bemessung der jährlich in die Fonds einzuzahlenden Beiträge sind Kostenschätzungen, die seitens der Eigentümer alle fünf Jahre aktualisiert werden müssen. Im Dezember 2016 wurde die jüngste Fortschreibung der Kostenschätzungen veröffentlicht.

Die Schweizerische Energie-Stiftung hat das Öko-Institut beauftragt, ein Gutachten zur kritischen Prüfung bzw. Plausibilisierung dieser Kostenstudien vorzulegen. Das Gutachten beruht auf einer Durchsicht der von der swissnuclear zur Schweizer Kostenstudie (im Folgenden: KS16) veröffentlichten Berichte

- Mantelbericht
- Schätzung der Stilllegungskosten der Schweizer Kernanlagen
- Schätzung der Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung
- Schätzung der Entsorgungskosten - geologische Tiefenlagerung.

Die Schätzung der Nachbetriebskosten stand nicht im Fokus der Betrachtung, da diese Kosten unmittelbar von den Betreibern der Anlagen zu zahlen sind und nicht den Fonds überantwortet werden.

Auf die den Berichten zugrunde liegenden Daten und Annahmen bestand kein Zugriff. Eine umfangreiche Prüfung der Kostenstudien war im gegebenen Projektrahmen auch nicht beabsichtigt. Inhaltliche Schwerpunkte des Gutachtens sind daher Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Kostenstudien. Hierzu wurden die in den Studien veröffentlichten Informationen und aggregierten Zahlen und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen beleuchtet und, wo angemessen, kommentiert. Die Angemessenheit der Kostenschätzungen in Gänze war nicht Gegenstand der Begutachtung. Ziel war es vielmehr, aus einer außenstehenden Perspektive die veröffentlichten Informationen nachzuvollziehen sowie Hinweise auf Unklarheiten zu geben die im weiteren Verlauf des von der Schweizerischen Energie-Stiftung geförderten öffentlichen Diskurses thematisiert und aufgeklärt werden können.

Der vorliegende Bericht gliedert sich demzufolge in verschiedene thematische Abschnitte: In Kapitel 2 werden zunächst übergreifende Aspekte der Kostenstruktur, der Kostengliederung und Risikovorsorge, der Nachschusspflicht und anderer Sicherungsinstrumente sowie der optional in der Kostenstudie dargestellten Kostenfolgen eines verlängerten Kernkraftwerksbetriebs kommentiert. Kapitel 3 bis 5 enthalten Hinweise, die sich aus dem Studium der Einzelberichte der Kostenstudie ergeben haben und die für das dort jeweils angesprochene Thema spezifisch sind: Kapitel 3 widmet sich der Schätzung der Stilllegungskosten (sb 2016b), mit Schwerpunkt auf einer Einordnung in vergleichbare Erfahrungswerte sowie auf den im Bericht adressierten „Einflussfaktoren auf die Stilllegungskosten“. Das Zwilag wird dabei vereinfachend ausgeblendet: sein Kostenanteil ist vergleichsweise gering, sein Betrieb unterscheidet sich grundlegend von dem der Kernkraftwerke, und seine Stilllegung wird erst einige Jahrzehnte nach Stilllegung der Kernkraftwerke erfolgen. Kapitel 4 geht kurz auf den Bericht zur Schätzung der Kosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung (sn 2016c) ein, hier ergab sich kein Bedarf an einer vertieften Auseinan-

dersetzung. Kapitel 5 behandelt Fragestellungen, die besonders im Kontext der geologischen Tiefenlagerung (sn 2016d) relevant erscheinen: Die Auswirkungen der langen Projektdauer, politisch / gesellschaftliche Risiken, Rückholbarkeit und die Vergleichbarkeit mit anderen Bergbaukosten.

Mit Vorlage der Kostenstudie hat das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) die Aufgabe, alle sicherheitlich relevanten Aspekte der Kostenstudie zu prüfen. Die eigentlichen Kostenberechnungen wiederum sollen von unabhängigen Experten überprüft werden (s. STEN-FO 2016a). Für diese Prüfschritte ist selbstverständlich ein wesentlich tiefer gehender Zugriff auf die der Kostenstudie zugrunde liegenden Daten und Annahmen erforderlich als es mit den veröffentlichten Berichten der Fall ist.

2. Bewertung übergreifender Aspekte der Kostenstudie 2016

2.1. Kostenstruktur

KS 16 hat in ihrer Nachvollziehbarkeit für Außenstehende gegenüber der vorangegangenen Kostenstudie (im Folgenden: KS 11) einen deutlich größeren Detaillierungsgrad erreicht. Die Berichte der KS 16 präsentieren die Ergebnisse der Kostenschätzungen nunmehr gegliedert nach vorgegebenen Kostenstrukturen. Sie sind damit, soweit dargestellt, einzelnen Kostenkategorien sowie anteilmäßig den jeweiligen Einzahlungspflichtigen zuordenbar.

In Anhang 1 sind die in den einzelnen Berichten der KS 16 dargestellten Kostenstrukturebenen zusammengestellt. Die eigentliche Struktur und der Detaillierungsgrad sind für die hier betrachteten Segmente der Stilllegungskosten und der Entsorgungskosten unterschiedlich.

Die veröffentlichten Angaben umfassen dabei lediglich die obersten Gliederungsebenen, in denen die Werte der unteren Strukturebenen aggregiert dargestellt sind. Die oberste Ebene enthält dabei mit der jeweiligen Gesamtsumme nur eine Kategorie. Für Prüf- und Vergleichszwecke sind lediglich die zweite und dritte Gliederungsebene sichtbar. Ein Vergleich dieser Gliederungsebenen zeigt, dass in den drei Berichten (sn 2016b, sn 2016c, sn 2016d) bereits in den oberen Gliederungsebenen deutlich unterschiedliche Detaillierungsgrade ausgewiesen werden.

Die Struktur der Stilllegungskosten¹ enthalten z.B. als Gliederungselemente „Arbeitspakete“, die bereits in der Ebene drei vergleichsweise konkrete Tätigkeitsbezüge herstellen. So gliedert sich beispielsweise für die Stilllegung der Kernkraftwerke das Arbeitspaket „Rückbaubetrieb“ in der dritten Strukturebene bereits in zwölf Unterpakete, darunter Verwaltung, Überwachung behördliche Begleitung oder Betrieb der IT. Für die Stilllegung der Zwischenlager werden für das gleiche Arbeitspaket lediglich vier Unterpakete definiert, in denen die zugehörigen Tätigkeiten offenbar stärker zusammengefasst werden.

Die Kostenstruktur der Entsorgungskosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung² kommt in den oberen Gliederungsebenen mit einer deutlich gröberen Struktur aus: Die hier als „Kostenstrukturelemente“ bezeichneten Kategorien beinhalten in der zweiten Ebene zunächst nur die Aufgliederung in die vier Themen Behälter, Transporte, Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung. In Ebene drei bleibt die weitere Untergliederung vage: So werden die Kosten der Zwischenlagerung zwischen den Anlagen Zwi1ag und Zwi2ag aufgeteilt, bei Transporten wird lediglich zwischen zwei grundlegenden Abfallarten unterschieden. Weitere Untergliederungen sind nicht sichtbar.

Die Entsorgungskosten der geologischen Tiefenlagerung³ beschreiben in Ebene zwei die hier „Hauptaktivitäten“ genannten Strukturelemente, verzichten aber weitergehend auf eine weitere Untergliederung in Ebene drei. Lediglich zu den drei Hauptaktivitäten „Anlagenplanung und -bau“, „Anlagenbetrieb“ und „Stilllegung, Rückbau und Verschluss der Anlagen“ werden weitere Angaben gemacht, die sich jeweils auf die räumliche Zuordnung von Kosten zur Oberflächeninfrastruktur, zu den Zugängen nach Untertage und zu den Bauwerken auf Lagerebene beziehen. Aus dem Mantelbericht⁴ geht diesbezüglich hervor, dass die drei obersten Gliederungsebenen für die geologische Tiefenlagerung festgelegt sind, und das auf der vierten Gliederungsebene Anpassungen vor-

¹ Anhang 1, Tabelle A-1 und Tabelle A-2

² Anhang 1, Tabelle A-3

³ Anhang 1, Tabelle A-4

⁴ (sn 2016a), S. 21

genommen wurden. Da die vierte Gliederungsebene in den Berichten nicht dargestellt ist, entziehen sich diese Informationen einer weiteren Betrachtung.

Obwohl hinsichtlich des prinzipiellen Aufbaus ähnlich, sind also die dargestellten Kostenstrukturen auf gleicher Ebene in ihrem Detaillierungsgrad nicht gleichwertig. Die unterschiedliche Darstellungsweise ist wahrscheinlich mit unterschiedlich ausgeprägtem Kenntnisstand, Komplexität, Anzahl und Untergliederung der „tieferen“ Strukturebenen und unterschiedlich scharf definierbarer zeitlicher Rahmenbedingungen für die anstehenden Aufgaben im Bereich Stilllegung oder Entsorgung zu begründen und daher vielleicht unvermeidbar.

In der Darstellung der Berichte zur KS16 führt dies dazu, dass mit der Beschränkung auf lediglich die obersten Kostenstrukturelemente die Schätzungen der Stilllegungskosten, der Kosten für Behälter, Transporte, Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung sowie die Kosten der geologischen Tiefenlagerung unterschiedlich grob veröffentlicht werden und daher auch nicht miteinander vergleichbar sind.

Die in den Berichten zur KS16 abgebildeten obersten Gliederungsebenen und die Benennung der grundlegenden Methoden sind dabei nachvollziehbar. Die Nachvollziehbarkeit der Kostenangaben im Einzelnen endet aber naturgemäß für Außenstehende mit dem Detaillierungsgrad der abgebildeten Kostenstrukturen. Grundsätzlich gilt: Unterhalb der jeweils dargestellten dritten Gliederungsebenen bleiben die Kostenstrukturen unsichtbar, von Außenstehenden kann nicht geprüft werden, ob die berücksichtigten Kostenaspekte vollständig bzw. abdeckend sind.

Eine Prüfung und Kommentierung der Kostenschätzung durch Außenstehende muss sich auf die veröffentlichten Informationen beschränken. Eine hierüber hinausgehende Sichtbarkeit der Aufschlüsselung für eine breitere Interessentengruppe würde eine wesentlich umfangreichere Veröffentlichung der Grundlagen der Kostenschätzungen erfordern, was für eine unabhängige Prüfung wünschenswert wäre. Die textlichen Erläuterungen in den Berichten der Kostenstudie sind dem gegenüber eher vage gehalten und verweisen bezüglich der Hintergründe der ausgewiesenen Kosten i. W. auf Expertenwissen, beispielsweise das der Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH, die mit der Schätzung der Nachbetriebskosten und der Stilllegungskosten beauftragt war, das der Nagra für die Schätzung der Entsorgungskosten sowie das der Betreiber der Kernkraftwerke und Zwischenlager.

2.2. Kostengliederung und Risikovorsorge

2.2.1. Sicherheitszuschlag gem. SEFV

An dieser Stelle ist es zunächst wichtig darauf hinzuweisen, dass der Begriff des Sicherheitszuschlags, wie er in der Kostengliederung der KS16⁵ verwendet wird, nicht identisch ist mit dem Sicherheitszuschlag gem. SEFV. In der KS16 beschreibt der Begriff einen zusätzlichen Zuschlag zur Minimierung des „optimism bias“ als Teil des Gesamtzuschlags. Die SEFV nennt hingegen in Artikel 8a einen „Sicherheitszuschlag auf die berechneten Kosten“, der auf 30 % festgelegt wird⁶, meint also den Gesamtzuschlag.

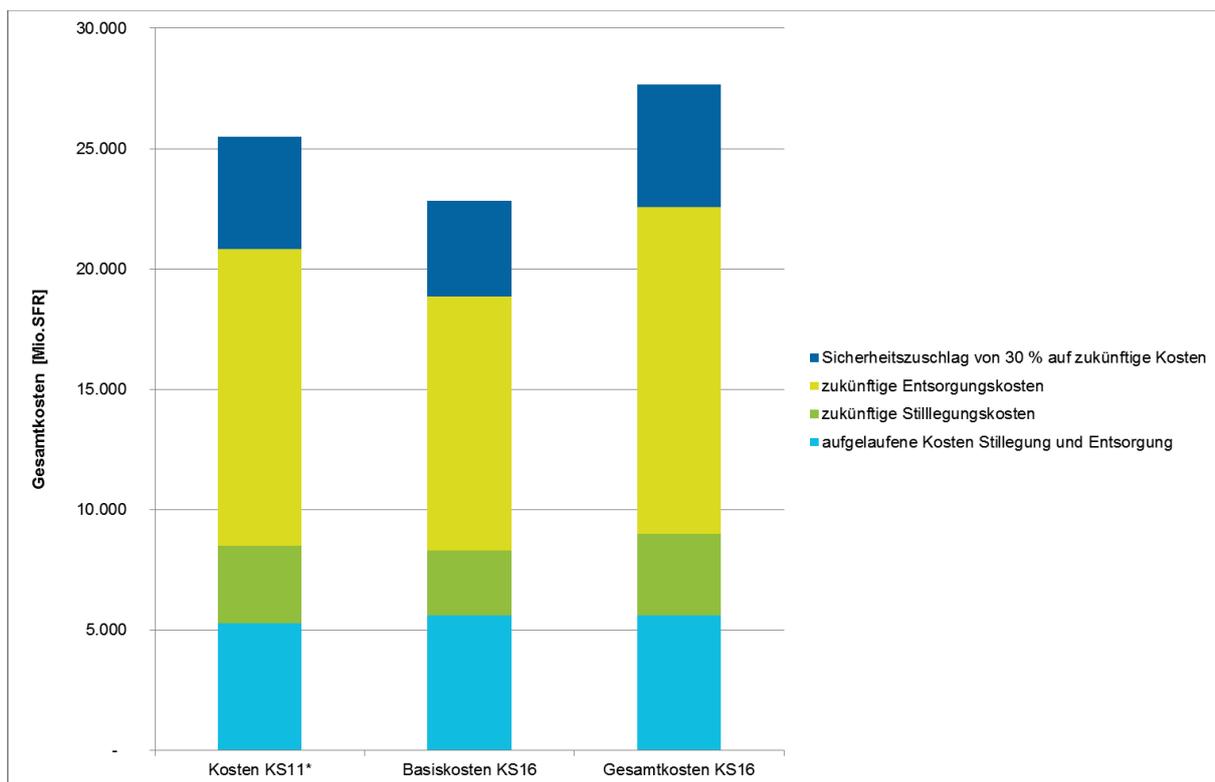
⁵ (sn 2016a), S. 25

⁶ (SEFV 2016), s. d. Anhang 1

Die SEFV enthält keine darüber hinaus gehenden Vorgaben zur Berechnung des Sicherheitszuschlags, er wird aber in der KS16 als „gesamter Zuschlag auf die zukünftigen Basiskosten“⁷ interpretiert. Auch STENFO bezieht diesen Zuschlag neuerdings auf die zukünftigen Basiskosten⁸.

Diese Lesart lässt sich allerdings aus der SEFV nicht unmittelbar ableiten, da hier nur von „berechneten Kosten“ gesprochen wird. Tatsächlich ergibt sich ein markanter Unterschied zur Behandlung des Sicherheitszuschlags bei der vorangegangenen Kostenschätzung:

Abbildung 2-1: Sicherheitszuschlag gem. SEFV in KS 11, KS16 (Basiskosten) und KS16 (Gesamtkosten)



Eigene Darstellung, Daten: (sn 2016a), Entsorgungs- und Stilllegungskosten (Nachbetriebskosten nicht berücksichtigt)
*KS11: Preisbasis 2016

In KS 11 wurden „Die Kosten [...] realistisch, jedoch ohne zusätzliche Sicherheitszuschläge nach bestem Expertenwissen zu heutigen Marktpreisen (Overnight-Kosten) geschätzt.“⁹ In KS 16 heißt es mit Blick auf die KS 11 aber außerdem: „Die früheren Kostenstudien wurden als so genannte „Best Estimate“ Schätzungen erstellt. „Best Estimate“ Schätzungen enthalten aufgrund der Erfahrung der Kostenschätzer aus laufenden und abgeschlossenen vergleichbaren Projekten bereits inhärente Zuschläge für Ungewissheiten und Risiken. Diese inhärenten Zuschläge werden jedoch in einer „Best Estimate“ Schätzung nicht explizit ausgewiesen. Auch sind in einer „Best Estimate“ Schätzung nicht vollumfänglich alle Risiken und Ungewissheiten eingepreist.“¹⁰ Auch in den Schätzkosten der KS11 waren also bereits Risikozuschläge enthalten, wenn auch nicht explizit

⁷ (sn 2016a, S. 2)

⁸ (STENFO 2016b), S. 8

⁹ (sn 2011), S. 4

¹⁰ (sn 2016a), S. 2

benannt, so dass weder Umfang noch Vollständigkeit geprüft bzw. diskutiert werden konnten. Bei der Bemessung der Fondsbeiträge für die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds aus KS11 wurde der Sicherheitszuschlag gem. SEFV dann auf die hierdurch ausgewiesenen Kosten veranschlagt.

Die Berechnung des Sicherheitszuschlags nach SEFV auf die zukünftigen Basiskosten der KS16 bedeutet nun, dass dieser mit den neuerdings ausgewiesenen (aber zumindest teilweise auch schon in KS 11 implizit enthaltenen) Risikozuschlägen verrechnet wird. In letzter Konsequenz führt dies gegenüber KS11 zu einem Verzicht auf finanzielle Risikovorsorge: Wurde für KS11 ein Sicherheitszuschlag von 30 % auch auf implizite Zuschläge der Experten (*„inhärente Zuschläge für Ungewissheiten und Risiken“*, s.o.) erhoben (s.a. Abbildung 2-1, „Kosten KS11“), so erfolgt dies nun nicht mehr. Gegenüber KS11 sinken dadurch die Gesamtkosten inklusive Risikovorsorge sogar (s.a. Abbildung 2-1, „Basiskosten KS16“). Würde der Sicherheitszuschlag in gleicher Weise erhoben wie auf Basis der KS11, lägen die Gesamtkosten für Stilllegung und Entsorgung etwa 3,7 Mrd. SFR höher (s.a. Abbildung 2-1, „Gesamtkosten KS16“).

2.2.2. Kostengliederung

Die Ausweisung von Risikozuschlägen in der KS16 beruht auf gestiegenen Anforderungen und entsprechenden Vorgaben seitens der Behörden. Die verwendete Kostengliederung weist daher zusätzlich zu den als Basiskosten bezeichneten unmittelbaren Kosten, die sich aus der Kostenstruktur ergeben, zwei Arten von Zuschlägen aus, mit denen Prognoseungenauigkeiten und kostenwirksame Gefahren als Kostensteigerungen abgebildet werden. Zusätzlich werden Chancen identifiziert, die sich kostenmindernd auswirken können. Die Kostengliederung weist darüber hinaus einen sogenannten „zusätzlichen Sicherheitszuschlag“ auf, mit dem eine ggf. zu optimistische Kosteneinschätzung seitens der Projektverantwortlichen („optimism bias“) ausbalanciert werden soll. Diese Aufgliederung der kostenmäßigen Risikobewertung soll ein *„höheres Sicherheitsniveau in Bezug auf die Abdeckung von kostenerhöhenden Risiken“*¹¹ erreichen.

Im Mantelbericht ¹² (sn 2016a) wird diesbezüglich auch darauf hingewiesen, dass die neue Kostengliederung zu Kostenzuschlägen geführt hat, *„die nicht im gleichen Umfang in den Kostenschätzungen früherer Kostenstudien berücksichtigt worden sind.“* Spezifiziert wird dieser Unterschied allerdings nicht.

¹¹ (sn 2016a), S. 22

¹² (sn 2016a), S. 28

In der Umsetzung bei der Kostenstudie ergeben sich die nachfolgend für Stilllegung und Entsorgung zusammengefassten Werte:

Tabelle 2-1: In (sn 2016a) dargestellte Kostengliederung für die Entsorgungs- und Stilllegungskosten

	(Summe) Entsorgungskosten		Stilllegungskosten		Summe Kosten Entsorgung und Stilllegung	
	%	(Mio. SFR)	%	(Mio. SFR)	%	(Mio. SFR)
aufgelaufene Kosten bis 2015		5.590		19		5.609
künftige Basiskosten		10.567		2.689		13.256
Zuschläge auf künftige Basiskosten	28,6	3.020	26,0	698	28,0	3.718
<i>davon Prognoseungenauigkeit</i>	17,8	1.877	11,2	301	16,4	2.178
<i>davon Gefahren</i>	13,0	1.373	18,3	491	14,1	1.864
<i>davon Chancen</i>	-2,2	-230	-3,5	-94	-2,4	-324
<i>davon Sicherheitszuschlag</i>	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Summe		19.177		3.406		22.583

Werte: Mantelbericht (sn 2016a), Prozentangaben bezogen auf die zukünftigen Basiskosten, Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

Für die Entsorgungskosten enthält die KS 16 zwei getrennte Kostenstudien: Kosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung (sn 2016c) werden getrennt von den Kosten der geologischen Tiefenlagerung (sn 2016d) geschätzt. Der Mantelbericht stellt die Ergebnisse beider Studien summarisch dar. Da insbesondere hinsichtlich der Risikoeinschätzung zwischen beiden Studien ein markanter Unterschied besteht, der auf die Spezifika der jeweils behandelten Themen zurückgeht, ist es sinnvoller, die beiden Studienergebnisse getrennt darzustellen. Hierdurch werden die spezifischen Risikobewertungen sichtbar. Die nachfolgende Tabelle schlüsselt daher die Entsorgungskosten nach den Ergebnissen der Studien (sn 2016c) und (sn 2016d) auf:

Tabelle 2-2: Kostengliederung für die Entsorgungskosten

	Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung		geologische Tiefenlagerung		Summe Entsorgungskosten
	%	(Mio. SFR)	%	(Mio. SFR)	(Mio. SFR)
aufgelaufene Kosten bis 2015		4.293		1.296	5.590
künftige Basiskosten		2.443		8.125	10.567
Zuschläge auf künftige Basiskosten	13,2	323	33,2	2.697	3.020
<i>davon Prognoseungenauigkeit</i>	6,9	169	21,0	1.708	1.877
<i>davon Gefahren</i>	6,3	154	15,0	1.220	1.373
<i>davon Chancen</i>	0,0	0	-2,8	-230	-230
<i>davon Sicherheitszuschlag</i>	0,0	0	0,0	0	0
Summe		7.059		12.119	19.177

Werte: (sn 2016c), (sn 2016d), (sn 2016a), Prozentangaben bezogen auf die zukünftigen Basiskosten, Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

In den Berichten zu KS16 (sn 2016b, sn 2016c, sn 2016d) werden die Zuschläge und Chancen bis auf die jeweils dargestellten Strukturelemente weiter heruntergebrochen. Die Begründungen, die zu den jeweiligen Einschätzungen geführt haben, sind in den Berichten nicht veröffentlicht. In den nachfolgenden Kapiteln wird auf die Zuschläge im Einzelnen eingegangen.

2.2.3. Zuschläge für Prognoseungenauigkeiten

Prognoseungenauigkeiten adressieren in KS16 mögliche Veränderungen in Leistungsumfang, Mengen und Preisen der geplanten Maßnahmen¹³.

Derartige Prognoseungenauigkeiten werden hinsichtlich der Stilllegungskosten (sn 2016b) in Summe mit etwa 11,2 % der Basiskosten bewertet. Sie werden in der Kostenstudie als Beträge den einzelnen Tätigkeitsbereichen und Anlagen zugeordnet¹⁴. Ohne dass die einzelnen Zuschläge geprüft werden können fällt auf, dass für das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) von den Autoren vergleichsweise geringe Ungenauigkeiten gesehen werden. Insbesondere für die Kosten des Rückbaubetriebs werden für das KKM offenbar praktisch keine relevanten Zuschläge definiert, während in den anderen drei Anlagen gerade in diesem Bereich etwa 1/3 des Zuschlags für Prognoseunsicherheiten ausgewiesen werden. Eine Erklärung für diesen Unterschied enthält die Studie nicht.

Für Behälter, Transporte, Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung werden Zuschläge für Ungenauigkeiten von etwa 7 % angegeben. Sie beruhen i. W.¹⁵ auf der Behälterbeschaffung und den Kosten der zentralen Zwischenlagerung im Zwiilag. Für Transporte werden mit Verweis auf den starken Wettbewerb im Logistikmarkt¹⁶ sehr geringe Prognoserisiken ausgewiesen. Ob dies allerdings für den Markt der Nukleartransporte in gleicher Weise zutrifft wie hier angedeutet, darf durchaus bezweifelt werden, andererseits ist der Kostenanteil der Transporte insgesamt so gering,

¹³ (sn 2016a), S. 24

¹⁴ (sn 2016b), Tabelle 41 und 42

¹⁵ (sn 2016c), Tabellen 11 bis 15

¹⁶ (sn 2016c), S. 55

dass es müßig ist hierüber im Detail zu spekulieren. Da im Themenfeld „Behälter, Transporte, Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung“ die maßgeblichen Mengengerüste recht gut prognostizierbar sind oder sogar feststehen (z.B. Abfälle aus der Wiederaufarbeitung), und da ohnehin bereits etwa 2/3 der erwarteten Kosten angefallen sind, ist die recht hohe Erwartung an die Genauigkeit, die sich in den vergleichsweise optimistischen Zuschlägen für Prognoserisiken ausdrückt, insgesamt nachvollziehbar.

Die Prognoseungenauigkeiten bei der geologischen Tiefenlagerung werden in (sn 2016d), anders als in den sonstigen Berichten der KS16, zunächst als Anteil an den Gesamtkosten ausgewiesen¹⁷ und zusätzlich in Bezug zu den Basiskosten gesetzt. Für die Basisvariante der beiden Einzellager ergibt sich, bezogen auf die Gesamtkosten, ein Anteil von 14 %. Eine Umrechnung mit Bezug zu den zukünftigen Basiskosten ergibt für die Summe der Einzellager einen Zuschlag von etwa 21 %¹⁸. Hiermit werden die Prognosen für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d) zurecht deutlich vorsichtiger bewertet als die der anderen beiden Kompartimente (sn 2016b, sn 2016c).

Zur Ermittlung der Prognoseungenauigkeiten werden in den Kostenstudien Monte-Carlo-Simulationen¹⁹ eingesetzt. Vereinfacht dargestellt untersucht die Monte-Carlo Simulation die Unsicherheiten bzw. Bandbreiten der Eingangsgrößen (hier Kosten) in Bezug auf ihren Einfluss auf das Endergebnis (hier die Gesamtkosten). Die Monte-Carlo Methode, entwickelt und beschrieben in den 1990er Jahren^{20,21}, findet heute breite Anwendung bei verschiedensten Themenbereichen, in denen Parameterunsicherheiten untersucht und bewertet werden sollen. Sie hat sich insofern als effizientes Hilfsmittel etabliert und wird neben Ingenieur- und Naturwissenschaften auch bei betriebswirtschaftlichen Fragestellungen eingesetzt. Ihre Verwendung im Kontext der Prognoseunsicherheiten ist daher nicht zu beanstanden.

In die Berechnung fließen nicht Einzelwerte der Eingangsgrößen ein, sondern geschätzte Mittelwerte, Toleranzgrenzen ($-x\%$ / $+y\%$ Abweichung vom Mittelwert) und Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Werte. In (sn 2016b) wird ausgeführt, dass diese Angaben auf der Ebene der Elemente des Projektstrukturplans (PSP²²), definiert werden, sie sind mithin in der Darstellungstiefe der Kostenstudien nicht sichtbar. Immerhin wird ausgeführt, dass i. W. vier Klassen von Toleranzbereichen verwendet wurden, die von $\pm 5\%$ bis $-30\%/+50\%$ reichen²³. Die Toleranzgrenzen bilden je nach Einschätzung der Unsicherheiten symmetrische oder asymmetrische Intervalle um den jeweiligen Mittelwert ab.

Nähere Angaben über verwendete Verteilungsfunktionen und Toleranzbereiche für die einzelnen Kostenarten werden nicht gemacht, dies wäre auch nur auf der Ebene einzelner Elemente der Projektstruktur sinnvoll, die in der Kostenstudie aber nicht veröffentlicht wurden. Es kann also anhand der Unterlagen nicht beurteilt werden, wie detailliert diese Zuordnungen gemacht wurden, welches

¹⁷ z.B. sn 2016d, S. 54

¹⁸ in Mantelbericht (sn 2016a) werden die Entsorgungskosten aus den Berichten (sn 2016c) und (sn 2016d) aggregiert dargestellt, daraus ergibt sich für die Prognoseungenauigkeit ein aggregierter Zuschlag von 17,8 %, s.a. Tabelle 2-1

¹⁹ in den Berichten zu den Stilllegungskosten (sn 2016b) und den Kosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung (sn 2016c) wird die Monte-Carlo-Simulation auch als Instrument zur Untersuchung der Auswirkung von Gefahren und Chancen erwähnt, allerdings ohne nähere Erläuterung und beschränkt auf die Aussage, „dass die Kostenfolgen der häufigsten Gefahren- beziehungsweise Chancenkombinationen mit dem festgelegten Zuschlag, der sich rechnerisch als Differenz des Zuschlags für Gefahren und des Abzugs für Chancen ergibt, hinreichend abgedeckt sind“.

²⁰ Jörg Schneider, Hans Peter Schlatter: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen: Grundwissen für Ingenieure, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, ISBN 3-7281-2167-3, erste Auflage 1993

²¹ Jörg Schneider: Introduction to Safety and Reliability of Structures – Herausgeber Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau IVBH, ETH-Hönggerberg, 2006, erste Auflage 1997

²² (sn 2016b), S. 23ff

²³ (sn 2016b), S. 23, s. d. Fußnote 47

Mengengerüst dem zugrunde liegt und wie der Toleranzbereich einzelner Elemente begründet wird. „Die Festlegung der Toleranzgrenzen beruht auf langjähriger Erfahrung der Kostenschätzer und auf Rückschlüssen aus vergleichbaren noch laufenden oder bereits abgeschlossenen Rückbauprojekten.“²⁴. Die Monte-Carlo-Simulation hängt also ganz wesentlich von den Einschätzungen der beauftragten Experten ab. Es ist davon auszugehen, dass hierüber eine Dokumentation angefertigt wurde, diese ist aber nicht Bestandteil der veröffentlichten Unterlagen.

Ergebnis der Simulation ist nicht ein einzelner Wert, sondern die Wahrscheinlichkeitsverteilung von möglichen Ergebnissen. Erzielt wird diese durch eine große Anzahl wiederholter Rechenläufe, mit innerhalb ihrer Wertebereiche und Verteilungsfunktionen zufällig generierten Einzelparametern. Die Ergebnisse werden statistisch ausgewertet. Laut Kostenstudie führt das gewählte Modell nach etwa 20.000 Simulationen zu einem stabilen Ergebnis. Anhand der Monte Carlo-Analysen wurden in KS 16 die Zuschläge für Prognose-Ungenauigkeiten so bestimmt „dass die prognostizierten Kosten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werden“²⁵. Dieses Vorgehen ist an sich nicht zu beanstanden. Allerdings fehlt in den veröffentlichten Informationen zumindest eine Angabe, welches Perzentil hierfür als hinreichend angesehen wird. Mit einer Erläuterung, was in diesem Zusammenhang unter „hoher Wahrscheinlichkeit“ von den Autoren der Studie verstanden wird, wäre das Vertrauen in die ermittelten Zuschläge leichter nachzuvollziehen. Ohne eine solche Angabe bleibt die Aussage zur Sicherheit der Zuschläge allerdings vage.

2.2.4. Zuschläge für Gefahren

In den Berichten zur KS16 wird eine Reihe von Gefahren adressiert, deren mögliche Kostenfolgen in entsprechenden Zuschlägen auf die zukünftigen Basiskosten abgebildet werden sollen.

Bezüglich der **Stilllegungskosten** (sn 2016b) macht der für Gefahren eingestellte Zuschlag immerhin insgesamt 18,3 % der zukünftigen Basiskosten aus. Adressiert werden hiermit eine ganze Reihe von Gefahren, die zukünftig zu Verzögerungen und Mehraufwand führen können²⁶, und deren Eintrittswahrscheinlich im Rahmen von Expertenschätzungen als „möglich“ bis „sehr wahrscheinlich“ eingeschätzt wurden. Die Expertenschätzungen wurden im Rahmen mehrerer Workshops von „Vertretern sämtlicher Kernanlagen“²⁷ erarbeitet, von durch swissnuclear beauftragte Experten geprüft und durch ein externes „Risikoboard“ kommentiert.

Die konkreten Einschätzungen sind in der Kostenstudie nicht enthalten, es wird lediglich eine qualitative Einordnung und Darstellung in einer Risikomatrix beschrieben²⁸. Hier ist anzumerken, dass die in (sn 2016d) konkreter benannten Gefahren und die in der Risikomatrix, leider nur „exemplarisch“, dargestellten Stichworte, nicht übereinstimmen. Dem Außenstehenden fällt es daher schwer, eine unmittelbare Verknüpfung zwischen der beschriebenen Gefahr und der vorgenommenen Risikoeinschätzung herzustellen. Es wäre empfehlenswert, hier zukünftig eine bessere Vergleichbarkeit herzustellen und die beschriebenen Gefahren und die in der Risikomatrix dargestellten Aspekte miteinander in Bezug zu setzen.

Aus dem Katalog der in (sn 2016b)²⁹ angeführten Gefahren stechen drei Aspekte heraus, die im Folgenden kommentiert werden sollen:

²⁴ (sn 2016b), S. 23

²⁵ so in (sn 2016b), S. 77. In (sn 2016c) und (sn 2016d) gibt es hierzu keine Angaben.

²⁶ (sn 2016b). S. 80-82

²⁷ (sn 2016b), S. 25

²⁸ (sn 2016b), S. 83 ff

²⁹ s. d. S. 80 ff

Interessant ist beispielsweise, dass in der Risikomatrix der Stilllegungskosten eine Gefahr im Aspekt „*Fremdpersonalmanagement*“ als „*sehr wahrscheinlich*“ eingestuft wird, die sich in den im Text beschriebenen Gefahren offenbar unter dem Aspekt „*Verfügbarkeit externer Spezialisten*“ und ggf. auch „*Marktentwicklung bei spezifischen Tätigkeiten mit nuklearem Rückbau-Know-How*“ oder auch „*Ausfall eines wichtigen Vertragspartners*“ wiederfindet. Dieser Aspekt adressiert ein Grundproblem der Kerntechnik-Branche nicht nur in der Schweiz: Bei einer perspektivisch immer größer werdenden Anzahl stillzulegender Anlagen, und im Hinblick auf die lange andauernden Verfahren und Maßnahmen, sieht sich die Branche insbesondere beim Fremdpersonal zukünftig einem absehbaren Fachkräftemangel und der Konkurrenz mit anderen, attraktiveren Technologiesektoren um Nachwuchskräfte ausgesetzt, verbunden mit *einer „Konzentration auf dem Anbietermarkt und [...] einer Verknappung der Expertise“*. Dem gegenüber werden die Betreiber bei der Stilllegung zunächst hauptsächlich eigenes Personal einsetzen können, so dass das Risiko des (Fremd-) Personalmangels erst im späteren Verlauf einer Stilllegung und/oder bei steigendem Fremdpersonalbedarf relevant werden und sich in den Stilllegungskosten niederschlagen kann.

Vergleichsweise großen Raum nehmen bei der Gefahrenbeschreibung Aspekte aus dem behördlichen Handlungsfeld ein. Genannt werden hier Gebühren, Genehmigungsstruktur, Eingaben und Beschwerden, Verzögerungen bei der Entlassung der Anlagen aus der nuklearen Aufsicht oder die Senkung von Freigabegrenzwerten im Rahmen der Novellierung der Schweizer Strahlenschutzverordnung. Zumindest letzteres wird in der Risikomatrix ebenfalls als „*sehr wahrscheinlich*“ eingestuft, für die anderen im behördlichen Handlungsfeld angesiedelten Gefahren lassen sich die Risikoeinschätzungen nicht genau nachvollziehen, es sei denn unter den Aspekten „*Verzögerungen*“ (als „*möglich*“ eingestuft) oder „*Schnittstellen*“ (als „*wahrscheinlich*“ eingestuft).

Eine weitere in (sn 2016d) angeführte und auch aus unserer Sicht relevante Gefahr mit Kostenfolgen ist der Umstand, dass Abbruchmaterial „*nicht zu 80 Prozent kostenneutral verwertet*“ werden kann. Dahinter steckt die Annahme, dass freigegebenes (mineralisches) Abbruchmaterial dem Wertstoffkreislauf zugeführt und beispielsweise im Straßenbau verwendet werden soll. Diese Annahme ist theoretisch zutreffend: genau hierfür wird die Freigabe von Material, bei dem keine radioaktive Kontamination feststellbar ist, durchgeführt. Erfahrungsgemäß ist es aber nicht selbstverständlich, dass für solches Material auch ein Abnehmer gefunden werden kann. Gerade in Deutschland sind hier in der Vergangenheit und aktuell eher negative Erfahrungen gemacht worden, die im Endeffekt zu einer kostenpflichtigen Deponierung von freigegebenem Abbruchmaterial aus Kernkraftwerken führen. Hintergrund ist die mangelnde Marktakzeptanz für Abbruchmaterial aus dem kerntechnischen Bereich. Auch ohne dass dies in der Risikomatrix näher spezifiziert wird, sollte diese Gefahr daher als „*sehr wahrscheinlich*“ eingestuft werden.

Auch für die Gefahren bei den Entsorgungskosten für **Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung** (sn 2016c) wird in KS16 eine Risikomatrix „*exemplarisch*“ dargestellt, in deren vereinfacht oder zusammengefasst dargestellten Stickworten sich die im Text adressierten Gefahren nicht unmittelbar einordnen lassen. Die angeführten Gefahren beinhalten i. W. diverse Verzögerungen in den Betriebsabläufen und Änderungen regulatorischer Randbedingungen, darunter beispielsweise Gebühren, Verlust der Typengenehmigung für Behälter, verzögerte Stilllegungsverfügung oder abgesenkte Grenzwerte für konventionelle Schadstoffe.

Bemerkenswert ist, dass auch in diesem Teilbericht, wie bei den Kosten der Stilllegung, das Problem des Know-How-Erhalts wie die „*Verfügbarkeit von externen Spezialisten*“ und der „*Know-How-Verlust in der Zwillag*“ als mögliche kostenwirksame Gefahren genannt werden.

Kostenwirksame Gefahren bei der **geologischen Tiefenlagerung** (sn 2016d) werden für die Basisvariante (zwei Einzellager) mit einem Zuschlag von insgesamt ca. 15 % auf die zukünftigen Basiskosten ausgewiesen. Es fällt dabei insbesondere auf, dass die Gefahren selbst nur sehr abstrakt angegeben werden, es gibt auch keine nähere Beschreibung, wie die Risikoeinschätzung zustande gekommen ist. Auch die in (sn 2016b) und (sn 2016c) verwendete Methodik der Risikomatrix findet keine Erwähnung. Man muss also vermuten, dass es hinsichtlich der Ausweisung der Gefahrenzuschläge methodische Unterschiede zu (sn 2016b) und sn 2016c) gibt. Insgesamt erscheint die Herleitung und Darstellung der als zuschlagsbedürftig eingeschätzten Gefahren³⁰ für den Bereich der geologischen Tiefenlagerung mit den übrigen Kostenstudien nicht konsistent, die Angaben an sich kaum nachvollziehbar. Die Zuschlagswerte werden lediglich mitgeteilt, es gibt, anders als in den Teilberichten (sn 2016b) und (sn 2016c) keinerlei methodische Hinweise.

In (sn 2016d)³¹ werden die berücksichtigten „Gefahren für Typen von betrachteten Varianten“ zusammengestellt. Als Gefahren werden dabei „Standortvarianten, Auslegungsvarianten, Änderungen von Dimensionen, Änderungen beim Aufwand“ genannt, aber nicht weiter erläutert und auch nicht voneinander oder von grundsätzlichen Begrifflichkeiten der Kostenstudie abgegrenzt. So wird zum Beispiel im Mantelbericht (sn 2016a) erläutert, dass Ungenauigkeiten im Leistungsumfang bei Prognoseungenauigkeiten berücksichtigt werden. In (sn 2016d) bleibt dem gegenüber unklar, welche Abgrenzung oder welche unterschiedliche Sichtweise dazu führt, dass hier „Änderungen beim Aufwand“ als Gefahr klassifiziert werden.

Eine weitere Tabelle³² stellt die in Summe gleichen Zuschläge als Funktion von „Abweichungsbegründungen“ dar. Die dabei verwendeten Begrifflichkeiten sind ebenfalls weitgehend unspezifisch und darüber hinaus redundant: Die Unterschiede zwischen den Begriffen „Geologie/Technologie“ und „Geologie (Standortvarianten)“ werden nicht erläutert, ebensowenig wie die Unterschiede zwischen den Abweichungsbegründungen „gesellschaftliches Umfeld/Markt“ und „Markt“ oder „Geologie/Technologie“ und „Technologie und Wissenschaft“.

In einer dritten Tabelle³³ wird eine weitere Zuordnung der Gefahrenzuschläge, nunmehr zu den „Hauptaktivitäten und Objektgruppen“ vorgenommen. Hier fallen insbesondere Abweichungen von der eigentlichen Kostenstruktur³⁴ auf: Auf Ebene der Objektgruppen (Ebene drei), die für die Hauptaktivitäten „Anlagenplanung und -bau“, „Anlagenbetrieb“ und „Stilllegung, Rückbau und Verschluss“ definiert sind, wird jeweils eine zusätzliche Objektgruppe „Andere“ eingeführt. Obwohl maßgebliche Anteile der Gefahrenzuschläge dieser abstrakten „Objektgruppe“ zugeordnet werden, fehlt es völlig an einer inhaltlichen Befassung mit diesem Gefahrenaspekt. Auch auf Ebene der Hauptaktivitäten (Ebene zwei) wird eine zusätzliche Kategorie „übergreifende Gefahren“ ausgewiesen, in der in Summe etwa 28 % der Gefahrenzuschläge für die Basisvariante versammelt werden, ohne dass die Studie selbst hierüber inhaltlich Auskunft gibt.

Es ist also festzustellen, dass die Herleitung der Gefahrenzuschläge für den Bereich der geologischen Tiefenlagerung dem Anspruch an eine transparente und nachvollziehbare Berichterstattung nicht gerecht wird. Es ist eindringlich zu empfehlen, hier ausführlichere Informationen bereitzustellen und ggf. auch einen methodischen Abgleich mit (sn 2016b), (sn 2016c) und den übergeordneten Randbedingungen der Kostenstudie (e.g. Abgrenzung zwischen Prognoseungenauigkeiten und Gefahren) herbeizuführen, schon um dem sich derzeit einstellenden Eindruck der Beliebigkeit

³⁰ (sn 2016d)=, S. 60f

³¹ (sn 2016d) Tabelle 14a

³² (sn 2016d) Tabelle 14b

³³ (sn 2016d) Tabelle 15

³⁴ s.a. Kap. 2.1 und Anhang 1, dort Tabelle A-4

der Herleitung zukünftig vorzubeugen. Hierzu gehören auch Definitionen und eine nachvollziehbare gegenseitige Abgrenzung der zur Kategorisierung verwendeten Begriffe.

Deutlich konkretere Angaben werden in (sn 2016d) zu **nicht berücksichtigten Gefahren** gemacht, die als „sehr unwahrscheinlich“ eingestuft und daher in der Kostenstudie nicht monetisiert werden.

Thematisiert wird eine Ablehnung der Rahmenbewilligung, verbunden mit einem Neustart der Endlagersuche und erheblichen Verzögerungen, aber auch einer damit verlängerten Ansparphase der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds.

Außerdem werden die Folgen eines „*extremen Wassereintruchs*“ in verschiedenen Stadien der Realisierung (Bau der Sondierschächte, untertägige Erkundung (Exploration), Bau der Zugänge oder Betrieb des Lagers) angesprochen. Als Gegenmaßnahme wird dabei jeweils die Sanierung der Bauwerke angenommen, verbunden mit entsprechenden, von den Autoren offenbar als überschaubar eingeschätzten, Kostenfolgen. Eine Aufgabe des Standorts infolge eines nicht beherrschbaren Wassereintruchs wird in diesem Zusammenhang nicht thematisiert, auch nicht die Frage, ob im Fall eines extremen Wassereintruchs der Nachweis der Langzeitsicherheit des Endlagers überhaupt noch erbracht werden kann und der Standort nicht aus diesem Grund aufgeben werden müsste.

Zu den sehr unwahrscheinlichen Gefahren wird auch die Aufgabe des Standorts und anschließende Realisierung an einem Ersatzstandort aufgrund „*ungünstiger geologischer Befunde*“ während der Exploration oder während des Baus des Lagers gezählt.

Schließlich wird die „*Rückholung eines Teils der Endlagerbehälter nach Verschluss der Lagerkammern*“ ebenfalls als sehr unwahrscheinlich aus der finanziellen Gefahrenvorsorge ausgeklammert. Auch hier werden die möglichen Kostenfolgen als überschaubar dargestellt: „*Je nach Umfang der rückgeholtten Endlagerbehälter und dem nachfolgenden Aufwand wird von Kostenfolgen in der Größenordnung von einigen 10 Prozent der Gesamtkosten ausgegangen.*“ Hier wäre ergänzend zu bemerken, dass die Gründe für eine Rückholung von Abfällen aus den verschlossenen Lagerkammern, soweit sie nicht in (durch geeignete Maßnahmen auszuschließenden) Qualitätsmängeln der Abfalleinlagerung zu suchen wären, in aller Regel auf Monitoring-Ergebnisse aus der Beobachtung der verschlossenen Lagerkammern und/oder die nachträglich aufkommende Befürchtung eines Versagens der geologischen Barriere und damit Nichtigkeit des Langzeitsicherheitsnachweises zurückzuführen wäre. Dies müsste konsequenter Weise die vollständige Rückholung der Abfälle zur Folge haben. Die Kostenfolgen, als "Overnight-Kosten" ausgedrückt, lägen dann eher in der Größenordnung von mehr als 200 Prozent der Gesamtkosten (Aufwand der Rückholung plus Realisierung des Endlagers an einem anderen Ort). Eine solche Einschätzung der Kostenfolgen einer Rückholung wäre auch gegenüber den anderen thematisierten Szenarien nicht berücksichtigter Gefahren finanziell abdeckend.

Von der Gefahr einer tatsächlichen Rückholung ist in diesem Zusammenhang die Rückholbarkeit als einzuplanende Fähigkeit zu unterscheiden. Maßnahmen, die zur Gewährleistung der Rückholbarkeit getroffen werden müssen, und die damit verbundenen Kosten, müssen Gegenstand der Schätzung der Basiskosten sein. Sie sind in der KS 16 (s. sn 2016d) allerdings nicht gesondert ausgewiesen (siehe hierzu auch Kapitel 5.3).

2.2.5. Abzüge für Chancen

Die in den Berichten der KS16 ausgewiesenen kostenmindernden Chancen, beispielsweise die Realisierung der geologischen Tiefenlagerung als Kombilager (sn 2016d), Betriebskosten für die

Zwischenlagerung (sn 2016c) oder Entwicklung kostensenkender Technologien und Nutzung von Synergieeffekten (sn 2016b) summieren sich für Entsorgung und Stilllegung auf lediglich etwa 2,4 % der zukünftigen Basiskosten. Obwohl es sich auch hierbei um Beträge von in Summe etwa 324 Mio. SFR³⁵ handelt, werden die Möglichkeiten der Kostensenkung im Vergleich zum Gesamtumfang des zukünftigen Mittelbedarfs von über 13 Mrd. SFR offenbar als eher untergeordneter Aspekt angesehen, der die abgebildeten finanziellen Risiken nur wenig mildert.

Die Beschreibung der Chancen und die Ausweisung ihrer Kostenfolgen scheinen auch eher kurssorisch auf Basis von nicht näher beschriebenen Experteneinschätzungen vorgenommen worden zu sein. Aufgrund des insgesamt geringen Umfangs der hier ausgewiesenen Beträge ist die Fehlertoleranz dieser Einschätzungen gegenüber dem Gesamtumfang ohnehin groß, so dass eine vertiefte Herleitung auch nicht erforderlich scheint.

Im Sinne einer sparsamen Haushaltsführung wären sich bietende Chancen natürlich grundsätzlich zu identifizieren und als kostenmindernde Maßnahmen zu ergreifen. Im Hinblick auf eine Verbesserung der Risikovorsorge wäre es hingegen auch überlegenswert, die Chancen zukünftig nicht mehr von den Kostenzuschlägen in Abzug zu bringen sondern ohne Folge für die Kostenschätzung auszuweisen. Sie wären damit den nicht berücksichtigten Gefahren gleichgestellt, die ja ebenfalls ohne Kostenfolgen dargestellt werden.

2.2.6. Zusätzlicher Sicherheitszuschlag

Die Kostenstudie verzichtet vollständig auf die Ausweisung eines zusätzlichen Sicherheitszuschlags zur Minimierung des „optimism bias“, wie er in der Kostengliederung eigentlich vorgesehen ist. Im Mantelbericht der Kostenstudie (sn 2016a) wird dies nicht näher begründet. In den Berichten zu den Stilllegungskosten (sn 2016b) und den Entsorgungskosten (sn 2016c, sn 2016d) wird diesbezüglich praktisch wortgleich ausgeführt, die Zuschläge für die Ungenauigkeiten und Gefahren bzw. Abzüge für Chancen würden *„konsequent, einheitlich und umfassend erhoben und breit abgestützt“*³⁶. Betont wird, dass unabhängige Gutachter die Kostenschätzung durchführen, dass ein spezialisiertes unabhängiges Unternehmen die Zuschläge für Prognoseungenauigkeiten ausarbeite und dass *„die durch eine Vielzahl von Experten in einem mehrstufigen Verfahren erarbeitete Bewertung der Gefahren und Chancen [...] durch ein ebenfalls unabhängiges Risikoboard überprüft [wurden]“*³⁷. Ein zusätzlicher Sicherheitszuschlag zur Berücksichtigung eines „optimism bias“ sei *„unter diesen Voraussetzungen nicht begründbar“*³⁸.

Im Bericht zur Schätzung der Kosten für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d) wird zusätzlich der Verzicht auf einen Zuschlag für *„das Unbekannte“*³⁹ diskutiert. Begründet wird der Verzicht zum einen mit dem allgemeinen methodischen Ansatz der Kostenstudie, zum anderen mit der Möglichkeit zur Nachfinanzierung durch die Entsorgungspflichtigen, wenn im Rahmen der periodischen Aktualisierung Kostensteigerungen und weiter entwickelte Kenntnisse und Planungen bekannt werden.

Es ist anzumerken, dass die maßgeblichen Unbekannten bei der kerntechnischen Entsorgung in den geologischen Risiken liegen. Diese wurden in der Kostenstudie weitgehend den „nicht berücksichtigten Gefahren“ (s. Kap. 2.2.4) zugeordnet und mit dem Hinweis auf umfangreiche Voruntersuchungen als „sehr unwahrscheinlich“ eingestuft. Dennoch führen gerade bei bergbaulichen Tä-

³⁵ s. Tabelle 2-1, Preisbasis 2016

³⁶ so oder ähnlich s. (sn 2016b), S. 24, (sn 2016c), S. 34, (sn 2016d), S. 24

³⁷ so oder ähnlich s. (sn 2016b), S. 85, (sn 2016c), S. 61,

³⁸ so oder ähnlich s. (sn 2016b), S. 24, (sn 2016c), S. 34, (sn 2016d), S. 24

³⁹ (sn 2016d), Kap. 3.2

tigkeiten unbekannte Ereignisse oder Befunde (z.B. in Bezug auf die Geologie oder Hydrogeologie) häufig zu kostenwirksamen Planungs- und Maßnahmenänderungen. Ob diese in den Prognoseunsicherheiten oder den berücksichtigten Gefahren für die geologische Tiefenlagerung angemessen berücksichtigt sind, bleibt aufgrund der hier spärlichen Informationen unklar. Die Autoren der Kostenstudie halten es offenbar nicht für erforderlich, für geologische Risiken eine über die Prognoseungenauigkeiten und Gefahrenzuschläge hinausgehende finanzielle Vorsorge in der Kostenschätzung abzubilden.

2.2.7. Gesamtzuschlag

Die Zuschläge und Chancenabzüge für die Stilllegungs- und Entsorgungskosten summieren sich gegenüber den Basiskosten auf in Summe etwa 28 % (s. a. Tabelle 2-1). Für die Entsorgungskosten alleine (geologische Tiefenlagerung inkl. Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung) werden 28,6 % an Zuschlägen ausgewiesen. Im Mantelbericht ⁴⁰ (sn 2016a) wird diesbezüglich außerdem darauf hingewiesen, dass die neue Kostengliederung zu Kostenzuschlägen geführt hat, *„die nicht im gleichen Umfang in den Kostenschätzungen früherer Kostenstudien berücksichtigt worden sind.“*

Diese Zuschläge lassen sich mit aktuellen Verhandlungsergebnissen zur Risikovorsorge bei den zukünftigen Kosten der kerntechnischen Entsorgung in Deutschland vergleichen: Das aktuelle (noch nicht in Kraft getretene) deutsche Entsorgungsfondsgesetz (EntsorgFondsG)⁴¹ weist zu den dort in Anhang 2 ausgewiesenen Grundbeträgen für die zukünftigen Kosten der kerntechnischen Entsorgung⁴² einen Risikoaufschlag von 35,47 % aus. Die Kostenzuschläge in der Schweiz liegen damit deutlich unter der in Deutschland vorgesehenen finanziellen Risikovorsorge.

Ein markanter Unterschied zwischen der in Deutschland vorgesehenen und der in der Schweiz praktizierten Vorgehensweise mag darin gesehen werden, dass in Deutschland mit der Zahlung des Risikoaufschlags eine Entlassung der Entsorgungspflichtigen aus der Nachschusspflicht in Aussicht gestellt wird, während in der Schweiz die Nachschusspflicht grundsätzlich erhalten bleibt. Dies mag zumindest teilweise als Begründung für die in Deutschland höher angesetzte Risikovorsorge dienen.

Unterschiede in den Sachständen zu den jeweiligen Prozessen bei der Realisierung der kerntechnischen Entsorgung in der Schweiz und in Deutschland sind natürlich ebenfalls vorhanden, kompensieren sich aber zumindest teilweise (ohne dass dies hier quantifiziert werden könnte): In der Schweiz werden für den Standort der beiden in der Basisvariante gesuchten Endlagerstandorte⁴³ konkrete Standortoptionen diskutiert, die aber noch nicht abschließend erkundet sind. In Deutschland wird der Standortauswahlprozess für einen Endlagerstandort für hoch radioaktive Abfälle erst beginnen, verbunden mit de facto unbekanntem Aufwand für die Ausweisung und Erkundung von Standortoptionen. Dagegen steht mit Inbetriebnahme von Schacht Konrad ein Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in zumindest absehbarer Zeit zur Verfügung.

⁴⁰ (sn 2016a), S. 28

⁴¹ „Gesetz zur Errichtung eines Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (Entsorgungsfondsgesetz – EntsorgFondsG)“, als Artikel 1 im „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“

⁴² Diese umfassen die zukünftigen Kosten für Zwischen- und Endlagerung konditionierter schwach- und mittelradioaktiver Abfälle sowie die Zwischenlagerung, endlagerergerechte Konditionierung und Endlagerung hochradioaktiver Abfälle.

⁴³ In der Basisvariante werden zwei getrennte Endlagerstandorte für schwach- und mittelradioaktive Abfälle einerseits und hochradioaktive Abfälle andererseits berücksichtigt. Die als „Kombilager“ bezeichnete Variante eines gemeinsamen Endlagerstandorts wird als mögliche Chance zur Kostenreduzierung durch Synergieeffekte genannt.

Verglichen mit dem Umstand, dass die Autoren der Schweizer Kostenstudie zwar selbstbewusst, aber ohne im Detail nachvollziehbare Begründung darauf hinweisen, dass über die vorgenommenen Zuschläge hinaus ein zusätzlicher Sicherheitszuschlag „nicht begründbar“ sei, drängt sich der Eindruck auf, dass insbesondere für die Entsorgungskosten die Kostenrisiken eher optimistisch abgebildet worden sind. Auf die inhaltlichen Schwächen bei der Ermittlung der Gefahrenzuschläge für die geologische Tiefenlagerung wird in Kap. 2.2.4 hingewiesen.

Trotz der vorhandenen Unterschiede weist der in Deutschland um etwa $\frac{1}{4}$ höhere Risikoaufschlag darauf hin, dass die im Bereich der nuklearen Entsorgung angesiedelten Kostenrisiken durchaus höher eingeschätzt werden können als dies offenbar in der Schweiz der Fall ist.. Es bleibt fraglich, ob die gewählte Vorgehensweise den Anspruch an ein „*höheres Sicherheitsniveau in Bezug auf die Abdeckung von kostenerhöhenden Risiken*“⁴⁴ erfüllen kann.

Über eine tatsächlich angemessene finanzielle Risikovorsorge in der nuklearen Entsorgung lässt sich, zumindest was den mit Abstand größten Kostenblock der geologischen Tiefenlagerung betrifft, in einem weiten Spektrum spekulieren, je nachdem welche Risiken als vorsorgerelevant angesehen werden, und in welchem Maße die Risikovorsorge auch für das Eintreten mehrerer Gefahren abdeckend sein soll. Die KS16 verzichtet hier, insbesondere im Hinblick auf die oben diskutierten „nicht berücksichtigten Gefahren“ und unbekannte (i. W. geologische) Risiken jedenfalls auf eine zusätzlich finanzielle Vorsorge im Sinne des in der Kostengliederung vorgesehenen zusätzlichen Sicherheitszuschlags zur Minimierung des „optimism bias“.

Zieht man den in Deutschland ausgewiesenen Zuschlag zum Vergleich heran, dann lässt sich immerhin vermuten, dass hierdurch in der Schweizer Kostenstudie Kostenrisiken entweder nicht abgebildet sind, mit den gegebenen Zuschlägen implizit verrechnet oder grundsätzlich niedriger bewertet werden. Die hierin enthaltenen finanziellen Auswirkungen wären dann automatisch der Nachschusspflicht (s. Kap. 2.3) zuzuordnen. Sie bleiben damit für die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds zunächst unsichtbar.

2.3. Nachschusspflicht und Letzthaftung für finanzielle Risiken

Das Schweizer Kernenergiegesetz sieht vor, dass in erster Linie die Abfallverursacher als Einzahlungspflichtige der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds für Kosten haften, die über den jeweils eigenen Auszahlungsanspruch hinausgehen. Diese Nachschusspflicht besteht zusätzlich zur Einzahlungspflicht in die beiden Fonds. Abfallverursacher sind die Betreiber der Schweizer Kernkraftwerke sowie der Bund für die ihm zuzurechnenden bzw. von ihm übernommenen radioaktiven Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie.

Diese Haftung für zukünftige Mehrkosten ist auch an die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Einzahlungspflichtigen geknüpft. Für den Fall, dass die eigenen Mittel eines Einzahlungspflichtigen zur Deckung einer Kostenlücke nicht ausreichen, tritt der Fonds in Vorleistung. Der Einzahlungspflichtige zahlt diese Vorleistung mit Zinsen zurück, soweit er dazu in der Lage ist. Ist er das nicht, werden alle anderen Einzahlungspflichtigen zur Kostentragung herangezogen. Ist dies für die Herangezogenen „wirtschaftlich nicht tragbar“, bedarf es eines Entschlusses der Bundesversammlung zu einer Beteiligung an den nicht gedeckten Kosten⁴⁵.

Die Abfallerzeuger sind also grundsätzlich per Gesetz zu Nachzahlungen verpflichtet, wenn die Mittel des Fonds hierfür nicht ausreichen.

⁴⁴ (sn 2016a), S. 22

⁴⁵ z. B. (sn 2016a), S. 5

Nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs können die Kernkraftwerke selbst nicht mehr zur Erwirtschaftung ggf. erforderlicher Nachzahlungen beitragen. Die Kostenstudie⁴⁶ geht davon aus, dass das Kernkraftwerk Mühleberg seinen Betrieb im Jahr 2019 einstellen wird, die beiden Blöcke des Kernkraftwerks Beznau um das Jahr 2020⁴⁷, das Kernkraftwerk Gösgen 2029 und das Kernkraftwerk Leibstadt 2034. Die Kraftwerke werden dann 50 Jahre (Mühleberg: 47 Jahre) in Betrieb gewesen sein. Bis 2015 haben sie dabei vergleichsweise stabile Strommengen produziert und entsprechende Erträge erwirtschaftet⁴⁸. Der aktuelle langfristige und weiter andauernde Betriebsstillstand in Block 1 des Kernkraftwerks Beznau und ungeplante Betriebsausfälle im Kernkraftwerk Leibstadt erwecken derzeit den Eindruck einer nachlassenden Betriebsbereitschaft und damit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch sinkender Erträge.

Es ist also festzustellen, dass mit der Nachschusspflicht und den nachgelagerten Haftungsebenen bei Ausfall eines Zahlungspflichtigen ein Instrument geschaffen wurde, um zukünftige Kostensteigerungen, die nicht durch die Fondstruktur und die vom Fonds selbst erwirtschafteten Erträge abgedeckt werden können, durch Zahlungen der Abfallverursacher zu kompensieren. Vorausgesetzt dass die Leistungsfähigkeit der Abfallverursacher auch nach Betriebseinstellung der Kernkraftwerke erhalten bleibt, ist dieses Sicherungsinstrument auch wirksam.

Hierzu gehört auch, dass die Eigentümer der Schweizer Kernkraftwerke nach deren Betriebseinstellung über Erträge anderer Geschäftsbereiche verfügen und hieraus zu entsprechenden Zahlungen entsprechend der Nachschusspflicht herangezogen werden können. Allerdings hängt die Möglichkeit eines Durchgriffs auf die Eigentümer von der jeweiligen Gesellschaftsform ab. Für die Betriebsgesellschaften der Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt, die als eigenständige Aktiengesellschaften geführt werden, ist ein Durchgriff auf die Eigentümer nicht selbstverständlich. Hier sind weiter gehende Vereinbarungen zwischen den Anteilseignern und dem Staat erforderlich, zumal die Betriebsgesellschaften in der Stilllegungsphase definitiv keine Erträge aus wirtschaftlicher Tätigkeit mehr erzielen werden.

Die Schweizer Kernkraftwerke befinden sich darüber hinaus zu weit überwiegenden Anteilen in öffentlichem Besitz. Maßgebliche Anteilseigner sind Kantone und Kommunen, sowie kantonale bzw. kommunale Energieversorger. Für Ausfälle haften letztendlich die i. W. öffentlichen Anteilseigner und damit deren Haushalte. Damit liegt auch die Verantwortung für die aufzubringenden Kosten für Stilllegung und Entsorgung der Schweizer Kernkraftwerke letztlich in öffentlicher Hand.

Der Umstand, dass derartige Instrumente bestehen, kann dazu verleiten, Kostenrisiken mit dem Verweis auf zukünftige Korrekturmöglichkeiten nicht weiter auszuweisen. Im Fall der Kostenschätzung für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d)⁴⁹ wird von den Autoren auch explizit genau hierauf hingewiesen: Mit der Möglichkeit der Nachfinanzierung wird der Verzicht auf einen Sicherheitszuschlag für bis dato unbekannte Kostenfaktoren („das Unbekannte“) gerechtfertigt. Dem ist entgegenzuhalten, dass gerade bei bergbaulichen Tätigkeiten unbekannte Ereignisse oder Befunde (z.B. in Bezug auf die Geologie oder Hydrogeologie) häufig zu kostenwirksamen Planungs- und Maßnahmenänderungen führen. Ob diese in den berücksichtigten Gefahren für die geologische Tiefenlagerung angemessen berücksichtigt sind, bleibt aufgrund der hier spärlichen Informationen (s.a. Kap. 2.2.4) zumindest unklar. Der Verzicht darauf, für unbekannte Entwicklungen eine zusätzliche finanzielle Vorsorge in der Kostenstudie abzubilden, führt an dieser Stelle jedenfalls dazu, dass dieses Kostenrisiko in der Nachschusspflicht „versteckt“ bleibt.

⁴⁶ (sn 2016b), S. 9

⁴⁷ in (sn 2016b) als „mittleres Außerbetriebnahmejahr“ bezeichnet.

⁴⁸ s. z.B. Daten des Power Reactor Information Systems (PRIS) der IAEA:
<https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CH>

⁴⁹ sn 2016d Kap. 3.2

2.4. Option der Laufzeitverlängerung der Schweizer Kernkraftwerke

Die für den Fall eines längeren Weiterbetriebs der Kernkraftwerke in der Kostenstudie ausgewiesenen Mehrkosten der Stilllegungs- und Entsorgungskosten sind gering: Für die Stilllegungskosten werden lediglich Kostensteigerungen von in Summe etwa 28,5 Mio. SFR erwartet⁵⁰, für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung sollen die Kosten mengenproportional zu den eingesetzten Brennelementen um etwa 400 Mio. SFR steigen⁵¹, für die geologische Tiefenlagerung werden 459 Mio. SFR an Mehrkosten veranschlagt⁵². In Summe wären dies Mehrkosten von etwa 888 Mio. SFR. Einer um etwa 20 % verlängerten Betriebsdauer mit entsprechenden Erträgen stünden demzufolge etwa 5 % höhere Kosten für Stilllegung und Entsorgung gegenüber.

Für diese unter finanziellen Randbedingungen offensichtlich attraktive Option ist aber nicht außer Acht zu lassen, dass der Weiterbetrieb alternder Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Sicherheit, und nur nachrangig hinsichtlich finanzieller Vorteile, zu bewerten ist. Bis heute ist weltweit noch kein Kernkraftwerk tatsächlich über einen Zeitraum von 50 Jahren und mehr betrieben worden. Die weltweiten Erfahrungen zeigen vielmehr, dass Kernkraftwerke älterer Bauarten, sobald sie für einen über die geplante Lebensdauer hinausgehenden Betrieb ertüchtigt und an weiterentwickelte Sicherheitsanforderungen angepasst werden sollen, die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit in aller Regel unterschreiten, oder den Nachweis einer möglichen sicherheitsgerichteten Nachrüstung nicht erbringen können. Vor diesem Hintergrund sind die in der Kostenstudie KS 16 als Option berechneten Effekte einer Laufzeitverlängerung auf 60 Jahre als theoretische, aber nicht besonders wahrscheinliche zukünftige Entwicklung zu sehen.

3. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Stilllegungskosten der Schweizer Kernanlagen“

3.1. Stilllegungskosten in D, F und den USA

Naturgemäß zeigen die Stilllegungskosten für Kernkraftwerke signifikante Unterschiede, die z.T. anlagenspezifisch sind (Druck- oder Siedewasserreaktor, Ein- oder Mehrblockanlage, Alter und Anlagenzustand, Betriebshistorie etc.), z.T. durch die jeweiligen nationalen Randbedingungen beeinflusst werden⁵³. Es gibt hierbei im Übrigen auch keine eindeutige Korrelation zwischen der Leistung eines Kernkraftwerks und den erforderlichen Stilllegungskosten, daher wird in den folgenden Betrachtungen hierauf auch nicht abgestellt.

Im Folgenden werden die Schätzungen zu den Stilllegungskosten in der Schweiz mit Angaben aus Deutschland, den USA und Frankreich verglichen, für die zumindest ähnliche, wenn auch nicht unmittelbar übertragbare Randbedingungen und fortgeschrittene Stilllegungserfahrungen vorausgesetzt werden können. Aus Frankreich liegt trotz der großen Reaktorflotte lediglich ein generischer durchschnittlicher Schätzwert der Stilllegungskosten für einen Druckwasserreaktor vor.

Die Vergleiche sollen dazu dienen, die aktuellen Schätzungen der Stilllegungskosten in der Schweiz in ihrer Größenordnung einzuordnen. Die z.T. aus unterschiedlichen Jahren stammenden

⁵⁰ sn 2016b, S. 97

⁵¹ sn 2016c, S. 71

⁵² sn 2016d, S. 80

⁵³ Diese Schwierigkeit bei der vergleichenden Bewertung von Stilllegungskosten und entsprechenden Kostenschätzungen ist ein weltweit zu beobachtendes Problem, s. z.B.: (NEA 2016), S. 28 *“However, current cost estimates are not directly comparable across countries, making comparisons difficult. Moreover, the available cost estimations show significant differences and are affected by large uncertainties even between facilities of the same type. Overall, there is considerable variability in the format, content and practice of cost estimates both within and across countries.”*

Angaben werden dabei zum Zwecke des vorliegenden Gutachtens auf die jeweilige Preisbasis 2016 bezogen und mit Hilfe der in der KS16 vorgegeben Wechselkurse⁵⁴ auf SFR umgerechnet.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang natürlich auch darauf, dass bis dato nur sehr wenige Kernkraftwerke tatsächlich vollständig zurückgebaut wurden, und dass daher nahezu alle Angaben zu Stilllegungskosten auf Schätzungen mit einem limitierten Umfang an tatsächlicher Erfahrung basieren. Über die reine Größenordnung hinaus gehende Vergleiche zwischen den Anlagen werden daher immer bald an Grenzen stoßen. Stilllegungsprojekte sind heute noch immer hinsichtlich ihrer Kosten sehr spezifische Projekte, und werden es auch in absehbarer Zukunft bleiben.

3.1.1. Deutschland

Aktuell befinden sich in Deutschland 18 Kernkraftwerke (Leistungs- und Prototypreaktoren) in unterschiedlichen Stadien der Stilllegung⁵⁵. Am Kernkraftwerkstandort Würgassen ist dabei die Stilllegung am weitesten vorangeschritten, die Rückbauarbeiten sind abgeschlossen, damit sind auch die Stilllegungskosten weitgehend realisiert. Drei weitere Prototypreaktoren geringer Leistung und kurzer Betriebszeit aus der Anfangszeit der Kernenergienutzung in Deutschland sind mittlerweile vollständig zurückgebaut und aus dem Geltungsbereich des deutschen Atomgesetzes entlassen.

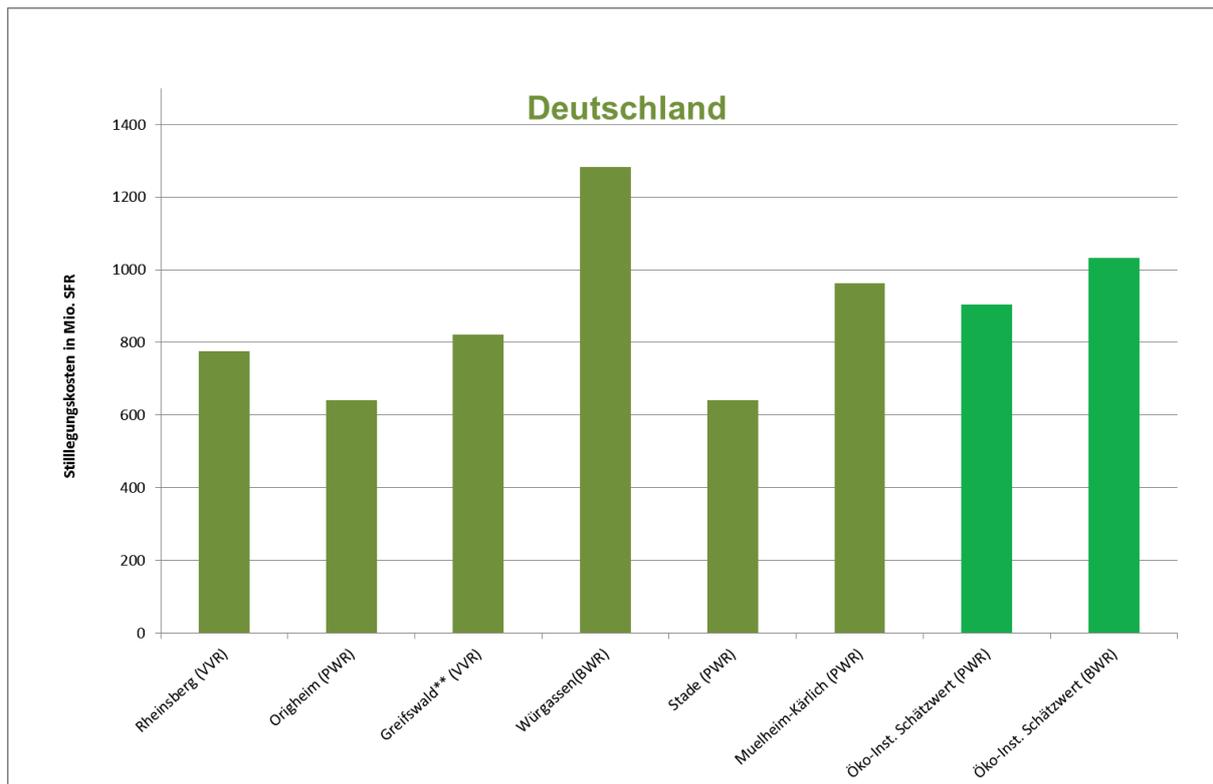
Aus diesen Stilllegungsvorhaben stammen die in Deutschland vorliegenden Stilllegungs-Erfahrungen, auf die auch die mit der Schätzung der Schweizer Stilllegungskosten beauftragte Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH verweist. Neben dem Kernkraftwerk Würgassen werden in Deutschland häufig die Kostenerfahrungen aus der Stilllegung der Kernkraftwerke Rheinsberg, Greifswald, Stade oder Mülheim-Kärlich angesprochen.

Abbildung 3-1 zeigt die für diese Anlagen veröffentlichten Gesamtkostenschätzungen. Ergänzend zu den genannten Anlagen wird in der Grafik die aktuell vom Öko-Institut vertretene Schätzmeinung zu den Stilllegungskosten eines durchschnittlichen deutschen Siede- bzw. Druckwasserreaktors dargestellt. Die Bandbreite der in Deutschland kommunizierten Stilllegungskosten liegt demzufolge zwischen etwa 0,65 und 1,43 Mrd. SFR. Das Öko-Institut selbst rechnet derzeit mit Stilllegungskosten in der Größenordnung von etwa 0,9 Mrd. SFR für einen Druckwasserreaktor und 1,0 Mrd. SFR für einen Siedewasserreaktor.

⁵⁴ sn 2016a, S. 8

⁵⁵ Quelle: http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/berichte/kt/kernanlagen-stilllegung.pdf?__blob=publicationFile&v=18, Stand Februar 2017

Abbildung 3-1: Stilllegungskostenschätzungen: Deutsche Kernkraftwerke



Eigene Darstellung, Umrechnung auf SFR, Preisbasis 2016
 VVR: Reaktor sowjetischer Bauart, PWR: Druckwasserreaktor, BWR: Siedewasserreaktor
 **Greifswald: Angaben als Durchschnitt der 5 Reaktorblöcke

3.1.2. USA

Die US-amerikanische Regierungsbehörde Nuclear Regulatory Commission (NRC) nennt derzeit insgesamt 19 Reaktoren⁵⁶ als in Stilllegung befindlich und unterscheidet dabei drei Strategien:

- DECON - Dekontamination oder Entfernung aller Strukturen bis zur Entlassung aus der atombehördlichen Überwachung
- SAFSTOR - Überführung der Anlage in einen sicheren Betriebszustand (inkl. Brennstofffreiheit), bis zur Rückbauentscheidung (Übergang zur DECON-Strategie)
- ENTOMB - langfristige „Einkapselung“ zum Abklingen der Radioaktivität. Diese auch als „sicherer Einschluss“ bezeichnete Strategie wird heute aus radiologischer Sicht als nicht mehr geeignet angesehen.

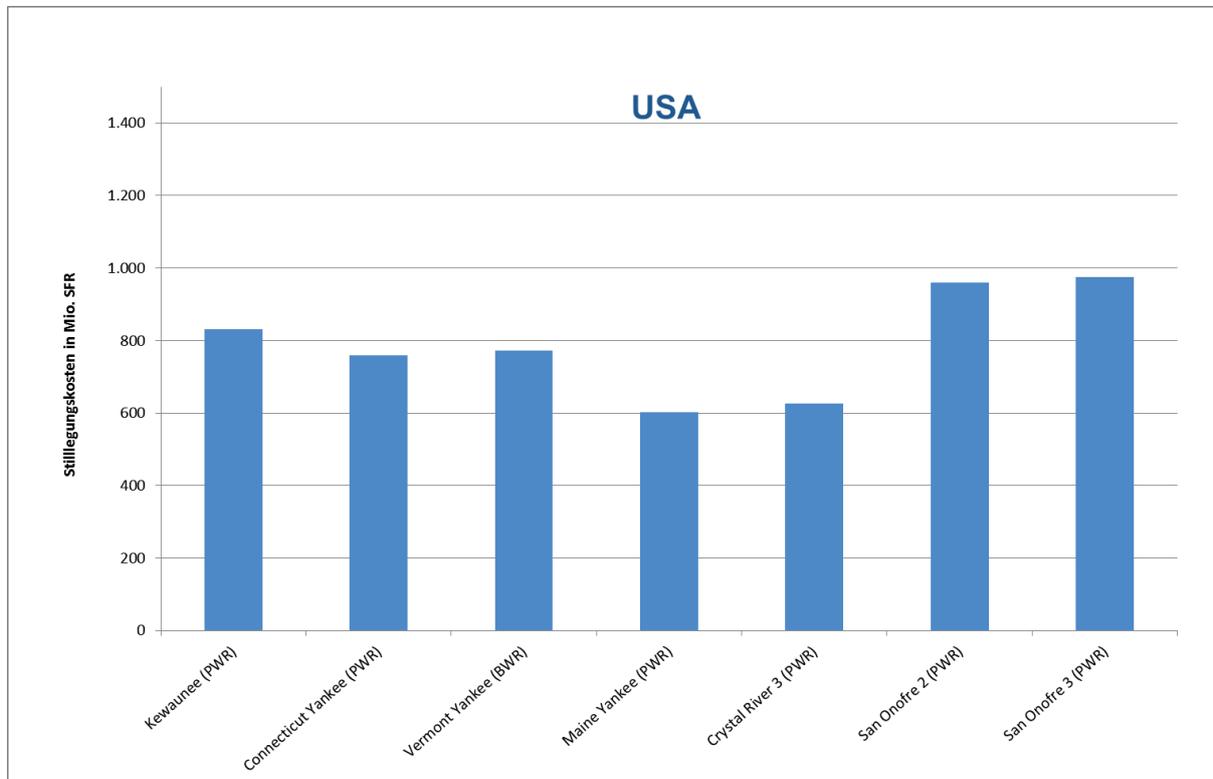
Die Betreiber erstellen im Zusammenhang mit der Betriebseinstellung einen sogenannten „Post-Shutdown Decommissioning Activities Report“ (PSDAR) für die Genehmigungsbehörde. Dieser beinhaltet auch eine Schätzung der Stilllegungskosten. Auf dieser Grundlage schätzt die U.S.NRC derzeit die Stilllegungskosten für einen US-amerikanischen Reaktor in einer weiten Bandbreite zwischen 280 und 612 Mio. \$⁵⁷. Es ist anzumerken, dass sich diese Schätzungen aufgrund unterschiedlicher Randbedingungen und der Bandbreite der verfolgten Strategien nicht ohne weiteres

⁵⁶ <https://www.nrc.gov/info-finder/decommissioning/power-reactor/>

⁵⁷ <https://www.nrc.gov/waste/decommissioning/finan-assur.html>

auf europäische Verhältnisse übertragen lassen. Sie mögen aber immerhin die in den USA diskutierte Größenordnung und Bandbreite von Stilllegungskosten veranschaulichen.

Abbildung 3-2: Stilllegungskostenschätzungen: Beispiele US-amerikanischer Kernkraftwerke



Eigene Darstellung nach Daten der US NRC, Umrechnung auf SFR, Preisbasis 2016
PWR: Druckwasserreaktor, BWR: Siedewasserreaktor

In Abbildung 3-2 sind Gesamtkostenschätzungen für einige beispielhafte U-amerikanische Stilllegungsprojekte dargestellt, bei denen eine nähere Vergleichbarkeit mit der Vorgehensweise bei der Reaktorstilllegung in Deutschland bzw. der Schweiz unterstellt werden kann. Es handelt sich um weit fortgeschrittene oder abgeschlossene Stilllegungsprojekte. Für die dargestellten Anlagen wird in den veröffentlichten Berichten über Stilllegungskosten zwischen umgerechnet etwa 0,6 und knapp unter 1 Mrd. SFR berichtet. Bei den Beispielen wurden im Hinblick auf das Kernkraftwerk Beznau mit den Reaktoren San Onofre 2 und 3 auch Reaktoren einer Mehrblockanlage mit aufgeführt.

3.1.3. Frankreich

In Frankreich ist der in staatlichem Besitz befindliche EDF-Konzern für die Stilllegung der französischen Kernkraftwerke verantwortlich. Gegenwärtig gelten 12 Kernkraftwerke als stillgelegt, darunter 8 gasgekühlte graphitmoderierte Reaktoren aus den 60er und frühen 70er Jahren, zwei Brutreaktoren und ein Schwerwasserreaktor. Für allgemeine Kostenvergleiche sind diese sehr speziellen Anlagen nicht geeignet. Die Elektrizitätserzeugung beruht in Frankreich hingegen ausschließlich auf bisher insgesamt 59 Druckwasserreaktoren, von denen erst einer, der Reaktorblock Chooz-A, sich in Stilllegung befindet. Mit der laufenden Stilllegung des Kernkraftwerks Chooz-A sollen eige-

ne Erfahrungen zum Rückbau von Druckwasserreaktoren gesammelt und für den späteren Rückbau der französischen Druckwasser-Reaktorflotte genutzt werden.

Die Stilllegungskosten werden in Frankreich mit durchschnittlich etwa 350 Mio. € (gem. KS 16 umgerechnet etwa 420 Mio. SFR) angegeben. Obwohl EDF die vergleichsweise niedrige Schätzung mit Verweis auf Synergieeffekte durch ein übergreifendes Stilllegungsmanagement, durch die große Reaktorflotte und die angenommene Repräsentativität der Stilllegungserfahrungen aus Chooz-A begründet, steht sie in Frankreich in der Kritik. So hat der französische Rechnungshof⁵⁸ (Cour de Comptes, CC) bereits in 2012 darauf hingewiesen, dass im internationalen Vergleich die von EDF geschätzten Stilllegungskosten sehr niedrig liegen. Er sieht offenbar eine zu optimistische Herangehensweise und hat in diesem Zusammenhang auch auf erhebliche Kostenrisiken durch Nichtberücksichtigung von Ungenauigkeiten und unvorhergesehenen Entwicklungen hingewiesen. In einem jüngst erschienenen Bericht⁵⁹ der französischen Kommission für nachhaltige Entwicklung und Planung⁶⁰ für die französische Nationalversammlung haben die Autoren die niedrige Schätzung der Stilllegungskosten ebenfalls als zu optimistisch und im europäischen Vergleich als zu niedrig kritisiert (s.a. ^{61, 62}).

3.2. Einordnung der Schweizer Kostenschätzung für die Stilllegungskosten

Die Schätzung der Stilllegungskosten der Schweizer Kernanlagen (sn 2016b) bringt zur Berechnung der Bemessungsgrundlage der Fondsbeiträge die bis zur endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs anfallenden Stilllegungskosten von den Gesamtkosten in Abzug, da diese unmittelbar von den Betreibern getragen und nicht den Fonds zugeordnet werden⁶³. Für das Kernkraftwerk Mühleberg handelt es sich bei diesen Kosten um einen Anteil von 15 % der Gesamtkosten, für die anderen Schweizer Anlagen liegt der Anteil bei 5 bis 6 %. Für eine Einordnung der Stilllegungskostenschätzungen in die, in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen, Kostenrahmen werden im Folgenden die in (sn 2016b) aufgeführten Gesamtkosten für die Schweizer Kernkraftwerkstandorte herangezogen, da eine solche Unterscheidung in den herangezogenen Schätzwerten aus Deutschland, den USA und Frankreich nicht angelegt ist.

Am Standort des Kernkraftwerks Beznau befinden sich zwei Reaktorblöcke sowie das Zwischenlager Beznau. In der Kostenstudie werden die beiden Reaktorblöcke des Kernkraftwerks Beznau integral betrachtet, d.h. es werden keine auf den einzelnen Reaktorblock bezogenen Angaben zu den Stilllegungskosten gemacht. Zum Zweck des Vergleichs mit den Schätzwerten aus Deutschland, den USA und Frankreich wurden die Gesamtkosten für das Kernkraftwerk Beznau, in (sn 2016b) angegeben als rd. 900 Mio. SFR, gleichmäßig auf beide Reaktorblöcke verteilt.

Die Kosten für die Stilllegung des Zwischenlagers Beznau werden teilweise gesondert ausgewiesen (bei den Basiskosten und den Zuschlägen für Prognoseunsicherheiten), teilweise aber auch nicht (bei den Gesamtkosten, den Zuschlägen für Gefahren, den Abzügen für Chancen und bei der Schätzung der Stilllegungskosten vor der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs). Die mit dem Zwischenlager unmittelbar assoziierten Kosten (rd. 5 Mio. SFR) sind im Vergleich zu den Kos-

⁵⁸ s. (CC 2012), p.113f

⁵⁹ s. (Assemblée Nationale 2016)

⁶⁰ Commission du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire

⁶¹ s. a.: France's lower-cost decommissioning plan rests on Chooz A reactor learnings; Nuclear Energy Insider, 22. Februar 2017, <http://analysis.nuclearenergyinsider.com/frances-lower-cost-decommissioning-plan-rests-chooz-reactor-learnings>, zuletzt aufgerufen am 28.03.2017

⁶² s. a.: EDF defends reactor decommissioning plans; World Nuclear News, 02. Februar 2017 <http://www.world-nuclear-news.org/WR-EDF-defends-reactor-decommissioning-plans-0202174.html>, zuletzt aufgerufen am 28.03.2017

⁶³ s. z.B. (sn 2016b) Tabelle 1

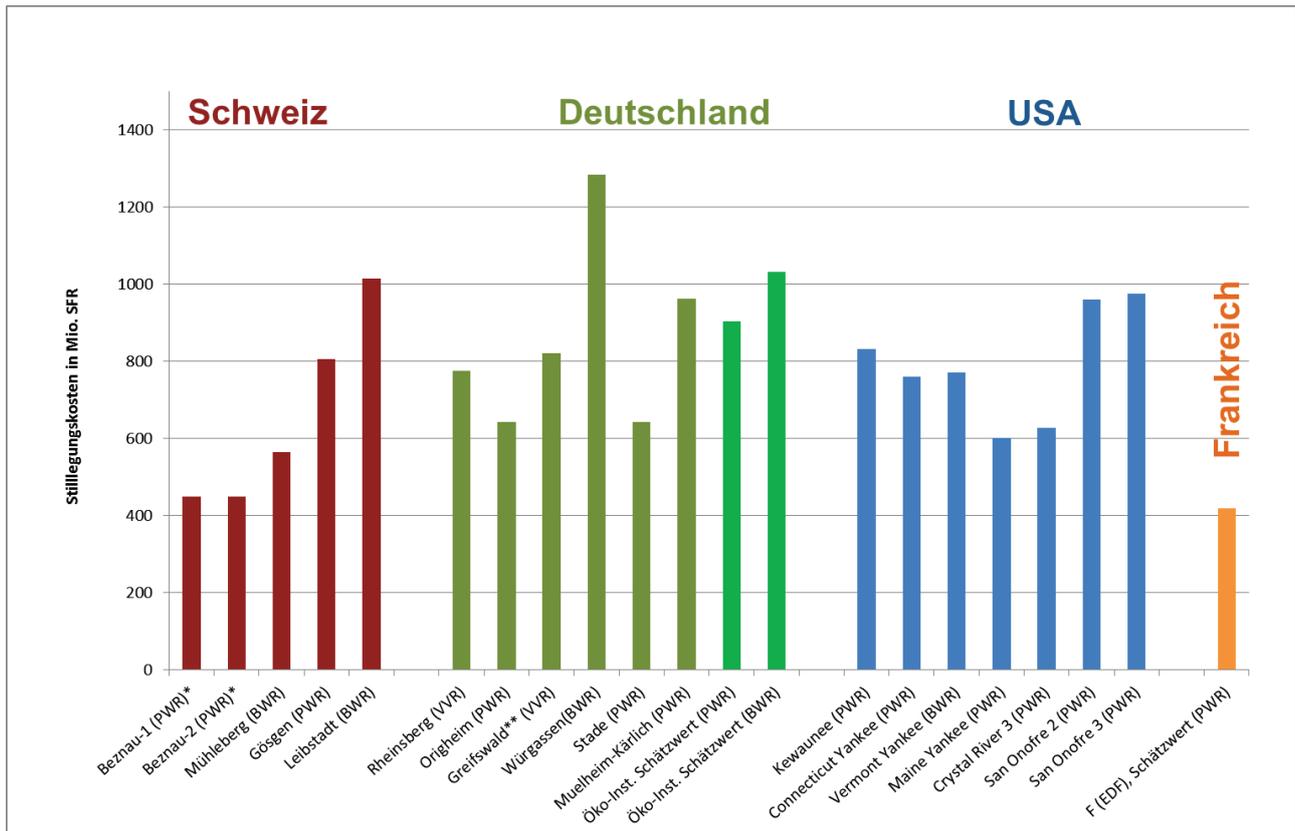
ten des Kernkraftwerks gering, so dass diese systematische Unschärfe im Folgenden vernachlässigt werden kann.

Abbildung 3-3 stellt die verschiedenen Kostenschätzung einander gegenüber. Es fällt zunächst auf, dass für die drei in naher Zukunft stillzulegenden Reaktoren Mühleberg (Stilllegung 2019) sowie Beznau (um 2020) die Stilllegungskosten deutlich niedriger angesetzt werden als für Gösgen und Leibstadt. Im Allgemeinen werden hierfür häufig Unterschiede in Bezug auf die Reaktorleistung angeführt. Dies läge auch für die Schweizer Kernanlagen nahe: Die Reaktoren in Mühleberg und Beznau liegen in ihrer (Brutto-)Leistung unter 400 MWe, Gösgen bei 1.060 und Leibstadt bei 1.275 MWe. Es sei aber angemerkt, dass eine solche unmittelbare Korrelation mit der Reaktorleistung bei der Stilllegung bis dato nicht belegt ist, sondern dass anlagenspezifische Randbedingungen und Herausforderungen im Projektmanagement die Stilllegungskosten meist stärker beeinflussen.

Betrachtet man die in Abbildung 3-3 dargestellten Schätzwerte als ein für die maßgebenden westlichen Industrienationen einigermaßen repräsentatives Spektrum, dann ordnen sich die Stilllegungskosten für Mühleberg und Beznau eher an der Untergrenze dieses Spektrums ein, zusammen mit der in Frankreich selbst in der Kritik stehenden Schätzung der EDF (s.a. Kapitel 3.1.3). Hingegen scheinen die Kostenschätzungen für Gösgen und Leibstadt den heute verbreiteten Kenntnisstand recht gut wiederzugeben, sogar eher in seinem oberen Bereich zu liegen.

Wie diese Diskrepanz letztlich zustande kommt, oder ob sich hier für Mühleberg und Beznau, wie in Frankreich kritisiert, ein vielleicht unangemessener Optimismus oder eine Risikounterschätzung in der Kostenschätzung manifestiert, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Verglichen mit dem Umstand, dass die Autoren der Schweizer Kostenstudie zwar selbstbewusst, aber ohne im Detail nachvollziehbare Begründung darauf hinweisen, dass über die vorgenommenen Zuschläge hinaus ein zusätzlicher Sicherheitszuschlag zur Dämpfung eines „optimism bias“ „*nicht begründbar*“ sei (s.a. Kap. 2.2.6), drängt sich jedenfalls der Eindruck auf, dass dies für die Stilllegungskosten der Kernkraftwerke Mühleberg und Beznau nicht uneingeschränkt zutrifft.

Abbildung 3-3: Stilllegungskostenschätzungen: Vergleich zwischen CH, D, USA und F

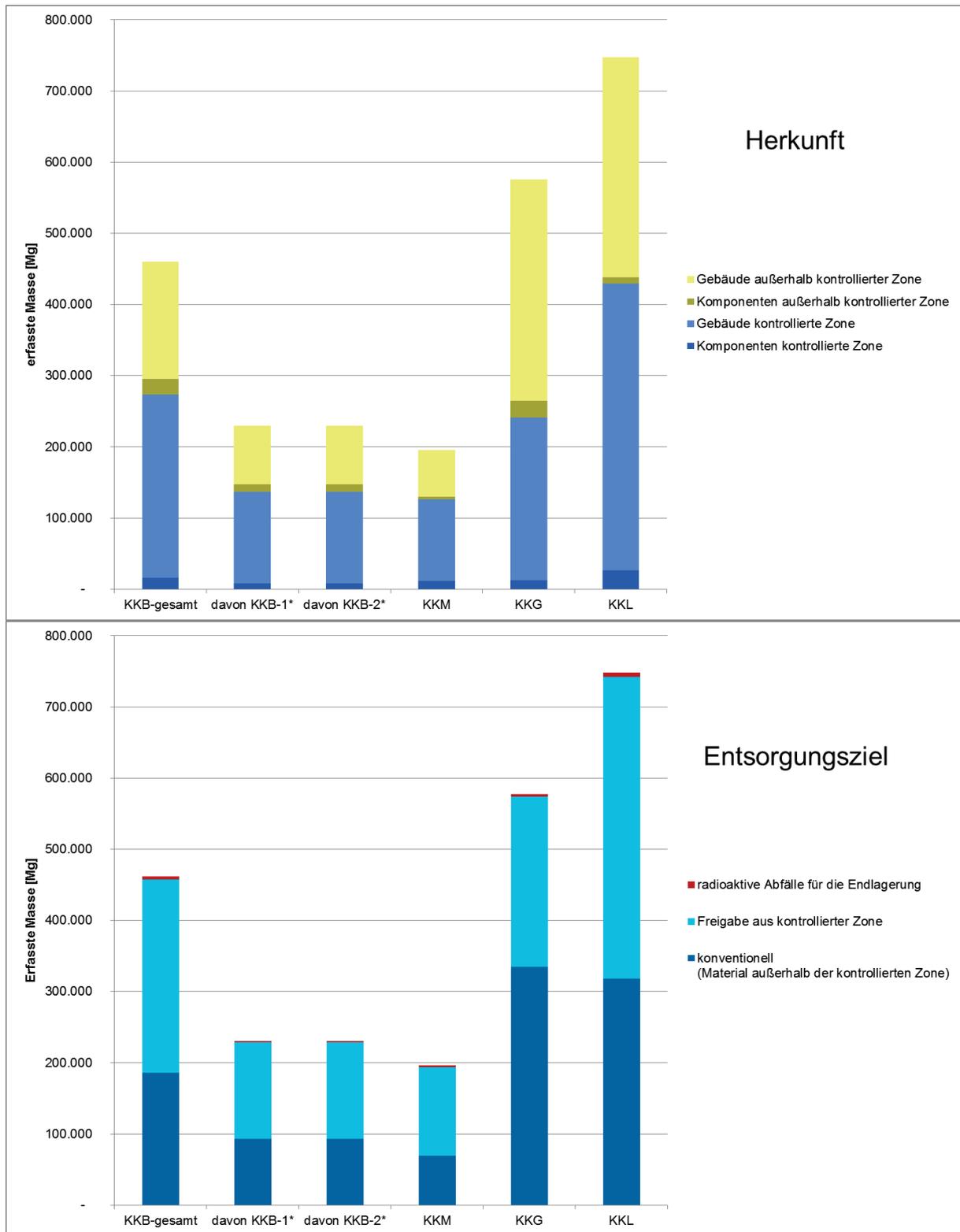


Eigene Darstellung, Umrechnung auf SFR, Preisbasis 2016
 VVR: Reaktor sowjetischer Bauart, PWR: Druckwasserreaktor, BWR: Siedewasserreaktor
 *Beznau 1 und 2: je 50 % der in (sn 2016b) angegebenen Schätzkosten
 **Greifswald: Angaben als Durchschnitt der 5 Reaktorblöcke

3.3. Einflussfaktoren auf die Stilllegungskosten

Der Bericht zur Schätzung der Stilllegungskosten geht in seinem Kapitel 4 („Einflussfaktoren auf die Stilllegungskosten“) auf das Mengengerüst der beim Rückbau der (kernbrennstofffreien) Kernkraftwerke anfallenden Massen, sowie auf den Gesamtzeitraum der Stilllegung und den Personalaufwand ein. Leider lässt sich zwischen den hier gemachten Angaben und den in Kapitel 5 („Resultat der Schätzung der Stilllegungskosten“) desselben Berichts zusammengestellten Kosten für den Außenstehenden kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Massen und Kosten herstellen. Für den Personalaufwand ist dies aber auf der obersten Darstellungsebene der Arbeitspakete möglich. Außerdem lassen sich hinsichtlich der beschriebenen Einflussfaktoren einige grundlegende Plausibilitätsbetrachtungen anstellen. Hinsichtlich des Kernkraftwerks Beznau wurden dabei die in (sn 2016b) für den Gesamtstandort gemachten Angaben vereinfachend jeweils zur Hälfte auf die beiden Kraftwerksblöcke KKB-1 und KKB-2 verteilt, um die jeweiligen Angaben besser mit den anderen Schweizer Kernkraftwerken vergleichen zu können.

Abbildung 3-4: Erfasste Massen der Schweizer Kernkraftwerke nach Herkunft und Entsorgungsziel



Eigene Darstellung, Daten (sn 2016b)

*Beznau 1 und 2: je 50 % der in (sn 2016b) angegebenen Massen für KKB-gesamt

Die in (sn 2016b) abgeschätzten Massen und ihre Verteilung auf die kontrollierte Zone und den Bereich außerhalb der kontrollierten Zone (s. Abbildung 3-4, obere Grafik) erscheinen insgesamt plausibel, aber auch typ- und anlagenspezifisch. Für heutige Siedewasserreaktoren wird erfahrungsgemäß häufig von einem Verhältnis des Masseaufkommens von im Mittel etwa 55-60 % innerhalb, entsprechend rd. 40-45 % außerhalb der kontrollierten Zone ausgegangen, bei Druckwasserreaktoren kehrt sich das Verhältnis meist um.

Für den Siedewasserreaktor KKL stimmt die Schätzung bei einem Verhältnis von 57/43 gut mit dem Erwartungswert überein. Auch für Mühleberg (KKM) ergibt sich mit 65/35 ein für den Siedewasserreaktor noch typisches Verhältnis, mit einer allerdings etwas umfangreicheren kontrollierten Zone. Für den Druckwasserreaktor Gösgen (KKG) ist das Verhältnis mit 42/58 für diesen Reaktortypus ebenfalls typisch. Das Verhältnis von 60/40 für die Doppelblockanlage Beznau ist für Druckwasserreaktoren zwar nicht unbedingt typisch, andererseits aber durch Synergieeffekte bei der Nutzung von Gebäuden und Komponenten im nichtnuklearen Teil der Anlage leicht erklärbar.

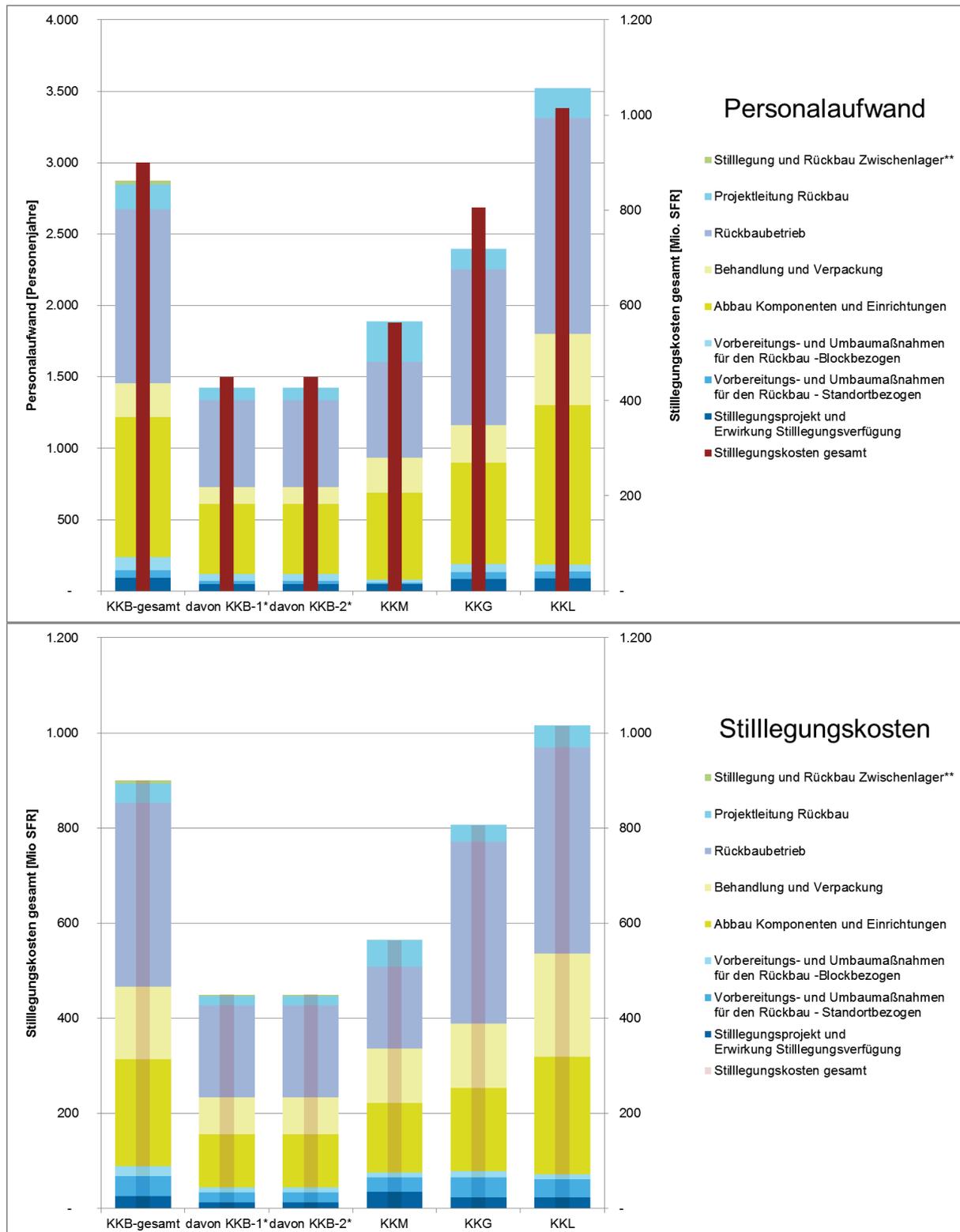
Betrachtet man die erfassten Massen nach den angestrebten Entsorgungszielen, dann fällt zunächst auf, dass nur ein sehr kleiner Teil der anfallenden Stoffe für die Endlagerung vorgesehen ist (s. Abbildung 3-4, untere Grafik). Der Anteil dieser Fraktion an den Stoffen aus der kontrollierten Zone beträgt zwischen etwa 1,3 % (KKG) und etwa 2,2 % (KKM). Auch diese Angaben sind mit denen anderer Stilllegungsvorhaben vergleichbar⁶⁴ und damit plausibel. Wie das Risiko nicht erkannter Kontaminationen und daraus folgender Mengenerhöhungen bei den radioaktiven Abfällen in der Risikoversorge (Prognoseungenauigkeiten und/oder Gefahren) berücksichtigt ist, lässt sich wegen der fehlenden Darstellung des Zusammenhangs zwischen den Massenangaben und den Arbeitspaketkosten nicht beurteilen.

Einer der größten, wenn nicht der größte Kostenfaktor bei Stilllegung und Rückbau eines Kernkraftwerks sind die Personalkosten⁶⁵. In (sn 2016b) ist der Personalaufwand für die Stilllegung als Anzahl Personenjahre für die betrachteten Anlagen dargestellt. Abbildung 3-5 stellt diese Angaben für die Schweizer Kernkraftwerke grafisch einander gegenüber und vergleicht sie mit den Gesamt-Stilllegungskosten. Die obere Abbildung stellt dabei den Personalaufwand, aufgeteilt auf die in der Kostenstruktur definierten Haupt-Arbeitspakete, zusammen mit den Gesamt-Stilllegungskosten dar. Bereits hier zeigt sich die deutliche Abhängigkeit der Kosten von dem in der jeweiligen Anlage benötigten Personal. Die untere Abbildung schlüsselt die Stilllegungskosten nach den gleichen Haupt-Arbeitspaketen auf. Es zeigt sich das nahezu gleiche Bild wie beim Personalaufwand: Sowohl beim Personal als auch bei den Gesamtkosten bilden die jeweils gleichen Arbeitspakete ähnliche Anteile am Gesamtaufwand ab. Rückbaubetrieb und Abbau von Komponenten sind die jeweils größten Blöcke, gefolgt von der Behandlung und Verpackung von Abfällen. Auch dies unterstreicht, dass die Stilllegungskosten vom jeweiligen Personalaufwand wesentlich beeinflusst werden. Es gibt bezüglich der Verteilung des Personalaufwands und der Stilllegungskosten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Anlagen.

⁶⁴ so beträgt beispielsweise der Anteil der radioaktiven Abfälle aus der abgeschlossenen Stilllegung des deutschen Kernkraftwerks Würgassen etwa 2,1 % der Kontrollbereichsmasse, für Unterweser wird der Anteil auf 2,2 % geschätzt, für Isar 1 auf 1,5 % und für Grafenrheinfeld auf 1,1 %. Zahlen abgeleitet aus Angaben des Betreibers PreussenElektra auf <https://www.preussenelektra.de/pe-internet/Stilllegung-Ruckbau-282.htm>

⁶⁵ KS16 macht diesbezüglich auch auf kostenwirksame Gefahren aufmerksam, siehe hierzu auch Kapitel 2.2.4

Abbildung 3-5: Personalwand und Stilllegungskosten bei der Stilllegung der Schweizer Kernkraftwerke



Eigene Darstellung, Daten (sn 2016b)

*Beznau 1 und 2: je 50 % der in (sn 2016b) angegebenen Massen für KKB-gesamt

**nur Zwibez bei KKB-gesamt

Es ist nicht möglich, anhand der veröffentlichten, nur in Personenjahren angegebenen, Zahlen den konkreten Zusammenhang zwischen den im Laufe der Stilllegung tatsächlich anfallenden Arbeiten und dem dafür erforderlichen Personalaufwand unmittelbar nachzuvollziehen. Zwar werden in der methodischen Beschreibung⁶⁶ die „*Verwendung spezifischer Faktoren*“, „*Erfahrungen aus laufenden Rückbauprojekten*“ und eine „*Kalkulation sämtlicher Arbeitsschritte*“ beschrieben. Gerade die Relation zwischen konkretem Arbeitsaufwand und Personaleinsatz ist aber nicht erkennbar, da die Kalkulationsgrundlagen nicht veröffentlicht sind. Dieser Befund entspricht Erfahrungen des Öko-Instituts mit ähnlichen Aufwandschätzungen, die im Übrigen ebenfalls von der auch mit diesem Teil der Kostenstudie beauftragten Siempelkamp NIS erstellt wurden. Die den Studien zugrunde liegenden Annahmen zum erforderlichen Personalaufwand lassen sich in der Regel nicht extern und unabhängig prüfen. Dies ist insofern bedeutend, als derartige Kostenstudien im Rahmen ihrer Revision häufig, bei an sich gleich bleibendem Aufwand, maßgebliche Änderungen, z.B. im Gesamtzeitplan oder bei den verwendeten Eingangsgrößen, erfahren, deren Umsetzung in Personalaufwand und -kosten dann nicht ohne weiteres erklärt werden können. Da insbesondere die Personalkosten großen Einfluss auf die Stilllegungskosten haben und damit auch die in den Stilllegungsfonds einzuzahlenden Beträge maßgeblich bestimmen, wäre hier dringend zu einem höheren Maß an Transparenz und damit Prüfbarkeit zu raten als dies bisher erreicht worden ist.

4. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - „Schätzung der Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung“

Das die zukünftig erwarteten Kosten für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung maßgeblich bestimmende Mengengerüst der radioaktiven Abfälle ist gut prognostizierbar: Die noch anfallenden hoch radioaktiven Abfälle (abgebrannte Brennelemente) sind aus den aktuellen Planungen zur Laufzeit der Kernkraftwerke ablesbar, die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sind eine feste Größe. Der Großteil der hoch radioaktiven Abfälle ist bereits angefallen, in Behälter verpackt und zwischengelagert, und die erforderliche Infrastruktur (i. W. Zwilag und Zwibez) existiert.

Etwa 2/3 der in der Kostenschätzung angegebenen Kosten sind bereits aufgelaufen⁶⁷, wurden also schon verausgabt und sind insofern nicht mehr risikorelevant. Vor diesem Hintergrund kann man davon ausgehen, dass die Kostenschätzung für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung auf fundierter Grundlage erfolgen kann und dass das dargestellte Ergebnis nur wenige Risiken beinhaltet.

5. Spezifische Hinweise zum Bericht „Kostenstudie 2016 (KS16) - „Schätzung der Entsorgungskosten - geologische Tiefenlagerung“

Im Gegensatz zu den Stilllegungskosten (s. Kapitel 3) ergeben grenzüberschreitende Vergleiche von Kostenschätzungen zur geologischen Tiefenlagerung in der Regel nur wenig Sinn: Zu spezifisch sind die jeweiligen Kostenbausteine: Von den nationalen Randbedingungen (vom Abfallinventar über den Rechtsrahmen bis zu den wirtschaftlichen Rahmendbedingungen und dem Lohn-Niveau) über die Verfügbarkeit von geeigneten Wirtsgesteinsvorkommen und die zugehörigen Endlagerkonzepte, über den Prozess der Standortauswahl und die dort zu betrachtenden Optionen bis hin zu den regionalen und lokalen Eigenschaften der Standorte, den Ablauf der Öffentlichkeitsbeteiligung und letztlich den Erfolg oder Misserfolg der Realisierung von Errichtung, Betrieb und

⁶⁶ (sn 2016b), S. 59

⁶⁷ (sn 2016c), Tabelle 1

Verschluss eines Endlagers an einem geeigneten Standort reihen sich eine Vielzahl an Einflussfaktoren aneinander. Diese sind letztlich auch kostenbestimmend, werden sich aber bei Kostenvergleichen, zumindest was die oberen Ebenen der Kostenstruktur, also die aggregierten Gesamtkosten, betrifft, über Ländergrenzen hinweg nie befriedigend miteinander vergleichen lassen. Auf entsprechende übergeordnete Vergleiche mit Kostenschätzungen anderer Staaten wird daher verzichtet. Die der Kostenstudie diesbezüglich unterlegten Daten sind ohnehin einer genaueren Prüfung nicht zugänglich.

Die nachfolgend kommentierten Aspekte sind Einzelaspekte, die sich zum einen aus der Durchsicht der Kostenstudie zur geologischen Tiefenlagerung (sn 2016d) ergaben, zum anderen seitens der Schweizerischen Energie-Stiftung als Punkte von Interesse genannt wurden. Hieraus ergaben sich die nachfolgenden Hinweise.

5.1. Zeitplan und Kostenanfall

Die mit Abstand langfristigen Folgen der nuklearen Entsorgung ergeben sich auch in der KS16 für den Prozess der geologischen Tiefenlagerung, der auch den größten Kostenblock darstellt. Der Gesamtprozess wird sich weit ins 22. Jahrhundert hineinziehen⁶⁸ und aus heutiger Sicht demnach noch mehr als einhundert Jahre dauern. Derart langfristige zeitliche Randbedingungen haben weitreichende Folgen für die Ermittlung eines heutigen Finanzbedarfs. Vor diesem Hintergrund werden in (sn 2016d) der angenommene zeitliche Verlauf der jährlichen Ausgaben für die beiden Endlager der Basisvariante (HAA-Lager und SMA-Lager) grafisch dargestellt und daraus der Barwert für die Preisbasis 2016 berechnet.

Die Kostenstudie selbst enthält keine Angaben über die zugrunde gelegte Teuerungsrate und die für die Barwertberechnung anzusetzende Anlagenrendite. Die aktuelle Fassung der SEFV⁶⁹ gibt hier eine Teuerungsrate von 1,5 % und eine Anlagenrendite (netto, also nach Abzug der Kosten) von 3,5 % vor. Diese ist auch als Diskontsatz für die Barwertberechnung der Kosten der geologischen Tiefenlagerung anzuwenden. Die Realrendite läge dann bei 2,0 %. Als Barwert für die Entsorgungskosten werden auf dieser Grundlage 5,1 Mrd. SFR für die Basisvariante (zwei Einzellager) angegeben. Dem gegenüber beläuft sich die Schätzung der „Overnight-Kosten“ auf etwa 12,2 Mrd. SFR.

Inwieweit die nach SEFV vorausgesetzte Anlagenrendite von 3,5 % über den sehr langen, generationenübergreifenden Finanzierungszeitraum erreicht werden kann, ist zumindest fraglich. Auch in Deutschland wird die Diskontierung von weit in die Zukunft reichenden Umweltwirkungen diskutiert. Das deutsche Umweltbundesamt beispielsweise hat bezüglich der Diskontierung von Umweltschäden in 2012 eine Methodenkonvention (UBA 2012) veröffentlicht, in der bei generationenüberschreitenden Umweltauswirkungen zumindest eine Sensitivitätsrechnung mit einem Diskontsatz von 0 % gefordert wird.

Im Rahmen der Revision der SEFV⁷⁰ wurde bereits eine Senkung der anzusetzenden Anlagenrendite von ehemals 5,0 % auf die heutigen 3,5 % diskutiert und letztlich auch in der derzeit geltenden Fassung umgesetzt. Inwieweit die heutige und schon mehrere Jahre andauernde Niedrigzinsphase hier weitere Anpassungen in naher Zukunft erforderlich machen wird, bleibt abzuwarten. Jede Absenkung des Diskontsatzes führt dabei zu einer Erhöhung des jeweiligen Barwertes, der dann über die Nachschusspflicht der Einzahlungspflichtigen abgefangen werden müsste. Würde man die

⁶⁸ s. z.B. (sn 2016d), S. 69

⁶⁹ (SEFV 2016): Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung vom 7. Dezember 2007 (Stand am 1. Januar 2016)

⁷⁰ (SEFV 2013)

Kompensation der Teuerungsrate als Mindestanforderung an die Anlagenrendite des Fonds ansetzen, dann wären letztlich mit Beginn der Stilllegung der jeweiligen Anlage Mittel in Höhe der jeweils zuzurechnenden „Overnight“-Kosten, wie sie zusammengefasst im Mantelbericht⁷¹ dargestellt sind, als Fondvermögen erforderlich.

Absehbare Investitionen in einer noch Jahrzehnte entfernten Zukunft verlieren also durch Abzinsung für den heutigen Kapitalbedarf an Bedeutung. In gleicher Weise machen sich Verlängerungen im Zeitplan bemerkbar. Die in der Kostenschätzung berücksichtigte Verlängerung im Realisierungsplan der geologischen Tiefenlagerung, insbesondere die um 15 (SMA-Lager) bzw. 10 (HAA-Lager) Jahre in die Zukunft verschobene Inbetriebnahme der Endlager, führt zwar real zu absehbaren Mehrkosten, sei es als Aufwand für die Zwischenlagerung, für die über einen längeren Zeitraum auflaufenden Personalkosten in den spezifischen Aufgabenbereichen oder über die allgemeine Teuerung. Die Verlängerung der Zeitachse führt aber auch dazu, dass der Barwert für zukünftige Ausgaben für die heutige Kostenschätzung merkbar niedriger ausfällt. Durch die längere Verzinsungsphase des Fondvermögens sinkt der heute zu leistende Beitrag zur finanziellen Vorsorge, so dass die seitens Stenfo aktuell ausgewiesenen provisorischen Beiträge⁷² sinken. Für das Kernkraftwerk Beznau fallen infolge dessen im Veranlagungszeitraum 2017-2021 sogar überhaupt keine Beiträge an.

In (sn 2016d)⁷³ wird dieser Umstand unter der Überschrift *„Nicht berücksichtigte Gefahren und Chancen“* ebenfalls aufgegriffen. Dort heißt es sowohl zu der als sehr unwahrscheinlich eingeschätzten Ablehnung der Erteilung der Rahmenbewilligung (verbunden mit dem Hinweis *„Bei Ablehnung der Rahmenbewilligung ist das weitere Vorgehen offen.“*) als auch zu einer denkbaren Aufgabe des Standorts wegen ungünstiger geologischer Befunde erst während der untertägigen Erkundung (verbunden mit dem Hinweis *„Das Lager wird an einem Reservestandort realisiert“*) wortgleich: *„Unter Berücksichtigung, dass [in diesen Fällen] die großen Investitionen nach hinten geschoben werden und während dieser Zeit Zinserträge des geäußerten Fonds anfallen, zeigt sich, dass dies keine höheren Rückstellungen verlangt“*.

Dies gilt für jede Art zukünftiger zeitlicher Verzögerungen im Realisierungsplan: In dem Maße wie der Realisierungsplan heute zeitlich gestreckt wird, z.B. weil die Betriebsabläufe langsamer eingeschätzt werden, weil eine längere Beobachtungsphase nach Verschluss erwartet wird, oder weil unterstellt wird, dass sich die Entscheidung über den endgültigen Verschluss aufgrund von unklaren Beobachtungsergebnissen und einer begleitenden gesellschaftlichen / politischen Diskussion über Erfolg oder Misserfolg der Endlagerung verzögert, sinkt durch die Abzinsung automatisch der heutige Bedarf an finanzieller Vorsorge.

Die Vorgehensweise der Barwertberechnung ist dabei hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Methodik und dem hierfür anzuwendenden finanzmathematischen Modell nicht grundsätzlich zu beanstanden, und in der SEFV zur Berechnung der Fondsbeiträge auch so vorgesehen⁷⁴. Sie betrifft auch nicht die tatsächlichen Kosten, sondern beschreibt die Erwartung, dass und wie die benötigten Mittel bis zum Zeitpunkt ihrer Verausgabung erwirtschaftet werden können. Die tatsächlichen Kosten werden nicht dadurch verbilligt, dass ihre Abzinsung überlange Zeiträume die heute zu treffende finanzielle Vorsorge verringert.

In der Art und Weise wie die Mittel durch die Fonds oder die Nachschusspflichtigen zukünftig erwirtschaftet werden, sind die Verantwortlichen dabei natürlich frei. Es sei aber darauf hingewiesen,

⁷¹ (sn 2016a), Tabelle 1

⁷² (STENFO 2016a)

⁷³ s. d., S. 61

⁷⁴ (SEFV 2016), Art. 8

dass die die Kosten verursachenden kerntechnischen Anlagen, also im Wesentlichen die Schweizer Kernkraftwerke, nach ihrer Betriebseinstellung hierzu nichts mehr beitragen werden. Ohnehin wird der Großteil der Entsorgungskosten, verbunden mit Errichtung, Betrieb und Verschluss der Endlager, erst Jahrzehnte nach der Betriebseinstellung der Kernkraftwerke anfallen. In der aktuellen Kostenstudie⁷⁵ wird damit gerechnet, dass das Gros der Kosten für das HAA-Endlager, das auch das teuerste Kompartiment der Entsorgung darstellt, in den 2050er bis 2090er Jahren anfallen wird, ein letzter großer Kostenblock wird mit den Aufwendungen für den Verschluss erst Anfang des 22. Jahrhunderts erwartet. Für das SMA-Lager wird das Gros der Kosten Mitte der 2030er bis Ende der 2070er Jahre dargestellt, der Verschluss wird auch hier erst Anfang des 22. Jahrhunderts zu Buche schlagen.

Die zukünftigen Kosten der nuklearen Entsorgung werden also nicht mehr aus Erträgen der eigentlichen Kostenverursacher, der Kernkraftwerke, erwirtschaftet werden, sondern aus Erträgen der Fonds und, im Fall nicht abgedeckter Kostensteigerungen, durch Erträge der Nachschusspflichtigen aus ihren nichtnuklearen Geschäftsbereichen.

5.2. Politisch/gesellschaftliche Risiken

Prozessrisiken, die sich aus den rechtlichen und gesellschaftlichen Auseinandersetzungen ergeben, sind in den Kostenschätzungen grundsätzlich nicht abgebildet. In der Kostenstudie zur geologischen Tiefenlagerung heißt es hierzu:

„Die vorgesehenen Maßnahmen gehen davon aus, dass das Projekt in einem gesellschaftlich, politisch und planerisch stabilen Umfeld und mit dem entsprechenden gesellschaftlichen Willen zur Entsorgung mittels Tiefenlagerung realisiert wird. Für die Maßnahmen sind die von Dritten (Behörde bzw. Politik) vorgegebenen generellen Randbedingungen (Gesetze) und deren geeignete Anwendung (Sachplanverfahren und Rahmenbewilligungsverfahren sowie weitere Bewilligungsschritte), welche die Realisierung sicherstellen, Voraussetzung.“⁷⁶

Mit dieser Einschränkung sind zeitliche Verzögerungen, die sich aus den durchaus erwartbaren Auseinandersetzungen rechtlicher, politischer oder gesellschaftlicher Natur um den Standort oder die Standorte der geologischen Tiefenlagerung ergeben können, und die damit ggf. verbundenen Kostenrisiken, aus der Kostenschätzung ausgeblendet.

Insoweit dies als Randbedingung für die Kostenstudien vorgegeben ist, ist diese Festlegung legitim, zumal sich derartige Risiken kaum mit unstrittigen Geldbeträgen in einer Kostenschätzung abbilden lassen. Dies bedeutet aber auch, dass hierfür keine explizite finanzielle Vorsorge abgebildet wird, so dass die durch den gesellschaftlichen Prozess hervorgerufenen Mehrkosten durch die Sicherungsinstrumente der Fonds (Erträge, Nachschusspflicht) aufzubringen sind.

5.3. Rückholbarkeit

Im Schweizerischen Entsorgungsprogramm wird die Rückholbarkeit von Abfällen aus einem Endlager als „integraler Bestandteil der Tiefenlagerkonzepte“ bezeichnet. „Für die Rückholung und für die Überwachung bestehen technische Konzepte, die periodisch an die neuesten Erkenntnisse angepasst werden.“⁷⁷

⁷⁵ (sn 2016d), Abbildung 16 auf S. 69

⁷⁶ (sn 2016d), S. 26

⁷⁷ (Nagra 2016), S. 35

Weiter heißt es dort im Zusammenhang mit der Rückholbarkeit: *„Im Hinblick auf eine allfällige Rückholung wurden Konzepte auf Grundlage bestehender Technik entwickelt. Auch hier wird bis zum nuklearen Baugesuch noch eine erhebliche Entwicklung der Technik (z.B. im Untertagebau) erwartet und auch in den ausländischen Programmen wird weitere Erfahrung anfallen. Der technologische Fortschritt wird bei der Auslegung des geologischen Tiefenlagers im Rahmen der nuklearen Baubewilligung zum Tragen kommen.“*

Die Kostenstudie KS16 gibt keine Auskunft darüber, welche Kostenfolgen sich aus den erforderlichen Vorkehrungen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit ergeben. Der Begriff der Rückholbarkeit wird in den Berichten zur Kostenstudie auch nicht verwendet. Es ist zu vermuten, dass Schätzkosten hierfür in den Kostenschätzungen enthalten sind. Zu berücksichtigen wären beispielsweise entsprechende Behälterspezifikationen, aber auch Überlegungen, inwieweit entsprechende Infrastrukturen, bis hin zu Behandlungsanlagen und einem geeigneten Zwischenlager für rückgeholte Abfälle, während des Zeitraums der Rückholbarkeit vorgehalten werden sollen. Die veröffentlichten Kostenstrukturen sind aber zu grob, als das hieraus Rückschlüsse bezüglich der für die Gewährleistung der Rückholbarkeit angenommenen Maßnahmen und angesetzten Schätzkosten gezogen werden könnten. Der oben angeführte Verweis aus (Nagra 2016) weist allerdings darauf hin, dass hier noch erhebliche konzeptionelle Änderungen entsprechend dem technologischen Fortschritt erwartet werden, so dass auch für die entsprechenden Kostenfolgen mit einem hohen Maß an Unsicherheit gerechnet werden muss.

Die Rückholung von Abfällen aus dem Endlager selbst wird in der KS16 lediglich als „nicht berücksichtigte Gefahr“ (s.a. Kap. 2.2.4) angesprochen. Sie wird als sehr unwahrscheinlich und daher nicht als relevant für die finanzielle Vorsorge angesehen. Da die Rückholung selbst nicht Ziel der Endlagerung ist, sondern nur als Folge eines Systemversagens in Frage käme, ist dies auch nachvollziehbar. Die Kostenfolgen einer Rückholung lägen im schlimmsten anzunehmenden Falle einer vollständigen Rückholung auch in einer Größenordnung von sicherlich mehr als 200 Prozent der Gesamtkosten (Aufwand der Rückholung plus Realisierung des Endlagers an einem anderen Ort).

Obwohl die Rückholbarkeit also als Fähigkeit gewährleistet und daher kostenmäßig bereits in den Basiskosten enthalten sein muss, ist das Gesamtvorhaben einer Endlagerung darauf auszurichten, die Rückholung selbst durch fortwährende Prüfung der Langzeitsicherheit zu verhindern, so dass das Endlager am Ende des Prozesses mit größtmöglichem Vertrauen in seine Sicherheit auch verschlossen werden kann. Der Prozess der Endlagerung ist also darauf auszurichten, eine tatsächliche Rückholung möglichst unwahrscheinlich zu machen.

5.4. Vergleichbarkeit mit anderen Bergbaukosten

Im Bericht zu den Kosten der geologischen Tiefenlagerung⁷⁸ wird darauf hingewiesen, dass in die Grundlagen der Schätzung für die Untertagebauwerke (Zugangstunnel, Bau- und Betriebstunnel, Lagerstollen, Schächte) Vergleiche mit bestehenden untertägigen Bauten einbezogen werden: *„Für die Schätzung der diesbezüglichen Kosten für die geologischen Tiefenlager wird auf Erfahrungen mit entsprechenden Bauwerken abgestützt.“* Dies wird allerdings auch mit dem Hinweis ergänzt dass *„Untertagebauten im Opalinuston und die Anforderungen eines geologischen Tiefenlagers spezielle Herausforderungen bieten.“* Nähere Erläuterungen zu den Vergleichen einerseits und zu den spezifischen Herausforderungen andererseits werden nicht gegeben.

Die Autoren weisen also auf vergleichbare Untertagebauwerke, insbesondere aus dem Tunnelbau, als Erfahrungsquelle hin. Dies ist insofern gerechtfertigt, als die Untertage zur Errichtung von Bau-

⁷⁸ (sn 2016d), S. 51

werken eingesetzten Techniken vergleichbar sind, und dass diesbezüglich auf tatsächlich erprobte Vorgehensweisen und Gerätschaften verwiesen werden kann.

Die nur oberflächlich angegebene Kostenstruktur erlaubt es nicht im Einzelnen nachzuvollziehen, wie diese Erfahrungen in die Kostenschätzung eingeflossen sind und wie insbesondere die Spezifika des Opalinustons sich in der Kostenschätzung niederschlagen. So kann beispielsweise nicht nachvollzogen werden, inwieweit die Bauerfahrungen im Opalinuston aus dem Felslabor Mont Terri Niederschlag in die Aufwandschätzung berücksichtigt wurden. Vergleiche auf Basis der oberen, aggregierten Kostenebenen mit veröffentlichten Gesamtkosten anderer Bauwerke, beispielsweise von Schweizer Tunnelbauwerken der letzten Jahre, führen hier zu keinem Ergebnis, dazu sind die Randbedingungen der einzelnen Vorhaben zu spezifisch. Kostenvergleiche ließen sich erst auf der Detailebene einzelner Gewerke und Tätigkeiten unter Tage ableiten, aus den veröffentlichten aggregierten Zahlen ist dies aber nicht möglich.

Die eigentliche Unsicherheit hinsichtlich der Kosten und ihrer Herleitung besteht also nicht unbedingt darin dass einzelne Tätigkeiten und ihr Aufwand aus Erfahrungswerten nicht genau genug beschrieben werden können. Sie besteht vielmehr darin, inwieweit der Umfang der Maßnahmen (d.h. das Mengengerüst) zum Schätzzeitpunkt fixiert werden kann. Insofern gilt die Kostenschätzung auch nur für das derzeit zugrunde gelegte Endlagerkonzept. Jede Änderung am Konzept oder der konkreten Ausgestaltung (z.B. in der Anzahl der Endlagerbehälter, ihrem Abstand voneinander nach Einbau unter Tage, in der Länge von Zufahrtsrampen oder der Tiefe von Schächten) wird sich auch in den Kosten niederschlagen.

6. Wesentliche Schlussfolgerungen

Im Rahmen der Begutachtung der Kostenstudie KS16 wurden einige ausgewählte Aspekte thematisiert, soweit dies im vereinbarten Bearbeitungsumfang möglich war. Auf Basis einer kritischen Durchsicht der Kostenstudie und den voranstehend beschriebenen Überlegungen ergaben sich dabei die folgenden wesentlichen Schlussfolgerungen:

- KS16 hat sich gegenüber KS11 hinsichtlich des Informationsgehalts deutlich weiter entwickelt. Sie gibt nun einen Einblick in die Kostenstrukturen, Unsicherheiten und die finanzielle Vorsorge gegen eine Reihe von kostenwirksamen Gefahren, die so aus der Kostenstudie KS11 noch nicht ablesbar waren. Naturgemäß bleiben die Hintergründe der Kostenschätzungen aber unterhalb der jeweils dargestellten dritten Gliederungsebenen weiterhin unsichtbar.

Obwohl hinsichtlich des prinzipiellen Aufbaus ähnlich, sind die in den drei Berichten (sn 2016b), (sn 2016c) und (sn 2016d) dargestellten Kostenstrukturen auf jeweils gleicher Darstellungsebene in ihrem Detaillierungsgrad nicht gleichwertig: Erlauben die „Arbeitspakete“ der Stilllegungskosten relativ konkrete Bezüge zu einzelnen Tätigkeitsbereichen und sogar grobe Rückschlüsse auf den angesetzten Personalaufwand, so bleibt die Kostenstruktur der Tiefenlagerung mit ihren „Hauptaktivitäten“ deutlich unspezifischer.

Trotz Weiterentwicklung ist daher die Nachvollziehbarkeit für eine unabhängige Öffentlichkeit in vielen Punkten nach wie vor nicht gegeben.

- Insbesondere für die Ermittlung von Zuschlägen für Prognoseunsicherheiten wird in den Studien über die Verwendung von Monte-Carlo-Simulationen berichtet. Anhand der Monte Carlo-Analysen wurden in KS 16 die Zuschläge für Prognose-Ungenauigkeiten so bestimmt „*dass die prognostizierten Kosten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werden*“⁷⁹. Dieses Vor-

⁷⁹ so in (sn 2016b), S. 77. In (sn 2016c) und (sn 2016d) gibt es hierzu keine Angaben.

gehen ist zwar nicht zu beanstanden, allerdings fehlt zumindest eine Angabe, welches Perzentil hierfür als hinreichend angesehen wird. Ohne eine solche Angabe bleibt die Aussage zur Sicherheit der Zuschläge vage. Die Bewertung der Ungenauigkeit ist dabei in hohem Masse von Expertenwissen und deren Einschätzungen abhängig, die für Außenstehende nicht einsehbar sind.

- Als Instrument für die Einschätzung von kostenwirksamen Gefahren wird bei der Stilllegung (sn 2016b) sowie bei Zwischenlagerung, Transporten, Behältern und Wiederaufarbeitung (sn 2016c) eine „Risikomatrix“ beschrieben. Allerdings stimmen die diesbezüglich exemplarisch dargestellten Gefahrenaspekte nicht mit den in der Studie beschriebenen Gefahren überein, so dass es schwerfällt, eine unmittelbare Verknüpfung zwischen Gefahr und Risikoeinschätzung der Experten herzustellen. Hier sollte zukünftig eine bessere Vergleichbarkeit hergestellt werden.

Für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d) wird keine Risikomatrix verwendet. Die Gefahren werden nur sehr abstrakt beschrieben. Ihre Herleitung ist mit den übrigen Kostenstudien nicht konsistent, die Angaben an sich sind kaum nachvollziehbar. Außerdem bestehen Unklarheiten in der Abgrenzung zwischen den Kategorien „Prognoseunsicherheit“ und „Gefahr“, aber auch in der Abgrenzung der Gefahren untereinander. Es ist eindringlich zu empfehlen, hier ausführlichere Informationen bereitzustellen und ggf. auch einen methodischen Abgleich mit den anderen Berichten der Kostenstudie (sn 2016b), (sn 2016c) und ihren übergeordneten Randbedingungen (e.g. Abgrenzung zwischen Prognoseungenauigkeiten und Gefahren) herbeizuführen.

- Relativ umfangreich wird in der Studie zur geologischen Tiefenlagerung auf den Aspekt der „nicht berücksichtigten Gefahren“ eingegangen. Interessanter Weise bedeutet dies, dass beispielweise für die dort beschriebenen Sanierungsarbeiten durch Wassereinträge in verschiedenen Stadien der Errichtung und des Betriebs des Endlagers keine finanzielle Vorsorge getroffen wird. Hierzu gehören auch die Kostenfolgen einer Abfallrückholung, die mit „*einigen 10 Prozent der Gesamtkosten*“ sehr niedrig angesetzt werden. Berücksichtigt man, dass eine Rückholung von Abfallgebinden, für die als Ursache ein Systemversagen unterstellt werden müsste, mit deren erneuter Zwischenlagerung und dem Bedarf an ein neues Endlager einhergeht, wären die Kostenfolgen dieser Gefahr deutlich höher einzuschätzen.
- Hinsichtlich der Abzüge für Chancen liegt die Empfehlung nahe, hierauf in Zukunft zu verzichten und damit die Risikovorsorge robuster auszustatten.
- Der systematische Verzicht auf den in der Kostengliederung eigentlich vorgesehenen zusätzlichen Sicherheitszuschlag wird i. W. mit der Qualität der Kostenstudie selbst begründet. Ein Verzicht auf einen Zuschlag für „das Unbekannte“ wird zusätzlich mit der Möglichkeit zur Nachfinanzierung begründet. Dabei liegt der Gesamtzuschlag unter 30 %. In Deutschland wird derzeit ein um etwa $\frac{1}{4}$ höherer Gesamt-Risikoaufschlag angenommen, was darauf hinweist, dass die im Bereich der nuklearen Entsorgung angesiedelten Kostenrisiken durchaus auch höher eingeschätzt werden können als dies offenbar in der Schweiz der Fall ist. Es ist zu vermuten, dass dadurch in der Schweizer Kostenstudie Kostenrisiken entweder nicht abgebildet sind, mit den gegebenen Zuschlägen implizit verrechnet oder grundsätzlich niedriger bewertet werden. Die hierin enthaltenen finanziellen Auswirkungen wären dann der Nachschusspflicht zuzuordnen und blieben für die Stilllegungs- und Entsorgungsfonds unsichtbar.
- Der Sicherheitszuschlag nach SEFV wird in KS 16, anders als in KS 11, auf die Basiskosten bezogen und auf diese Weise mit den neuerdings ausgewiesenen (aber zumindest teilweise auch schon in KS 11 implizit enthaltenen) Risikozuschlägen verrechnet. In letzter Konsequenz bedeutet dies gegenüber KS 11 einen Verzicht auf finanzielle Vorsorge: Wurde für KS11 ein Ri-

sikozuschlag von 30 % auch auf implizit enthaltene Zuschläge der Experten erhoben, so erfolgt dies nun nicht mehr.

- Mit der Nachschusspflicht und den nachgelagerten Haftungsebenen sind Instrumente vorhanden um zukünftige Kostensteigerungen, die nicht durch die Fondstruktur und die Fonderträge abgedeckt werden können, durch Zahlungen der Abfallverursacher zu kompensieren. Die Schweizer Kernkraftwerke befinden sich zu weit überwiegenden Anteilen in öffentlichem Besitz. Damit liegt auch die Verantwortung für die aufzubringenden Kosten für Stilllegung und Entsorgung der Schweizer Kernkraftwerke letztlich in öffentlicher Hand. Hierzu gehört auch, dass die Eigentümer nach Betriebseinstellung der Kernkraftwerke aus Erträgen anderer, nicht nuklearer Geschäftsbereiche zu entsprechenden Zahlungen herangezogen werden können. Dies ist aber für die Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt bzw. die sie betreibenden Aktiengesellschaften nicht selbstverständlich, da die Gesellschaften selbst keine anderen Geschäftsbereiche haben und auf die Aktionäre nicht ohne weiteres durchgegriffen werden kann.

Im Fall der Kostenschätzung für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d) wird von den Autoren darauf hingewiesen, dass zukünftige Kosten für bis dato unbekannte Kostenfaktoren („das Unbekannte“) über die Nachfinanzierung geregelt werden sollen. Damit wird insbesondere auf eine explizite Vorsorge gegenüber den geologischen Risiken verzichtet, obwohl gerade bei bergbaulichen Tätigkeiten unbekannte Ereignisse oder Befunde (z.B. in Bezug auf die Geologie oder Hydrogeologie) häufig zu kostenwirksamen Planungs- und Maßnahmenänderungen führen. Ob diese in den berücksichtigten Gefahren für die geologische Tiefenlagerung angemessen berücksichtigt sind, bleibt aufgrund der hier spärlichen Informationen unklar, das Risiko an sich bleibt in der Nachschusspflicht „versteckt“.

- Für einen verlängerten Weiterbetrieb der Schweizer Kernkraftwerke werden in der Kostenstudie nur geringe Mehrkosten ausgewiesen: Einer um etwa 20 % verlängerten Betriebsdauer stünden demzufolge etwa 5 % höhere Kosten für Stilllegung und Entsorgung gegenüber. Demgegenüber ist zu betonen, dass der Weiterbetrieb alternder Kernkraftwerke vorrangig hinsichtlich ihrer Sicherheit und nur nachrangig hinsichtlich finanzieller Vorteile bewertet werden muss. Ein dauerhaft sicherer und dabei wirtschaftlicher Betrieb von Kernkraftwerken über einen Zeitraum von 60 Jahren ist bis dato nirgends erfolgt.
- Im Vergleich mit Schätzwerten zu Stilllegungskosten von Kernkraftwerken in Deutschland, den USA und Frankreich ordnen sich die Stilllegungskosten der in naher Zukunft stillzulegenden Kernkraftwerke Mühleberg und Beznau eher an der Untergrenze dieses Spektrums ein, zusammen mit der im eigenen Land in der Kritik stehenden und daher wenig verlässlichen Schätzung der französischen EDF (s.a. Kapitel 3.1.3). Hingegen scheinen die Kostenschätzungen für Gösgen und Leibstadt den heutigen Kenntnisstand recht gut wiederzugeben, sogar eher in seinem oberen Bereich zu liegen.
- Die Stilllegungskosten werden maßgeblich von den Personalkosten beeinflusst. Erfahrungen zeigen hier, dass das in der Kostenstudie erreichte Maß an Transparenz noch nicht ausreicht, um die hier gemachten Angaben unabhängig prüfen und zukünftige Änderungen bewerten zu können.
- Die Kostenstudie für Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung enthält naturgemäß nur wenige Risiken und Unsicherheiten, da das Mengengerüst gut prognostizierbar ist und 2/3 der Kosten bereits aufgelaufen sind.
- Die langfristigen Folgen der nuklearen Entsorgung ergeben sich für die geologische Tiefenlagerung (sn 2016d), die auch den größten Kostenblock darstellt. Der Gesamtprozess wird aus heutiger Sicht noch mehr als einhundert Jahre dauern. Dies hat weitreichende Folgen für die Ermittlung des heutigen Finanzbedarfs, weil die Kosten als Barwert berechnet werden: Gegen-

über dem errechneten Barwert von rd. 5,1 Mrd. SFR beläuft sich die Schätzung der „Overnight-Kosten“ auf etwa 12,2 Mrd. SFR.

Die Vorgehensweise der Barwertberechnung ist nicht grundsätzlich zu beanstanden und in der SEFV auch so vorgesehen. Sie betrifft auch nicht die tatsächlichen Kosten sondern die Erwartung, dass und wie die benötigten Mittel bis zum Zeitpunkt ihrer Verausgabung erwirtschaftet werden können. Die tatsächlichen Kosten werden nicht dadurch verbilligt, dass ihre Abzinsung über lange Zeiträume die heute zu treffende finanzielle Vorsorge verringert. Dabei bleibt unklar inwieweit die notwendige Anlagenrendite von 3,5 % über den generationenübergreifenden Finanzierungszeitraum sichergestellt werden kann.

Würde man lediglich die Kompensation der Teuerungsrate als Mindestanforderung an die Anlagenrendite des Fonds heranziehen, dann wären mit Beginn der Stilllegung der jeweiligen Anlage Mittel in Höhe der jeweils zuzurechnenden „Overnight-Kosten“ als Fondvermögen erforderlich.

- In der aktuellen Kostenstudie wird damit gerechnet, dass das Gros der Kosten für das HAA-Endlager in den 2050er bis 2090er Jahren anfallen wird, ein letzter großer Kostenblock wird mit den Aufwendungen für den Verschluss erst Anfang des 22. Jahrhunderts erwartet. Für das SMA-Lager wird das Gros der Kosten Mitte der 2030er bis Ende der 2070er Jahre dargestellt, der Verschluss wird auch hier erst Anfang des 22. Jahrhunderts zu Buche schlagen. Die die Kosten verursachenden Schweizer Kernkraftwerke werden nach ihrer Betriebseinstellung hierfür keine Deckungsbeiträge mehr erwirtschaften. Die zukünftigen Kosten der nuklearen Entsorgung werden also nicht mehr aus Erträgen der eigentlichen Kostenverursacher, der Kernkraftwerke, erwirtschaftet werden, sondern aus Erträgen der Fonds und, im Fall nicht abgedeckter Kostensteigerungen, durch Erträge der Nachschusspflichtigen aus ihren nichtnuklearen Geschäftsbereichen.
- Zeitliche Verzögerungen, die sich aus Auseinandersetzungen rechtlicher, politischer oder gesellschaftlicher Natur um den Standort oder die Standorte der geologischen Tiefenlagerung ergeben können, und die damit ggf. verbundenen Kostenrisiken, sind aus der Kostenschätzung ausgeblendet. Insoweit dies als Randbedingung für die Kostenstudien vorgegeben ist, ist diese Festlegung legitim. Dies bedeutet aber auch, dass die durch den gesellschaftlichen Prozess hervorgerufenen Mehrkosten durch die Sicherungsinstrumente der Fonds (Erträge, Nachschusspflicht) aufzubringen sind.
- Die Kostenstudie gibt keine Auskunft darüber, welche Kostenfolgen sich aus den Vorkehrungen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit von Abfällen ergeben. Es ist zu vermuten, dass Schätzkosten hierfür in den Kostenschätzungen enthalten sind. Zu berücksichtigen wären beispielsweise entsprechende Behälterspezifikationen, aber auch Überlegungen, inwieweit entsprechende Infrastrukturen, bis hin zu Behandlungsanlagen und einem Zwischenlager für rückgeholte Abfälle, während des Zeitraums der Rückholbarkeit vorgehalten werden sollen. Aus den veröffentlichten Kostenstrukturen lassen sich diesbezüglich keine Rückschlüsse ziehen. Da hier noch erhebliche konzeptionelle Änderungen entsprechend dem technologischen Fortschritt erwartet werden, muss auch für die entsprechenden Kostenfolgen mit einem hohen Maß an Unsicherheit gerechnet werden.

Literaturverzeichnis

- (Assemblée Nationale 2016) Assemblée Nationale : Rapport d'information relative à la faisabilité technique et financière du démantèlement des installations nucléaires de base ; au nom de la Commission du Développement Durable et de l' Aménagement du Territoire, et présenté par M. Julien Aubert, président, et Mme Barbara Romagnan, rapporteure ; No 4428, Paris, 01.02.2017
- (CC 2012) Cour des Comptes: The costs of the nuclear power sector -Thematic public report, Januar 2012
- (Nagra 2016) Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle: Technischer Bericht 16-01 Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen, 28. November 2016
- (NEA 2016) OECD/NEA: Costs of Decommissioning Nuclear Power Plants, NEA No. 7201; Paris 2016
- (NRC 2015) US-NRC: SECY-15-0122: Summary Findings Resulting from the Staff Review of the 2015 Decommissioning Funding Status Reports for Operating Power Reactor Licensees, Enclosure 1 - Spreadsheet of All Plants; September 2015
- (SEFV 2013) Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK: Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV) - Erläuterungsbericht, 21. August 2013
- (SEFV 2016) Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung vom 7. Dezember 2007 (Stand am 1. Januar 2016)
- (sn 2011) swissnuclear: Kostenstudie 2011 (KS11) Mantelbericht, 13.10.2011
- (sn 2016a) swissnuclear: Kostenstudie 2016 (KS16) - Mantelbericht; 31.10.2016
- (sn 2016b) swissnuclear: Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Stilllegungskosten der Schweizer Kernanlagen; 31.10.2016
- (sn 2016c) swissnuclear: Kostenstudie 2016 (KS16) - Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung; 31.10.2016
- (sn 2016d) swissnuclear: Kostenstudie 2016 (KS16) - Schätzung der Entsorgungskosten – geologische Tiefenlagerung; 31.10.2016
- (STENFO 2016a) STENFO: Factsheet - Stilllegungsfonds und Entsorgungsfonds, Kurzversion für den Schnelleser
- (STENFO 2016b) STENFO: Kosten der Stilllegung und Entsorgung der Schweizer Kernkraftwerke - Ergebnisse Kostenstudie 2016 - Medienkonferenz vom 15. Dezember 2016; Präsentation
- (UBA 2012) Umweltbundesamt: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten (inklusive Anhang A und B); August 2012

Anhang 1: In den Berichten der Kostenstudie dargestellte Kostenstrukturen

Tabelle A-1: In (sn 2016b) dargestellte Kostenstruktur: Stilllegung und Rückbau Kernkraftwerke

Arbeitspakete Ebene 2	Arbeitspakete Ebene 3
Stilllegungsprojekt und Erwirkung Stilllegungsverfügung	Planerische Vorarbeiten
	Erstellung der Gesuchsunterlagen
	Stilllegungsverfügung
Vorbereitungs- und Umbaumaßnahmen - Standortbezogen	Umbau und Neueinrichtungen
Vorbereitungs- und Umbaumaßnahmen - Blockbezogen	Außerbetriebnahme Systeme
	In-Situ Dekontamination Kreisläufe
	Systemtechnische Anpassungen
	Umbau und Neueinrichtungen-
Abbau der Komponenten und Einrichtungen	Abbau Vorlaufend / Mobil
	Abbau Kontaminiert
	Abbau Aktiviert
	Abbau Betonstrukturen
	Abbau restlicher Einrichtungen
	Abbau außerhalb Kontrollierter Zone
	Dekontamination und Freigabe Gebäude
	Nachweisführung Areal / ex Areal Projekt
	Behandlung und Verpackung
Dekontamination von Einzelteilen	
Konditionierung und Verpackung	
Freimessung / konv. Entsorgung / Erlöse	
Abbau Einrichtungen zum Rückbau und zur Materialbehandlung	
Rückbaubetrieb	
	Überwachung
	Sicherung / Arealüberwachung
	Behördliche Begleitung
	Fachabteilung Betrieb Anlage
	Werkstätten
	Laufende Prüfung und Instandhaltung
	Instandhaltungsprojekte
	Betrieb IT
	Betriebs- und Unterhaltsachkosten
	Betrieb Lagereinrichtungen
Sonstige betriebliche Aufwendungen	
Projektleitung Rückbau	Gesamprojektleitung
	Übergeordnete Planungsmaßnahmen
	Leitung Teilprojekte

**Tabelle A-2: In (sn 2016b) dargestellte Kostenstruktur:
Stilllegung und Rückbau Zwischenlager (Zwibez und Zwiilag)**

Arbeitspakete Ebene 2	Arbeitspakete Ebene 3
Stilllegungsprojekt und Erwirkung Stilllegungsverfügung	Planerische Vorarbeiten Erstellung der Gesuchunterlagen
Vorbereitungs- und Umbaumaßnahmen für den Rückbau	Umbau und Neueinrichtungen Außerbetriebnahmen Anpassung Infrastruktur
Abbau der Komponenten und Einrichtungen	Abbau Kontaminiert Dekontamination der Gebäude Abbau außerhalb Kontrollierter Zone Nachweisführung Areal / ex Areal
Behandlung und Verpackung	Nachzerlegung und Behandlung Dekontamination von Einzelteilen Konditionierung und Verpackung Freimessung
Rückbaubetrieb	Laufende Prüfung und Instandhaltung Überwachung Sicherung / Arealüberwachung Betriebs- und Unterhaltssachkosten und Behörde

**Tabelle A-3: In (sn 2016c) dargestellte Kostenstruktur:
Entsorgungskosten - Zwischenlagerung, Transporte, Behälter und Wiederaufarbeitung**

Kostenstrukturelemente Ebene 2	Kostenstrukturelemente Ebene 3
TLB (Transport- und Lagerbehälter)	Behälterbeschaffung Zulassung Inspektion
Transporte	Betriebsabfälle / Reaktorabfälle Wiederaufbereitungsabfälle / abgebrannte Brennelemente
Zwischenlagerung	Zwiilag Zwibez
Wiederaufarbeitung	La Hague Sellafield

**Tabelle A-4: In (sn 2016d) dargestellte Kostenstruktur:
Entsorgungskosten - geologische Tiefenlagerung**

Hauptaktivität	Ggf. Objektgruppe
Erdwissenschaftliche Arbeiten	
Sicherheit und Systemanalysen	
Radioaktive Materialien	
Anlagenplanung und -bau	Oberflächeninfrastruktur Zugang nach Untertag Bauwerke auf Lagerebene
Anlagenbetrieb	Oberflächeninfrastruktur Zugang nach Untertag Bauwerke auf Lagerebene
Forschung und Entwicklung	
Stilllegung, Rückbau und Verschluss der Anlagen	Oberflächeninfrastruktur Zugang nach Untertag Bauwerke auf Lagerebene
Allgemeine Kosten, insbesondere die Aufwendungen für die Geschäftsstelle	
Behördentätigkeiten, Gebühren und Abgeltungen	

6.3 Anhang 3: Überprüfung des Nagra-Zeitplans im Entsorgungsprogramm 2016 durch die Schweizerische Energie-Stiftung SES

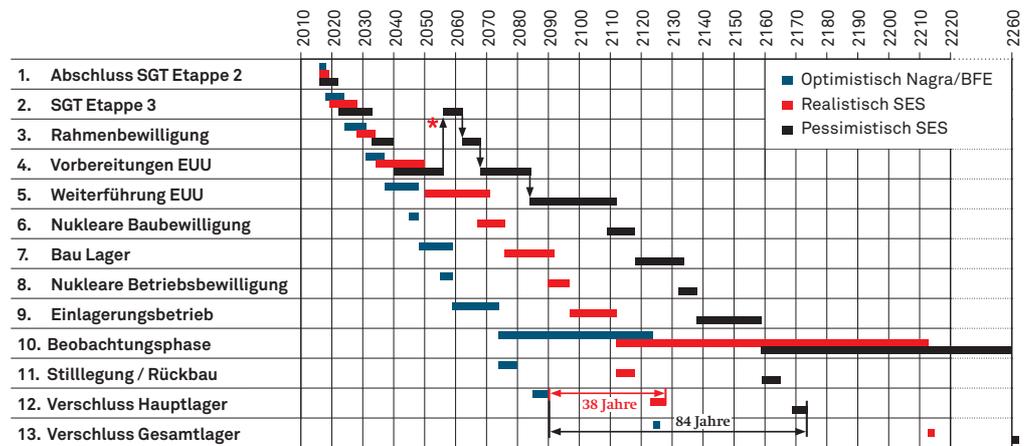
**ÜBERPRÜFUNG NAGRA-ZEITPAN /
 ÜBERPRÜFUNG DES NAGRA-ZEITPANS ZUM BAU EINES GEOLOGISCHEN
 TIEFENLAGERS FÜR HOCHAKTIVE ABFÄLLE
 Hintergrundpapier | Aktualisierte Version 2.0 | Nils Epprecht**



Schweizerische
 Energie-Stiftung
 Fondation Suisse
 de l'Énergie

Sihlquai 67
 8005 Zürich
 Tel. 044 275 21 21

info@energiestiftung.ch
 PC-Konto 80-3230-3



* Annahme: Stopp wegen Nichteignung mit Beginn an neuem Standort.

Quellen: siehe Hintergrundpapier «Schönrechnerei bei Atommüllkosten», 2017. Grafik: fischer.d

1	EINLEITUNG UND HINTERGRUND	4
1.1	<i>Illusorische Zeitpläne</i>	4
1.2	<i>Nicht berücksichtigte Kostenrisiken</i>	4
2	DIE ZEITPLAN-SZENARIEN	6
2.1	<i>Optimistisch Nagra/BFE</i>	6
2.2	<i>Realistisch SES</i>	6
2.3	<i>Pessimistisch SES</i>	6
3	DIE SZENARIEN IM DETAIL	8
3.1	<i>SES-Szenario «realistisch»</i>	8
3.2	<i>SES-Szenario «Pessimistisch»</i>	13
4	GESAMTFAZIT	18
	ANHANG 1: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	19
	ANHANG 2: ZEITPLAN-SZENARIEN FÜR DEN BAU DES GEOLOGISCHEN TIEFENLAGERS IM VERGLEICH	20

1 EINLEITUNG UND HINTERGRUND

1.1 Illusorische Zeitpläne

Mit dem Rückbau der AKW und der Langzeitlagerung der radioaktiven Abfälle kommen immense Kosten auf die Betreiber zu. Sie äufnen deshalb schon heute Stilllegungs- und Entsorgungsfonds mit denen dereinst die Ausgaben bezahlt werden sollen. Als Berechnungsgrundlage für die Fondseinlagen dient jedoch jeweils nur ein Schönwetterzenario, das Kostenrisiken nicht miteinberechnet. Die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) bestätigt in einem Prüfbericht, dass die Kostenberechnungen auf optimistischen Annahmen beruhen und Risiken nicht berücksichtigt werden. Die EFK empfiehlt die Kosten aufgrund verschiedener Szenarien zu berechnen. Sie schreibt dazu: «Diese Vorgehensweise bei den Kostenstudien, bei welcher viele mögliche Einflussfaktoren im Voraus ausgeschlossen werden, um die Beiträge zu berechnen, entspricht nicht einer nachhaltigen Lösung» und weiter «Aufgrund der Beitragsberechnung auf den idealen Kosten wurde in den letzten Jahren der Strom tendenziell zu günstig verkauft»¹.

Ein grosses Kostenrisiko, das in den Berechnungen fehlt, ist die Zeitverzögerung bei der Realisierung eines Lagers für die radioaktiven Abfälle. In der Vergangenheit musste das Bundesamt für Energie (BFE) zugeben, dass sich der Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) hinsichtlich der Einreichung der Rahmenbewilligungen für ein Atommülllager um 10-20 Jahre verlängern wird. Doch auch nach dieser Anpassung warnen Experten, dass die Timeline für den Bau und Betrieb eines Langzeitlagers auf optimistischem Wunschdenken fusst. Dies ist prekär, denn der realitätsfremd gestraffte Zeitplan den die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) verfolgt, hält die geschätzten Kosten künstlich tief.

Die SES stellt hier dem Wunschzeitplan von Nagra und BFE ein realistisches und ein pessimistisches Szenario für die Lagerung von hochradioaktivem Abfall² gegenüber.

1.2 Nicht berücksichtigte Kostenrisiken

In den beiden von der SES berechneten Szenarien sind weitere Kostenrisiken neben der Zeitplanverzögerung nicht berücksichtigt. Die Praxis (zum Beispiel im Tunnelbau) zeigt, dass durch den Anstieg der technologischen Anforderungen fast immer höhere Kosten entstehen³. Weitere Risiken sind zum Beispiel Veränderungen der Umweltschutzgesetzgebung und Marktkapazitäten. Im Zusammenhang mit der Lagerung radioaktiver Abfälle besonders ins Gewicht fällt die Tatsache, dass damit Neuland betreten wird und die Prognosen mit vielen Ungewissheiten verbunden sind. In der Regel nehmen die Kosten mit genauerer Planung nochmals drastisch zu. Dies zeigt das Beispiel der NEAT,

¹ Eidgenössische Finanzkontrolle 2014; Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, Prüfung der Governance. 1. September 2014 S. 38 und S. 4

² Die Neuberechnung wurde nur für ein HAA-Lager (hochaktive Abfälle) durchgeführt, Verzögerungen und Kostenrisiken sind jedoch etwa in gleichem Mass für das SMA-Lager (schwach- und mittelaktive Abfälle) oder im Falle eines Kombilagers zu erwarten.

³ Eidgenössische Finanzkontrolle 2014; Stilllegungs- und Entsorgungsfonds, Prüfung der Governance. 1. September 2014 S. 38

bei der die Kosten bei der Eröffnung 2016 im Vergleich zu den ersten Kostenschätzungen 1992 inklusive Teuerung beinahe 150% betragen.⁴

Weitere Finanzrisiken, welche die Sicherstellung der Äufnung der Stilllegungs- und Entsorgungsfonds betreffen, wie etwa die Zielrendite oder die Teuerung sind nicht Gegenstand der vorliegenden Szenarienberechnung.

⁴ Siehe zum Beispiel <http://interaktiv.tagesanzeiger.ch/2016/gotthard-kosten/>

2 DIE ZEITPLAN-SZENARIEN

Im Folgenden werden das optimistische Szenario von Nagra und BFE, sowie die zwei Szenarien der SES kurz beschrieben. Wir beschränken uns dabei auf die Entsorgung von hochaktiven Abfällen (HAA). Detaillierte Erläuterungen zu den Annahmen für die SES-Szenarien sind in den Kapitel 3.1 und 3.2 zu finden.

2.1 Optimistisch Nagra/BFE

Dies ist das offizielle Szenario⁵, bei dem keinerlei Komplikationen auftreten. Es gibt weder verfahrensmässige noch technische Verzögerungen. Die einzelnen Phasen werden so weit wie möglich parallel geführt und auch seitens der Kontrollbehörden sind keine Verzögerungen oder Nachreichungen zu verzeichnen. Auch Verzögerungen aufgrund juristischen Einsprachen sind im offiziellen Zeitplan nicht überall vorgesehen, so schreibt die Nagra zum Beispiel: *«Damit die Rahmenbewilligungen 2031 rechtskräftig vorliegen, müssen sich Feldarbeiten in SGT Etappe 3 ohne grössere rechtlich-bedingte Verzögerungen und relevante Überraschungen abwickeln lassen. [...] Die Begutachtung der Gesuchsunterlagen durch die Behörden erfolgt ebenso wie der Bundesratsentscheid und dessen Bestätigung planmässig.»*⁶ Von Ergebnisoffenheit ist nirgends die Rede, denn die technische Realisierbarkeit steht ausser Frage. Es geht «nur» noch um das Abarbeiten der formalrechtlichen Verfahrensaufgaben. Zwar wird zugegeben, dass Abweichungen vom Zeitplan möglich sind, in den für die Kostenstudien relevanten Zeitplänen werden diese jedoch nicht berücksichtigt.

2.2 Realistisch SES

Dieses Szenario wurde aufgrund konkreter Erfahrungswerte (bisherige Nagra-Arbeiten, ähnliche Projekte und Expertenmeinungen) erstellt. Es berücksichtigt formal-rechtliche Fristen, Einsprache- und Rekursverfahren sowie plausible, jedoch nicht unüberwindbare geologisch-technische Probleme. Einbezogen sind auch angemessene Zeiträume für eine seriöse Überprüfung der technisch-wissenschaftlichen Zwischenschritte (Synthesen) und Gesuche der Nagra für bewilligungspflichtige Untersuchungen durch die fachtechnischen Aufsichtsbehörden. Dabei wird immer davon ausgegangen, dass das heutige Tiefenlagerkonzept weiterverfolgt wird. In Kapitel 3.1 werden zu jedem Prozessschritt die Annahmen zur Abschätzung des Szenarios erläutert. Mit diesem Plan, der auf realistischen Annahmen gründet, verschiebt sich der Verschluss des Hauptlagers, im Vergleich zum optimistischen Nagra/BFE-Szenario, um 38 Jahre in die Zukunft.

2.3 Pessimistisch SES

Die Umsetzung eines Projekts von der Tragweite eines geologischen Langzeitlagers ist in mancher Hinsicht ein Schritt ins Ungewisse. Es handelt sich nicht nur um ein untertägiges Bauwerk (das per se schon höchst anspruchsvoll ist) sondern ein Bergwerkssystem, das in Kombination mit technischen Barrieren

⁵ gemäss Planung EP 2016 (NTB 16-01)

⁶ NTB 16-01, S. 81

strengsten Anforderungen an die Langzeitsicherheit, d.h. dem dauerhaften Schutz der Biosphäre vor Nuklidverseuchung, genügen muss. Abfälle, technische Barrieren und geologisches Umfeld interagieren dabei auf vielfältig-komplexe, oft nicht adäquat vorhersehbare Weise. Die Schutzfunktion des Gesamtsystems kann durch verschiedene Gegebenheiten in Frage gestellt werden. Für jeden Realisierungsschritt muss deshalb die Eignung des Standorts in seiner geologischen Konfiguration neu beurteilt werden – und bei jedem dieser Schritte kann der Befund «*nicht geeignet*» lauten. Das pessimistische Szenario der SES zeigt eine mögliche Bruchstelle, die auf der Annahme beruht, dass beim Bau vom Felslabor unüberwindbare Probleme auftauchen. Es handelt sich dabei keinesfalls um den Worst Case, sondern um eine pessimistische Möglichkeit. In Kapitel 3.2 werden die möglichen Bruchstellen des Prozesses genauer erläutert.

Bei diesem Szenario darf nicht vergessen gehen, dass das Konzept Tiefenlagerung grundsätzlich angezweifelt werden kann. Noch liegen diverse ungelöste technische und konzeptuelle Fragen vor (Gasentwicklung, Beschriftung, Eiszeiten, Einlagerungsprozess, Rückholung etc.) und könnten ein atomares «Endlager» schliesslich verunmöglichen. Die immensen Kosten, die bei einer anderen Entsorgungsweise (z.B. permanente Überwachung eines Oberflächenlagers) auf die Gesellschaft zukommen würden, sind nicht abschätzbar.

3 DIE SZENARIEN IM DETAIL

3.1 SES-Szenario «realistisch»

3.1.1 Vorbemerkungen

Schon ein summarischer Vergleich der «Ablaufplanungen» gemäss Kostenstudie 2011 (KS 11) mit der Kostenstudie 2016 (KS 16) der Nagra zeigt einige wesentliche Unterschiede, die in der entsprechenden Nagra-Dokumentation weder kommentiert noch begründet werden.

- Phasen und Aktivitäten sind teilweise anders benannt und zeitlich gegeneinander verschoben; dies erschwert den direkten Vergleich.
- Das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) wird in KS 16 als gesonderte Phase ausgewiesen und nicht mehr (wie in KS 11) als Anhängsel von Etappe 3 des Sachplanverfahrens für die geologischen Tiefenlager (SGT) behandelt. Die Nagra hat damit eingestanden, dass das RBG-Verfahren eine «Übung für sich» bedeutet, die wesentlich anspruchsvoller ist und mithin länger dauern wird als ursprünglich vorgesehen. Auch die teilweise langwierigen Bewilligungsverfahren für Schächte und Stollen nach der Erteilung der Rahmenbewilligung werden von der Nagra mittlerweile ernsthafter in der Terminplanung berücksichtigt. Nach wie vor entbehrt aber die von der Nagra veranschlagte Dauer der erforderlichen Gesuchs-, Bewilligungs- und Rekursverfahren eines vernünftigen Bezugs zur Realität.
- Der in KS 11 noch prominent dokumentierte Begriff «Felslabor» ist spurlos aus dem Vokabular der KS 16 verschwunden. Stattdessen werden Erdwissenschaftliche Untersuchungen Untertag (EUU) ins Feld geführt.

Im Folgenden werden einzelne Projektphasen gemäss vorliegenden Angaben vergleichend kommentiert.

3.1.2 Standortwahl SGT Etappe 2 (optimistisch: 2018; realistisch: gemäss BFE 2019)

Wie von der SES 2015 prognostiziert, wurde allein schon die Dauer der fachtechnischen Prüfung der Ergebnisse und Folgerungen aus SGT Etappe 2 durch den Bund (ENSI – EGT– KNS), Kantone und deren Experten (KES) von der Nagra unterschätzt. Darauf folgt die Anhörungsphase, einschliesslich Bereinigung (in Etappe 1 dauerte die Begutachtung und Anhörung nach Eingabe der Nagra drei Jahre). Schliesslich muss der BR-Entscheid zu SGT Etappe 2 vorbereitet werden.

3.1.3 SGT Etappe 3 einschl. RBG-Dokumentation (optimistisch: ab 2019, Dauer 5 Jahre = 2024; realistisch: ab 2019, Dauer 9 Jahre = 2028)

Bezeichnenderweise wird der in der KS 11 sowie in allen öffentlichen Dokumenten von der Nagra noch auffallend prominent portierte Meilenstein «Provisorische Standortwahl» in den aktualisierten Ablaufplänen nicht mehr explizit ausgewiesen. Im Text von NTB 16-01 wird er zwar noch erwähnt und mit der Jahreszahl 2022 versehen. Dies ist gegenüber KS 11 jedoch schon ein Verzug von fast 3 Jahren.

Es liegt im Ermessen der Nagra, wie viele Ergebnisse aus den laufenden Feldarbeiten noch in diese provisorische Standortwahl einfließen werden oder müssen; daher ist es seitens der SES schwer zu beurteilen, wie realistisch dieser Meilenstein zeitlich gesetzt ist. Die Nagra will dann entscheiden, für welche Standorte sie ein RBG ausarbeiten will. Diese Wahl ist zwar provisorisch, weil erst mit der Genehmigung der Rahmenbewilligung der definitive Entscheid fällt. Aber es kann damit gerechnet werden, dass der Nagra-Entscheid als Vor-Festlegung der Standortfrage in der Öffentlichkeit kaum unkommentiert zur Kenntnis genommen werden wird. Insofern ist die Nagra gut beraten, ihren Entscheid wohlbegründet zu dokumentieren.

Nach wie vor werden in der Terminplanung der Nagra sämtliche «Feldarbeiten», d.h. alle geologischen Erkundungsarbeiten mit mehreren Tief- und Quartärbohrungen der SGT-Etappe 3 in nur 4 bis 5 Jahren bewilligt, pannenfrei durchgeführt, samt Auswertung, wissenschaftlicher Interpretation und Gesamtsynthese (unter Einbezug der 3D-Seismik, einschliesslich wissenschaftlichem «peer review»). Dieser Zeitplan kann so kaum eingehalten werden. Die Erfahrungen aus bisherigen Erkundungskampagnen (z.B. Nordschweiz, Wellenberg) lassen ohne Weiteres einen mindestens doppelt so hohen Zeitbedarf erwarten. Die «Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT-Etappe 3» (NAB 15-83, Dezember 2014) decken zudem lediglich die von der Nagra ohnehin (und seit langem) favorisierten zwei Standortgebiete «ZH-Weinland» und «Bözberg» ab. Nun musste aber die Nagra «Nördlich Lägern» wieder in die Evaluation aufnehmen; mit den entsprechenden Konsequenzen bezüglich Arbeit, Zeitbedarf und Kosten.

Die 3D-seismischen Aufnahmen Jura Ost und Zürich Nordost (JO, ZNO) sowie die ungeplant-auferlegte Aufnahme von Nördlich Lägern (NL) sind zwar mittlerweile abgeschlossen. Doch Datenverarbeitung, Processing, Zeitkarten der Markerhorizonte, geologische Interpretation usw. finden weitgehend unter Ausschluss der Öffentlichkeit statt; so wurde zu den Ergebnissen der durchgeführten 3D-seismischen Untersuchungen – ausser dass die Datenqualität gut sei - nach wie vor nichts kommuniziert.

Es ist daher nicht möglich, den Abschluss dieser Arbeiten zeitlich abzuschätzen – zumal jede Interpretation solange als provisorisch zu gelten hat, als sie nicht mit einer Bohrlochseismik standortbezogen geeicht wurde. Nun sind aber die Bohrgesuche für eben diese und weitere Bohrungen erst eingereicht worden (Frühling 2017). Die nun folgenden Bewilligungs- und Einspracheverfahren werden von der Nagra notorisch unterschätzt (Erfahrungswerte KNS-Bericht M. Buser, Bohrung Benken z.B. 4 Jahre⁷). Im Gebiet JO sind bis Ende März in der zu Ende gegangenen Auflage gemäss Berichten nicht weniger als 419 Einsprachen eingegangen⁸ und auch im Gebiet ZNO sind es immerhin noch gegen 100 Einsprachen⁹. Aufgrund der bisher «üblichen» Verzögerungen

⁷http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_382857606.pdf.

⁸<https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/fricktal/grosser-widerstand-419-einsprachen-gegen-atomendlager-bohrstelle-am-boezberg-131170191>

⁹<http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/region/die-nagra-soll-anderswo-bohren/story/22598668>

im Bewilligungsverfahren, infolge von bohrtechnischen Überraschungen und der ausgesprochen anspruchsvollen Auswertung der Daten sowie ihrer projektrelevanten Interpretation ist eine Verdoppelung des von der Nagra geschätzten Zeitbedarfs durchaus vorsichtig-realistisch.

Die Nagra sieht vor, innerhalb SGT Etappe 3 auch noch die Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung zu erarbeiten und einzureichen.

3.1.4 Rahmenbewilligung (optimistisch: ab 2025, Dauer 6 Jahre = 2031; realistisch: ab 2029, Dauer 6 Jahre = 2034)

Wie erwähnt, schätzt die SES den Zeitbedarf, insbesondere für die Berücksichtigung gesicherter Ergebnisse aus den Feldarbeiten, bis zur Einreichung des RBG wesentlich höher ein als die Nagra.

Das Verfahren von der Einreichung des RGB bis zu seiner abschliessenden Rechtsgültigkeit ist äusserst komplex und führt über lange Wege durch mehrere Instanzen: Fachtechnische Überprüfung (Bund, Kantone etc.) – Stellungnahmen – Anhörung – Ämterkonsultation – Mitberichtsverfahren – Entscheid Bundesrat – Vorlage/Genehmigung Parlament – gegebenenfalls Referendum. Die Nagra rechnet für diesen Bewilligungsmarathon 6 Jahre; die SES schätzt diese Länge des Verfahrens als realistisch ein.

Die Nagra sieht vor, parallel zum laufenden RBG-Verfahren auch noch die Gesuchsunterlagen für die Bewilligung der EUU zu erarbeiten und einzureichen.

3.1.5 EUU: Vorbereitung und Beginn (optimistisch: ab 2032, Dauer 6 Jahre = 2037; realistisch: ab 2035, Dauer 15 Jahre = 2050)

Am Anfang der untertägigen Untersuchungen stehen spezifisch angesetzte Sondierungen (v.a. Bohrungen), welche als Erkundung für den nachmaligen Vortrieb der Zugangsbauwerke (Schacht und/oder Rampe) unumgänglich sind. Für diese Arbeiten sind Gesuche an das UVEK einzureichen. Nach (einspracheberechtigter) Bewilligung der Gesuche werden die erforderlichen Bohrungen abgeteuft und ausgewertet. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse erfolgt danach der Vortrieb der Zugangsbauwerke. Erst nach Auswertung der baubegleitenden standortrelevanten Charakterisierung des Untergrunds starten schliesslich die Erkundungen auf Lagerebene (bisher als «Felslabor» bezeichnet). Die SES beurteilt den von der Nagra für diese kaum überraschungsfrei realisierbaren untertägigen Bauwerke erforderlichen Zeitraum von 6 Jahren, einschliesslich einer seriösen baubegleitenden Charakterisierung und projektrelevanten Auswertung/Synthese, sowie entsprechender Bewertung durch Behörden und Experten als viel zu knapp. Einsprachen im Bewilligungsverfahren sind zu wenig berücksichtigt. Schacht und Stollen sind heikle Bauprojekte und technische Schwierigkeiten (z.B. Wassereinbrüche) mit entsprechenden Verzögerungen sind die Regel. Die Zugänge zum Felslabor der Andra am Standort Bure (F) wurden beispielsweise in einer geologisch vergleichbaren Konfiguration wie in der Nordschweiz gebaut (zwei vertikale Schächte von knapp 500 m Tiefe) und erforderten eine Bauzeit von 14 Jahren¹⁰.

¹⁰ Le journal de l'Andra, 2011/2012, No. 9

<http://www.andra.fr/download/site-principal/document/editions/371-9.pdf>

3.1.6 Weiterführung EUU (optimistisch: ab 2038, Dauer 11 Jahre = 2048; realistisch: ab 2051, Dauer 20 Jahre = 2071)

Bau und Installation einer Forschungs-Infrastruktur, vergleichbar mit einem Felslabor wie im Mont Terri oder wie am französischen Standort Bure, in 500-700 m Tiefe ist bergbau- und sicherheitstechnisch sowie betrieblich anspruchsvoll. Gemäss der laufenden Planung der Andra soll das Felslabor am Standort Bure bis 2030 betrieben werden. Langzeitexperimente erfordern sehr viel Zeit, da es sich um nicht weniger als den letztinstanzlichen Eignungstest eines Standorts für den Einschluss von radioaktivem Abfall für hunderttausende von Jahren handelt. Absolut zwingend ist zudem eine Gesamtbeurteilung (= Validierung) der Standorteignung, der bautechnischen Machbarkeit und der Langzeitsicherheit, basierend auf den vor Ort erhobenen Daten, sowie eine entsprechend gründliche fachtechnisch-behördliche Überprüfung (ENSI etc.). Von zentraler Bedeutung für den Fortgang des Lagerbaus sind die verschiedenen technischen Demonstrationen im 1:1 Massstab; Einlagerungstechnik (Remote Roboter Handling) der Behälter, deren Rückholung sowie die Stollen- und Schachtversiegelung. Ausserdem wird eine Vorbereitung der Unterlagen für das nukleare Baubewilligungsverfahren benötigt. Deshalb und in Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsdauer des Felslabors in Bure schätzt die SES dafür eine Dauer von mindestens 20 Jahren.

3.1.7 Nukleare Baubewilligung (optimistisch: ab 2045, Dauer 3 Jahre = 2048, 3 Jahre überlappend mit EUU; realistisch: ab 2067, Dauer 9 Jahre = 2076, wovon 3 Jahre überlappend mit EUU)

Die Nagra geht davon aus, dass bereits nach nur 10 Jahren untertägiger Erkundung die nukleare Baubewilligung erarbeitet, innert 3 Jahren behördlich geprüft und das Gesuch ohne jeden Widerstand schlank bewilligt werden kann. Das ist jenseits jeder vernunftbasierten Realität. Denn bevor jemals die Bewilligung erteilt wird, müssen die projektrelevanten Folgerungen aus der Exploration unter Tage abgeschlossen und validiert werden. Ausserdem erfordert die behördliche Überprüfung eines Projektes dieser technischen und gesellschaftlichen Tragweite mehr Zeit als 5 Jahre. Laut Nagra kann man davon ausgehen, dass die rechtlichen Mittel nicht ausgeschöpft werden, obwohl der Entscheid des UVEK angefochten werden kann. Bei einem solch umstrittenen Projekt ist aber mit erheblichen Verzögerungen aufgrund von Einsprachen zu rechnen. Falls ein Rekurs bis ans Bundesgericht weitergezogen wird, kann dies das gesamte Projekt um 5 bis 7 Jahre zurückwerfen. Deshalb rechnet die SES hierfür mit insgesamt 9 Jahren.

3.1.8 Bau Lager (optimistisch: ab 2049, Dauer 10 Jahre = 2059; realistisch: ab 2077, Dauer 15 Jahre = 2092)

Unter der wohlwollenden Annahme, dass die dannzumal bereits bestehenden Zugänge (Schächte) zur untertägigen Erkundung für den Bau des Lagers verwendet werden können, wird zusätzlich mindestens ein weiterer Zugang (Schacht oder Rampe) zu erstellen sein. Dies ist zur Gewährung der betrieblichen Sicherheit im Minimum erforderlich. Für das finnische HAA-Endlager «Onkalo» wurden drei Schächte (Zu- und Abluft, Personal) sowie ein fast 5 km

lange geneigter Tunnel (für Materialtransporte) bis auf Endlager-Sohle abgeteuft (455 m unter Terrain)¹¹. Auch der Bau verschiedener Kavernen zur Aufnahme der Betriebszentralen, Werkstätten und Umladestationen für die angelieferten Müllbehälter muss einberechnet werden. Gleichzeitig könnte der Bau für den Zugang zum Pilotlager, einschliesslich der Stollen für dessen Langzeitmonitoring, in Angriff genommen und die ersten Lagerstollen vorgetrieben werden. Aufgrund dieser Herausforderungen für den Untertagebau müssen die geplanten 10 Jahre Realisierungszeit der Nagra als Wunschdenken bezeichnet werden. Zum Vergleich: Der Schacht Gorleben (in einem norddeutschen Salzstock) erforderte allein 8 Jahre, die Erkundungsstollen auf Teufe nochmals 6 zusätzliche Jahre¹². Dieses Beispiel setzt aus Sicht der SES den zeitlichen Mindestmassstab.

3.1.9 Nukleare Betriebsbewilligung (optimistisch: ab 2056, Dauer 3 Jahre = 2059, überlappend mit Bau Lager; realistisch: 2090, Dauer 7 Jahre = 2097, Überlappung 2 Jahre)

Die vollständige Überlappung von Lagerfertigstellung und Erhalt der Betriebsbewilligung ist unrealistisch. Die Erfahrungen aus dem Lagerbau müssen in die Beurteilung der weiteren Realisierungsschritte einfließen und deshalb auch für die Betriebsbewilligung ausgewiesen werden (Langzeitstabilität und nukleare Sicherheit). Auch hier könnte der Entscheid des UVEK Einsprache- und Rekursverfahren (über Bundesverwaltungsgericht bis zum Bundesgericht) auslösen. Die SES geht jedoch davon aus, dass die Annahmen von Nagra und BFE realistisch sind und nicht alle Rechtsmittel ein weiteres Mal ausgeschöpft werden. Der potenzielle Widerstand wird geringer eingeschätzt als bei der Baubewilligung, da alle Anlagen zu diesem Zeitpunkt bereits bestehen, bzw. die «Akzeptanz» in der entsprechenden Standortregion hergestellt ist.

3.1.10 Einlagerungsbetrieb (optimistisch: ab 2060, Dauer 14 Jahre = 2074; realistisch: ab 2098, Dauer 14 Jahre = 2112)

Die geschätzte Dauer für die Einlagerung erachtet die SES als realistisch, allerdings ohne jede Reserve für «Unvorhergesehenes».

3.1.11 Beobachtungsphase (optimistisch: ab 2075, Dauer 49 Jahre = 2124; realistisch: ab 2113, Dauer 100 Jahre = 2213)

Eine Beobachtungsphase ist im Kernenergiegesetz (KEG) vorgesehen. Das KEG definiert nicht die Länge, sondern schreibt lediglich in Art. 39, Abs. 2 vor, dass der Bundesrat den Verschluss anordnet. Im Konzept der Expertengruppe Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle (EKRA), die das aktuelle Konzept der

¹¹ Onkalo Excavation Situation: http://www.posiva.fi/en/final_disposal/onkalo/onkalo_excavation_situation (Stand: 30.4.2015)

¹² Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008): Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Deutschland: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/endlagerung-hochradioaktiver-abfaelle-endlagerprojekt-gorleben,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

Tiefenlagerung erarbeitet hat, ist die Dauer der Beobachtungsphase bewusst nicht vorgeschrieben, um den Experten die Möglichkeit zu lassen, die Beobachtungsphase so lange zu gestalten, wie sie es für notwendig erachten. 50 Jahre sind jedoch im Vergleich zu den Zeiträumen, in denen radioaktive Abfälle von Mensch und Umwelt ferngehalten werden müssen (1 Million Jahre), zu kurz. Die Finanzierung schon jetzt auf 50 Jahren zu begrenzen, ist fahrlässig und schafft einen unnötigen Sachzwang. Damit die finanziellen Mittel auf jeden Fall ausreichend sind, muss mit 100 Jahren gerechnet werden.

3.1.12 Stilllegung/Rückbau OFA (optimistisch: ab 2075, Dauer 5 Jahre = 2080; realistisch: 2113, Dauer 5 Jahre = 2118)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.13 Verschluss Hauptlager (optimistisch: 2085, Dauer 5 Jahre = 2090; realistisch: ab 2123, Dauer 5 Jahre = 2128)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.14 Verschluss Gesamtlager (optimistisch: ab 2125, Dauer 1 Jahr = 2126; realistisch: ab 2214, Dauer 1 Jahr = 2215)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.1.15 Fazit

Die auf *realistischen* und erfahrungsbezogenen Annahmen beruhende Schätzung der SES für den Zeitbedarf bis zum Verschluss des Hauptlagers HAA liegt somit um 38 Jahre über der Schätzung der Nagra.

3.2 SES-Szenario «Pessimistisch»

In Kapitel 3.1 sind die absehbaren Arbeitsschritte innerhalb der einzelnen Phasen auf dem Weg zur Lagerrealisierung in einem realistischen Szenario detailliert aufgelistet und erläutert. In Ergänzung dazu werden im vorliegenden Kapitel 3.2 primär die denkbaren Stolpersteine betrachtet, die im Eintretensfall zu einem *pessimistischen* Szenario führen. Dieses beschreibt mögliche gravierende Zwischenfälle, die in jeder Etappe zu Verzögerungen und schlimmstenfalls zum Abbruch des Projekts führen könnten. Das Szenario in der beiliegenden Zeitplangrafik beruht auf der Annahme, dass aufgrund sicherheitskritischer Ergebnisse der EUU bereits in dieser Phase die Nichteignung des Standorts befunden werden muss. Für den Fall, dass ein Standort aufgegeben werden müsste, reagiert die Nagra mit Zweckoptimismus: «Das Lager wird an einem Reservestandort realisiert.» Dass ein solches Scheitern einem entsorgungsmässigen Totalschiffbruch gleichkäme, wird gedanklich gar nicht erst in Erwägung gezogen.

Im nachfolgend skizzierten pessimistischen Szenario werden auch Unsicherheiten aufgezeigt, ohne bei jedem Verfahrenspunkt vom schlimmsten Fall auszugehen.

3.2.1 Standortwahl SGT Etappe 2 (optimistisch: 2018, pessimistisch: 2022)

Bezeichnenderweise stellt sich gegenwärtig die Entwicklung ein, welche die SES ihrem pessimistischen Szenario zu Grunde gelegt hatte: der «2x2»-Vorschlag der Nagra ist behördlicherseits zur «3x2»-Auflage mutiert. Konkret: die Nagra wurde - gegen ihren Willen - dazu verpflichtet, zusätzlich zu ihren «Kronfavoriten» (ZNO, JO) das Standortgebiet «Nördlich Lägern» wieder in die Evaluation aufzunehmen. Hier hat sie mittlerweile eine 3D-seismische Erkundung durchgeführt, und die Gesuche für diverse Tiefbohrungen werden bzw. wurden in den vergangenen Wochen eingereicht. Um die kausal damit einhergehende Verzögerung von mehreren Jahren zu tarnen, wurden diese Untersuchungen kurzerhand zu Elementen der SGT-Etappe 3 erklärt. Die Nagra hofft damit, doch noch einen Abschluss der Etappe 2 bis 2018 zu erreichen (gemäss BFE nicht vor 2019). Es fragt sich allerdings, was mit diesem taktischen Manöver bezweckt wird. Denn wie soll der Bundesrat über eine Wahl entscheiden, während die Entscheidungsgrundlagen (Ergebnisse der geologischen Erkundung) erst erarbeitet werden?

3.2.2 SGT Etappe 3 einschl. RBG-Dokumentation (optimistisch: ab 2019, Dauer 5 Jahre = 2024; pessimistisch: ab 2023, Dauer 10 Jahre = 2033)

Im Bewilligungsverfahren können Einsprachen gegen Bohrprojekte zu Verzögerungen von mehreren Jahren führen. Sind dann die Bewilligungen einmal rechtsgültig, ist erfahrungsgemäss während den Bohrarbeiten mit weiteren Verzögerungen infolge technischer Probleme (bohrtechnische Pannen, geologisch-geotechnische «Überraschungen» usw.) zu rechnen, die sogar zum Abbruch einer Bohrung führen können. Nimmt man die «Konzepte der Standortuntersuchungen für STG Etappe 3» (NAB 14-83) der Nagra als Massstab zur Abschätzung des Zeitbedarfs, dann sind 10 Jahre nur moderat pessimistisch: Denn die vorgesehenen Bohrungen, geologischen Aufnahmen, geophysikalisch-hydrogeologischen Tests (in den Bohrlöchern) sind für sich allein schon eine herausfordernde Aufgabe. Die Nagra verfügt aber nur beschränkt über das erforderliche Personal, sodass viele Arbeiten an Dritte abgegeben werden müssen, was wiederum einen beträchtlichen Aufwand bezüglich Qualitätssicherung bedeutet. Zudem müssen aus den Ergebnissen geologisch-hydrogeologisch-sicherheitsrelevante Folgerungen und projektbezogene Synthesen zuhanden der Aufsichtsbehörden erarbeitet werden. Kompilation, Auswertung und Synthese der neu gewonnenen Erkenntnisse (3D-Seismik und Bohrungen) können »unerwartet« kritische geologische Strukturen im Untergrund sichtbar werden lassen, die ggf. die Eignung von Standortgebieten zumindest in Frage stellen können.

Parallel zu diesen standortbezogenen Arbeiten soll gemäss Zeitplan der Nagra und trotz ohnehin beschränktem Personalbestand gleichzeitig die gesamte Dokumentation zum RBG einreichungsreif bereitgestellt werden.

3.2.3 Rahmenbewilligung (optimistisch: ab 2025, Dauer 6 Jahre = 2031; pessimistisch: ab 2034, Dauer 6 Jahre = 2040)

Das Rahmenbewilligungsgesuch muss, nach einem komplexen Überprüfungs- und Vernehmlassungsmarathon durch zahllose Gremien, im Schlussverfahren noch über drei Hürden, wo es grundsätzlich an jeder einzelnen scheitern

kann: Ablehnung im Bundesrat, im Parlament sowie schliesslich in einem (fakultativen) Referendum. Eine letztinstanzliche Ablehnung wäre für die nukleare Entsorgung gemäss Nagra-Konzept fatal.

Parallel zum RBG-Verfahren sollen gemäss Planung der Nagra ausserdem die Gesuchsunterlagen für die EUU erarbeitet werden.

3.2.4 EUU: Vorbereitung und Beginn (optimistisch: ab 2032, Dauer 5 Jahre = 2037; pessimistisch: ab 2041, Dauer 15 Jahre = 2056)

Erst in dieser Phase beginnt der wirklich zeit- und kostenintensive «Weg in die Tiefe». Dazu bedarf es vorgängig noch umfangreicher Detailabklärungen als Grundlage der geotechnischen Prognosen für Zugangsschacht und/oder -tunnel. Es folgt ein langwieriges Bewilligungsverfahren gemäss KEG für den Bau von Schacht, Stollen und untertägige Erkundung (Felslabor). Einsprachen durch alle Instanzen können den Bau verzögern. Während dem Schacht- und/oder Tunnel- sowie Stollenvortrieb ist mit geologisch-geotechnischen Problemen (z.B. Wassereinbruch) zu rechnen. Jahrelange Verzögerungen infolge verfahrenstechnischer und/oder technischer Hindernisse sind absehbar. Und – last but not least – gehört auch die geologische Aufnahme und Charakterisierung der Zugänge nach Untertag auf ihrer gesamten Länge bereits zum unabdingbaren Bestandteil der sicherheitstechnisch relevanten Standortbeurteilung.

3.2.5 Weiterführung EUU (optimistisch: ab 2038, Dauer 10 Jahre = 2048; pessimistisch: ab 2057, Dauer 55 Jahre = 2112)

Dieses Szenario geht von der Annahme aus, dass sich in dieser sicherheitsentscheidenden Phase geologisch-hydrologisch fatale Komplikationen manifestieren, die schliesslich den Standort als ungeeignet entlarven. In diesem Fall müsste die Arbeit bei einem «Reservestandort» wieder von vorne beginnen. Die Frage stellt sich allerdings, ob nicht spätestens nach diesem Befund das Endlagerungskonzept der Nagra grundsätzlich hinterfragt werden müsste.

Wenn nicht, folgen erneut zusätzliche geologische Erkundungen am «Reservestandort» (Etappe 3 «reloaded», Dauer 6 Jahre, d.h. bis 2063), danach die Einreichung eines neuen RBG, anschliessend das Bewilligungsverfahren (Dauer 6 Jahre, d.h. bis 2069).

Dies wäre jedoch erst der Anfang: Es folgen die aufwändigen Vorbereitungen für EUU (Sondierbohrungen) für die Zugangsbauwerke (Schacht/Rampe, siehe Pkt. 3.2.4). Setzt man dafür soviel Zeit ein, wie für das realistische Szenario (d.h. 15 Jahre) dann dauert diese Phase bis 2083. Dann erst könnte dort weitergefahren werden, wo man am ersten Standort gescheitert war, also mit der Weiterführung der EUU.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen Untertag sollen den Lagerstandort charakterisieren und darauf basierend seine sicherheitstechnische Eignung vor Ort abschliessend bestätigen; es ist aber nicht von vornherein auszuschliessen, dass diese Eignung aufgrund der erhobenen Daten in Frage gestellt wird. Denn im Rahmen dieser Untersuchungen sind zwingend eine Reihe von entscheidenden Demonstrations-Experimenten im Massstab 1:1 durchzuführen: a) Einlagerung, b) Rückholung, c) Versiegelungsbauwerk. Wie das «full-scale-

emplacement»-Experiment im Felslabor Mont Terri gegenwärtig zeigt, sind solche Experimente sehr aufwändig, zeitintensiv und keineswegs a priori erfolgsversprechend. Mit mehrjährigen Verzögerungen bis zu einem überzeugenden, von den Behörden geprüften Ergebnis ist in jedem Fall zu rechnen. Angesichts dieser höchsten technischen Herausforderungen und unter Berücksichtigung der Erfahrungen im Felslabor Mont Terri sowie am Standort Bure (F) rechnet die SES mit einer Untersuchungsdauer von rund 3 Jahrzehnten, d.h. bis 2112.

3.2.6 Nukleare Baubewilligung (optimistisch: ab 2045, Dauer 3 Jahre = 2048; pessimistisch: ab 2109, Dauer 9 Jahre = 2118, wovon 3 Jahre überlappend)

Die projektrelevanten Folgerungen aus den zuvor (in Pkt. 5) genannten Experimenten sind fundamentale Grundlagen des Bewilligungsgesuchs für den Lagerbau. Je überzeugender diese Demonstrationen ausfallen, umso besser hält das Gesuch der technischen Überprüfung stand. Die erteilte Baubewilligung (UVEK) kann vor Bundesverwaltungsgericht und vor dem Bundesgericht angefochten werden, was wiederum ein langwieriges Rekursverfahren nach sich ziehen kann.

3.2.7 Bau Lager (optimistisch: ab 2049, Dauer 10 Jahre = 2059; pessimistisch: ab 2118, Dauer 15 Jahre = 2133)

Trotz begründeter Modellstudien zur Machbarkeit verlaufen stollenbautechnische Arbeiten unter Tag in der Regel nicht überraschungsfrei. Viele bergbautechnische Probleme können zwar gemeistert werden, doch sie verzögern den Schacht- und Stollenvortrieb unter Umständen erheblich. Mechanische Auflockerung des Wirtgesteins infolge Ausbrucharbeiten und Massnahmen zur Stabilisierung der Hohlräume (Stahleinbau, Felsanker, Beton) können jedoch negative Auswirkungen auf die Integrität des Wirtgesteins, mithin auf seine Einschlusswirksamkeit haben. In jedem Fall wird daher eine periodische Überprüfung der Langzeit-Sicherheitsanalysen erforderlich sein.

3.2.8 Nukleare Betriebsbewilligung (optimistisch: ab 2056, Dauer 6 Jahre (3 Jahre Überlappung plus 3 Jahre) = 2059; pessimistisch: ab 2133, Dauer 6 Jahre (2 Jahre Überlappung plus 4 Jahre) = 2137)

Die projektrelevanten Folgerungen aus zuvor (Pkt. 7) genannter Überprüfung der Langzeitsicherheit sind grundlegende Elemente des Bewilligungsgesuchs für den Einlagerungsbetrieb. Je robuster die Analyse der Langzeitsicherheit («safety case») ausfällt, umso besser hält das Gesuch der technischen Überprüfung stand. Die erteilte Betriebsbewilligung (UVEK) kann vor Bundesverwaltungsgericht und vor dem Bundesgericht angefochten werden, was wiederum ein langwieriges Rekursverfahren nach sich ziehen kann.

3.2.9 Einlagerungsbetrieb (optimistisch: ab 2060, Dauer 14 Jahre = 2074; pessimistisch: ab 2138, Dauer 20 Jahre = 2158)

Bereits bei der Einlagerung der HAA-Behälter im Pilotlager wird sich erweisen, wie weit sich die komplexe, strahlenschutzbedingt zwingend fernbediente Roboter-Maschinerie in der rauen bergbautechnischen Wirklichkeit bewährt –

oder eben nicht. Weitere Verzögerungen sind durch die (unter Tage meist unvermeidlichen) geotechnischen Schwierigkeiten beim sukzessiven Vortrieb der Lagerstollen (Gebirgsausbrüche) zu erwarten.

3.2.10 Beobachtungsphase (optimistisch: ab 2075, Dauer 49 Jahre = 2124; pessimistisch: ab 2159, Dauer 100 Jahre = 2259)

Bemerkungen gemäss SES-Szenario «realistisch».

3.2.11 Stilllegung/Rückbau (optimistisch: ab 2075, Dauer 5 Jahre = 2080, pessimistisch: ab 2159, Dauer 5 Jahre = 2164)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.12 Verschluss Hauptlager (optimistisch: 2085, Dauer 5 Jahre = 2090, pessimistisch: ab 2169, Dauer 5 Jahre = 2174)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.13 Verschluss Gesamtlager (optimistisch: ab 2125, Dauer 1 Jahr; pessimistisch: ab 2260, Dauer 1 Jahr = 2261)

Keine abweichenden Empfehlungen.

3.2.14 Fazit

Die unter Einbezug plausibler technischer Zwischenfälle und verfahrenstechnischer Verzögerungen beruhende Schätzung der SES für den Zeitbedarf in einem pessimistischen Szenario bis zum Verschluss des Hauptlagers HAA liegt somit **84 Jahre** über der optimistischen Schätzung der Nagra.

4 GESAMTFAZIT

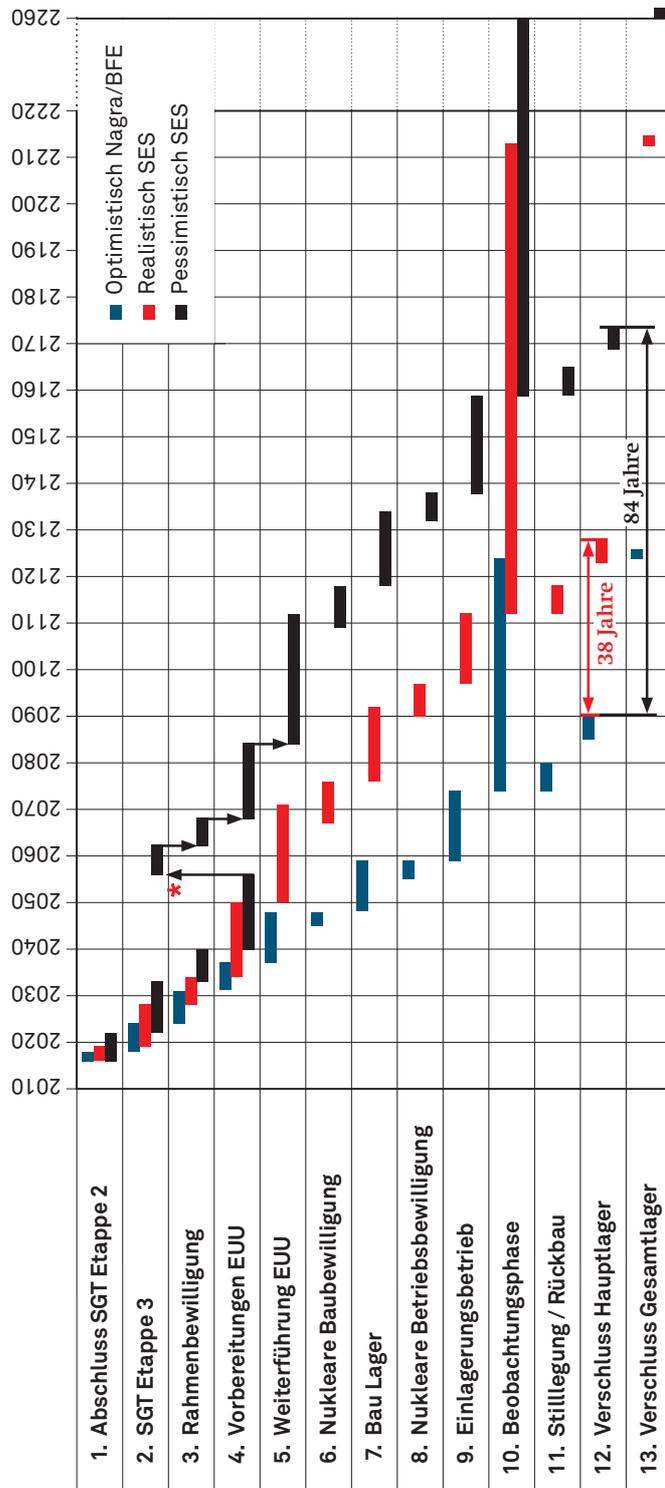
Die vielen Ungewissheiten und Sicherheitsrisiken, die bei der Lagerung von radioaktivem Abfall auf die Gesellschaft zukommen verdeutlichen, dass der kostenkritische Zeitplan nicht auf einem optimistischen, sondern mindestens auf einem realistischen Szenario, d.h. im Vergleich zum optimistischen Nagra-Zeitplan eine Verzögerung von 38 Jahren, beruhen muss. Dabei ist nicht zu vergessen, dass im ungünstigen Falle weitere Verzögerungen (pessimistisches Szenario) sowie Bauunterbrüche oder gar Projektabbrüche möglich sind. Zu guter Letzt darf nicht vergessen gehen, dass es grundsätzlich fragwürdig und äussert unsicher ist, ob das Konzept Tiefenlagerung jemals umgesetzt werden kann.

ANHANG 1: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BFE	Bundesamt für Energie
EGT	Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung
EKRA	Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
HAA	Hochaktive Abfälle
JO	Standortgebiet Jura Ost
KEG	Kernenergiegesetz
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NEAT	Neue Eisenbahn-Alpentransversale
NAB	Nagra Arbeitsbericht
NTB	Nagra technischer Bericht
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
SGT	Sachplan Geologische Tiefenlager
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
ZNO	Standortgebiet Zürich Nordost
Zwilag	Zwischenlager Würenlingen

ÜBERPRÜFUNG NAGRA-ZEITPLAN BAU GEOLOGISCHER TIEFENLAGER

Am Beispiel für hochaktive Abfälle



Quellen: siehe Hintergrundpapier «Überprüfung Nagra-Zeitplan», 2017. Grafik: fischerd