

Studie im Auftrag  
von Greenpeace Energy eG



# Gesellschaftliche Kosten der Atomenergie in Deutschland

**Eine Zwischenbilanz der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen  
Kosten von Atomenergie seit 1955**



von Isabel Schrems und Swantje Fiedler  
unter Mitarbeit von Leo Schlichter, Tom Guse und João Rucker  
September 2020

im Auftrag von



## Inhalt

Bis Ende 2022 will Deutschland aus der Atomenergie aussteigen und das letzte Atomkraftwerk vom Netz nehmen. Das wurde nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 mit großer Mehrheit vom Deutschen Bundestag beschlossen. Fukushima zeigte, dass die Nutzung von Atomenergie mit extremen Risiken verbunden ist und im Katastrophenfall sehr hohe Kosten nach sich zieht. Nun, da das Ende der Atomenergie in Deutschland unmittelbar bevorsteht, wird in dieser Studie eine Zwischenbilanz der gesellschaftlichen Kosten der Atomenergie in Deutschland gezogen und ein Ausblick auf noch bevorstehende Kosten nach dem Atomausstieg gegeben.

Dabei handelt es sich um eine konservative Rechnung – nicht alle Kosten der Atomenergie sind heute noch (beispielsweise Ausgaben in der DDR) bzw. schon (insbesondere Kosten der Endlagerung) quantifizierbar oder eindeutig der Atomenergie zurechenbar. Die in dieser Studie ermittelten Summen sind daher als Mindestbeträge und Zwischenstand der laufenden Forschungen zu verstehen.

**Insgesamt wird die Atomenergie im Zeitraum 1955 bis zum Jahr 2022 voraussichtlich von staatlichen Förderungen in Höhe von rund 210 Mrd. EUR (nominal) bzw. 287 Mrd. EUR (real in Preisen von 2019) profitieren.** Darin inbegriffen sind sowohl budgetwirksame Förderungen (direkte Finanzhilfen und Steuervergünstigungen bei der Energiebesteuerung) als auch budgetunabhängige Förderungen durch Emissionshandel und Rückstellungen. Allein die staatlichen Förderungen entsprechen einem Betrag von umgerechnet rund **37 EUR** jährlich pro Einwohner\*in in Deutschland.

Nicht alle Komponenten der Fördersumme können der Stromerzeugung zugeschrieben werden – ein Teil dient der Förderung der Atomenergienutzung insgesamt. Um die Summe der Förderungen für Strom aus Atomenergie in den Jahren 1955 bis 2022 berechnen zu können, müssen daher verschiedene staatliche Ausgaben von der Gesamtsumme abgezogen werden (z.B. Ausgaben für den deutschen Anteil an EURATOM, die Stilllegung ostdeutscher AKW etc.). So ergibt sich für die Förderung der Stromerzeugung aus Atomenergie eine Gesamtsumme von rund **249 Mrd. EUR (real)**. **Für jede Kilowattstunde Strom aus Atomenergie entspricht dies über die Jahre einer Förderung von durchschnittlich rund 4,6 Ct/kWh, von denen rund 2,4 Ct/kWh noch nicht im Strompreis enthalten sind.**

Um beurteilen zu können, wie hoch die gesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie insgesamt sind, reicht es nicht aus, die Kosten der staatlichen Förde-

rungen pro kWh zu betrachten. Die gesamtgesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie sind deutlich höher und setzen sich aus drei Faktoren zusammen:

- Marktwert (Verkaufspreis) des Stroms
- Staatliche Förderungen (Finanzhilfen und Steuervergünstigungen)
- Externe Kosten

Diese gesamtgesellschaftlichen Kosten konnten für den Zeitraum 2007 bis 2019 ermittelt werden:

**In den Jahren 2007 bis 2019 betragen die gesamtgesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie durchschnittlich zwischen 25 Ct/kWh und 39 Ct/kWh. Davon sind 21 bis 34 Ct/kWh bisher noch nicht im Strompreis enthalten und daher „versteckte Kosten“ der Atomenergie. Insgesamt summieren sich die gesamtgesellschaftlichen Kosten allein in diesem relativ kurzen Zeitraum auf 348 bis 533 Mrd. EUR (real).** Davon entfallen rund 25 Mrd. EUR auf staatliche Förderungen, die direkt den Staatshaushalt belasten. Die große Spannbreite der gesellschaftlichen Kosten lässt sich unter anderem damit erklären, dass zur Berechnung der externen Kosten von Atomenergie Annahmen zur Wahrscheinlichkeit und zu den Folgekosten eines nuklearen Unfalls mit Freisetzung von radioaktivem Material getroffen werden müssen.

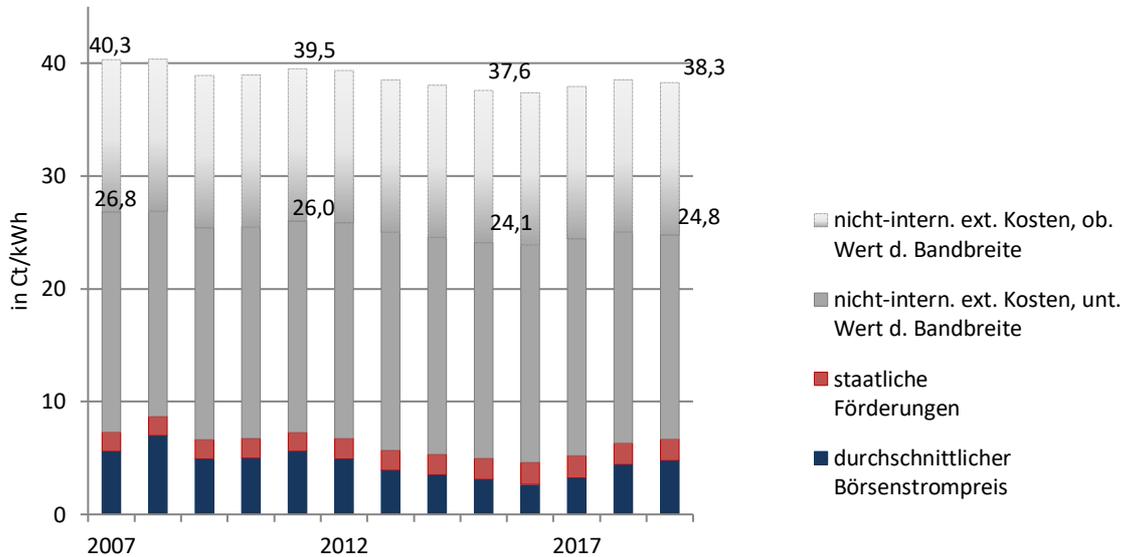
Für frühere Jahre liegen keine umfassenden Daten zu den externen Kosten und den Marktwerten von Atomstrom vor, weshalb die Kosten vor 2007 nicht abschließend quantifiziert werden können. Unter der Annahme, dass die gesamtgesellschaftlichen Kosten vor 2007 eine ähnliche Größenordnung je kWh hatten, ergeben sich für den gesamten Zeitraum von 1955 bis 2019 gesamtgesellschaftliche Kosten von mehr als 1 Billion EUR. Um die Kostenschätzung weiter zu präzisieren, sind insbesondere weitere Daten und Annahmen bzgl. der Entwicklung der externen Kosten vor 2007 und den Marktpreisen für den Stromverkauf nötig. Auch wenn diese Summe nur eine überschlägige Abschätzung der Größenordnung darstellt, wird insbesondere dann deutlich, dass Atomenergie keine kostengünstige Energiequelle ist, wenn man die versteckten Kosten einbezieht. **Im Gegenteil zeigt eine Analyse der Kosten verschiedener Energieträger, dass Atomenergie mit den höchsten gesamtgesellschaftlichen Kosten verbunden ist (FÖS 2017a).**

Auch erneuerbare Energien profitieren von staatlichen Förderungen. Dennoch gibt es entscheidende Unterschiede zwischen den Energieträgern: Während die Förderung

erneuerbarer Energien nachhaltigen und umweltfreundlichen Technologien zugute kommt und bereits heute zu niedrigen Strompreisen führt, ist die Förderung der Atomenergie mit **hohen Risiken verbunden und verursacht auch in Zukunft noch hohe Kosten, die bis heute schwer abzuschätzen sind**. Die Höhe und der Umfang der Förde-

rung von erneuerbaren Energien wird in Deutschland zudem transparent kommuniziert, während Verbraucher\*innen über die tatsächlichen Kosten der Nutzung von Atomenergie nach wie vor im Unklaren gelassen werden (FÖS 2017a).

**Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie: 2007 bis 2019**



Quelle: eigene Darstellung

**Auch nach dem Atomausstieg im Jahr 2022 werden in Zukunft noch vielfältige staatliche Kosten anfallen**, welche in der bisherigen Gesamtsumme noch nicht enthalten sind. Dies betrifft insbesondere die Kosten für die Erkundung eines Endlagers, sowie den deutsche Budgetanteil zu EURATOM und die internationalen Organisationen IAEO und CERN. Auch die Stilllegung ehemaliger Endlagerstandorte wird weiterhin staatliche, finanzielle Unterstützung bekommen. **Künftige Ausgaben nach 2022 in Höhe von mindestens 7 Mrd. EUR sind bereits absehbar**. Diese Unterstützung von staatlicher Seite könnte noch einmal deutlich höher ausfallen, insbesondere falls der 2017 eingerichtete Atomfonds nicht zur Deckung des Großteils der Ausgaben für das noch zu bestimmende Endlager ausreicht. Zusätzlich könnten künftige Entschädigungszahlungen in nicht voraussehbaren Höhen an Atomkraftwerksbetreiber eine indirekte staatliche Förderung der Atomenergie darstellen. **Eine Schlussbetrachtung der gesellschaftlichen Kosten der Atomenergie wird zu keinem Zeitpunkt möglich sein**. Auch in Zukunft werden weiterhin Kosten anfallen, die direkt oder indirekt durch die Nutzung von Atomenergie entstehen.

**Auch um die Kosten für nachfolgende Generationen zumindest zu deckeln, ist es wichtig, dass der Atomausstieg wie geplant umgesetzt wird** – Stimmen für verlängerte Laufzeiten der Atomkraft verkennen die heutige

Situation. Eine Laufzeitverlängerung würde zu höheren Kosten der Endlagerung führen (durch zusätzlichen Atom-müll) und wäre zudem mit zusätzlichen Kosten für notwendige Nachrüstungen an AKW verbunden. Aufgrund veralteter AKW würde eine Laufzeitverlängerung zusätzlich das erhöhte Risiko einer Nuklearkatastrophe bergen und den Ausbau erneuerbarer Energien erschweren.

Um tatsächlich aus der Förderung von Atomenergie auszu-steigen, sollte auch **keine staatliche Förderung von Atom-energie mehr im Ausland stattfinden und die Förderung der sogenannten P&T-Technik nicht weiter vorangetrieben werden**. Zudem sollten die internationalen Nuklearhaftungsregelungen dahingehend geändert werden, dass die Atomenergie-wirtschaft bei Verschulden von Schäden unbegrenzt haftbar gemacht wird. Die geschätzten zu erwartenden Kosten eines nuklearen Unfalls übersteigen die aktuell geltenden Haftungsgrenzen und Deckungsvorsorgen der internationalen Anlagenbetreiber mindestens um das Hundert- bis Tausendfache.

## Herausgeber

### Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)

Schwedenstraße 15a  
13357 Berlin

Tel +49 (0) 30 76 23 991 – 30

Fax +49 (0) 30 76 23 991 – 59

[www.foes.de](http://www.foes.de) - [foes@foes.de](mailto:foes@foes.de)

im Auftrag von Greenpeace Energy eG

## Über das FÖS

Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS) ist ein überparteilicher und unabhängiger politischer Think Tank. Wir setzen uns seit 1994 für eine Weiterentwicklung der sozialen Marktwirtschaft zu einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft ein und sind gegenüber Entscheidungsträger\*innen und Multiplikator\*innen Anstoßgeber wie Konsensstifter. Zu diesem Zweck werden eigene Forschungs-

vorhaben durchgeführt, konkrete Konzepte entwickelt und durch Konferenzen, Hintergrundgespräche und Beiträge in die Debatte um eine moderne Umweltpolitik eingebracht. Das FÖS setzt sich für eine kontinuierliche ökologische Finanzreform ein, die die ökologische Zukunftsfähigkeit ebenso nachhaltig verbessert wie die Wirtschaftskraft.

## Bildnachweise

Foto Titelseite: © lassedesignen – stock.adobe.com

# Gesellschaftliche Kosten der Atomenergie – eine Zwischenbilanz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>6</b>
1.1	Fragestellung und Methodik	6
1.2	Staatliche Förderungen der Atomenergie von 1955-2022	6
1.2.1	Übersicht: Summe der staatlichen Förderungen 1955-2022	6
1.2.2	Staatliche Förderungen der Atomenergie pro Einwohner*in	9
1.2.3	Staatliche Förderungen der Atomenergie je Kilowattstunde	9
1.2.4	Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie: 2007-2019	10
1.3	Staatliche Förderungen der Atomenergie nach 2022	11
1.4	Politische Handlungsempfehlungen	12
<b>2</b>	<b>Fragestellung und Methodik</b>	<b>14</b>
2.1	Inflationsbereinigung	14
2.2	Subventionsbegriffe – Definitionen und Beispiele	14
2.3	Pfadabhängigkeit von Innovationen	16
<b>3</b>	<b>Staatliche Förderungen der Atomenergie</b>	<b>17</b>
A.	Finanzhilfen	17
A.1	Forschungsausgaben des Bundes	17
A.2	Forschungsausgaben der Bundesländer	19
A.3	Endlagerstandortsuche (Teil der Forschungsausgaben des Bundes und der Bundesländer)	21
A.4	Bürgschaften für ausländische Projekte	23
A.5	EU- Ausgaben (Anteil Deutschland)	25
A.6	Nachbetrieb bzw. Stilllegung der ostdeutschen AKW	28
A.7	Sanierung des sowjetischen Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen (Wismut)	30
A.8	Errichtung, Betrieb, Sanierung und Schließung des Endlagers Morsleben	32
A.9	Sanierung und Schließung des Endlagers Asse	33
A.10	Ausgaben in Folge des Tschernobyl-Unfalls national und international	34
A.11	Beiträge an internationale Organisationen	36
B.	Steuervergünstigungen bei der Energiebesteuerung	37
C.	Regelungen mit Subventionswirkung	39
C.1	Förderwert der Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel	39
C.2	Förderwert Rückstellungen	40
D.	Nicht-internalisierte externe Kosten	42
<b>4</b>	<b>Sonstige staatliche Leistungen zugunsten des Atomsektors</b>	<b>44</b>
4.1	Polizeiliche Sicherung von Atomtransporten	44
4.3	Investitionsausgaben der DDR	45
4.4	Kosten für nationale Atomverwaltung	46
4.5	Kosten für Katastrophenschutz im Hinblick auf das Risiko nuklearer Unfälle	46
4.6	Entschädigungszahlungen an Atomkonzerne	46
<b>5</b>	<b>Politische Handlungsempfehlungen</b>	<b>47</b>
5.1	Atomenergie hat keine Zukunft	47
5.1.1	Risiken der P&T-Technik	47
5.1.2	Risiken potentieller Laufzeitverlängerungen	48
5.2	Weiterer politischer Handlungsbedarf	49
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>

## 1 Zusammenfassung der Ergebnisse

### 1.1 Fragestellung und Methodik

Bis Ende 2022 will Deutschland aus der Atomenergie aussteigen und das letzte Atomkraftwerk vom Netz nehmen. Nun, da das Ende der Atomenergie in Deutschland unmittelbar bevorsteht, wird in dieser Studie eine **Zwischenbilanz der gesellschaftlichen Kosten der Atomenergie** in Deutschland gezogen und ein Ausblick auf noch bevorstehende Kosten nach dem Atomausstieg gegeben. Dabei wird sowohl der fast 70-jährige Förderzeitraum von 1955 (der Beginn erheblicher staatlicher Investitionen in die Atomenergie und Gründung des Bundesministeriums für Atomfragen) bis 2022 betrachtet, als auch ein Ausblick auf künftige staatliche Förderungen der Atomenergie nach 2022 gegeben.

Es wird eine weit gefasste Definition von Energiesubventionen (und damit auch Subvention der Atomenergie) zugrunde gelegt, welche neben **A) Finanzhilfen und B) Steuervergünstigungen auch C) Staatliche Regelungen mit Subventionscharakter** berücksichtigt. Während A) Finanzhilfen und B) Steuervergünstigungen Subventionen mit Budgetwirkung darstellen (d.h. sie belasten den Staatshaushalt), handelt es sich bei C) Staatliche Regelungen mit Subventionscharakter um Subventionen ohne Budgetwirkung (siehe FÖS (2017a)). Trotz eines weit gefassten Subventionsbegriffs konnten einige zentrale Faktoren und staatliche Ausgaben in dieser Zwischenbilanz nicht berücksichtigt werden (siehe 2.2). **Es ist daher zu betonen, dass es sich um eine konservative Berechnung der bisher bezifferbaren Kosten von Atomenergie handelt.**

### 1.2 Staatliche Förderungen der Atomenergie 1955-2022

#### 1.2.1 Übersicht: Summe der staatlichen Förderungen 1955-2022

Insgesamt ergibt sich aus der Analyse der staatlichen Förderungen der Atomenergie von 1955 bis zum Jahr

2022 eine Summe von **209,7 Mrd. EUR (nominal) bzw. 287,2 Mrd. EUR (real in Preisen von 2019)**. Darin inbegriffen sind sowohl budgetwirksame Förderungen (direkte Finanzhilfen und Steuervergünstigungen bei der Energiebesteuerung) als auch budgetunabhängige Förderungen aus Emissionshandel und Rückstellungen. Abbildung 1 zeigt, welchen Anteil die verschiedenen Finanzhilfen (A), Steuervergünstigungen (B), Vorteile aus dem Emissionshandel (C.1) und Vorteile aus den Rückstellungen (C.2) genau ausmachen. Werden nur die budgetwirksamen Förderungen der Jahre 1955 bis 2022 betrachtet, so handelt es sich um eine Fördersumme von insgesamt **112,1 Mrd. EUR (nominal) bzw. 169,4 Mrd. EUR (real)** (siehe Abbildung 1).

Abbildung 2 stellt den Verlauf der budgetwirksamen staatlichen Förderungen (real in Preisen von 2019) von 1970 bis 2022 dar. Da Daten der staatlichen Förderung aus den Jahren 1955 bis 1970 lediglich kumuliert vorliegen, ist für diese Jahre keine Darstellung der Entwicklung möglich. Durchschnittlich beträgt die Summe budgetwirksamer Förderung real rund **3 Mrd. EUR pro Jahr**. Im Jahr 1988 war die Summe mit 0,7 Mrd. EUR am niedrigsten und im Jahr 1999 mit 5,7 Mrd. EUR am höchsten in diesem Zeitraum.

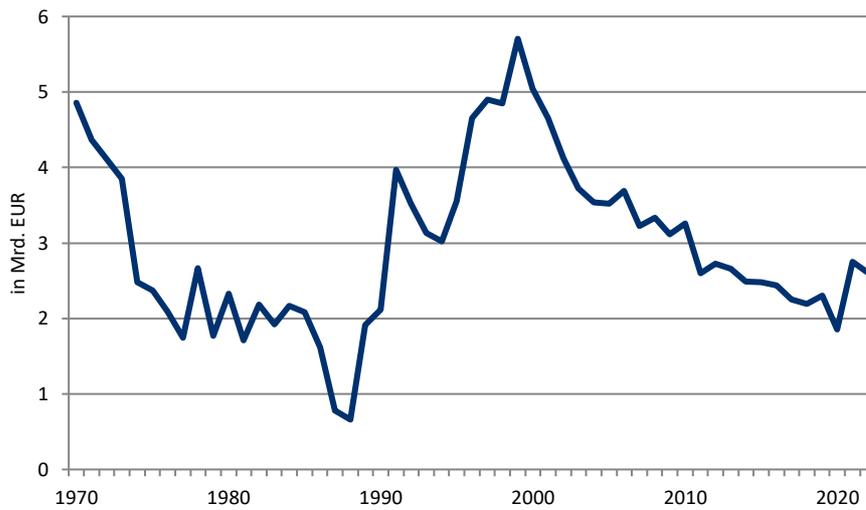
Nicht alle Komponenten der Fördersumme können der Stromerzeugung zugeschrieben werden – ein Teil dient der Förderung der Atomkraftnutzung insgesamt. Um die Summe der Förderungen für Strom aus Atomenergie in Deutschland in den Jahren 1955 bis 2022 berechnen zu können, müssen verschiedene staatliche Ausgaben von der Gesamtsumme abgezogen werden: Ausgaben für die Forschung an Kernfusion, der deutsche Anteil an EURATOM und Phare, Ausgaben für die Stilllegung ostdeutscher AKW, Ausgaben für die Sanierung von Wismut (Uranerzbergbau), Ausgaben für den Anteil der DDR an den Kosten für Morsleben (zentrales Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle der ehemaligen DDR), Ausgaben für die Folgekosten von Tschernobyl und Ausgaben für den deutschen Anteil an die European Organization for Nuclear Research (CERN). So ergibt sich für die Förderung der Stromerzeugung aus Atomenergie eine Gesamtsumme von **249 Mrd. EUR (real)**.

Abbildung 1: Gesamte Förderungen 1955-2022 und Förderung Anteil Stromerzeugung

Alle Angaben in Mrd.€		gesamte Förderungen 1955-2022		Förderungen Anteil Stromerzeugung*	
		nominal	real (Preise 2019)	real 1955-2022	im Jahr 2019
<b>A.</b>	<b>Finanzhilfen</b>	<b>65,1</b>	<b>110,5</b>	<b>72,4</b>	<b>0,6</b>
A.1.	Forschung D	35,6	68,4	61,5	0,4
A.2.	Ausgaben Bundesländer**	1,7	5,6	5,6	0
A.3.	Bürgschaften	0,1	0,2 ***	0,2	0
A.4.	Euratom + Phare + ITER (Anteil D)	4,0	6,0	0	0
A.5.	Stilllegung ostdeutsche AKW	4,7	5,2	0	0
A.6.	Wismut Sanierung	7,0	9,0	0	0
A.7.	Morsleben	1,4	1,7	1,0	0,03
A.8.	Asse	1,9	2,1	2,1	0,2
A.9.	Tschernobyl	0,9	1,2	0	0
A.10.	Beiträge internat. Organisationen	7,8	11,1	2,0	0,03
<b>B.</b>	<b>Steuervergünstigungen</b>	<b>47,0</b>	<b>58,9</b>	<b>58,9</b>	<b>0,80</b>
B.1	Steuervergünst. Energiesteuernetto	47,0	58,9	58,9	0,80
<b>C.</b>	<b>Budgetunabhängige staatliche Regelungen</b>	<b>97,6</b>	<b>117,8</b>	<b>117,8</b>	<b>3,6</b>
C.1.	Emissionshandel	14,0	15,6	15,6	1,1
C.2.	Förderwert Rückstellungen	83,6	102,2	102,2	2,5 ****
<b>A.+B.</b>	<b>Summe 1: Budgetwirksame Förderungen</b>	<b>112,1</b>	<b>169,4</b>	<b>131,3</b>	<b>1,4</b>
	<i>Durchschnittlich in Ctpw kWh</i>			<i>2,4</i>	<i>1,9</i>
<b>A.+B.+C.</b>	<b>Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + Vorteile Emissionshandel+ Rückstellungen</b>	<b>209,7</b>	<b>287,2</b>	<b>249,0</b>	<b>5,1</b>
	<i>Durchschnittlich in Ctpw kWh</i>			<i>4,6</i>	<i>6,8</i>
	<b>Sonstige staatliche Leistungen</b>	<b>3,0</b>	<b>9,2</b>		
	Polizeiliste Sicherung von Atomtransporten	0,3	0,5		
	Investitionsausgaben der DDR	0,7	1,5		
	Kosten für nationale Verwaltung	2,0	7,2		
<p>*Beider Kalkulation der spezifischen Förderwerte in Ctpw kWh sind nur die eigenen Ausgaben einbezogen, die der Stromerzeugung in Deutschland zurechenbar sind (nicht berücksichtigt sind u.a. DDR-Altkosten).</p> <p>**nur Ausgaben von 1956-1975 verfügbar</p> <p>*** Inflationbereinigung nicht möglich, weil verwendete Quelle nur kumulierte Zahl, keine Einzeljahre ausweist.</p> <p>**** In Förderwert der Rückstellungen im Jahr 2019 sind 1,9 Mrd. EUR an Zinsezinseffekten enthalten.</p>					

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: Entwicklung der Finanzhilfen und Steuervergünstigungen (real) 1970-2022

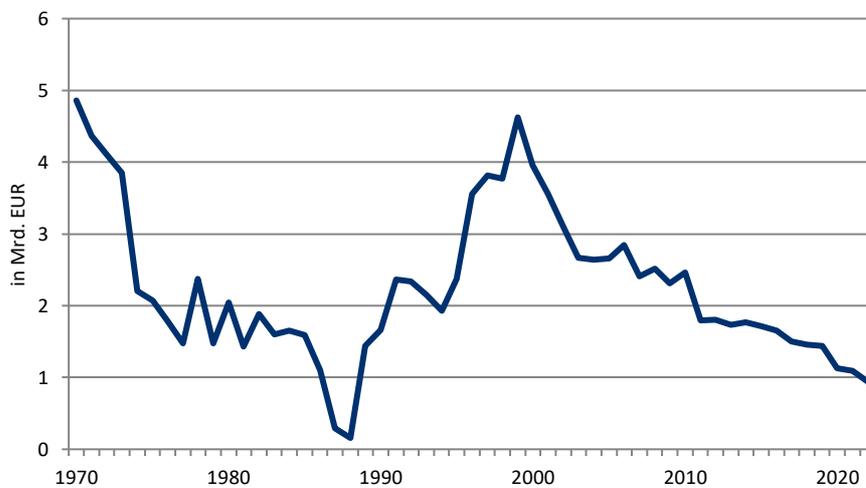


Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 3 stellt die Entwicklung des Anteils der Stromerzeugung der budgetwirksamen Förderungen (real) dar. Die Entwicklung ähnelt jener der gesamten realen budgetwirksamen Förderungen über diesen Zeitraum.

Allerdings fällt der Anteil mit durchschnittlich **2,3 Mrd. EUR pro Jahr** um einiges geringer aus als die budgetwirksamen Förderungen insgesamt.

Abbildung 3: staatliche Förderung der Stromerzeugung durch Finanzhilfen und Steuervergünstigungen (real) 1970-2022



Quelle: eigene Darstellung

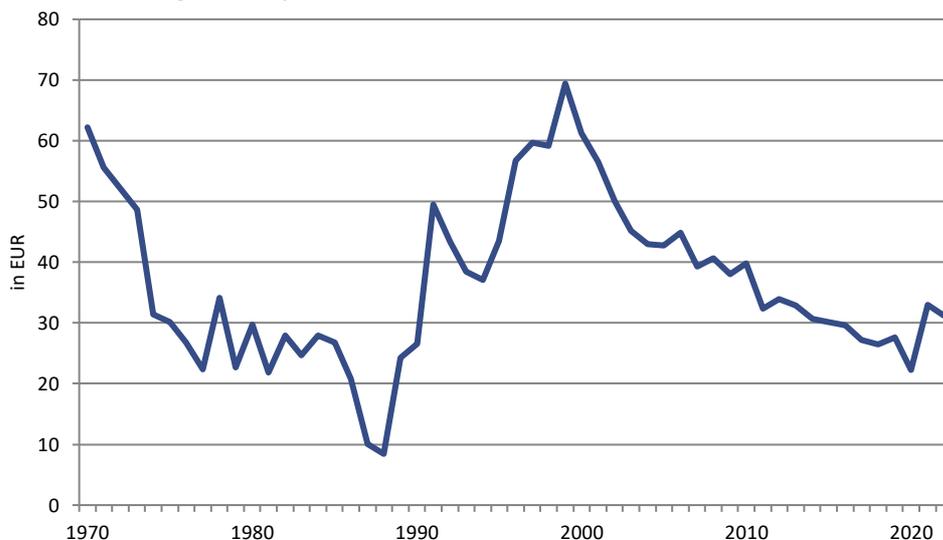
### 1.2.2 Staatliche Förderungen der Atomenergie pro Einwohner\*in

Abbildung 4 stellt die Entwicklung der realen staatlichen Förderungen der Atomenergie pro Einwohner\*in über den Zeitraum von 1970 bis 2022 dar. Darin enthalten sind sowohl Finanzhilfen (A) als auch Steuervergünstigungen (B). Budgetunabhängige staatliche Regelungen

(C) werden nicht berücksichtigt, da sie keinen direkten Einfluss auf den Staatshaushalt haben und im Strompreis bereits enthalten sind.

Es ergibt sich ein Betrag pro Einwohner\*in in Deutschland von umgerechnet durchschnittlich **36,80 EUR pro Jahr**. Dieser reicht von 8,43 EUR pro Einwohner\*in im Jahre 1988 bis zu 69,41 EUR pro Einwohner\*in im Jahr 1999.

**Abbildung 4: Entwicklung der staatlichen Förderung der Atomenergie (Finanzhilfen und Steuervergünstigungen), umgerechnet pro Einwohner\*in und Jahr**



Quelle: eigene Darstellung

### 1.2.3 Staatliche Förderungen der Atomenergie je Kilowattstunde

Betrachtet man die Entwicklung der staatlichen Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1970 bis 2022 bezogen auf die kommerziell erzeugte Strommenge (insgesamt wurden in dem Zeitraum ca. 5.410 TWh Strom aus Atomenergie erzeugt), ergibt sich ein etwas anderes Bild. Insbesondere zu Beginn der Nutzung von Atomenergie war Strom aus diesem Energieträger sehr teuer. Zu Beginn der Förderung konnte noch nicht viel Strom aus Atomenergie gewonnen werden, trotzdem

mussten bereits hohe Summen für die Forschung und Entwicklung gezahlt werden. Da auch in den letzten Jahren bis 2022 aufgrund begrenzter Restmengen weniger Strom aus Atomenergie gewonnen werden kann, werden auch hier die Kosten pro kWh noch einmal ansteigen.

Für jede Kilowattstunde Strom aus Atomenergie ergibt dies über die Jahre 1955 bis 2022 durchschnittlich staatliche Förderungen von rund **4,6 Ct/kWh**, von denen rund **2,4 Ct/kWh** noch nicht im Strompreis enthalten sind.

#### 1.2.4 Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie: 2007-2019

Um beurteilen zu können, wie hoch die gesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie insgesamt sind, reicht es nicht aus, die Kosten der staatlichen Förderungen pro kWh zu betrachten. Die gesamtgesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie setzen sich aus drei Faktoren zusammen:

- Marktwert (Verkaufspreis) des Stroms
- Staatliche Förderungen (Finanzhilfen und Steuervergünstigungen)
- Externe Kosten

Hierbei wird ausschließlich der Zeitraum 2007 bis 2019 (13 Jahre) betrachtet. Die Daten der Jahre zuvor waren in dieser Studie nicht zu ermitteln.

##### 1. Marktwert (Verkaufspreis) des Stroms

Der Strom aus konventionellen Energieträgern wird über direkte Verträge zwischen Erzeugern und Kunden (OTC-Handel) oder über die Strombörse EEX gehandelt. Da die Preise des OTC-Handels nicht öffentlich zugänglich sind und sich ohnehin im Wesentlichen am Börsenpreis orientieren, wird für den Verkaufspreis der konventionellen Energieträger auf den durchschnittlichen Börsenstrompreis zurückgegriffen. Dabei wird nicht zwischen Atom- und Kohlestrom unterschieden, da sich der Verkaufspreis nach dem eingesetzten „Grenzkraftwerk“ richtet und für alle zu dem jeweiligen Zeitpunkt eingespeisten Strommengen gleich hoch ist.

Strom wird an der Börse im Rahmen verschiedener Verträge gehandelt. Am so genannten „Spotmarkt“ können zum Beispiel Strommengen für den jeweils folgenden Tag erworben werden. Ein Großteil der Stromverträge wird allerdings in einem relativ langen Zeitraum vor der eigentlichen Lieferung über den so genannten „Future-Markt“ abgewickelt. So können beispielsweise bereits heute Strommengen erworben werden, die erst im Jahr 2025 erzeugt und verbraucht werden. Darüber hinaus wird unterschieden zwischen Preisen für die „Base“ und die „Peak“ Strommengen, je nachdem, zu

welcher Tageszeit der Strom geliefert werden soll (siehe FÖS (2017)).

Allerdings besteht die Strombörse in dieser Form erst seit dem Jahr 2000. Vor der Liberalisierung der europäischen Elektrizitätswerke wurde der Strom meist bei einigen wenigen Lieferanten bezogen und weiterverkauft. Dokumentationen der damaligen Strompreise sind daher nicht vorhanden. Auch Strombörsenpreise bis zum Jahr 2007 waren in dieser Studie nicht zu ermitteln. Zur Berechnung des durchschnittlichen Marktwerts des Stroms kann daher nur auf Werte seit 2007 zurückgegriffen werden. Als durchschnittlicher Marktwert wird hier der Mittelwert der Baseload-Preise auf dem Future-Markt über die Jahre 2007 bis 2019 verwendet (Agora Energiewende 2020). Dieser liegt zwischen **2,7 Ct/kWh (2016) und 7,0 Ct/kWh (2008)**.

##### 2. Staatliche Förderungen (Finanzhilfen und Steuervergünstigungen)

Im vorherigen Abschnitt wurde bereits berechnet, dass die staatlichen Förderungen im Durchschnitt über die Jahre 1955 bis 2022 bei 4,6 Ct/kWh liegen, von denen rund 2,4 Ct/kWh noch nicht im Strompreis enthalten sind.

Über die Jahre 2007 bis 2019 sind durchschnittlich **1,8 Ct/kWh** der staatlichen Förderungen noch nicht im Strompreis enthalten. Dies umfasst Finanzhilfen und Steuervergünstigungen, die direkt den Staatshaushalt belasten. Dass der Durchschnitt in den hier betrachteten 13 Jahren deutlich unter dem Gesamtdurchschnitt liegt, ist darauf zurückzuführen, dass die Fördersummen insbesondere in den Jahren 1970 bis 1980 pro kWh sehr hoch ausgefallen sind.

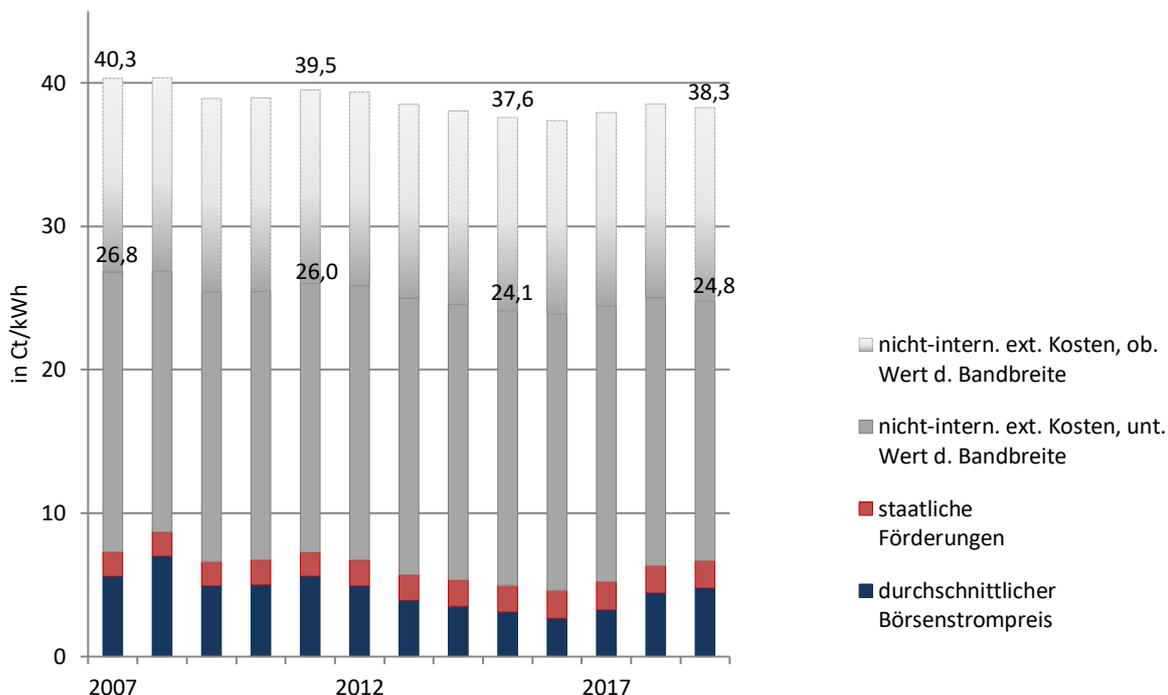
##### 3. Externe Kosten

Die nicht-internalisierten externen Kosten betragen in den Jahren 2007 bis 2019 durchschnittlich **zwischen 19,0 und 32,5 Ct/kWh** (siehe Berechnung Kapitel D).

Insgesamt ergibt sich daraus eine Spannweite der gesamtgesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung der Atomenergie in den Jahren 2007 bis 2019 **von 23,9 Ct/kWh (2016) bis zu 40,4 Ct/kWh (2008)** (siehe Abbildung 5). **Insgesamt summieren sich die gesamtgesellschaftlichen Kosten allein in diesem relativ kurzen Zeitraum auf 348 bis 533 Mrd. EUR.** Für frühere Jahre liegen keine umfassenden Daten zu den externen Kosten und den Marktwerten von Atomstrom vor, weshalb die Kosten vor 2007 nicht quantifiziert werden können.

**schafflichen Kosten allein in diesem relativ kurzen Zeitraum auf 348 bis 533 Mrd. EUR.** Für frühere Jahre liegen keine umfassenden Daten zu den externen Kosten und den Marktwerten von Atomstrom vor, weshalb die Kosten vor 2007 nicht quantifiziert werden können.

Abbildung 5: Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie: 2007 bis 2019



Quelle: eigene Darstellung

Das Ergebnis zeigt, dass Atomenergie keine kostengünstige Energiequelle ist, wenn man die versteckten Kosten einbezieht. **Im Gegenteil zeigte bereits eine frühere Analyse der Kosten verschiedener Energieträger, dass Atomenergie mit den höchsten gesamtgesellschaftlichen Kosten verbunden ist (FÖS 2017a).** Im Ergebnis trug die Gesellschaft im Jahr 2016 bei einer Kilowattstunde Windstrom umgerechnet Kosten von 9,0 Ct und bei Wasserstrom 8,9 Ct. Die Gesamtkosten für Strom aus Braun- und Steinkohlekraftwerken summieren sich hingegen auf 14,3 bzw. 13,4 Ct und für Atomenergie auf 15,1 bis 37,8 Ct/kWh.

Auch erneuerbare Energien profitieren von staatlichen Förderungen. Dennoch gibt es entscheidende Unterschiede zwischen den Energieträgern: während die Förderung erneuerbarer Energien nachhaltigen und umweltfreundlichen Technologien zugute kommt und bereits heute zu niedrigen Strompreisen führt, ist die Förderung der Atomenergien **mit hohen Risiken verbunden und verursacht auch in Zukunft noch hohe Kosten, die bis heute schwer abzuschätzen sind.** Die Höhe und der Umfang der Förderung von erneuerbaren Energien wird in Deutschland zudem stets transparent kommuniziert, während Verbraucher\*innen über die tatsächlichen Kosten der Nutzung von Atomenergie nach wie vor im Unklaren gelassen werden (FÖS 2017a).

### 1.3 Staatliche Förderungen der Atomenergie nach 2022

Obwohl die Nutzung der Atomenergie zur Stromerzeugung in Deutschland Ende 2022 beendet sein wird, werden auch in Zukunft noch vielfältige staatliche Kosten anfallen.

Insbesondere die **Kosten für die Erkundung eines Endlagers sowie der deutsche Budgetanteil zu EURATOM und die internationalen Organisationen IAEO und CERN** sind zum jetzigen Zeitpunkt schwer abzuschätzen. **Andere Ausgabenfaktoren ab 2022 sind schon heute besser abschätzbar** (z.B. Ausgaben für die Stilllegung der Endlagerstandorte Morsleben und Asse).

- In Finnland soll noch dieses Jahr der Bau des ersten Endlagers weltweit abgeschlossen werden. Die Kosten allein für den Bau des Endlagers werden auf etwa 3,5 Mrd. EUR geschätzt (Fountain 2017). In Deutschland wird dieser Prozess noch dauern. Bis 2031 soll ein Standort gefunden werden, welcher die bestmögliche Sicherheit für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle bietet. Bis dahin werden **noch einige Forschungsausgaben für die Auswahl und Erkundung potentieller Standortregionen anfallen** (A.1) (Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) o.J.). Konkrete Schätzungen der Ausgaben sind allerdings nicht bekannt. Der Großteil der künftigen Ausgaben für das Endlager soll aus dem 2017 eingerichteten Atomfonds gezahlt werden. Reichen die darin enthaltenen Gelder in Höhe von 23,6 Mrd. EUR (Stand Ende 2018) (Josephine Schulz 2019) nicht aus, um die Ausgaben für das Endlager zu decken, besteht das Risiko, dass letztendlich der Staat für die zusätzlichen Kosten aufkommen muss.
- Die **Ausgaben, die für den deutschen Anteil an EURATOM (A.5)** nach dem Atomausstieg Deutschlands weiterhin anfallen werden, sind bis 2027 konkret bezifferbar. Laut Horizon 2020 werden diese jährlich rund 0,34 Mrd. EUR betragen. Zudem wird mit zusätzlichen Ausgaben aus dem EU-Haushalt für das ITER-Projekt in Höhe von insgesamt 8,2 Mrd. EUR gerechnet. In welcher Höhe die anteilige Beteiligung Deutschlands künftig liegen wird, ist heute nicht abschätzbar. Jedoch stellt ein Weiterführen der finanziellen Unterstützung jener Organisation spätestens nach dem Atomausstieg im Jahre 2022 einen Widerspruch zur nationalen Energiepolitik dar. Seit längerem werden daher bereits Reformen des EURATOM Vertrags diskutiert – bisher allerdings ohne sichtbaren Erfolg.
- Ähnlich sieht es bei **weiteren zu erwarteten Beiträgen an internationale Organisationen (A.11)** aus – es ist davon auszugehen, dass für den Bund weiterhin Ausgaben für Beiträge an die IAEO und die CERN

anfallen werden, auch wenn Deutschland aus der Atomenergie aussteigt. Um welche Summen es sich hierbei künftig handeln wird und wie lange diese noch anfallen werden, ist schwer abzuschätzen.

- Zudem bergen die **künftigen Entschädigungszahlungen für „frustrierte Investitionen“ der Atomkraftwerksbetreiber** (Investitionen in den Bau von Atomkraftwerken, die aufgrund des beschlossenen Atomausstiegs nicht mehr in Betrieb genommen werden dürfen) ein Risiko für eine indirekte staatliche Förderung der Atomenergie. Bisher ist unklar, ob und in welcher Höhe überhaupt Investitionen zwischen der Genehmigung zusätzlicher Atomkraftwerke im Oktober 2010 und dem beschlossenen Atomausstieg im März 2011 getätigt wurden, welche tatsächlich einen Ausgleich erfordern würden (BMU o.J.b).

**Dagegen sind bei einigen anderen staatlichen Förderungen der Atomenergie auch Schätzungen für die anfallenden Ausgaben nach 2022 bekannt.**

- So werden die **Ausgaben für den Rückbau der ostdeutschen AKW (A.6)** auf etwa 2,2 Mrd. EUR (Rückbaukosten der EWN GmbH) bzw. 223 Mio. EUR (Rückbau des Reaktors HZB Berlin (BER II)) geschätzt.
- Für die **Sanierung der vom Uranbergbau Wismut betroffenen Regionen (A.7)** werden voraussichtlich von der Bundesregierung noch etwa 1,14 Mrd. EUR ausgegeben werden. Dazu kommen noch die im dritten Verwaltungsabkommen beschlossenen jährlichen Anteile Sachsens zur Sanierung der sächsischen Wismut-Altstandorte im einstelligen Millionenbereich (bisher bis 2035).
- Auch für die **Stilllegung der Endlagerstandorte Morsleben (A.8) und Asse (A.9)** sind Schätzungen über die noch verbleibenden Kosten vorhanden. So werden die staatlichen Ausgaben für den Standort Morsleben nach 2022 voraussichtlich noch etwa 1 Mrd. EUR betragen, wohingegen für den Standort Asse noch mit maximal 2,41 Mrd. EUR gerechnet wird.

**Zusammenfassend sind künftige Ausgaben in Höhe von etwa 7 Mrd. EUR nach 2022 bereits absehbar. Zudem werden mit großer Wahrscheinlichkeit weitere Ausgaben anfallen, welche heute allerdings noch nicht konkret beziffert werden können.**

### 1.4 Politische Handlungsempfehlungen

Die Studie macht deutlich, dass Atomenergie **keine kostengünstige Energiequelle** ist, wenn man die versteckten Kosten durch staatliche Förderungen und externe Kosten einbezieht.

Trotzdem werden in der politischen Diskussion immer wieder Stimmen für eine Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken oder die Förderung der sogenannten P&T-Technik, mit welcher die Halbwertszeit einzelner radioaktiver Elemente verringert werden könnte, laut. Eine Zusammenstellung vorliegender Einschätzungen zeigt allerdings, dass diese beiden Strategien mit hohen Risiken verbunden wären. Obwohl die Vision der P&T-Technik für die Problematik der Endlagerung radioaktiver Abfälle theoretisch interessant scheint, ist der Weg zur praktischen Umsetzung mit enorm hohen technischen und finanziellen Hürden verbunden. Für ein funktionierendes Gesamtsystem, das alle Schritte von der Partitionierung und Wiederaufbereitung bis zur Transmutation umfasst, schätzen Öko-Institut, Universität Hamburg und Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (2015) die Investitionskosten für die Entwicklung und Umsetzung je nach gewähltem Technologiepfad auf etwa **75 bis 400 Mrd. EUR. Aufgrund der hohen Kosten und der bestehenden technischen Unsicherheiten ist von großen Förderungen dieser Technologie abzuraten.**

Eine potenzielle Laufzeitverlängerung würde das weitgehend ungelöste Problem der Endlagerung zusätzlich verschärfen und zu deutlichen Zusatzkosten (u.a. durch notwendige Nachrüstungen an AKW und zusätzlichen Atommüll) führen. Da alle verbleibenden sechs AKW bereits ein hohes Alter von 31 bis 35 Jahren haben, wäre ein Weiterbetrieb zudem mit hohen materiellen und technischen Risiken verbunden – ausgelegt sind Atomkraftwerke auf eine Betriebsdauer von 30 bis 40 Jahren.

Auch könnte ein längerer Betrieb der deutschen AKW die **Energiewende zusätzlich erschweren**. Atomkraftwerke sind auf den Dauerbetrieb ausgelegt und können nicht flexibel hoch- und heruntergefahren werden. Dadurch sind sie nicht kompatibel mit den erneuerbaren Energiequellen, die wetter- und tageszeitenbedingten Schwankungen unterliegen. Diese Inkompatibilität verhindert eine Transformation hin zu einer flexibleren Energieversorgung, welche bei einer starken Nutzung erneuerbarer Energien notwendig ist.

**Daher sollte der Atomausstieg wie geplant umgesetzt werden** und der Ausbau und die technische Optimierung bereits vorhandener Technologiesysteme (insbesondere der Ausbau erneuerbarer Energien) Priorität haben.

Selbst wenn der Atomausstieg wie geplant vollzogen wird, besteht in einigen Punkten akuter Handlungsbedarf. **Deutschland sollte keine Atomprojekte im Ausland mehr fördern.** Weitere Hermesbürgschaften für ausländische Atomprojekte sind genauso widersprüchlich zum Atomausstieg Deutschlands wie weitere staatliche Förderungen im Rahmen von EURATOM. Zudem **sollte auch auf internationaler Ebene die Atomenergiewirtschaft bei Verschulden von Schäden unbegrenzt**

**haftbar gemacht werden.** Denn viele europäische Nachbarländer verlängern die Laufzeiten auch alter Reaktoren oder bauen neue Atomkraftwerke – was nach wie vor das Risiko eines Nuklearunfalls bis hin zu einem nuklearen Katastrophenfall birgt.

Die bestehenden internationalen Nuklearhaftungssysteme schaffen keine solide Haftungsgrundlage. Deutschland hat im Vergleich mit den europäischen Nachbarstaaten noch die weitreichendsten Anforderungen an die Haftung und Deckungsvorsorge der Atomkraftwerksbetreiber (unbegrenzte Haftung, 2,5 Mrd. EUR Deckungsvorsorge). Die zu erwartenden Kosten eines nuklearen Unfalls (dreistelliger Milliardenbereich) sind um ein Vielfaches höher als die Haftungs- und Deckungsvorsorge europäischer Nachbarstaaten (dreistelliger Millionenbereich).

**Die Mindestbeträge für die Haftungshöchstgrenze und die erforderliche Deckungsvorsorge der AKW-Betreiber sollten im Rahmen internationaler Atomhaftungsübereinkommen dringend angehoben werden.** Außerdem sollte auf EU-Ebene ein einheitliches unionsrechtliches Atomhaftungsrecht eingeführt werden. Falls dies bis zum Atomausstieg 2022 nicht umsetzbar ist, sollte Deutschland zunächst aus dem Pariser Übereinkommen sowie dem Brüsseler Zusatzabkommen aussteigen, welche die Haftung der AKW-Betreiber limitieren. Dabei könnte sich Deutschland an Österreich als atomfreies Land orientieren (siehe hierzu auch (FÖS 2017b)).

## 2 Fragestellung und Methodik

Nach einer langen politischen Vorlaufphase und widersprüchlichen Politikentscheidungen votierte der Deutsche Bundestag im Jahr 2011 mit großer Mehrheit für den vollständigen Atomausstieg bis zum Ende des Jahres 2022. Grund dafür waren die Eindrücke der Reaktorkatastrophe von Fukushima Daiichi in Japan.

Keine andere Stromerzeugungstechnologie in Deutschland ist so stark staatlich gefördert worden. Ohne die hierzulande gewährte staatliche Unterstützung wäre vermutlich nie ein Atomkraftwerk zur Stromerzeugung ans Netz gegangen. Nun, da das Ende der Atomkraft in Deutschland unmittelbar abzusehen ist, bietet sich die Gelegenheit, eine umfassende Kostenbilanz zu ziehen: Was hat die Atomenergienutzung den deutschen Staat bzw. die Stromverbraucher\*innen gekostet? In einer Zwischenbilanz wird die Gesamtsumme der staatlichen Förderungen für den fast 70-jährigen Zeitraum von 1955 bis 2022 ermittelt. Die Analyse baut dabei auf verschiedenen Studien des FÖS zu den staatlichen Förderungen von Atomenergie, Steinkohle, Braunkohle, Erdgas sowie erneuerbaren Energien im Rahmen des Projekts „Was Strom wirklich kostet“ auf (FÖS 2010; FÖS 2012a; FÖS 2015; FÖS 2017a).

Doch auch nachdem das letzte Atomkraftwerk 2022 vom Netz gegangen ist, werden weitere Kosten für den Staat und Steuerzahler\*innen anfallen, beispielsweise durch den Rückbau kommerzieller Reaktoren oder von Forschungsreaktoren oder die Endlagerung. Es wird daher zusätzlich eine Größenordnung der nach 2022 noch anfallenden Kosten ermittelt.

### 2.1 Inflationsbereinigung

Erfasst werden alle Ausgaben der jeweiligen Jahre (nominale Beträge). Um sie auf heutige Preise (Preisstand 2019) umzurechnen, erfolgt eine Inflationsbereinigung mit Hilfe der Zeitreihe des Verbraucherpreisindex für Deutschland des Statistischen Bundesamts.

### 2.2 Subventionsbegriffe – Definitionen und Beispiele

In der vorliegenden Studie wird bewusst der Begriff der „staatlichen Förderungen“ verwendet, weil neben Subventionen im engeren Sinne (Finanzhilfen und Steuervergünstigungen) auch staatliche Regelungen einbezogen werden, welche die einzelnen Energieträger begünstigen, ohne dass eine Budget-wirkung auf die öffentlichen Haushalte entsteht.

Da weder in der wissenschaftlichen Literatur noch in der Praxis ein eindeutiger und allgemein gültiger Subventionsbegriff existiert (vgl. Rave 2005), ist es an dieser

Stelle notwendig, den hier zugrunde gelegten Subventionsbegriff näher zu erläutern. Dabei ist zu beachten, dass sich in verschiedenen Subventionsbegriffen die „*unterschiedlichen politischen und wissenschaftlichen Auffassungen über die Funktion des Staates im Wirtschaftsgeschehen (...) widerspiegeln*“ (Rave 2005, S. 28).

Nach Fritzsche u. a. (1988) spielen folgende drei Kriterien bei der Unterscheidung verschiedener Subventionsbegriffe eine übergeordnete Rolle:

1. der Kreis der laut Definition zulässigen Subventionsgebenden und Subventionsempfangenden
2. die Charakteristika der Subventionsleistung
3. die Subventionsformen

In der Finanzwissenschaft ist es üblich, einen weiten Subventionsbegriff zu verwenden, der sich wie folgt zusammenfassen lässt: Eine Subvention ist eine Hilfeleistung, die durch spezifische Wesensmerkmale charakterisiert ist. Subventionsgebende sind staatliche sowie zwischen- und überstaatliche Organisationen. Darüber hinaus werden auch Organisationen, die bei der Geldvergabe nur als Mittler öffentlicher Organe und Behörden auftreten, wie z.B. die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), in den Kreis möglicher Subventionsgebenden mit aufgenommen. Letztendlich ist dabei entscheidend, dass die Subventionsgewährung auf Kosten der Allgemeinheit vollzogen wird (vgl. Nieder-Eichholz 1995). Subventionsnehmende sind nach der finanzwissenschaftlichen Theorie erwerbswirtschaftlich orientierte private und öffentliche Unternehmen.<sup>1</sup> Zu den Charakteristika der Subventionsleistung zählen in erster Linie drei Punkte: Es handelt sich erstens um Zahlungen, die bewusst nur einer bestimmten Teilmenge gesellschaftlicher Akteur\*innen zuteil werden, d.h. sie haben diskriminierenden Charakter. Zweitens gibt es keine unmittelbare Gegenleistung bzw. weichen die Bedingungen des Leistungsaustauschs von den im marktwirtschaftlichen Bereich üblichen Bedingungen ab. Drittens ist der Erhalt von Subventionen an bestimmte Verhaltensweisen gebunden. Dabei ist nicht relevant, ob sich ein\*e Akteur\*in auch ohne Subventionierung, in der dem Subventionstatbestand entsprechenden Weise verhalten hätte.

Es gibt verschiedene Subventionsformen, die aus ökologischer Sicht alle relevant erscheinen: Subventionen im engeren Sinne sind Geldleistungen des Staates an Un-

---

<sup>1</sup> Die Einbeziehung privater Haushalte ist umstritten und wird bei verschiedenen Autor\*innen von der Bewertung weiterer Kriterien abhängig gemacht. Vgl. hierzu: Hansmeyer 1977, S. 959-996 sowie Nieder-Eichholz 1995, S.26.

ternehmen ohne angemessene Gegenleistung, die zur Erreichung eines bestimmten öffentlichen Interesses gewährt werden. Diese können in Form von Finanzhilfen oder Steuervergünstigungen gewährt werden. Bei Steuervergünstigungen stellt sich die Frage, was die „Idealnorm“ der Besteuerung ist, wie also sachgerechte, der Steuernorm inhärente Differenzierungen von selektiven Begünstigungen zu unterscheiden sind (Meyer 2006; Rave 2005). Unter Subventionen in der weit gefassten Definition fallen zusätzlich auch indirekte oder „implizite“ Subventionen. Dazu gehören staatliche Regelungen mit Subventionscharakter sowie nicht internalisierte externe Kosten.

Die problemadäquate Definition und Abgrenzung von Subventionen (insbesondere gegenüber allgemeinen Staatsausgaben) hängt vom Untersuchungszweck ab. Für die dieser Studie zugrunde liegenden Leitfragen werden konzeptionell alle Ausgaben und subventionsähnlichen Regelungen des Staates berücksichtigt. Dies führt zu einer weit gefassten Definition von Energiesubventionen, bei der neben A) Finanzhilfen und B) Steuervergünstigungen auch C) staatliche Regelungen mit Subventionscharakter und D) Externe Kosten berücksichtigt werden. In Tabelle 1 wird die Bandbreite der Subventionselemente dargestellt und exemplarisch erläutert.

**Tabelle 1: Arten von Subventionen und Beispiele**

Subventionen mit Budgetwirkung		Subventionen ohne Budgetwirkung	
<b>A) Finanzhilfen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsausgaben</li> <li>• Bürgschaften, z.B. Atomkraftwerke</li> <li>• Stilllegungsbeihilfen</li> <li>• Sanierungskosten (Bergbau, Asse)</li> <li>• etc.</li> </ul>	<b>B) Steuer- vergünstigungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiedliche Energiebesteuerung</li> </ul>	<b>C) Regelungen mit Subventionswirkung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderwert der Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel</li> <li>• Förderwert durch Regelungen für Rückstellungen</li> </ul>	<b>D) Nicht-internalisierte externe Kosten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unfälle mit Freisetzung radioaktiver Strahlung</li> <li>• Folgekosten der Prozesskette des Abbaus und der Weiterverarbeitung von Uran</li> <li>• Folgekosten und -risiken der Endlagerung (soweit nicht durch Betreiber getragen)</li> </ul>
<b>Subventionen im engeren Sinne</b>		<b>Erweiterter Subventionsbegriff</b>	

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Meyer (2006)

Allerdings können nicht alle Komponenten der Gesamtsubventionen der Atomenergie in Deutschland der Stromerzeugung zugeschrieben werden. Um die Summe der Förderungen für Strom aus Atomenergie in Deutschland in den Jahren 1955 bis 2022 berechnen zu können,

müssen verschiedene staatliche Ausgaben von der Gesamtsumme abgezogen werden. Im Folgenden wird gekennzeichnet, welche Förderungskomponenten der Stromerzeugung zuzurechnen sind.

## 2.3 Pfadabhängigkeit von Innovationen

Die in den vergangenen 65 Jahren erfolgte Förderung der Atomenergie wirkt sich auf Gegenwart und Zukunft aus. Die Evolutorische Ökonomik zeigt, dass und warum der eingeschlagene Entwicklungspfad Innovationen erschwert und verhindert.

Die Evolutorische Ökonomik hat zum Ziel, Einflussfaktoren und Gesetzmäßigkeiten des wirtschaftlichen Wandels zu identifizieren (Bodo Linscheidt 1999, S.6). Ihr liegt die Annahme zugrunde, dass Innovationen zufällig und sprunghaft erfolgen, und sich jeweils dann in einer Marktwirtschaft durchsetzen, wenn die Rahmenbedingungen dies ermöglichen. Bestehende Technologien, die sich bewährt haben, bleiben so lange am Markt, bis sie von einer besseren Innovation abgelöst werden, während sich nicht-marktfähige Innovationen nicht durchsetzen können und selektiert werden. Für die bestmögliche Funktionsweise dieses Systems muss ein fortwährend offener Wettbewerb gewährleistet sein, denn Innovationen lassen sich nicht voraussehen, und damit weder planen noch anordnen. Dies käme einer „Anmaßung von Wissen“ gleich (Friedrich August von Hayek 1969, S. 225). Da sich die Akteure bei ihrer Suche nach alternativen und verbesserten Technologien von ihrer Umgebung lenken lassen, d.h. von den bereits etablierten und verfügbaren Technologien, vollzieht sich der technische Fortschritt entlang eines Paradigmas. Dafür wurde der Begriff der Pfadabhängigkeit geprägt.

Die Pfadabhängigkeit wird von verschiedenen Faktoren begünstigt. So verfügen etablierte Technologien über eine Reihe von Vorteilen, die den Marktdurchbruch für Innovationen erschweren:

- Durch Erfahrung konnten Fehlerquellen reduziert und die Produktion fortwährend verbessert werden, was zu Preisvorteilen führt. Dieser Vorteil gegenüber der Innovation wird durch höhere Produktionsmengen bzw. Marktanteile zusätzlich unterstützt.
- Sie binden Sachkapital und Arbeitskräfte, die dem Paradigma gemäß ausgebildet wurden und in entsprechenden Denkmustern verhaftet sind.

- Benachbarte Branchen – zum Beispiel Zulieferbetriebe – haben sich an die Erfordernisse der vorherrschenden Technologie angepasst.

Der Innovationswettbewerb kann also in eine Einbahnstraße führen und einen Stillstand hervorrufen, aus dem nur ein Eingriff von außen wieder neue Impulse setzen kann. Besonders problematisch ist die Situation, wenn ein bestehendes Paradigma Umwelt- oder Nachhaltigkeitsanliegen nicht oder nur unzureichend abbildet, weil diese zum Zeitpunkt seiner Einrichtung noch nicht von Bedeutung waren oder das genaue Wissen um die durch das Paradigma hervorgerufenen Probleme fehlte. Dies trifft auch für die Atomenergie zu. Gemäß der evolutorischen Ökonomik sollte zwar einerseits das politische Interventionsniveau minimiert werden. Um den einmal eingeschlagenen, und später als suboptimal erkannten Weg zu verlassen, weist die Theorie andererseits darauf hin, „da[ss] politische Steuerungsimpulse ausreichend stark sein müssen, um einen irreversiblen Pfadwechsel zugunsten umweltfreundlicher Technologien einzuleiten“ (Bodo Linscheidt 1999, S.14).

Die frühere Subventionierung der Atomwirtschaft begünstigt diese Technologie entlang der Pfadabhängigkeit heute weiter, was Innovationen durch erneuerbare Energien den Markteintritt zusätzlich erschwert. Die Entwicklung der vergangenen fast 70 Jahre hätte mehr Chancen für umweltfreundliche Energien bereitgehalten, wären zum Beispiel nicht die Stromnetze auf zentrale Kraftwerke ausgerichtet oder die Forschung nicht einseitig und mit erheblichen Beträgen in Richtung Atomenergie gelenkt worden. Lange Zeit verhinderte zusätzlich das Strommonopol einen offenen Innovationswettbewerb unter den Stromerzeugern, vielmehr bot das Monopol den Kraftwerksbetreibern die Möglichkeit, ihre Kosten vollständig auf die Stromkunden umzulegen. Nur durch große finanzielle Zugeständnisse seitens des Staates waren die Stromkonzerne in den Anfängen der Atomenergienutzung überhaupt bereit, in diesen Bereich einzusteigen (Arnulf Baring 2009; Joachim Radkau 1983; Jürgen Trittin 2009).

Auch nach dem Atomausstieg im Jahre 2022 werden daher die Folgen der fast 70-jährigen Förderung der Atomkraft bemerkbar bleiben.

### 3 Staatliche Förderungen der Atomenergie

#### A. Finanzhilfen

##### A.1 Forschungsausgaben des Bundes

###### Kurzbeschreibung

Im Folgenden wird die öffentliche Förderung beziffert, die für nukleare Projekte, insbesondere Forschungsprojekte, aufgewendet wurde. Dabei handelt es sich sowohl um Kosten für die Errichtung und den Betrieb von z.B. Forschungsreaktoren, als auch um Ausgaben zur Stilllegung und zum Rückbau von Nuklearanlagen. Hinzu kommen Ausgaben für die Fusionsforschung (FÖS 2010).

Dem liegt ein weit gefasster Forschungsbegriff zugrunde, der Förderungen in den folgenden Kategorien einschließt (vgl. DIW 2007, S. 13):

1. Projektförderung und Ressortforschung
2. Institutionelle Förderung einschließlich bundes-eigener Einrichtungen
3. Beiträge und Zuschüsse an internationale wissenschaftliche Organisationen und zwischenstaatliche Forschungseinrichtungen

###### Quantifizierung

Als Datenquelle wird auf das Daten-Portal des BMBF zurückgegriffen. Unter „Forschung und Innovation“ sind folgende Bundesausgaben enthalten (vgl. Tabelle 1.1.5 (BuFI 5): Ausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung nach Förderbereichen und Förderschwerpunkten):

- „Kerntechnische Sicherheit und Entsorgung“: Für Betrieb, Nachbetrieb und Stilllegung von Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren sowie für die Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle müssen sichere Lösungen gefunden werden.
- „Beseitigung kerntechnischer Anlagen“: Bestehende kerntechnische Anlagen müssen verantwortungsvoll und umweltverträglich zurückgebaut werden.
- „Fusionsforschung“: Ziel der Fusionsforschung ist die Entwicklung einer alternativen, nicht-fossilen, wirtschaftlichen und verlässlichen Energiequelle (BMBF 2018).

###### 1955-2019

Für den Zeitraum 1955 bis 2019 lassen sich öffentliche Ausgaben für die drei genannten Bereiche in Höhe von 35,3 Mrd. EUR (nominal) bzw. 69,1 Mrd. EUR (real)

nachweisen. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die Bundesrepublik Deutschland.

Um Doppelzählungen einzelner Fördertatbestände zu vermeiden, wird der Förderwert folgender Bundesausgaben gesondert aufgeführt und von den genannten Summen abgezogen:

- Ausgaben des BMBF für die Sanierung und Schließung des Endlagers Asse (1993 bis 2008), enthalten in „A.8 Asse“: 0,272 Mrd. EUR (nominal) bzw. 0,357 Mrd. EUR (real),
- Ausgaben des BMU für das „Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität“ (IMIS) im Aufgabenbereich des Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), enthalten in den Ausgaben in Folge des Reaktorunfalls in Tschernobyl seit 1994 bis 2022, enthalten in A.10 Tschernobyl: 0,348 Mrd. EUR (nominal) bzw. 0,377 Mrd. EUR (real),
- Ausgaben des BMWi für den deutschen Beitrag zur IAEO seit 1957 bis 2022, enthalten in A.11 Beitrag an internationale Organisationen: 1,0 Mrd. EUR (nominal) bzw. 1,95 Mrd. EUR (real).

###### 2020-2022

Wie viel der Bund bis zum Jahr 2022 noch genau in den drei dargestellten Förderbereichen ausgeben wird, ist noch nicht bekannt. Um die bis zum Atomausstieg anfallenden Kosten übersichtlich darstellen zu können, wird hier die Annahme getroffen, dass sich die bisher sehr stabilen Forschungsausgaben des Bundes kurzfristig nicht ändern und in den Jahren 2020-2022 jenen des Jahres 2019 entsprechen werden.

### Absehbare Ausgaben nach 2022

Auch nach 2022 wird in allen drei Förderbereichen weiterhin Forschungsbedarf bestehen:

- „Kerntechnische Sicherheit und Entsorgung“: Nach Abschaltung der deutschen Atomkraftwerke im Jahr 2022 wird weiterhin vor allem die Endlager- und Entsorgungsforschung von besonderer Relevanz sein.
- „Beseitigung kerntechnischer Anlagen“: Obwohl die Kraftwerke bis 2022 abgeschaltet werden, wird der

Rückbau der Anlagen laut BMBF (2018) noch Jahrzehnte beanspruchen.

- „Fusionsforschung“: Laut BMBF (2018) wird die Forschung an der alternativen Energiequelle noch bis nach 2050 andauern.

Wie hoch die Bundesausgaben innerhalb der drei Förderbereiche nach 2022 sein werden, ist derzeit schwer abzuschätzen. Klar ist jedoch, dass auch in diesem Förderbereich weiterhin staatliche Ausgaben mindestens im Millionenbereich anfallen werden.

**Tabelle 2: Nukleare Forschungsförderung 1955-2022 (ohne Ausgaben für Asse, IMIS und IAEO)**

	1955-2022 in Mrd. EUR nominal	1955-2022 in Mrd. EUR real	2019 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	35,6	68,4	0,55

Die Forschungsausgaben des Bundes im Bereich Atomenergie werden fast vollständig der Stromerzeugung zugerechnet. Nur der Anteil der Ausgaben, der in die Kernfusion geflossen ist, wird hier abgezogen.

## A.2 Forschungsausgaben der Bundesländer

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll die Forschungsförderung der Atomenergie durch die Bundesländer quantifiziert werden. Für eine vollständige Erfassung wäre eine Einzelrecherche zu allen Bundesländern erforderlich. Dies konnte im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden.

Daher werden hier neben dem Anteil des vom DIW ermittelten Wertes von 4,97 Mrd. EUR (Preise 2006) für den Zeitraum nach 1975 exemplarisch die Zahlungen Baden-Württembergs angeführt, das umfangreiche Atomforschungs- und Wiederaufbereitungsprojekte finanziert.

### Quantifizierung

#### 1956-1975

Das DIW (2007) gibt die Ausgaben der Bundesländer für die Atomforschung zwischen 1956 und 1975 mit 4,97 Mrd. EUR (Preise 2006) an. In Preisen 2019 sind das rund 5,6 Mrd. EUR.

Auch wenn die Forschungsförderung der Atomenergie durch die Bundesländer seitdem stark zurückgegangen ist und auf Bundes- oder europäische Ebene verlagert wurde, gibt es doch Länder, die nach wie vor signifikante Ausgaben in diesem Bereich haben.

#### Ausgaben in Baden-Württemberg

Beispielhaft soll hier Baden-Württemberg genannt werden: Bis 2009 betrieb das Land das Forschungszentrum Karlsruhe, organisiert in der HGF Helmholtz-Gemeinschaft, welches sich hauptsächlich mit Kernforschung beschäftigte. Von 1956 bis 1995 firmierte es noch unter den Namen Gesellschaft für Kernforschung mbH und Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (KfK). Während 90 % der Kosten der Bund übernahm, steuerte das Land die restlichen 10 % bei (Ministerium für Finanzen BW 2016).<sup>2</sup> Diese Zuschüsse beliefen sich zwischen 2001<sup>3</sup> und 2009 nominal auf 268,45 Mio. EUR. In Preisen von 2019 entspricht dies Zahlungen in Höhe von 324 Mio. EUR. Seit 2010 ist es in das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) eingegliedert, sodass die Kosten, die der Atomenergie zugutekommen, nicht mehr aufzuschlüsseln sind.

Angegliedert an das Forschungszentrum Karlsruhe war seit den 1960ern die Wiederaufarbeitungsanlage Karls-

ruhe (WAK), die 2006 in die WAK GmbH und ab 2017 in die Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE) übergegangen ist (KTE 2020; Ministerium für Finanzen BW 2016; Ministerium für Finanzen BW 2017).

Während die Zuschüsse bis 2006 noch zusammen mit denen des Forschungszentrums dargestellt wurden, stellen sie danach einen eigenen Haushaltstitel dar. Diese Zuschüsse vom Land belaufen sich von 2007 bis 2021 auf nominal etwa 205 Mio. EUR. Real entsprechen diese Ausgaben einem Volumen von 216 Mio. EUR.

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Für die KTE werden laut Staatshaushaltsplan 2020/21 (Ministerium für Finanzen BW 2019) auch in Zukunft Ausgaben anfallen, um die „Stilllegung der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe und weiterer kerntechnischer Anlagen am Standort Karlsruhe“ (Ministerium für Finanzen BW 2019, S. 101) durchzuführen. Zuletzt beliefen diese sich auf rund 21 Mio. EUR (Ministerium für Finanzen BW 2019). Bis wann die Stilllegungen genau geplant sind und welche Ausgaben insgesamt anfallen werden, ist zum heutigen Zeitpunkt noch nicht abzuschätzen.

---

<sup>2</sup> Zu finden sind die Zahlen jeweils im Einzelplan 07 08.

<sup>3</sup> Detaillierte Haushaltsdaten vor 2001 sind nicht verfügbar.

**Tabelle 3: Forschungsausgaben aller Bundesländer 1956-1975**

	1956-1975 in Mrd. EUR nominal	1956-1975 in Mrd. EUR real	Seit 1975
Ausgaben aller Bundesländer bis 1975	1,67	5,61	Nicht bekannt

**Tabelle 4: Beispiel: Forschungsausgaben Baden-Württembergs 2001-2021**

	2001-2021 in Mrd. EUR nominal	2001-2021 in Mrd. EUR real	2021 In Mrd. EUR
Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (KfK) (2001-2009)	0,27	0,32	0
WAK und KTE (2007-2021)	0,21	0,22	0,02

Die Forschungsausgaben der Bundesländer im Bereich Atomenergie werden vollständig der Stromerzeugung zugerechnet.

### A.3 Endlagerstandortsuche (Teil der Forschungsausgaben des Bundes und der Bundesländer)

#### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll der Kostenanteil, den Bund und Bundesländer an der Erkundung und Umrüstung der Endlagerstandorte tragen, quantifiziert werden.

Die Kosten für das Projekt „Endlager Konrad“ (auf Grundlage der Endlagervorausleistungsverordnung – EndlagerVIV) sowie für das Projekt „Standortsuche“ einschließlich der Kosten für das Bergwerk Gorleben (auf Grundlage des Standortauswahlgesetzes - StandAG) werden zunächst aus dem Bundeshaushalt finanziert und dann anteilig von den Vorausleistungs- und Umlagepflichtigen (§ 2 EndlagerVIV, § 29 Absatz 1 StandAG) refinanziert.

Seit der Einrichtung des Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (KENFO) im Juli 2017 kommt dieser für einen Großteil des Anteils der Vorausleistungspflichtigen auf. In den Jahren zuvor wurden die Anteile durch die Atomkraftwerksbetreiber selbst gezahlt. Ausgestattet wurde der Fonds mit 24,1 Mrd. EUR durch die Betreiber der Atomkraftwerke (BMWi 2020).

Allerdings zählen zu den Vorausleistungs- und Umlagepflichtigen auch Einrichtungen, die zum Teil zu 100 % aus dem Bundeshaushalt finanziert (EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH) und zum Teil von Bund und Ländern mit unterschiedlichen Zuwendungsquoten gefördert werden (Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH, Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH, Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH, Helmholtz-Zentrum Geesthacht für Material- und Küstenforschung GmbH, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH).

Der Gesamtanteil dieser Einrichtungen an den Gesamtkosten für das Projekt „Endlager Konrad“ beträgt derzeit rund 33 % (BfS 2014a; BMU o.J.a). Für das Projekt „Standortsuche“ einschließlich der Kosten für das Bergwerk Gorleben liegt dieser Anteil bei rund 11,5 % (Bundesregierung 2008).

Um eine möglichst transparente Dokumentation der staatlichen Beteiligung an Endlagerkosten zu erreichen, werden sie in diesem Abschnitt gesondert beschrieben und quantifiziert, bei der Summenbildung aber nicht getrennt ausgewiesen und daher nur als Teil der staatlichen Forschungsförderung erfasst. Hierbei wird nicht unterschieden, welche Anteile vom Bund und welche von den Ländern finanziert werden.

#### Quantifizierung

##### 1977-2020

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit beziffert die Kosten für den Standort Gorleben im Zeitraum 1977 bis Ende 2013 auf 1,74 Mrd. EUR (BMU 2014). Infolge des Standortauswahlgesetzes wurde die Erkundung des Salzstocks Gorleben 2014 beendet. Seitdem befindet es sich im Offenhaltungsbetrieb (DIW Econ 2015). Die Ausgaben seit 2008 konnten den Haushaltsplänen des BMUB entnommen werden. Die Gesamtausgaben für die Erkundung und Offenhaltung des Salzstocks Gorleben liegen damit bis Ende 2020 bei rund 1,9 Mrd. EUR (nominal).

Anteilig ergibt sich daraus bis 2020 eine staatliche Fördersumme von rund 214 Mio. EUR nominal und rund 321 Mio. EUR real. Die anteilige Fördersumme beträgt 2020 rund 1,8 Mio. EUR (Bundestag 2016a).

Seit der Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes im Jahr 2014 fallen für das Standortauswahlverfahren auch Kosten an. Die Ausgaben belaufen sich bis 2020 auf rund 1,0 Mrd. EUR (Bundestag 2016a; Bundestag 2017; Bundestag 2018; BMU 2019b). Wie beim Standort Gorleben werden hiervon indirekt über Einrichtungen etwa 11,5 % von staatlicher Seite übernommen. Daraus ergibt sich ein Anteil von 0,11 Mrd. EUR.

Für den Schacht Konrad (als Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle) belaufen sich die Ausgaben für Planungs- und Erkundungsarbeiten im Zeitraum 1975 bis 2020 auf rund 3,3 Mrd. EUR (nominal). Sie setzen sich zusammen aus den Ausgaben bis 2007 von 945 Mio. EUR (nach Angaben des BfS) und den weiteren jährlichen Ausgaben laut Haushaltsplänen des BMUB (BfS 2016; Bundestag 2016a; Bundestag 2017; Bundestag 2018a; Bundestag 2019).

Daraus ergibt sich eine spezifische Fördersumme des Standorts Konrad bis 2020 in Höhe von 786 Mio. EUR nominal (820 Mio. EUR real) und rund 120 Mio. EUR in 2020 (BMU 2019a).

##### 2021-2022

Laut Finanzplan des BMU werden sich die Gesamtkosten für den Standort Gorleben in den Jahren 2021 und 2022 auf jeweils rund 12 Mio. EUR belaufen. Für das Standortauswahlverfahren werden voraussichtlich 28,7 Mio. EUR (2021) und 34,8 Mio. EUR (2022) anfallen. Für den Standort Konrad wird mit Gesamtkosten in Höhe von 430 Mio. EUR (2021) und 446 Mio. EUR (2022) gerechnet (BMU 2019b).

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Laut BMU (2014) sind die weiteren Kosten für Gorleben noch nicht konkret bezifferbar, da verschiedene Faktoren wie der Zeitraum der Offenhaltung bisher noch nicht bekannt sind.

Die zu erwartenden Gesamtkosten des Endlagers Konrad werden stetig hochkorrigiert. Derzeit wird mit einer Gesamtsumme von 4,2 Mrd. EUR gerechnet (Reimar Paul 2018). Anteilig werden für Bund und Länder also auch künftig Ausgaben für die Standorte Gorleben und Konrad anfallen.

Gemäß Standortauswahlgesetz ist die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle weiterhin mit staatlichen Kostenverbunden. Dieses soll bis zum Jahr 2031 gefunden werden. Wie hoch die Ausgaben dabei ausfallen werden, ist heute schwer abzuschätzen.

Fraglich ist außerdem, inwieweit die in den Fonds eingezahlten Gelder ausreichen werden, um die Anteile der Atomkraftwerksbetreiber auch künftig zu decken. Die rund 24 Mrd. EUR, die eingezahlt wurden, sollen gewinnbringend angelegt werden – bisher wurden jedoch laut Deutschlandfunk (Josephine Schulz 2019) lediglich Verluste erzielt. So besteht das Risiko, dass letztendlich

der Staat für fehlende Gelder innerhalb des Atomfonds aufkommen muss.

Ein Gutachten von Warth & Klein Grant Thornton (2015) kam zu dem Ergebnis, dass unter der Berücksichtigung der allgemeinen Inflationserwartung sowie einer möglichen nuklearspezifischen realen Kostensteigerung die Kosten eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle, den Schacht Konrad, die Zwischenlagerung, die Stilllegung und Rückbau der verbleibenden AKW sowie Kosten für Behälter, Transporte und Betriebsabfälle von 2015 bis 2099 insgesamt rund 170 Mrd. EUR betragen werden – und damit auch ab 2022 noch deutlich über 150 Mrd. EUR umfassen werden. Obwohl das Gutachten teilweise auf fraglichen Annahmen beruht (so basieren die Kostenschätzungen des Endlagers für hochradioaktive Abfälle auf Projektkostenermittlungen des BfS zum Endlager Gorleben aus den 1990er Jahren), so gibt es trotzdem einen Eindruck davon, welche Größenordnung an Kosten der Endlagerung insgesamt anfallen kann. Inwiefern die Kosten realistisch kalkuliert wurden und voll umfänglich durch das Fondsvermögen gedeckt werden können, bleibt abzuwarten.

**Tabelle 5: Ausgaben für Gorleben, Konrad und Standortauswahlverfahren 1977-2022 (Anteil des Bundes und der Länder)**

	1977-2022 in Mrd. EUR nominal	1977-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
<b>Erkundung und Offenhaltung Salzstock Gorleben (Anteil rund 11,5 %)</b>	0,22	0,32	0,00 <sup>4</sup>
<b>Standortauswahlverfahren (Anteil rund 11,5 %)</b>	0,19	0,19	0,03
<b>Umrüstung Schacht Konrad (Anteil 1/3)</b>	1,08	1,15	0,13
<b>Summe</b>	<b>1,49</b>	<b>1,66</b>	<b>0,16</b>

Die Ausgaben des Bundes für die Suche und Erkundung von Gorleben und Konrad sowie das weitere Standortauswahlverfahren werden vollständig der Stromerzeugung zugerechnet (als Anteil der Forschungsausgaben).

<sup>4</sup> Für den Standort Gorleben fallen 2020 voraussichtlich Kosten in Höhe von etwa 15 Mio. EUR (entspricht 0,0015 Mrd. EUR) an.

#### A.4 Bürgschaften für ausländische Projekte

##### Kurzbeschreibung

Bürgschaften und Beteiligungen sind als Subventionen oder subventionsähnliche Leistungen gleicher Wirkung einzustufen (FÖS 2010). Im Folgenden wird die Höhe der sogenannten Hermes-deckungen mit Bezug zu nuklearen Projekten ermittelt, sowie deren Subventionswirkung quantifiziert. Bei Hermesdeckungen handelt es sich um staatliche Exportkreditgarantien, die deutsche Exportunternehmen gegen Zahlungsausfall der ausländischen Schuldner absichern. Mit dem Mandat der Geschäftsführung hat die Bundesregierung die Euler Hermes AG (bis 2017 auch die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft) beauftragt.

##### Quantifizierung

###### 1969-2013

Im Zeitraum zwischen 1969 und 1998 wurden Atomexporte in Höhe von mehr als 6 Mrd. EUR über Exportgarantien abgesichert (World Economy, Ecology and Development 2002). Zwischen 2001 und 2009 war die Deckung von Atomexporten über staatliche Exportkreditversicherungen zeitweise verboten, diese Regelung wurde von der von 2009 bis 2013 amtierenden schwarz-gelben Bundesregierung jedoch wieder aufgehoben (Bundesregierung 2011). Infolgedessen wurden zwischen 2009 und 2013 zwölf Exportkreditgarantien für Ausfuhren von Nukleartechnologie in Höhe von insgesamt 75,76 Mio. EUR vergeben<sup>5</sup>. Laut einer Mitteilung des BMWi hat die Bundesregierung im Jahr 2014 entschieden, künftig keine Exportkreditgarantien für nukleare Anlagen mehr zu vergeben (BMWi 2014a). Ausnahmen bilden weiterhin Technologien und Leistungen, die die Sicherheit bestehender Anlagen erhöhen oder dem Rückbau und der Entsorgung dienen.

Aufgrund der schwierigen Quantifizierung der Förderwirkung werden Exportkreditgarantien nicht in den Subventionsbericht der Bundesregierung aufgenommen. Es wird darauf verwiesen, dass zur Veranlagung der Förderwirkung nicht die gesamte Deckungssumme herangezogen werden kann, sondern lediglich der evtl. Zinsvorteil und der erleichterte Zugang zu Krediten.<sup>6</sup>

Geht man davon aus, dass ein marktüblicher Kreditzins ca. 5 % beträgt und durch die Bürgschaften um ca. 2 % niedrigere Zinsen für die Projekte gewährt wurden, so lassen sich 2 % der Bürgschaftssumme als Subventionswert der Exportkreditgarantien ansetzen.

- FÖS (2010) stellt basierend auf dieser Methodik die konservative Schätzung von 120 Mio. EUR Fördersumme für den Zeitraum bis 1998 auf.
- Weiterhin berechnet FÖS (2010) eine Fördersumme von 19,53 Mio. EUR basierend auf der Beteiligung der Bayerischen Landesbank (BLB) am finnischen Atomprojekt AKW Olkiluoto 3.

Hinzu kommen für den Zeitraum 2009 bis 2013 (ausgehend von der o.g. Deckungssumme in Höhe von 75,76 Mio. EUR) zusätzlich rund 1,5 Mio. EUR an Förderung durch den Zinsvorteil.

Die gesamte Fördersumme durch Exportkreditgarantien beläuft sich damit auf nominal 141 Mio. EUR und real auf 188 Mio. EUR.

Im Bundeswirtschaftsministerium, Teilen der CDU/CSU-Bundestagsfraktion und dem Interessenverband Kernenergie Deutschland gibt es aktuell wieder Bestrebungen bzw. Forderungen, erneut Hermes-Bürgschaften für Atomprojekte im Ausland zu erteilen (Matthias Jauch 2019).

---

<sup>5</sup> Inflationsbereinigt in Preisen für 2014; für die genaue Auflistung der Hermesgedeckten Projekte siehe Bundestag (2014) und Bundestag (2016b)

<sup>6</sup> Vgl. 19. Subventionsbericht der Bundesregierung (2003), Seite 137

**Tabelle 6: Förderwert von Bürgschaften für AKW-Projekte 1969-2013**

	1969-2013 in Mrd. EUR nominal	1969-2013 in Mrd. EUR real
<b>Subventionswert Hermes 1969-1998</b>	0,12	0,15 <sup>7</sup>
<b>Subventionswert Hermes 2009 - 2013</b>	0,00	0,02
<b>Kredit Bayern LB 2003</b>	0,02	0,02
<b>Summe</b>	<b>0,14</b>	<b>0,19</b>

Die Bürgschaften des Bundes für ausländische Projekte im Bereich Atomenergie werden vollständig der Stromerzeugung zugerechnet.

---

<sup>7</sup> Die Preisbereinigung konnte nur für die Umrechnung des Preisstands 1998 auf 2019 erfolgen, da die verfügbare Quelle die Ausgaben nur kumuliert und nicht in Einzeljahren ausweist.

## A.5 EU- Ausgaben (Anteil Deutschland)

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden wird die Förderung nuklearer Projekte beziffert, die Deutschland über seinen Anteil am EU-Haushalt im Rahmen der EURATOM und PHARE Programme aufwendet (siehe auch FÖS 2019).

Über EURATOM wird die Entwicklung oder Forschung in folgenden Bereichen gefördert (Europäische Kommission 2018):

- Entwicklung von Lösungen für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen
- Ausbau und Erhalt des Fachwissens im Bereich der Atomkraft
- Stromerzeugung durch Kernfusion und Schaffung der Grundlage für künftige Fusionskraftwerke
- Stilllegung von Atomanlagen sowie Notfallvorsorge
- Sicherheit und Verbesserung der Gefahrenabwehr im Nuklearbereich und Strahlenschutz

Im Budgethaushalt von EURATOM haben die Posten Fusionsenergie sowie Kernspaltung und Strahlenschutz den größten Anteil (vgl. Tabelle 7).

EURATOM trägt einen Großteil der Kosten des Projekts zum Bau und Betrieb des internationalen thermonuklearen Versuchsreaktors ITER. 45 % der Baukosten werden von Europa übernommen. 80 % werden dabei aus dem EU-Haushalt und 20 % von Frankreich, dem Standort von ITER, übernommen. In der Betriebsphase wird Europa 34 % der Kosten tragen (EU KOM 2017).

EURATOM fördert auch die Entwicklung neuer Reaktoren der sogenannten „Generation IV“: EURATOM ist Mitglied des „Generation IV International Forum“ und forscht etwa im Institut für Transurane in Karlsruhe zu Flüssigsalzreaktoren und den darin nötigen Wiederaufarbeitungstechniken. Allein für die Atomforschungen und Arbeiten des JRC standen EURATOM im Zeitraum 2014–2018 rund 560 Mio. EUR zur Verfügung (ausgestrahlt magazin 2019).

EURATOM fördert indirekt den Bau von Atomkraftwerken: Nicht durch finanzielle Mittel, aber durch die rechtlichen Regelungen zur minimalen Haftung für Atomunfälle (siehe Kapitel 5.2) und durch die Erlaubnis für die Mitgliedstaaten, Bau und Betrieb von Atomkraftwerken zu subventionieren. Dies ist etwa beim im Bau befindlichen AKW Hinkley Point C in Großbritannien sowie bei der geplanten Erweiterung des ungarischen AKW Paks um zwei neue Reaktoren der Fall.

Durch die Förderung der Forschung im Bereich der Entsorgung von kerntechnischen Abfällen und der Forschung im Nuklearbereich übernimmt EURATOM notwendige Investitionen, welche Kraftwerksbetreiber und Länder im Normalfall aus eigenen Mitteln finanzieren müssten. Dadurch wird Atomstrom in Europa indirekt mitfinanziert.

Über das PHARE Programm unterstützte die EU einzelne Länder zudem gezielt beim Rückbau oder der Modernisierung kerntechnischer Anlagen.

**Tabelle 7: Haushaltsmäßige Umsetzung des EURATOM-Rahmenprogramms (in Mio. EUR)**

Geförderte Bereiche	2017	2018
Verwaltungsausgaben im Bereich Forschung und Innovationsprogramme von EURATOM	13,7	14,0
Verwaltungsausgaben im Programm EURATOM – direkte Maßnahmen der GFS <sup>8</sup>	10,6	10,0
EURATOM Fusionsenergie	131,1	156,2
EURATOM Kernspaltung und Strahlenschutz	83,1	31,9
Abschluss früherer EURATOM-Programme <sup>9</sup>	8,0	2,1
Finanzierungsanteil Deutschlands am EU-Haushalt (in %)	20,58 %	20,69 %

Quelle: Deutscher Bundestag (2019)

<sup>8</sup> Gemeinsame Forschungsstelle

<sup>9</sup> EURATOM-Rahmenprogramm 2007-2013 und vor 2007

## Quantifizierung

### 1955-2020

Vom 1. bis zum 8. Forschungsrahmenprogramm (FRP, 1984 – 2020) wurde das Programm EURATOM mit insgesamt 14,12 Mrd. EUR (in nominalen Preisen) von der EU finanziert (siehe Tabelle 8). Dabei lief das EURATOM Programm zunächst 2011 aus, wurde auf Vorschlag der EU-Kommission jedoch bis Ende 2013 mit einem Finanzierungsrahmen von 2,56 Mrd. EUR verlängert (EU Rat 2012; FÖS 2010). Von 2007 bis 2013 waren die EURATOM-Verpflichtungen für den ITER in den EURATOM-Forschungsrahmenprogrammen (im Bereich der Fusionsenergieforschung) enthalten. Die EURATOM-Ausgaben für ITER betragen in diesem Zeitraum insgesamt nominal rund 3,2 Mrd. EUR (real 3,5 Mrd. EUR) und machten somit einen Großteil der Fördermittel aus (EU KOM 2017).

Die Ausgaben für ITER werden seitdem aus dem Gesamthaushalt der EU finanziert und müssen zu der Gesamtsumme der Förderungen addiert werden (Deutscher Bundestag 2019). 2014 bis 2020 betrug die zusätzliche ITER-Förderung (in Preisen von 2017) rund 4,2 Mrd. EUR (EU KOM 2017).

Mit Auslaufen des 7. FRP wurde im Jahr 2014 das EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ verabschiedet (EU Rat 2013). Zusätzlich zu Horizont 2020 wurde das EURATOM Programm 2014 erneut bis zum Jahr 2018 verlängert und mit 1,43 Mrd. EUR finanziert (EU KOM 2015; EU KOM 2016).

Der Großteil des Budgets entfällt auf die Erforschung der Kernfusion (Deutscher Bundestag 2019). 2018 wurde das 8. Förderprogramm Horizont 2020 per Verordnung des Europäischen Rates mit einem jährlichen Finanzierungsrahmen von 385 Mio. EUR bis Ende 2020 verlängert (EU Rat 2018).

Das PHARE-Programm unterstützte mittel- und osteuropäische Länder in den Jahren 2001 bis 2005 mit insgesamt 0,54 Mrd. EUR in den Bereichen „nukleare Sicherheit“ und „Stilllegung“, wobei „die Unterstützung durch das Programm PHARE im Allgemeinen nicht in Form von Darlehen, sondern durch nicht rückzahlbare Zuschüsse erfolgt“ (PHARE 2007).

### 2021-2022

Für den Zeitraum 2021–2027 hat die EU-Kommission ein Budget von 2,4 Mrd. EUR für Forschungs- und Ausbildungsvorhaben von EURATOM vorgeschlagen (EU KOM 2018). Jährlich würde dies eine Förderung von 0,34 Mrd. EUR bedeuten. Für das ITER-Projekt sind zudem weitere 5,5 Mrd. EUR für die Jahre 2021-2025 aus dem EU-Haushalt veranschlagt (EU KOM 2017). Jährlich entspricht dies 1,1 Mrd. EUR.

Bis Ende 2022 würde somit die EURATOM Förderung in den Forschungsrahmenprogrammen insgesamt 13,08 Mrd. EUR betragen. Dazu kommen die Ausgaben aus dem EU-Haushalt für ITER von 2014 bis 2022 in Höhe von 6,4 Mrd. EUR. Insgesamt kommt so eine Förderung von 20,02 Mrd. EUR im Gesamtzeitraum von 1984-2022 zustande.

**Tabelle 8: EURATOM Förderung der EU (inkl. zusätzliche Ausgaben für die Programme PHARE und ITER) gesamt 1984-2022 (nominale Werte)**

Förderungen in den Forschungsrahmenprogrammen	Gesamtsumme bis 2022 in Mrd. EUR	Ø Förderung p.a. Mrd. EUR
FRP 1 (1984-1986)	0,94	0,31
FRP 2 (1987-1990)	1,05	0,26
FRP 3 (1991-1994)	0,80	0,20
FRP 4 (1995-1998)	1,34	0,33
FRP 5 (1999-2002)	1,26	0,32
FRP 6 (2003-2006)	1,23	0,31
FRP 7a (2007-2011)	2,75	0,55
FRP 7b (2012 – 2013)	2,56	1,28
Horizont 2020 (2014 - 2018)	1,43	0,29
Horizont 2020 (2019-2020)	0,77	0,39
Horizont Europe (2021-2027)	0,68	0,34
Phare Programm (2001-2005)	0,54	0,11
ITER-Förderung (2014-2022)	6,4	0,71
<b>Summe 1984-2022</b>	<b>20,02</b>	

### Deutschlands Anteil an der Förderung

Deutschland finanziert die EU-Ausgaben von insgesamt 20,02 Mrd. EUR nominal bis 2022 (EURATOM und PHARE) über seinen Anteil am EU-Haushalt direkt mit; dieser Anteil betrug 20,69 % im Jahr 2018 und 20,77 % in 2019. Zwischen 1984 und 2019 wurde Atomenergie im Rahmen dieser Programme daher mit 2,96 Mrd. EUR

nominal und 5,0 Mrd. EUR real durch Deutschland gefördert. Für die Jahre 2020 bis 2022 ist damit zu rechnen, dass sich der deutsche Anteil am EU-Budget aufgrund des Austritts Großbritanniens leicht erhöhen wird (Björn Finke 2019). Daher ergibt sich eine Schätzung von insgesamt 3,96 Mrd. EUR (nominal) bzw. 6,0 Mrd. EUR (real) an Deutschlands Beiträgen zur EU-Förderung von 1984 bis 2022.

**Tabelle 9: Beiträge Deutschlands zur EU-Förderung 1984-2022 (EURATOM, ITER und PHARE)**

	1984-2022 in Mrd. EUR nominal	1984-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	<b>3,96</b>	<b>6,0</b>	<b>0,25</b>

Die EU-Ausgaben im Bereich der Atomenergie werden nicht der Stromerzeugung in Deutschland zugerechnet.

### Absehbare Ausgaben nach 2022

Dass die Ausgaben für EURATOM bis zum Jahr 2027 voraussichtlich durchschnittlich 0,34 Mrd. EUR pro Jahr betragen werden, ist dem Förderprogramm Horizont 2020 zu entnehmen.

Für das ITER-Projekt werden dabei weiterhin große Ausgabenposten anfallen. Bis 2025 wird mit weiteren Ausgaben in Höhe von 3,3 Mrd. EUR, 2026-2027 mit Ausgaben in Höhe von 1,8 Mrd. EUR sowie 2028-2035 mit Ausgaben in Höhe von 3,1 Mrd. EUR aus dem EU-Haushalt gerechnet. Insgesamt stehen damit noch Förderungen in Höhe von 8,2 Mrd. EUR aus (EU KOM 2017).

Wie lange EURATOM noch in dieser Form existieren wird, ist von künftigen politischen Entscheidungen abhängig. Gegründet wurde EURATOM 1957 mit den Verträgen von Rom als eine Organisation, deren Organe identisch mit denen der EU sind. Alle EU-Mitglieder wurden deshalb auch EURATOM-Mitglied – unabhängig

davon, ob sie überhaupt Atomkraftwerke betrieben oder betreiben wollten (Europäisches Parlament o.J.). Jedoch stellt die Beteiligung Deutschlands an jener Organisation spätestens nach dem Atomausstieg im Jahre 2022 einen Widerspruch zur nationalen Energiepolitik dar. Laut Artikel 1 des EURATOM-Vertrags von 1957 ist das Ziel der Organisation die Förderung der Atomindustrie und Atomforschung. Atomkraft ist demzufolge „eine unentbehrliche Hilfsquelle für die Entwicklung und Belebung der Wirtschaft und für den friedlichen Fortschritt“ (Präambel).

Seit längerem werden daher bereits Reformen des EURATOM Vertrags diskutiert. Vorschläge für eine Reform des Vertrags listet beispielsweise ein im Auftrag der Grünen im Europäischen Parlament erstelltes Rechtsgutachten von BBH auf: „Pathways to a EURATOM Reform“ (BBH 2018).

## A.6 Nachbetrieb bzw. Stilllegung der ostdeutschen AKW

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden wird die öffentliche Finanzierung des Rückbaus ostdeutscher AKW ab 1990 beziffert. Mit dem Rückbau ist die Energiewerke Nord GmbH beauftragt, die sich zu 100 % in öffentlicher Hand befindet und aus Mitteln des Bundesfinanzministeriums finanziert wird. Die EWN GmbH ist verantwortlich für den Rückbau der ostdeutschen Atomkraftwerke Greifswald (Lubmin) und Rheinsberg, sowie für den Betrieb des Zwischenlagers Nord.

Darüber hinaus sollen die Rückbaukosten des ostdeutschen Forschungsreaktors Dresden-Rossendorf quantifiziert werden. Der Rückbau des Forschungsreaktors wurde im September 2019 beendet. Jedoch sind am Standort noch verbleibende Aufgaben aus der nuklearen Altlastensanierung wie etwa die Freigabe von Reststoffen oder die Behandlung und Verpackung radioaktiver Abfälle zu bewältigen (Hochland Kurier 2020).

Am 31.12.2019 wurde zudem der Forschungsreaktor HZB Berlin (BER II) planmäßig aus dem Betrieb genommen. Voraussichtlich wird er bis Anfang der 2030er zurückgebaut worden sein (Helmholtz Zentrum Berlin 2020).

### Quantifizierung

#### 1990-2020

Bis zum 31. Dezember 2007 wurden der EWN GmbH nach Angaben der Bundesregierung ca. 2,5 Mrd. EUR für die Erfüllung ihrer atomrechtlichen Verpflichtungen zur Verfügung gestellt (Bundesregierung 2008). Die Ausgaben seit 2008 wurden den jährlichen Haushaltsplänen des BMF entnommen. Insgesamt belief sich die staatliche Finanzierung der EWN GmbH bis 2020 nominal auf rund 4 Mrd. EUR. Im Jahr 2020 sind rund 169 Mio. EUR veranschlagt (Bundestag 2019).

Die Rückbaukosten des Forschungsreaktors Dresden-Rossendorf, finanziert durch das Land Sachsen, beliefen sich bis Ende 2007 auf 0,095 Mrd. EUR. Dies geht aus einer Antwort auf eine kleine Anfrage der Bundesregierung hervor (Bundesregierung 2008). Bis 2020 stellte das Land Sachsen dem Verein für Kernverfahrenstechnik und

Analytik Rossendorf e. V. weitere 153 Mio. EUR zur Verfügung. Im Jahr 2020 sind gemäß sächsischem Landeshaushalt rund 11 Mio. EUR veranschlagt (Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst 2016; Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst 2019).

Die realen (öffentlichen) Ausgaben für die Stilllegung und den Rückbau ostdeutscher AKW belaufen sich damit von 1990 bis 2020 auf rund 4,22 Mrd. EUR.

#### 2021-2022

Insgesamt werden die Rückbaukosten der EWN GmbH auf 6,6 Mrd. EUR geschätzt (Martina Rathke 2016). Damit fallen noch mindestens 2,6 Mrd. EUR bis zur Fertigstellung des Rückbaus an.

Wie hoch die Kosten für die am Standort Dresden-Rossendorf verbleibenden Aufgaben in den einzelnen Jahren ausfallen werden, ist zum heutigen Zeitpunkt nicht absehbar. In dieser Studie wird angenommen, dass innerhalb der nächsten Jahre noch Kosten in ähnlicher Höhe wie im Jahr 2020 entstehen werden, bis die Aufgaben vollständig abgeschlossen sind.

Laut einer Sprecherin des Helmholtz-Instituts soll der Rückbau des Reaktors HZB Berlin (BER II) 240 Mio. EUR kosten und „größtenteils“ vom Bund getragen werden (Anke Michel/rbb24). Unter der Annahme, dass die Kosten ab 2021 bis 2035 anfallen werden (da der Rückbau laut Helmholtz-Institut bis Anfang der 2030er Jahre geplant ist) und linear über die Jahre verteilt werden, werden die Kosten für den Rückbau jährlich etwa 17 Mio. EUR betragen.

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Aus dem vorherigen Abschnitt gehen auch die voraussichtlich nach dem Jahre 2022 anfallenden Ausgaben für die Stilllegung ostdeutscher AKW hervor.

Wenn die Rückbaukosten der EWN GmbH insgesamt tatsächlich 6,6 Mrd. EUR betragen werden, ist nach 2022 noch mit Ausgaben in Höhe von etwa 2,2 Mrd. EUR zu rechnen.

Die Kosten des Rückbaus des Reaktors HZB Berlin (BER II) werden demzufolge ab 2022 voraussichtlich noch 223 Mio. EUR betragen. Inwieweit diese Kostenschätzung realistisch ist, wird sich erst während der Rückbaumaßnahmen herausstellen.

Tabelle 10: Gesamtausgaben für die Stilllegung ostdeutscher AKW 1990-2022

	1990-2022 in Mrd. EUR nominal	1990-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
<b>Dresden-Rossendorf</b>	0,25	0,27	0,01
<b>EWN GmbH (für AKW Greifswald und Rheinsberg sowie Zwischenlagerung)</b>	4,38	4,90 <sup>10</sup>	0,17
<b>HZB Berlin (BER II)</b>	0,04	0,04	-
<b>Summe</b>	<b>4,67</b>	<b>5,21</b>	<b>0,18</b>

Die Ausgaben für die Stilllegung ostdeutscher AKW sind Folgekosten der deutschen Wiedervereinigung und werden nicht der Stromerzeugung zugerechnet.

---

<sup>10</sup> Die Preisbereinigung konnte erst ab dem Jahr 2007 erfolgen, da die verfügbare Quelle bis zum Jahr 2007 die Ausgaben nur kumuliert und nicht in Einzeljahren ausweist.

## A.7 Sanierung des sowjetischen Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen (Wismut)

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll die öffentlich finanzierte Sanierung der vom Uranerzbergbau Wismut betroffenen Regionen in Sachsen und Thüringen beziffert werden. Dazu gehört die Sanierung und Rekultivierung der beschädigten Landschaften und Flächen sowie die Stilllegung der ehemaligen Bergwerke und Aufbereitungsanlagen. Durchgeführt wird die Sanierung von der bundeseigenen Wismut GmbH. Weiterhin finanzieren der Bund und das Land Sachsen zu jeweils 50 % die Sanierung der sächsischen Wismut-Altstandorte, geregelt in drei Verwaltungsabkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen (2003; 2013; 2019).

### Quantifizierung

#### 1990-2020

Im Zeitraum 1990-2007 sind nach Angaben der Bundesregierung für die Sanierungsmaßnahmen der Wismut GmbH insgesamt ca. 4,9 Mrd. EUR aus dem Bundeshaushalt finanziert worden (Bundesregierung 2008). Die weiteren Ausgaben seit 2007 konnten den Haushaltsplänen des BMWi entnommen werden.

Bis 2020 stellt die Bundesregierung der Wismut GmbH demnach insgesamt rund 6,6 Mrd. EUR (nominal) zur Verfügung. Im Jahr 2020 beläuft sich die Finanzierung der Wismut GmbH auf 112 Mio. EUR (Bundestag 2019).

Hinzu kommen Zahlungen des Landes Sachsen im Rahmen der Verwaltungsabkommen (2003; 2013; 2019). Für den Zeitraum 2003 bis 2020 sind insgesamt 200 Mio. EUR veranschlagt. Der Anteil des Bundes wird aus dem Haushaltsposten „Zuwendungen an die Wismut GmbH“ finanziert, darf also nicht doppelt gewertet

werden, während der Anteil Sachsens zusätzlich zu berücksichtigen ist.

Die gesamten öffentlichen Ausgaben für die Wismut-Sanierung belaufen sich demnach bis 2020 insgesamt auf rund 6,74 Mrd. EUR nominal bzw. 8,8 Mrd. EUR real.

#### 2021-2022

Die ursprünglich von der Bundesregierung auf rund 7,1 Mrd. EUR geschätzten Kosten für den Bund bis zum Abschluss aller Sanierungsarbeiten bis 2045 (BMWi 2014b) werden sich um rund 1 Mrd. EUR erhöhen (MDR 2016). Hier wird davon ausgegangen, dass die Ausgaben des Bundes in den Jahren 2021 und 2022 jenen des Jahres 2020 entsprechen. Obwohl die Zahlungen seit 2015 relativ konstant zwischen 112 und 122 Mio. EUR lagen, ist davon auszugehen, dass die Zahlungen längerfristig bis 2045 abnehmen werden. Von den bisher vorgesehenen Ausgaben in Höhe von rund 8 Mrd. EUR wurden bis 2020 bereits 6,74 Mrd. EUR gezahlt.

Innerhalb des dritten Verwaltungsabkommens zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen wurden zusätzliche Zahlungen im Zeitraum von 2021 bis 2035 in Höhe von 229 Mio. EUR beschlossen. In den Jahren 2021 und 2022 betragen die Anteile Sachsens 3,0 bzw. 5,0 Mio. EUR (Bund/Sachsen 2013).

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Insofern es sich bei den derzeit geschätzten 8 Mrd. EUR um eine realistische Schätzung handelt, ist nach heutigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass künftig von der Bundesregierung noch etwa 1,14 Mrd. EUR für die Sanierung der vom Uranerzbergbau Wismut betroffenen Regionen ausgegeben werden.

Die im dritten Verwaltungsabkommen beschlossenen Anteile Sachsens betragen 2023 bis 2031 je 9,0 Mio. EUR, 2032 8,5 Mio. EUR, 2033 7,5 Mio. EUR, 2034 6,0 Mio. EUR und 2035 3,5 Mio. EUR (Bund/Sachsen 2013).

Tabelle 11: Öffentliche Ausgaben für die Wismut Sanierung 1990-2022

	1990-2022 in Mrd. EUR nominal	1990-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
Zuwendungen des Bundes an Wismut GmbH	6,86	8,87	0,12
Anteil Sachsen für Altstandorte	0,11	0,12	0,01
<b>Summe</b>	<b>6,97</b>	<b>8,99</b>	<b>0,13</b>

Die Ausgaben für die Sanierung der Region Wismut sind Folgekosten der deutschen Wiedervereinigung und werden daher im Rahmen dieser Studie nicht der Stromerzeugung zugerechnet.

## A.8 Errichtung, Betrieb, Sanierung und Schließung des Endlagers Morsleben

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll die staatlich finanzierte Stilllegung des DDR-Endlagers Morsleben quantifiziert werden. Da es sich auch um Altlasten handelt, die die BRD im Zuge der Wiedervereinigung übernommen hat, lassen sich die Kosten im Sinne des Verursacherprinzips nur teilweise den Stromerzeugern zuschreiben. Jedoch wurden auch nach der Wiedervereinigung weiterhin radioaktive Abfälle in Morsleben eingelagert. Ziel muss also eine Trennung der Abfälle nach Herkunft sein, um die Kosten den tatsächlichen Verursachern anlasten zu können. Das BMU (2012) gibt an, dass rund 2/3 der Abfälle aus den alten Bundesländern stammen. Auch das BfS geht davon aus, dass rund 60 % der 37.000 m<sup>3</sup> radioaktiven Abfälle aus der Zeit nach der Wiedervereinigung stammen (BfS 2014b).

### Quantifizierung

#### 1994-2020

Die öffentliche Finanzierung des Projekts Morsleben belief sich im Zeitraum 1994-2007 nach Angaben der Bundesregierung auf 648 Mio. EUR nominal (Bundesregierung 2008). Die Fördersummen für die Jahre 2008 bis 2020 sind den Haushaltsplänen des BMU zu entnehmen

(im Rahmen der Mittel für das BfS). Für das Jahr 2020 sind 67,5 Mio. EUR veranschlagt (BMU 2019a). Die bis Ende 2020 entstehenden Kosten für das Endlager belaufen sich insgesamt auf rund 1,29 Mrd. EUR (nominal).

Rechnet man rund zwei Drittel (60,3 %, vergl. BMUB 2012) der Abfälle bundesdeutschen Verursachern aus Nach-Wende-Zeiten zu, so beliefe sich deren öffentliche Förderung bis 2020 auf rund 0,78 Mrd. EUR nominal und auf 0,92 Mrd. EUR real.

#### 2021-2022

Dem BMU Haushalt 2020, welcher auch den Finanzplan bis 2023 enthält, sind die geplanten Fördersummen für das Endlager Morsleben zu entnehmen. Im Jahr 2021 wird mit 77,43 Mio. EUR kalkuliert, wohingegen die Summe im Jahr 2022 auf 64,35 Mio. EUR sinkt (BMU 2019b).

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Die Gesamtprojektkosten werden auf 2,4 Mrd. EUR geschätzt (BMU 2014). Bis Ende 2022 werden nominal voraussichtlich 1,43 Mrd. EUR gezahlt worden sein. Die im BMU Haushalt angenommene Fördersumme für das Jahr 2023 beträgt 58,63 Mio. EUR (BMU 2019b). Demnach würden ab 2024 noch Ausgaben in Höhe von 0,91 Mrd. EUR anfallen.

Laut BGE ist es derzeit noch nicht absehbar, wann es zur Genehmigung der Stilllegung kommt (BGE).

Tabelle 12: Ausgaben für Betrieb und Stilllegung Morsleben 1994-2022

	1994-2022 in Mrd. EUR nominal	1994-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
Summe Gesamtausgaben	1,43	1,67	0,07
Summe der BRD anzurechnen	0,86	1,01	0,04

Im Rahmen dieser Studie wird der Anteil der Ausgaben der Stromerzeugung zugerechnet, der durch Abfälle der Bundesrepublik Deutschland verursacht wurde (ca. 60 %).

## A.9 Sanierung und Schließung des Endlagers Asse

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll die staatliche Finanzierung der Schachanlage Asse II, insbesondere deren Sanierung und die Rückholung des radioaktiven Abfalls, quantifiziert werden. Zwischen 1965 und 1992 wurden 46.930 m<sup>3</sup> radioaktiver Abfall in das ehemalige Salzbergwerk eingelagert. 2008 vereinbarten die beteiligten Ministerien, die Asse als Atommüllendlager zu behandeln und dem BfS die Verantwortung zu übertragen. Seit April 2017 ist nun die Bundes-Gesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) Betreiberin der Schachanlage Asse II. 2013 wurde beschlossen, dass die Schachanlage nach Rückholung der radioaktiven Abfälle stillzulegen ist (Bundesrechnungshof 2019).

### Quantifizierung

#### 1955-2020

Nach Angaben der Bundesregierung beliefen sich die Kosten der öffentlichen Hand für das Forschungsendlager Asse bis 31. Dezember 2007 auf 257 Mio. EUR (Bun-

desregierung 2008). Die Ausgaben in den Folgejahren können den Haushaltsplänen des BMBF (bis 2008) und des BMU entnommen werden.

Die Ausgaben für Betrieb bzw. Stilllegung der Asse betragen bis 2020 insgesamt ca. 1,68 Mrd. EUR nominal und 1,89 Mrd. EUR real, im Jahr 2020 belaufen sich die Ausgaben voraussichtlich auf 196 Mio. EUR (BMU 2019a).

#### 2021-2022

Im BMU Haushalt 2020 werden für das Endlager Asse ebenfalls Ausgaben bis zum Jahr 2023 angegeben. Im Jahr 2021 werde die Ausgaben demzufolge 157,16 Mio. EUR betragen und im Jahr 2022 153,32 Mio. EUR (BMU 2019b).

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Laut BMU könnten die Kosten der Stilllegung der Asse zwischen 2019 und 2033 etwa 3,35 Mrd. EUR betragen (+/- 30 %). Daraus ergibt sich eine Gesamtsumme von maximal 4,36 Mrd. EUR (Bundesrechnungshof 2019). Dieser Schätzung zufolge werden die Ausgaben nach 2022 voraussichtlich noch maximal 2,41 Mrd. EUR betragen.

**Tabelle 13: Ausgaben für Betrieb und Stilllegung der Asse II 1993-2022**

	1993-2022 in Mrd. EUR nominal	1993-2022 in Mrd. EUR real	2020 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	1,95	2,09	0,20

Die Ausgaben für die Schachanlage Asse II werden vollständig der Stromerzeugung zugerechnet.

## A.10 Ausgaben infolge des Tschernobyl-Unfalls national und international

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden sollen die öffentlichen Ausgaben quantifiziert werden, die aus der nuklearen Katastrophe in Tschernobyl resultieren. Im Zuge des Unfalls wurde das Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) als bundesweites Messnetz zur Durchführung des Strahlenschutzgesetzes installiert, welches vom Bund finanziert wird.

Außerdem entstehen Erfüllungskosten aus Kompensationszahlungen (z.B. für Landwirt\*innen oder Jäger\*innen) infolge des Reaktorunfalls gemäß § 38 Abs. 2 Atomgesetz. Auch fielen Kompensationszahlungen für kontaminiertes Molkepulver und Ausgaben für die Einlagerung an. International entstanden Verpflichtungen aus bilateralen Abkommen zur Finanzierungsbeteiligung Deutschlands am „Shelter Implementation Plan“ (SIP), der Ummantelung des Tschernobyl-Reaktors (Sarkophag). Insgesamt umfasste der SIP fünf technische Hauptziele, die sich in 22 Aufgaben mit insgesamt 297 Arbeitsschritten gliedern. Im Juli 2019 wurde die neue Schutzhülle des Sarkophags schließlich offiziell in Betrieb genommen. In den kommenden Jahren soll der alte Beton-Sarkophag, welcher kurz nach dem Unglück gebaut wurde, nach und nach abgetragen werden (MDR 2019).

Im Rahmen des EU Budgets leistet der Bundeshaushalt zudem anteilig Zahlungen zur Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) für Projekte im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl sowie zur Förderung eines hohen Sicherheits- und Strahlenschutz-niveaus, welches auch die Ummantelung des Sarkophags beinhaltet.

### Quantifizierung

#### 1994-2020

IMIS wurde seit 1994 mit insgesamt 283 Mio. EUR gefördert. Der entsprechende Haushaltstitel findet sich im Einzelplan des BMU. Im Jahr 2020 beträgt die Förder-summe rund 35 Mio. EUR (BMU 2019a). Darin enthalten sind auch weitere Kostenpunkte, welche im Vollzug des Atomgesetzes (AtG), des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) und der dazu ergangenen Rechtsverordnungen anfallen. Bei den Kostenpunkten handelt es sich nicht um direkte Kosten des Reaktorunfalls von Tschernobyl, diese sind jedoch infolge dessen entstanden und werden daher hier miterfasst. Dies betrifft insbesondere Erstattungen an Landessammelstellen nach AtG, Ausgaben für Umgebungsüberwachung grenznaher ausländi-

scher Kernanlagen und Erstattungen für Radonmessungen.

Gemäß einem SPD Hintergrundpapier zu den Kosten der Atomenergie beliefen sich die Hilfen für heimische Landwirt\*innen aufgrund unmittelbarer Folgen der Katastrophe von Tschernobyl auf insgesamt 238 Mio. EUR bis 2008 (SPD Bundestagsfraktion 2009). Seit 2009 dient der Haushaltsplan des BMU als Quelle. 2020 sind insbesondere Ausgleichszahlungen für Jäger\*innen aufgrund von kontaminiertem Wildbret vorhergesehen. Diese belaufen sich auf 0,3 Mio. EUR (BMU 2019a). Für den gesamten Zeitraum zwischen 1989 und 2020 betragen die Ausgaben rund 245 Mio. EUR.

Zudem wurden 1986 Entschädigungszahlungen an Molkereien in besonders betroffenen Gebieten, insbesondere in Süddeutschland, in Höhe von 1,9 Mio. EUR gezahlt. Kontaminiertes Molkepulver wurde 1987 als radioaktiver Abfall deklariert und 1990 im Endlager Morsleben endgelagert. Die Kosten für die Einlagerung lagen bei insgesamt 34 Mio. EUR (Bundesregierung 2016).

Die nationale Förderung des SIP beläuft sich nach Angaben der Bundesregierung bis 2006 auf rund 47 Mio. EUR (Bundesregierung 2006a). Die weiteren Ausgaben bis 2018 sind in den Haushaltsplänen des BMUB angegeben. 2019 und 2020 waren bzw. sind keine Ausgaben mehr für die Sanierung des Sarkophags in Tschernobyl geplant (BMU 2019a), für den gesamten Zeitraum betragen die Ausgaben zwischen 1997 und 2018 nominal 128 Mio. EUR.

Für die EU-Förderung im Rahmen des Shelter Implementation Plan und weiterer Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl gibt die EU Kommission Ausgaben in Höhe von 470 Mio. EUR bis 2010 an (EU KOM 2011). Die Ausgaben seit 2011 wurden den EU-Haushaltsplänen entnommen. Im Jahr 2020 sollen sich die Ausgaben auf insgesamt 31,2 Mio. EUR belaufen (EU KOM 2019). Die Gesamtausgaben bis 2020 liegen nach derzeitigem Wissensstand nominal bei 1,07 Mrd. EUR. Über den Anteil Deutschlands am EU-Budget (z.B. 20,8 % im Jahr 2019) ergibt sich damit ein Förderwert von rund 232 Mio. EUR bis 2020.

Die nominalen Ausgaben Deutschlands infolge der Nuklearkatastrophe in Tschernobyl betragen bis 2020 voraussichtlich insgesamt 0,92 Mrd. EUR, dies entspricht rund 1,12 Mrd. EUR in Preisen von 2019.

#### 2021-2022

Ziel des IMIS ist ein laufender Überblick über die Umweltradioaktivität in Deutschland sowie die Sicherstellung, dass im Falle eines radiologischen Ereignisses verlässliche Informationen vorliegen, auf deren Grundlage Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet werden können. Daher werden für den Bund auch in Zukunft hier noch

Ausgaben anfallen. Derzeit liegen die Ausgaben in einer Größenordnung von etwa 35 Mio. EUR pro Jahr (BMU 2019a).

Wie lange und in welchem Umfang noch in Zukunft Kompensationszahlungen an Landwirt\*innen oder Jäger\*innen geleistet werden, ist zum heutigen Zeitpunkt schwer abzuschätzen. Generell ist damit zu rechnen, dass die unmittelbaren Folgen der Katastrophe von Tschernobyl zukünftig weniger spürbar sein werden als noch in den Jahren direkt nach der Katastrophe. Allerdings zeichnen sich laut Haushaltsplan des BMU „auch künftig noch hohe Ausgleichsforderungen ab.“ (BMU 2019b, S. 221). Für die Jahre 2021 und 2022 wird in dieser Berechnung daher angenommen, dass die Zahlungen auf dem vergleichsweise geringen Wert von 0,3 Mio. EUR bleiben werden.

Da 2019 die Schutzhülle in Tschernobyl in Betrieb genommen wurde, werden künftig voraussichtlich keine Ausgaben mehr im Rahmen des bilateralen Abkommens zur Finanzierungsbeteiligung Deutschlands am „Shelter Implementation Plan“ (SIP) entstehen. Naturkatastrophen, wie die derzeitigen Waldbrände in der Nähe des Sarkophags (Hassel 2020), könnten jedoch Gefahren für die Schutzhülle darstellen und weitere Schutzmaßnahmen erforderlich machen. So soll laut der deutschen Botschaft in Kiew zur Eindämmung der aktuellen Wald-

brände von der Bundesregierung Spezialmaterial im Wert von 230.000 EUR zur Verfügung gestellt werden (Deutsche Botschaft Kiew 2020).

Da die Ausgaben auf europäischer Ebene jedoch auch allgemeine, präventive und unterstützende Maßnahmen im Bereich der nuklearen Sicherheit unterstützt, ist damit zu rechnen, dass hier künftig auch für Deutschland weitere Kosten anfallen werden. Für die Zwischenbilanz wird hier angenommen, dass die Ausgaben für den deutschen Anteil des EU-Budgets Sicherheitsmaßnahmen und Projekte im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl in den Jahren 2021 und 2022 jenen des Jahres 2020 entsprechen werden.

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Nach dem Atomausstieg Deutschlands werden für den Bund weiterhin Ausgaben für das IMIS anfallen. Auch im Rahmen des EU-Budgets für Sicherheitsmaßnahmen und Projekte im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl ist in Zukunft mit weiteren Ausgaben zu rechnen. Wie hoch die Kosten künftig ausfallen werden, ist jedoch aus heutiger Perspektive schwer abzuschätzen.

Tabelle 14: Folgekosten der Katastrophe von Tschernobyl für Deutschland 1987-2022

	Ausgaben bis 2022 in Mrd. EUR nominal	Ausgaben bis 2022 in Mrd. EUR real	Ausgaben 2020 in Mrd. EUR
IMIS (inkl. weiterer Kostenpunkte s.o.)	0,35	0,38	0,03
Kompensationszahlungen (§38 Abs. 2 Atomgesetz)	0,25	0,33	0,00
Zahlungen im Zusammenhang mit Molkepulver	0,04	0,06	0,00
SIP Direkthilfe	0,12	0,16	0,00
SIP und nukleare Sicherheit über EU (Anteil)	0,19	0,28	0,01
<b>Summe</b>	<b>0,95</b>	<b>1,21</b>	<b>0,04</b>

Die Ausgaben des Bundes für die Reaktorkatastrophe in Tschernobyl werden nicht der Stromerzeugung zugerechnet.

## A.11 Beiträge an internationale Organisationen

### Kurzbeschreibung

Im Folgenden soll die Höhe der Beiträge Deutschlands an internationale Organisationen quantifiziert werden. Sowohl die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO), als auch die European Organization for Nuclear Research (CERN), erhalten Beiträge von der Bundesregierung.

### Quantifizierung

#### 1957-2018

Die Bundesregierung gibt an, dass die Zahlungen an die IAEO seit Beitritt der Bundesregierung im Jahr 1957 bis zum Jahr 2007 (51 Jahre) insgesamt 636,7 Mio. EUR betragen (Bundestag 2008). Für die Berechnung des realen Wertes im Jahr 2019 nach Inflationsbereinigung wird angenommen, dass sich der Wert gleichmäßig auf alle Jahre verteilt. Die weiteren Beiträge seit 2007 konnten den Bundeshaushaltsplänen des BMWi entnommen werden.

Im Zeitraum von 1957-2018 sind insgesamt rund 1 Mrd. EUR nominal an Mitgliedsbeiträgen von der Bundesregierung an die IAEO gezahlt worden. In Preisen von 2019 entspricht dies 1,86 Mrd. EUR.

Auch das Forschungsprojekt CERN erhält seit 1970 Beiträge der Bundesrepublik (gezählt werden allerdings erst Beiträge ab 1974, um Doppelwertungen mit dem Punkt A.1 zu vermeiden). Bis 2018 lagen diese bei nominal rund 6 Mrd. EUR und real bei rund 8,48 Mrd. EUR. Die

Daten sind den regelmäßigen Bundesberichten „Forschung und Innovation“ entnommen.

Im Jahr 2018 belief sich die Förderung internationaler Organisationen im Nuklearbereich insgesamt auf rund 253 Mio. EUR. Der größere Teil mit rund 222 Mio. EUR geht dabei an CERN, während der Mitgliedsbeitrag an die IAEO rund 32 Mio. EUR ausmacht (Bundestag 2018a). Insgesamt liegt die reale Förderung des Bundes von internationalen Atomorganisationen 1957-2018 bei rund 10,34 Mrd. EUR.

#### 2019-2022

Da die Beiträge an die IAEO seit 2011 konstant zwischen 31 und 32 Mio. EUR betragen, wird in dieser Zwischenbilanz angenommen, dass die Beiträge auch in den Jahren 2019 bis 2022 32 Mio. EUR betragen werden.

Die Beiträge zum Projekt CERN haben sich über die Jahre konstant in kleinen Schritten erhöht. Hier wird daher angenommen, dass sie in den Jahren 2019 bis 2022 mindestens der Summe von 222 Mio. EUR im Jahr 2018 entsprechen werden.

#### Absehbare Ausgaben nach 2022

Obwohl Deutschland im Jahr 2022 aus der Atomenergie aussteigen wird, ist davon auszugehen, dass der Bund weiterhin Beiträge an die IAEO und die CERN zahlen wird.

So betont beispielsweise die parlamentarische Staatssekretärin Rita Schwarzelühr-Sutter, dass sich Deutschland trotz des Atomausstiegs an der nuklearen Sicherung im Rahmen der IAEO beteiligen wird (Schwarzelühr-Sutter 2020).

**Tabelle 15: Beiträge zu internationalen Organisationen 1957-2022**

	1957-2022 in Mrd. EUR nominal	1957-2022 in Mrd. EUR real	2018 in Mrd. EUR
<b>IAEO</b>	1,10	1,95	0,03
<b>CERN (ab 1974)</b>	6,68	9,15	0,22
<b>Summe</b>	<b>7,78</b>	<b>11,10</b>	<b>0,25</b>

Bei den Beiträgen Deutschlands im Bereich Atomenergie werden nur die IAEO-Beiträge der Stromerzeugung zugerechnet – die Beiträge zum Forschungsprojekt CERN werden nicht berücksichtigt.

## B. Steuervergünstigungen bei der Energiebesteuerung

### Kurzbeschreibung

Die Energiebesteuerung in Deutschland ist nicht als systematischer Tarif ausgestaltet, sondern ein historisch gewachsenes System von einzelnen Steuer-sätzen. Es findet keine konsistente Ausrichtung anhand der Kriterien Energie- und CO<sub>2</sub>-Gehalt statt. Um diese Ungleichbehandlung unterschiedlicher Energieträger abbilden zu können, sind einige methodische Überlegungen erforderlich (siehe FÖS (2011)).

Ein besonders ausgeprägter, selektiver Vorteil für die Atomenergie war vor diesem Hintergrund im gesamten Zeitraum bis zum 1.8.2006 zu verzeichnen, weil andere Energieträger beim Einsatz in der Stromerzeugung besteuert wurden (FÖS 2010). Die Erhebung der Kernbrennstoffsteuer für den Zeitraum von 2011-2016 wurde vom Bundesverfassungsgericht am 13.04.2017 als verfassungswidrig eingestuft (BVerfG 2017). Daraufhin wurden die eingenommenen Gelder zurückgezahlt.

Im Folgenden wird eine Methode vorgestellt, mit der die staatliche Begünstigung von Energieträgern im Rahmen der Energiebesteuerung über den gesamten Zeitraum seit 1970 abgebildet werden kann.

### Quantifizierung

Um Steuervergünstigungen umfassend identifizieren zu können, muss zunächst ein Leitbild für die Energiebesteuerung definiert werden, um anschließend Abweichungen davon als Steuervergünstigung erfassen zu können. Als Leitbild (oder Benchmark) der Energiebesteuerung wird hier ein einheitlicher Tarif für alle Energieträger entsprechend ihres Energie- sowie CO<sub>2</sub>-Gehalts definiert; dabei fließen nach einem umweltökonomisch optimalen Tarifsystem der Energiegehalt sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen ein.<sup>11</sup> Dieses Leitbild entspricht den Vorschlägen der Europäischen Kommission zur Harmonisierung der Energiesteuern. Alle Abweichungen von diesem Tarif werden als Steuervergünstigung definiert; dabei wird wie folgt vorgegangen:

- Ermittlung des (hypothetischen) Soll-Aufkommens der nach umweltökonomischen

<sup>11</sup> Es wird ein einheitlicher Tarif in EUR/GJ zugrunde gelegt, der dem Tarif für leichtes Heizöl entspricht: 1,69EUR/GJ. Je nach CO<sub>2</sub>-Gehalt der Energieträger im Verhältnis zu leichtem Heizöl wird ein leichter Aufschlag oder Abschlag hinzugerechnet oder abgezogen (siehe FÖS 2010 Subventionsvergleich, S. 55)

Kriterien ausgestalteten Energiebesteuerung. Als Referenzsteuertarif wird grundsätzlich ein einheitlicher Tarif entsprechend Energie- und CO<sub>2</sub>-Gehalt zugrunde gelegt.

- Für Atomenergie müsste ein eigener Satz gemäß den spezifischen externen Kosten und Risiken auch im Vergleich zu anderen Energieträgern festgelegt werden. Aufgrund von methodischen Schwierigkeiten wird hier gemäß der UBA-Methodenkonvention so verfahren, dass der Wert des Energieträgers, mit den nächst höheren Energie- sowie CO<sub>2</sub>-Gehalt, verwendet wird (Umweltbundesamt 2018). Für Kohle ergibt sich bei einer Energie/CO<sub>2</sub>-Steuer ein um 17 % höherer Steuersatz gegenüber Heizöl. Dieser Referenzsteuersatz wird auch für Atomenergie angewendet. In der Zeitreihe wird als **Referenzsteuersatz** also das 1,17-fache des jeweils geltenden Steuersatzes auf leichtes Heizöl zugrunde gelegt.
- Das **Soll-Aufkommen** auf Atomenergie wird dann durch Multiplikation des jeweiligen Referenzsteuersatzes mit dem primärenergetischen Versorgungsbeitrag ermittelt.
- Die **Mindereinnahmen** („Steuervergünstigungen“) werden definiert und ermittelt als Differenz zwischen Soll- und Ist-Aufkommen.
- Als **Ist-Aufkommen** wird für Atomenergie anteilig die seit dem 1.4.1999 erhobene Stromsteuer berücksichtigt. Dabei wird das Aufkommen den Energieträgern anhand ihrer jeweiligen Anteile an der Stromerzeugung zugerechnet. Das Aufkommen der im Zeitraum 2011 bis 2016 erhobenen Kernbrennstoffsteuer wird hier nicht eingerechnet, da das Bundesverfassungsgericht diese als verfassungswidrig eingestuft hat (BVerfG 2017).

### Beispielhafte Berechnung für das Jahr 2019

Der Steuersatz auf leichtes Heizöl beträgt 6,14 Ct/l (1,69 EUR/GJ). Der Steuersatz auf Atomenergie sollte 17 % höher liegen, also bei 1,98 EUR/GJ. Die Bruttostromerzeugung der Atomenergie belief sich 2019 auf 75,2 TWh, umgerechnet mit dem Wirkungsgrad von 33 % entspricht dies einem primärenergetischen Versorgungsbeitrag von 820 PJ. Das Soll-Steueraufkommen liegt also bei rund 1,62 Mrd. EUR (820 PJ \* 1,98 EUR/GJ /1000 EUR).

Das für 2019 erwartete Aufkommen der Stromsteuer beträgt 6,65 Mrd. EUR (BMF 2019). Auf Atomenergie sind davon 0,82 Mrd. EUR zurechenbar gemäß dem Anteil an der Bruttostromerzeugung von 12,3 %.

Die Netto-Steuervergünstigung der Atomenergie beträgt damit 0,8 Mrd. EUR in 2019 (1,62 – 0,82 Mrd. EUR).

**Schätzung für die Jahre 2020 bis 2022**

Der Förderwert in den kommenden Jahren hängt ebenfalls von der aus Atomenergie erzeugten Strommenge ab.

Dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (2020) zufolge beläuft sich die verbleibende Elektrizitätsmenge der deutschen AKW in den Jahren 2020 bis 2022 insgesamt auf 94,87 TWh. Die Kraftwerke Brokdorf, Grohnde und Gundremmingen C gehen bis zum 31.12.2021 vom Netz und haben bis dahin noch eine verbleibende Elektrizitätsmenge von 25,33 TWh. Die restlichen Kraftwerke, welche bis zum 31.12.2022 vom Netz gehen, verfügen noch über eine Elektrizitätsmenge von 69,55 TWh. Zur Abschätzung der Stromerzeugung der AKW in den Jahren 2020 bis 2022 wird angenommen, dass sich die verbleibende Elektrizitätsmenge gleichmäßig über die Jahre verteilt. So kann mit einer Stromerzeugung von 35,85 TWh aus Atomkraft in den Jahren 2020 und 2021 ausgegangen werden, wohingegen im Jahr 2022 nur noch 23,18 TWh erzeugt werden.

Es wird angenommen, dass die Gesamtbruttostromerzeugung in den Jahren 2020 bis 2022 der auf dem glei-

chen Niveau wie im Jahre 2019 bleibt. Ausgehend von einer Gesamtbruttostromerzeugung von 611,5 TWh in Deutschland ergibt sich für die Jahre 2020 und 2021 ein Anteil der Atomenergie von 5,9 % und im Jahr 2022 ein Anteil von 3,8 %.

Bei einem Wirkungsgrad von 33 % entspricht dies einem primärenergetischen Versorgungsbeitrag von 391 PJ in den Jahren 2020 und 2021, und von 252 PJ im Jahr 2022. Die Soll-Steuerereinkommen belaufen sich demzufolge auf jeweils rund 0,77 Mrd. EUR (2020 und 2021) bzw. 0,5 Mrd. EUR (2022).

Unter der Annahme, dass das Aufkommen der Stromsteuer auch in den Jahren 2020 bis 2022 6,65 Mrd. EUR betragen wird, ergeben sich für die Jahre 2020 und 2021 Steuervergünstigungen in Höhe von 0,38 Mrd. EUR sowie im Jahr 2022 in Höhe von 0,24 Mrd. EUR.

Über den gesamten Zeitraum seit 1955 bis 2022 beträgt der Förderwert 47 Mrd. EUR (nominal) bzw. 58,9 Mrd. EUR (real).

**Tabelle 16: Ergebnis Förderwert der Energiebesteuerung 1955-2022**

	1955-2022 in Mrd. EUR nominal	1955-2022 in Mrd. EUR real	2019 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	47,00	58,89	0,80

Die Steuervergünstigungen für die Atomenergie im Bereich der Energiesteuern werden vollständig der Stromerzeugung zugerechnet, da der Energieträger ausschließlich zur Stromerzeugung eingesetzt wird.

## C. Regelungen mit Subventionswirkung

### C.1 Förderwert der Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel

#### Kurzbeschreibung

Der seit 2005 EU-weit eingeführte Emissionshandel erfasst CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Energiewirtschaft und Industrie. Der Emissionshandel bewirkt eine Erhöhung der Großhandelsstrompreise, die bei den Energieversorgern grundsätzlich zu höheren Einnahmen aus dem Stromverkauf führen. Für die am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen werden Gewinnmitnahmen durch die seit 2008 geltende anteilige Versteigerung teilweise und seit 2013 verstärkt durch volle Versteigerung in der Energiewirtschaft begrenzt. Es verbleiben – durchaus als klimapolitischer Lenkungseffekt – Vorteile für die Stromerzeugung aus Energieträgern, die zu geringeren CO<sub>2</sub>-Kosten als der Grenzanbieter anbieten können. Stromerzeugungsanlagen, die nicht am Emissionshandel teilnehmen – insbesondere Atomkraftwerke und erneuerbare-Energien-Anlagen – profitieren in voller Höhe von den emissionshandelsbedingten Strompreiserhöhungen.

#### Quantifizierung

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen gehen wir davon aus, dass die gesamte Stromerzeugung aus Atomenergie von der emissionshandelsbedingten Strompreiserhöhung profitiert. Wir berechnen den Förderwert, indem wir die gesamte Stromerzeugung aus Atomenergie mit der geschätzten emissionshandelsbedingten Preiserhöhung multiplizieren. Die Preiserhöhung hängt maßgeblich vom Preis der Emissionszertifikate (EUA) ab.

Zur Abschätzung der Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel gibt es verschiedene Studien:

- Schwarz/Lang (2006) kommen für 2005 auf eine Überwälzung von 0,076 Ct/kWh pro EUR/t CO<sub>2</sub>.
- DIW (2007) geht von einem Überwälzungseffekt in Höhe von 0,5 EUR/MWh (= 0,05 Ct/kWh) pro EUR/t CO<sub>2</sub> aus.
- UBA (2012) geht auf Grundlage einer Regressionsanalyse von Datensätzen der Jahre 2007 bis 2010 von einer Strompreiserhöhung von 0,52 EUR/MWh (= 0,052 Ct/kWh) pro EUR/t CO<sub>2</sub> aus.

Auf Basis dieser Informationen wird in der vorliegenden Studie eine durchschnittliche Strompreiserhöhung von 0,06 Ct/kWh pro EUR/t CO<sub>2</sub> zu Grunde gelegt. Die durchschnittlichen Zertifikatspreise in EUR/t CO<sub>2</sub> können den Periodischen Berichten der DEHSt entnommen werden.

#### Beispielrechnung für 2019

Im vierten Quartal 2019 lag der durchschnittliche Preis für Zertifikate bei 24,60 EUR/t CO<sub>2</sub> (DEHSt 2020), woraus sich eine emissionshandelsbedingte Strompreiserhöhung von 1,48 Ct/kWh ergibt. Bei einer Stromerzeugung von rund 75,2 TWh entspricht dies einem Mehrerlös von rund 1,1 Mrd. EUR durch die emissionshandelsbedingte Strompreiserhöhung.

#### Schätzung für die Jahre 2020 bis 2022

Für die Jahre 2020 bis 2022 wird in dieser Berechnung angenommen, dass sich die Zertifikatspreise weiterhin auf dem Niveau des vierten Quartals 2019 bewegen werden. Aufgrund der abnehmenden Stromerzeugung aus Atomenergie in diesen Jahren werden die Mehrerlöse in den Jahren 2020 und 2021 demnach voraussichtlich 0,5 Mrd. EUR und im Jahr 2022 0,3 Mrd. EUR betragen.

**Tabelle 17: Förderwert der Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel 2005-2022**

	2005-2022 in Mrd. EUR nominal	2005-2022 in Mrd. EUR real	2019 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	<b>14,01</b>	<b>15,56</b>	<b>1,1</b>

Der Förderwert der emissionshandelsbedingten Mehrerlöse für die Atomenergie wird vollständig der Stromerzeugung zugerechnet.

## C.2 Förderwert Rückstellungen

### Kurzbeschreibung

In der Bundesrepublik Deutschland besteht die Verpflichtung, Atomkraftwerke nach ihrer endgültigen Stilllegung zu beseitigen. Die rechtlichen Voraussetzungen der Stilllegung sind im Atomgesetz (§§ 7 Abs. 3 und 9a AtG) geregelt. Nach § 9a AtG müssen alle anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie radioaktiv kontaminierte Anlagenteile entsorgt werden. Seit 2017 finanziert ein öffentlich-rechtlicher Atomfonds die Kosten für Zwischen- und Endlagerung, in den die Betreiber von Atomkraftwerken im Jahr 2017 einmalig 24,1 Mrd. EUR eingezahlt haben. Die Durchführung und Finanzierung von Stilllegung und Rückbau ist jedoch weiterhin Aufgabe der AKW-Betreiber.

Hier wird im Folgenden die Frage des Förderwerts der Rückstellungen analysiert, also inwiefern die Regelungen einen finanziellen Vorteil für die AKW-Betreiber darstellen.

Die deutsche Rückstellungspraxis im Atombereich führt auf dreierlei Wegen zu wirtschaftlichen Vorteilen für die Atomwirtschaft (siehe dazu im Einzelnen FÖS 2014):

1. Innenfinanzierungsvorteil: Verwendung der Rückstellungen für Unternehmensaktivitäten,
2. Zinsvorteil aus der Verschiebung von Steuerzahlungen in die Zukunft,
3. Rückstellungen verringern den Fremdkapitalbedarf und verbessern die Ratingposition der Energieversorgungsunternehmen (EVU).

Quantifiziert wird hier nur der Innenfinanzierungsvorteil, weil der Zinsvorteil Bestandteil des Innenfinanzierungsvorteils ist und wir die verbesserte Ratingposition nicht abschätzen können.

### Quantifizierung

#### 1955-2018

Der finanzielle Vorteil der Innenfinanzierung wird gegenüber dem Referenzszenario bewertet, nach welchem die Rückstellungen für Stilllegung und Rückbau nicht bei den AKW-Betreibern verbleiben, sondern ebenfalls in einen öffentlich-rechtlichen Fonds eingezahlt und hier mit der Rendite risikoarmer Wertpapiere verzinst werden. Für die Zeit vor Einrichtung des Fonds werden auch die Rückstellungen für die Zwischen- und Endlagerung erfasst.

Der Förderwert des Innenfinanzierungsvorteils wird dann definiert als durchschnittliche Erträge bei Nutzung der Rückstellungen zur Investitionsfinanzierung abzüg-

lich des erzielbaren Ertrags für den Referenzfall einer Einzahlung der Rückstellungen in einen Fonds. Es wird also ein „Mehrgewinn“ für die Nutzbarkeit der Rückstellungen für die Finanzierung von Investitionen ermittelt:

- Der Mehrgewinn hängt entscheidend davon ab, wofür die Unternehmen die nicht zu versteuernden Rückstellungen verwenden: A. Anlage am Kapitalmarkt, B1. Finanzierung ohnehin geplanter Investitionen oder B2. Finanzierung zusätzlicher Investitionen (siehe Tabelle 18).
- Auf Basis von Analysen von langen Zeitreihen für Zinssätze der Deutschen Bundesbank schätzen wir den Unterschied zwischen Fremdkapitalzinssatz und Zinssatz für sichere Geldanlagen auf durchschnittlich 1-3 % p.a. Im Falle der Finanzierung zusätzlicher Projekte schätzen wir für den Betrachtungszeitraum von 1955 bis 2018 den durchschnittlichen Gewinn auf 14 %, somit beträgt der Zusatzgewinn gegenüber dem Referenzfall Fondslösung etwa 10 %. Teilweise werden die Rückstellungen auch am Kapitalmarkt angelegt oder sie ersetzen ansonsten aufzunehmendes Fremdkapital; in diesen Fällen ist der Zusatzgewinn der freien Verwendbarkeit der Rückstellungen geringer. Als durchschnittlichen Mehrgewinn setzen wir vorsichtig 3 % an.

Mit diesem Zinssatz wird der jeweilige Bestand der Atomrückstellungen bewertet; dabei wird der von Wuppertal Institut und Öko-Institut im Jahr 2000 modelltheoretisch abgeschätzte Verlauf der Rückstellungen seit 1969 zugrunde gelegt, da eine vollständige Zeitreihe der tatsächlichen Rückstellungen nicht vorliegt (Wuppertal Institut / Öko-Institut 2000). Soweit Ist-Zahlen zur Höhe der Atomrückstellungen vorliegen, werden diese verwendet. Die Höhe der Rückstellungen kann den Geschäftsberichten entnommen werden.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Wie in FÖS (2012b) gezeigt wurde, enthalten die verfügbaren Summenangaben der Atomrückstellungen nicht die Rückstellungen für das AKW Krümmel. Dieses machte 2010 /2011 durchschnittlich 5,2 % der Summe der Atomrückstellungen aus. In Jahren, in denen keine zusätzlichen Informationen über die Rückstellungssumme für AKW Krümmel vorliegen, werden die Werte auch mit diesem Anteil hochgerechnet.

**Tabelle 18: Verwendungsoptionen der Rückstellungen und erzielbare Verzinsung**

Verwendungsoption der Rückstellungen	A Anlage am Kapitalmarkt	B Verwendung für Finanzierung von Investitionen (Innenfinanzierung)	
		B.1 Finanzierung ohnehin geplanter Investitionen	B.2 Finanzierung zusätzlicher Investitionen
<b>1) Ermittlung des Brutto-Förderwerts</b>			
Erzielbare Rendite - Indikator	Verzinsung risikoarmer Wertpapiere	Ersetzung Fremdkapital Fremdkapitalzinssatz	(Eigen-) Kapitalrendite
<b>konkreter Wert in 2000er Jahren *</b>	<b>4-5 %</b>	<b>6-7 %</b>	<b>14-15 %</b>
<b>2) Ermittlung des Netto-Förderwerts</b>			
Erzielbare Rendite im Referenzfall Fondslösung *	Im Fonds wäre eine Verzinsung auf risikoarme Wertpapiere erzielt worden und dem Kapitalbestand im Fonds zugeflossen. Die dem Kapitalbestand im Fonds zurechenbare Nominalverzinsung ist abhängig vom Zinsniveau. In den 2000er Jahren betrug sie etwa 4-5 %.		
Zusatzrendite in 2000er Jahren *	0 %	2 %	10 %
<b>Angenommene durchschnittliche Zusatzrendite</b>	<b>3 %</b> (kein linearer oder konkret gewichteter Durchschnitt, sondern bewusst vorsichtige Annahme, bei der von einem eher geringen Anteil von zusätzlichen, aus Rückstellungen finanzierten Investitionen ausgegangen wird.)		
* Seit 2011 sind deutlich geringere Renditen für Anlagen am Kapitalmarkt u.a. durch die Finanzkrise festzustellen. Zugleich sind auch die Kapitalrenditen der AKW-Betreiber deutlich gesunken. Hier werden die durchschnittlichen Verhältnisse für die Jahre 2000-2010 beispielhaft angegeben.			

Zusätzlich berücksichtigen wir den Zinseszineffekt auf diese Erträge. Dabei können die EVU die ermittelten Zusatzerträge aus den Rückstellungen wiederum auf die drei oben genannten Arten verwenden (Anlage am Kapitalmarkt oder Verwendung zur Finanzierung von Investitionen). Wir unterstellen in der vorsichtigen Hauptvariante, dass wiederum keine zusätzlichen Investitionen finanziert werden, sondern legen für die zusätzlichen Erträge die durchschnittliche Rendite von langfristigen Staatsanleihen zugrunde. Im Durchschnitt der Zeitreihe 1968 - 2018 für den deutschen Rentenindex (REXP) (Deutsche Bundesbank 2020) kann eine Rendite langfristiger Staatsanleihen von 6,66 % ermittelt werden. Hoch- und Niedrigzinsphasen im Zeitverlauf wurden dabei berücksichtigt.

Ergebnis: Der kumulierte wirtschaftliche Vorteil aus den Rückstellungen im Zeitraum 1955 bis 2018 beträgt unter Berücksichtigung dieser vorsichtigen Annahmen nominal 73,0 Mrd. EUR; in Preisen 2019 sind dies 91,7 Mrd. EUR.

**Schätzung für die Jahre 2019 bis 2022**

Es ist davon auszugehen, dass die Rückstellungen in den Jahren 2019 bis 2022 niedriger ausfallen werden als noch im Jahr 2018. Hier wird konservativ davon ausgegangen, dass die Rückstellungen der letzten vier Jahre 75 % des Jahres 2018 entsprechen werden. Daraus ergeben sich insgesamt weitere wirtschaftliche Vorteile in Höhe von 10,52 Mrd. EUR.

**Tabelle 19: Förderwert der Rückstellungen (Innenfinanzierungsvorteil) 1955-2022**

	1955-2022 in Mrd. EUR nominal	1955-2022 in Mrd. EUR real	2018 in Mrd. EUR
<b>Summe</b>	<b>83,57</b>	<b>102,19</b>	<b>2,65</b>

Der Förderwert der Rückstellungen wird vollständig dem Bereich der Stromerzeugung zugerechnet.

## D. Nicht-internalisierte externe Kosten

### Kurzbeschreibung

In der Fördersumme bisher nicht enthalten sind die externen Kosten der Stromerzeugung. Dies sind schon per Definition Kosten, die nicht von den Verursachern (z.B. Betreibern von Atomkraftwerken) getragen werden, sondern für die die Gesellschaft infolge von Umweltbelastung aufkommen muss. Wenn es also um die „versteckten“ Kosten von Strom aus Atom geht, sollte der vergleichsweise hohe Wert der externen Kosten als Mehrbelastung der Gesellschaft einbezogen werden. Externe Kosten entstehen im Energiesektor insbesondere durch den Ausstoß von Schadstoffen, die die öffentliche Gesundheit beeinträchtigen, und von Treibhausgasen, die für den Klimawandel verantwortlich sind.

*„Zu den durch fossile Energieträger hervorgerufenen Umweltschäden gehören zum Beispiel klimawandelbedingte Landverluste und Ernteeinbußen oder die Veränderung ganzer Ökosysteme und damit Verlust von Lebensräumen. Hinzu kommen Gesundheitsschäden durch Luftschadstoffe oder klimabedingte Wetterextreme wie Hitze- und Kältewellen oder Überschwemmungen. Da die Kosten für Umwelt- und Gesundheitsschäden, die durch den Einsatz fossiler Energieträger entstehen, mit Ausnahme der CO<sub>2</sub>-Zertifikatskosten aus dem Emissionshandel nicht auf der Stromrechnung stehen, sondern von Staat und Gesellschaft (z.B. über Versicherungen, Gesundheitssystem) getragen werden, spricht man von externen Kosten.“ (AEE 2010, S. 17).*

### Quantifizierung

#### 2005-2022

Für Atomenergie wird weder bei Fraunhofer ISI/BMU (2012) noch in der Methodenkonvention des UBA ein eigener Wert der externen Kosten angegeben. Die ansonsten verfügbaren Schätzungen liegen sehr weit auseinander. Das hängt vor allem damit zusammen, dass hier Annahmen zur Wahrscheinlichkeit und zu den Folgekosten eines nuklearen Unfalls mit Freisetzung von radioaktivem Material getroffen werden müssen. Zu den externen Kosten der Atomenergie liegen Schätzungen in der Bandbreite von 0,1 Ct/kWh bis hin zu 320 Ct/kWh vor - die verschiedenen Schätzungen weichen also um den Faktor 3.200 voneinander ab. Aus dieser Bandbreite methodisch fundiert einen Punktwert der externen Kosten der Atomenergie zu bestimmen, ist nach Einschätzung der Autor\*innen nicht möglich. Für die externen Kosten der Atomenergie kann lediglich eine verkleinerte Bandbreite angegeben werden. Für den unteren Wert der Bandbreite wird auf die Hilfslösung des Um-

weltbundesamtes in der Methodenkonvention zu externen Kosten zurückgegriffen. Dabei wird Atomenergie der Satz des schlechtesten fossilen Brennstoffs - Braunkohle – zugeordnet, also 20,81 Ct/kWh (UBA 2019a). Als oberer Wert der Bandbreite wird auf Basis einer breiten Literaturlauswertung und einer Expertenbefragung eine Neuberechnung des Schadenserwartungswertes für den Fall katastrophaler nuklearer Unfälle vorgelegt. Für den reinen Schadenserwartungswert wird eine Bandbreite von aus heutiger Sicht realistischen Annahmen und Methoden zugrunde gelegt, woraus unter Berücksichtigung eines Risikoaversionsfaktors externe Kosten der Atomenergie von 34,3 Ct/kWh resultieren. Auch der obere Wert der Bandbreite repräsentiert keine Obergrenze, sondern eine realistische, hinsichtlich mehrerer Einflussfaktoren noch eher vorsichtige Schätzung der externen Kosten der Atomenergie. Methodik und Annahmen zur Wahrscheinlichkeit schwerer Unfälle, zu den dann zu erwartenden Folgekosten und den entsprechenden Wertansätzen finden sich in der vom FÖS erstellten Teilstudie „Externe Kosten der Atomenergie“ (vgl. FÖS 2012a).

Obwohl sich diese Schätzung auf externe Kosten im Jahr 2019 bezieht, wird in dieser Studie angenommen, dass dieser Wert ebenso auf die gesamte betrachtete Zeitreihe anwendbar ist.

Im Idealfall sollte durch staatliche Regelungen dafür gesorgt werden, dass die Verursacher diese Kosten zu tragen haben, d.h. die externen Kosten sollten soweit wie möglich internalisiert werden. In einem gewissen Maße wird dies bereits durch Energiesteuern und den europäischen Emissionshandel (EU ETS) erreicht. Beide Instrumente führen zu einer Erhöhung des (Haushaltskunden-)Strompreises. Dadurch kalkulieren Verbraucher höhere Kosten in ihr Konsumverhalten ein, als dies bei den reinen Marktpreisen der Fall wäre. Deshalb müssen der Förderwert des Emissionshandels und das Sollaufkommen der Energiesteuer (anteilig) von den externen Kosten abgezogen werden.

- Die **Internalisierung durch den Emissionshandel** wird anhand des durchschnittlichen Zertifikatpreises laut Deutscher Emissionshandelsstelle (DEHSt 2020) und der daraus resultierenden Strompreiserhöhung ermittelt. Die rechnerische Strompreiswirkung hängt entscheidend davon ab, wie die Kosten der CO<sub>2</sub>-Zertifikate eingepreist werden. Idealtypisch hängt die Einpreisung davon ab, welches Kraftwerk im Tages- und Jahresverlauf das jeweils letzte zum Zuge kommende und damit an der Börse preisbestimmende Grenzkraftwerk ist. Ist das Grenzkraftwerk ein Braunkohlekraftwerk, entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 1.142 g CO<sub>2</sub>/kWh Strom, bei einem Steinkohlekraftwerk von ca. 815 g/kWh (vgl. UBA 2019b). Ist in Schwachlast- bzw. Starkwindzeiten eine EE-Anlage

das Grenzkraftwerk, ist der CO<sub>2</sub>-Preis gleich Null. Im Durchschnitt des deutschen Kraftwerksparks entstanden in den Jahren 2005-2018 voraussichtlich CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 576 und 610 g/kWh Strom (UBA 2019b). In Anlehnung an DIW (2007), Schwarz/Lang (2007) und UBA (2012) erfolgt die Berechnung des preiserhöhenden Effekts aufgrund der Annahme, dass die Strompreiserhöhung pro EUR Zertifikatspreis (je Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen) 0,06 Ct/kWh beträgt. Bei einem durchschnittlichen Zertifikatspreis von 24,60 EUR/t CO<sub>2</sub> (DEHSt 2020) beträgt die Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel im Jahr 2019 1,48 Ct/kWh. Dieser Wert wird als Internalisierung der externen Kosten angerechnet.

Seit der Einführung des Emissionshandels im Jahre 2005 war der Zertifikatspreis teilweise deutlichen Schwankungen ausgesetzt. Im Durchschnitt beträgt die Strompreiserhöhung durch den Emissionshandel über die Jahre 2005 bis 2022 in etwa 0,78 Ct/kWh.

- Zur anteiligen **Anrechnung der Energiesteuer** als Internalisierungsinstrument wurde die (theoretisch

zu erhebende) Summe der Energiesteuer berücksichtigt, die sich nicht auf den Energiegehalt, sondern auf die Umwelt- und Klimawirkung des jeweiligen Energieträgers bezieht. Mit dieser Methodik wird eine Doppelanrechnung der Energiesteuer vermieden: Die Abweichungen vom Soll-Aufkommen aus der Energiesteuer (in Anlehnung an Energie- und CO<sub>2</sub>-Gehalt) werden bereits bei den Steuervergünstigungen als staatliche Förderungen angerechnet. Daher wird der Teil des Soll-Aufkommens, der sich auf die Klimawirkung bezieht, als Internalisierung von externen Kosten angerechnet. Anders ausgedrückt: Würden die negativen Klimawirkungen bei den Steuervergünstigungen angerechnet, können sie auch als „internalisiert“ gelten.

Tabelle 20 zeigt, welcher Teil der externen Kosten (s.o.) nach Berücksichtigung der beiden Instrumente Emissionshandel und Energiesteuer als „nicht internalisierter“ und von der Gesellschaft zu tragender Anteil verbleibt.

**Tabelle 20: Nicht internalisierte externe Kosten 2005-2022 (seit Einführung des EU ETS)**

	min	max
<b>Externe Kosten gesamt</b> in Ct/kWh (nach <b>UBA (2019a)</b> und <b>FÖS (2012b)</b> )	<b>20,81</b>	<b>34,3</b>
<i>abzüglich durchschnittlicher Strompreiserhöhung durch Emissionshandel Ct/kWh</i>	<i>-0,78</i>	<i>-0,78</i>
<i>abzüglich Sollaufkommen Energiesteuer Ct/kWh</i>	<i>-1,23</i>	<i>-1,23</i>
<b>nicht internalisierte externe Kosten Ct/kWh</b>	<b>18,80</b>	<b>32,29</b>

## 4 Sonstige staatliche Leistungen zugunsten des Atomsektors

Einige sonstige staatliche Leistungen zugunsten des Atomsektors sollen an dieser Stelle kurz genannt und, wenn möglich, quantifiziert werden. Da es sich dabei nicht um direkte Förderungen von Atomenergie handelt, sondern um staatliche Ausgaben, welche indirekt durch die Entscheidung für Atomkraft entstehen, werden sie in dieser Studie nicht in die Summe der eindeutigen staatlichen Förderungen zugunsten der Atomenergie mit einbezogen und nicht dem Bereich der Stromerzeugung zugerechnet.

### 4.1 Polizeiliche Sicherung von Atomtransporten

#### Kurzbeschreibung

Die Kosten für die Sicherung von Castortransporten werden vollständig durch öffentliche Akteure getragen. Für den Einsatz der Polizei im Zusammenhang mit den Castortransporten nach Gorleben musste beispielsweise das Bundesland Niedersachsen für die anfallenden Kosten der Polizeieinsätze sowie die durch den Einsatz verursachten Mehrausgaben der Polizeikräfte anderer Bundesländer aufkommen (Niedersächsischer Landtag 2009).

#### Quantifizierung

Offiziell erfasst wurden die Ausgaben des Landes Niedersachsen für die polizeiliche Sicherung von Castortransporten nach Gorleben. Diese betragen ca. 326 Mio. EUR. Allerdings handelt es sich hierbei um eine konservative Schätzung der Gesamtkosten, da in den Jahren 1995 bis 1997 zunächst keine laufenden Kosten (wie z.B. Personalkosten) in der Kostenberechnung berücksichtigt wurden (Niedersächsischer Landtag 2009).

Aus dem Bundeshaushalt wurden bis April 1997 rund 18,5 Mio. EUR für den Bundesgrenzschutz zur Sicherung von Castortransporten ausgegeben (Bundestag 1997). Für die Unterstützung beim Castor-Einsatz 2006 hat der Bund Mehrkosten für die Bundespolizei von 26.000 EUR aufgewendet (Bundesregierung 2006b).

Für den Abtransport der Brennelemente aus Rheinsberg ins Zwischenlager Lubmin 2001 haben sich die Sicherheitsbehörden in Brandenburg auf große Proteste vorbe-

reitet und 15 Mio. DM bzw. 7,5 Mio. EUR zur Sicherung des Transportes durch die Landespolizei ausgegeben (Helfried Liebsch 2009, S. 147). Die Proteste blieben weitgehend aus.

Die Kosten des Bundes ab 1997, sowie die Kosten des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen für Transporte nach Ahaus (und ggf. Ausgaben weiterer Bundesländer) waren im Rahmen dieser Untersuchung nicht systematisch ermittelbar. Für die Planung und Umsetzung der Castortransporte von Obrigheim nach Neckarwestheim im Jahr 2017 fielen laut EnBW Gesamtkosten in einem zweistelligen Millionenbereich an – allerdings ist unbekannt, welchen Anteil dabei der Polizeiansatz ausmachte (EnBW 2020).

Weitere Kosten, welche in diesem Kapitel Berücksichtigung finden müssten, sind die Kosten für Polizeieinsätze bei Großdemonstrationen – vor allem in der Vergangenheit an umstrittenen Atomstandorten in der Planungs- und Bauphase, wie z. B. in Wyhl, Kalkar, Wackersdorf, Brokdorf, Grohnde und Gorleben. Diese Kosten sind kaum ermittelbar, da sie örtlich und zeitlich disparat auftreten und in Haushaltsplänen nicht extra ausgewiesen sind.

Insgesamt konnten bisher öffentliche Ausgaben für die polizeiliche Sicherung von Atomtransporten in Höhe von ca. 345 Mio. EUR belegt werden.

#### Wirkungen und Bewertung der Regelung

Polizeikosten werden generell nicht den Verursachern angelastet, auch nicht z.B. für große Polizeieinsätze bei sportlichen oder kulturellen Veranstaltungen oder anderen Demonstrationen. Vor diesem Hintergrund wurde dieser Punkt in der Studie nicht in der Summierung der öffentlichen Förderungen der Atomenergie berücksichtigt. Inwieweit diese Regelung jedoch einer Überarbeitung bedarf, wird zumindest im Fußball derzeit diskutiert. So erklärte laut WDR (2019) das Bundesverfassungsgericht im März 2019, dass Fußballvereine grundsätzlich an den Kosten für Risikospiele beteiligt werden könnten.

Dementsprechend kann argumentiert werden, dass das Tragen der Kosten der polizeilichen Sicherung von Atomtransporten ebenso als staatliche Förderung der Atomenergie angesehen werden kann.

### 4.3 Investitionsausgaben der DDR

#### Kurzbeschreibung

1955 wurde in der DDR durch den Ministerrat eine zivile Nutzung der Atomkraft beschlossen. Für Forschung, Bau von (Forschungs-)Reaktoren und auch die Endlagerung wurden somit auch in der DDR bereits viele Investitionen getätigt.

Insgesamt wurden fünf Forschungsreaktoren (VKTA Rossendorf RFR, RRR und RAKE; Zittauer Lehr- und Forschungsreaktor ZLFR; TU Dresden AKR/AKR2) betrieben (Deutscher Bundestag 2010). Zudem waren die Ambitionen zur zivilen Nutzung der Atomkraft zunächst groß – etwa 20 Atomkraftwerke sollten bis 1970 gebaut werden. 1962 wurde das geplante Atomprogramm jedoch bereits wieder stark reduziert. Letztendlich wurden viele geplante und teilweise bereits im Bau befindliche AKW (Stendal, Dessau, Dahlen) aufgegeben, und nur zwei AKW (Rheinsberg, Greifswald/Lubmin) gingen in der DDR ans Netz (Strauß 2011). Obwohl ein Großteil der Ausgaben zum Atomkraftwerksbau in der DDR von der Sowjetunion getragen wurde, wurden anteilig auch Kosten von der DDR übernommen. Die Sowjetunion lieferte beispielsweise die Hauptausrüstung der Atomkraftwerke Greifswald/Lubmin und Stendal, wohingegen die DDR beim Atomkraftwerk in Greifswald/Lubmin für Bau, Montage und Inbetriebnahme zuständig war. Insgesamt wurden 1971 bis 1975 rund 65 % der Lieferanteile von der Sowjetunion und rund 35 % von der DDR getragen. In den Jahren 1976 bis 1980 erhöhte sich der Anteil der DDR leicht auf knapp 40 % (Abele 2000). Bei dem Bau der ersten DDR-Atomkraftanlage (Inbetriebnahme 1966) wurden dagegen 80 % der Ausgaben von der DDR übernommen (Baum 2016).

#### Quantifizierung

Die Gesamtkosten der Forschungsreaktoren der DDR sind laut dem Deutschen Bundestag (2010) nicht mehr ermittelbar.

Die Kosten für den Bau des Atomkraftwerks in Rheinsberg, welches 1966 fertiggestellt wurde, beliefen sich auf insgesamt 400 Mio. DDR Mark (M) (entspricht rund 117 Mio. EUR).<sup>13</sup> Etwa 94 Mio. EUR wurden dabei von der DDR gezahlt (Baum 2016).

Zwischen 1971 bis 1975 betragen die Gesamtinvestitionen für Atomkraftanlagen in der DDR rund 619 Mio. M

(entspricht rund 167 Mio. EUR). Davon wurden rund 232 Mio. M (62 Mio. EUR) von der DDR übernommen.

Zwischen 1976 und 1980 (geschätzte Werte) wurden insgesamt 2,5 Mrd. M (0,68 Mrd. EUR) an Investitionen getätigt. Etwa 1 Mrd. M (0,27 Mrd. EUR) wurde davon von der DDR getragen (Abele 2000).

In den Jahren 1982/84 wurde mit dem Bau der beiden Reaktoren des AKW begonnen, welcher jedoch nicht beendet wurde. Die getätigten Investitionen werden von Horlasmus (1994) auf etwa 3,8 Mrd. M geschätzt. Welcher Anteil der Investitionen dabei von der DDR übernommen wurde, geht aus der Quelle nicht hervor. Auf Grundlage der vorherigen Anteile kann angenommen werden, dass auch bei diesem Bau mindestens 1 Mrd. M (0,27 Mrd. EUR) von der DDR getragen wurde.

Daraus ergibt sich eine Gesamtsumme von etwa 0,69 Mrd. EUR an Investitionen der DDR in den Bau von kommerzieller AKW. Real entspricht dies (in Preisen von 2019) rund 1,54 Mrd. EUR.

Genauere Daten über die weiteren Investitionen nach 1980 in geplante, jedoch nicht realisierte Atomkraftanlagen liegen derzeit nicht vor – daher ist zu betonen, dass die hier aufgeführten Investitionssummen nicht alle Investitionsausgaben der DDR abdecken. Zudem fielen bereits in der DDR, neben dem unmittelbaren Bau von Reaktoren, weitere Ausgaben für die Förderung von Atomkraft an, welche heute nicht mehr zu ermitteln sind. So liegen keine Daten über die Ausgaben der DDR zur Endlagersuche sowie Errichtung und Betrieb des zentralen Endlagers für schwach- und mittlerradioaktive Abfälle in Morsleben vor.

Da ein Großteil der Investitionsausgaben der DDR nicht mehr ermittelbar sind und sich die Daten zur Stromerzeugung der Jahre 1955 bis 1990 ausschließlich auf die BRD beziehen, werden die Ausgaben hier unter ‚Sonstige staatliche Leistungen zugunsten des Atomsektors‘ geführt.

<sup>13</sup> Der Umtauschkurs von DDR Mark zu D-Mark lag bei Guthaben zwischen 1:1 (für kleinere Sparguthaben) und 2:1 (für höhere Geldbeträge) (Bundesregierung 1990). Hier wird daher ein Durchschnittskurs von etwa 1,8:1 angenommen.

#### 4.4 Kosten für nationale Atomverwaltung

Gemäß der atomrechtlichen Kostenverordnung sind Genehmigungskosten und Aufsichtskosten von den Betreibern der Atomkraftwerke zu tragen. Eine Analyse der Einnahmen und Ausgaben innerhalb des Haushalts des BfS sowie innerhalb des schleswig-holsteinischen Landeshaushalts ergab jedoch, dass die Gebühren der Atomverwaltung nicht kostendeckend sind. Die Ursache dafür liegt unter anderem darin, dass innerhalb der Verwaltung neben den gebührenpflichtigen Tätigkeiten weitere Aufgaben wie beispielsweise die „Routineaufsicht“ anfallen FÖS (2010).

Insbesondere zu Beginn der Förderung von Atomenergie wurden hohe Ausgaben zum Aufbau der Verwaltungsinfrastruktur aufgewendet. So überstiegen die Ausgaben des Bundesministeriums für Atomfragen der Jahre 1956 bis 1962 die in den Bundesgesetzblättern aufgeführten Einnahmen deutlich. Insgesamt wurden während des Bestehens des Ministeriums umgerechnet rund 2,0 Mrd. EUR (nominal) (entspricht real rund 7,2 Mrd. EUR) mehr ausgegeben als eingenommen wurden (Der Bundesminister der Justiz 1956; Der Bundesminister der Justiz 1957; Der Bundesminister der Justiz 1958; Der Bundesminister der Justiz 1959; Der Bundesminister der Justiz 1960; Der Bundesminister der Justiz 1961; Der Bundesminister der Justiz 1962).

Eine Aussage, ob insgesamt ein spezifischer Vorteil durch nicht kostendeckende Gebühren für die Tätigkeit der Atomverwaltung resultiert, kann jedoch nur unter zwei Voraussetzungen getroffen werden:

1. Das Ausmaß der Unterdeckung muss systematisch berechnet werden.
2. Es muss ein Vergleich mit dem Kostendeckungsgrad bei anderen behördlichen Genehmigungen (z.B. von Industrieanlagen aus anderen Branchen) vorgenommen werden.

Aufgrund der begrenzten Aufschlüsselung der Haushaltspläne ist dies in dieser Studie nicht möglich.

#### 4.5 Kosten für Katastrophenschutz im Hinblick auf das Risiko nuklearer Unfälle

Ein weiterer Kostenpunkt, der sich schwer quantifizieren lässt, aber nicht unerwähnt bleiben soll, ist die durch das

extrem hohe Betriebsrisiko bei Nuklearanlagen bestehende Notwendigkeit, eine angemessene Katastrophenschutzinfrastruktur anbieten zu können. Das Erfordernis, spezielle Ausrüstung und qualifiziertes Personal für nukleare Katastrophen bereitzustellen, ist kostenintensiv. Das gilt z.B. für Feuerwehr, Krankenhäuser und THW.

#### 4.6 Entschädigungszahlungen an Atomkonzerne

Zudem bergen die künftigen Entschädigungszahlungen an Atomkonzerne ein Risiko für eine indirekte staatliche Förderung der Atomenergie.

2010 waren den Atomkraftwerksbetreibern noch zusätzliche Elektrizitätsmengen gewährt worden, welche Investitionsanreize setzten. Wenige Monate später, nach Fukushima, waren diese zusätzlichen Mengen aufgrund des beschlossenen, endgültigen Atomausstiegs wieder entzogen worden (Bundestag 2018b). Das unetliche politische Vorgehen ist demzufolge die Hauptursache dafür, dass nun Entschädigungszahlungen für „frustrierte Investitionen“ gezahlt werden müssen. Unklar ist bisher jedoch, ob und in welcher Höhe überhaupt Investitionen zwischen dem 28. Oktober 2010 und dem 16. März 2011 getätigt wurden, welche tatsächlich einen Ausgleich erfordern würden (BMU o.J.b).

Um zu vermeiden, dass hier indirekte staatliche Förderungen an die Atomkonzerne getätigt werden, ist es essenziell, dass die Unternehmen ihre Verluste konkret nachweisen und die Entschädigungszahlungen dementsprechend festgelegt werden. Ansonsten könnten auch hierbei indirekte staatliche Förderungen der Atomkonzerne geleistet werden.

Die Höhe der Zahlungen ist laut Bundestag (2018b) erst 2023 feststellbar, da diese abhängig von der Entwicklung der Strompreise, den zukünftigen Kosten der Stromerzeugung, sowie den übertragenen Elektrizitätsmengen ist. Allerdings wird derzeit von Entschädigungszahlungen im oberen dreistelligen Millionenbereich ausgegangen (Bundestag 2018b). Der Vattenfall-Konzern reichte zudem eine Klage auf Schadensersatz wegen nutzloser Investitionen in seine Atomkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel von inzwischen mehr als 6 Mrd. EUR vor einem internationalen Schiedsgericht der Weltbankgruppe (ICSID) ein (ntv 2019).

## 5 Politische Handlungsempfehlungen

### 5.1 Atomenergie hat keine Zukunft

In der politischen Diskussion werden derzeit immer wieder Stimmen für eine Laufzeitverlängerung der Atomenergie oder für eine Förderung der sogenannten P&T-Technik laut. Mit welchen Risiken diese beiden Strategien jedoch verbunden wären, wird im Folgenden genauer erläutert. Dabei wird deutlich, dass der Atomausstieg wie geplant umgesetzt werden sollte und der Ausbau und die technische Optimierung bereits vorhandener Technologiesysteme Priorität haben sollte. Insbesondere sollte der Ausbau erneuerbarer Energien vorangetrieben werden und der Fokus der Forschung auf damit kompatiblen Stromnetz- und Speichertechnologien liegen. Eine Laufzeitverlängerung der Atomenergie bzw. die Förderung der P&T-Technik sollte aufgrund der bestehenden Risiken und Unsicherheiten nicht weiterverfolgt werden.

#### 5.1.1 Risiken der P&T-Technik

Als Partitionierung & Transmutation (P&T) bezeichnet man das Heraustrennen (Partitionierung) besonders langlebiger radioaktiver Elemente aus verbrauchten Brennelementen und deren Umwandlung (Transmutation) in Elemente mit wesentlich kürzerer Halbwertszeit. Die mit dieser Technologie verbundene Hoffnung ist, die Endlagerung radioaktiver Abfälle zu verkürzen (Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung 2015).

Die Debatte um solche Technologien ist nicht neu, sondern wird schon seit den 1970er Jahren geführt (Bruno Merk et al. 2019; DIW 2019). Einzelne Tests unter Laborbedingungen verzeichneten Erfolge im kleinen Maßstab. Andere Untersuchungen zeigen jedoch, dass durch eine P&T-Behandlung keine Reduzierung der Anforderungen an ein Endlager erreicht wird. Denn auch im Transmutationsprozess bleiben langlebige Spaltprodukte übrig, welche maßgeblich die langfristig aus der Endlagerung resultierende Strahlenbelastung bestimmen (Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung 2015).

Bis heute gibt es keine Anlage, die demonstriert, dass und wie die Entschärfung größerer Mengen Atom Mülls mit der P&T-Technik tatsächlich möglich ist (Bruno Merk et al. 2019). Gegen eine Weiterverfolgung der Technologie spricht daher insbesondere der finanzielle, zeitliche und logistische Aufwand der weiteren Entwicklung der P&T-Technik – ohne, dass ein Erfolg absehbar ist.

Bei der P&T-Technik handelt es sich nicht um einen einzelnen Prozess, sondern um viele Einzelschritte, die

jeweils spezialisierte Anlagen benötigen. Deshalb müssten verbrauchte Brennstäbe vielfach von einem Ort zum anderen transportiert werden. Insbesondere die notwendige Wiederaufbereitung verbrauchter Brennstäbe und die Partitionierung einzelner radioaktiver Elemente stellt einen aufwändigen und langwierigen Prozess dar. Bei jedem Schritt und Transport müssen höchste Sicherheitsstandards eingehalten werden. Der technische und logistische Aufwand der Technik ist dementsprechend hoch (Bruno Merk et al. 2019; Deutschlandfunk 2018).

Wie viel Zeit und Geld in die Weiterentwicklung der Technik investiert werden müsste, ist dabei vor allem von dem jeweiligen Transmutationsvorgang abhängig. In der Debatte sind insbesondere zwei Varianten von Bedeutung: der „Schnelle Brüter“ und der beschleunigergetriebene Reaktor mit Blei-Bismut-Kühlung – die Förderung der Reaktortypen wurde jedoch bisher aufgrund verschiedener Probleme immer weiter eingestellt.

#### 1. „Schneller Brüter“ (breeder reactor, fast-neutron reactor)

Der „Schnelle Brüter“ wird bereits seit den 70ern diskutiert. Die Reaktoren, die damals in Europa und den USA entwickelt und gebaut wurden – etwa *Superphénix* in Frankreich oder das ehemalige Atomkraftwerk Kalkar in Deutschland – sind jedoch aufgrund hoher Kosten und erheblicher Sicherheitsbedenken nicht mehr in Betrieb. Ein weiterer entscheidender Nachteil an dieser Technologie ist, dass durch sie aus Uran waffenfähiges Plutonium hergestellt werden kann (DIW 2019). Es ist deshalb anzunehmen, dass die erneute Inbetriebnahme eines solchen Reaktors in Deutschland oder der EU auf starken gesellschaftlichen Widerstand stoßen würde. Heute existieren nur noch vereinzelt Anlagen in Russland, Indien und China.

#### 2. Beschleunigergetriebener Reaktor mit Blei-Bismut-Kühlung (accelerator-driven system ADS)

An diesem Reaktortyp wird ebenfalls bereits seit mehreren Jahrzehnten erfolglos geforscht. Noch immer befindet sich der Reaktortyp in der Konzept- und Planungsphase, sodass die Umsetzbarkeit im industriellen Maßstab sehr ungewiss ist (Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung 2015). Im belgischen Mol läuft momentan das internationale Projekt MYRRHA, das die Errichtung einer funktionsfähigen Demonstrationsanlage bis Anfang der 2030er Jahre zum Ziel hat. Die Gesamtkosten des Projekts sollen 1,6 Mrd. EUR betragen. 40 % werden dabei von der belgischen Regierung getragen, der andere Teil wird von der EU sowie der Europäischen Investitionsbank und einzelnen Staaten finanziert (wgn 2018). Auch Deutschland beteiligte sich anfangs an dem Projekt,

stellte die Förderung jedoch nach einer Empfehlung der Endlagerkommission im Jahr 2016 weitestgehend ein (Deutschlandfunk 2018).

Für ein funktionierendes Gesamtsystem, das alle Schritte von der Partitionierung und Wiederaufbereitung bis zur Transmutation umfasst, schätzt Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (2015) die Investitionskosten für Entwicklung und Umsetzung je nach gewähltem Technologiepfad auf etwa 75 bis 400 Mrd. EUR.

Doch selbst bei schneller und erfolgreicher Umsetzung gibt es bisher keine Sicherheit, dass die Technologie die Anforderungen an ein Endlager ändern würden (Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung 2015). Außerdem ist etwa ein Drittel des deutschen hochradioaktiven Mülls bereits für die Endlagerung verglast worden und steht dadurch für eventuelle Bearbeitungsschritte ohnehin nicht mehr zur Verfügung (Deutschlandfunk 2018).

Zusätzlich zum finanziellen, logistischen und zeitlichen Aufwand der Entwicklung und Umsetzung der P&T Technologie würde also nach wie vor auch das Problem der Endlagerung radioaktiver Abfälle bestehen – wenn auch evtl. in geringerem Umfang. In jedem Fall wäre der Bau neuer Reaktoren notwendig, wodurch auch die Möglichkeit der politischen Umsetzung (insbesondere in Deutschland) anzuzweifeln ist.

Daher empfiehlt auch die Endlagerkommission in ihrem Abschlussbericht: „Die Kommission sieht in dieser Technologie unter den in Deutschland geltenden Randbedingungen keine Vorteile für die Endlagerung radioaktiver Abfälle. Daher wird aus heutiger Sicht eine aktive Verfolgung einer P&T-Strategie nicht empfohlen.“ (Bundestag 2016c).

### 5.1.2 Risiken potenzieller Laufzeitverlängerungen

Der Ausstieg aus der Atomenergie bis Ende 2022 in Deutschland ist politisch beschlossen. Auch die Betreiber der deutschen Atomkraftwerke selbst halten eine Laufzeitverlängerung für keine Option mehr und sind nicht bereit, sich auf eine Diskussion darüber einzulassen. Die AKW-Betreiber befinden sich derzeit bereits mitten im Rückbau vieler Anlagen und haben für die übrigen Anlagen den Rückbau bereits von langer Hand geplant (Jakob Schlandt 2019).

Die vereinzelt Stimmen, die sich derzeit wieder für eine Laufzeitverlängerung von Atomkraftanlagen aussprechen (z.B. Moormann/Wendland 2020) spiegeln weder die gesellschaftliche oder politische Mehrheit wieder, noch sind sie Teil einer wirklichen Debatte.

Eine potenzielle Laufzeitverlängerung wäre nicht nur real nicht umsetzbar, sondern würde zudem mehrere Risiken mit sich bringen:

#### 1. Höhere Kosten der Endlagerung

Größere Mengen an Brennelementen würden das weitgehend ungelöste Problem der Endlagerung zusätzlich verschärfen und auch in diesem Bereich zu schwer quantifizierbaren Zusatzkosten führen. Laut dem BfS führt eine Laufzeitverlängerung von zehn Jahren zu ca. 3500 zusätzlichen Tonnen hochradioaktiven Abfalls (BMU 2009). Diese Schätzung ist allerdings nicht auf die aktuelle Situation und die geringere Zahl an AKW übertragbar. Da die Kosten der Endlagerung nicht linear mit einer zusätzlichen Anzahl an Tonnen hochradioaktiven Abfalls steigen würden, ist die Höhe an zusätzlichen Kosten der Endlagerung nicht konkret abschätzbar.

#### 2. Höhere Risiken älterer Reaktoren

Die verbliebenen sechs deutschen AKW haben alle bereits ein hohes Alter von 31 bis 35 Jahren erreicht (Öko Institut e.V. 2011). Die Atomkraftwerke sind technisch auf eine Betriebsdauer von 30 bis 40 Jahren ausgelegt. Ein Weiterbetrieb über diesen Zeitraum hinaus ist mit verschiedenen Risikofaktoren verbunden. Mit der Zeit kommt es zu einer erheblichen Materialbelastung und -ermüdung verschiedener Komponenten eines AKW (wie Reaktordruckbehälter, Sicherheitsbehälter, Kabel, etc.). Für einen Weiterbetrieb müssten einige AKW daher notwendigerweise nachgerüstet werden.

Jedoch altern die Reaktoren auch auf dem technologischen und konzeptionellen Niveau, da eine rückwirkende Umsetzung neuer Technologien und Sicherheitskonzepte nur begrenzt möglich ist (Alain Vincent/Greenpeace 2014). Beispielsweise sind in neueren Anlagen meist vier gleichartige Sicherheitssysteme vorhanden, welche räumlich getrennt und gegen Angriffe von außen geschützt sind. In älteren Anlagen besteht in vielen Fällen keine solche räumliche Trennung – teilweise wurden die Systeme auch miteinander verknüpft (Öko Institut e.V. 2011).

Zusammen mit „weichen“ Faktoren wie veralteten Organisationsstrukturen und dem Verlust von Know-how, beispielsweise durch in den Ruhestand gehenden Mitarbeiter\*innen, führen diese Faktoren dazu, dass das Sicherheitsniveau älterer Reaktoren nach modernen Standards zunehmend unzureichend wird (Alain Vincent/Greenpeace 2014).

Ein typisches Problem veralteter AKW stellt beispielsweise der schwache Schutz gegen Naturkatastrophen dar. Zum Zeitpunkt ihrer Konstruktion waren extreme Wetterbedingungen, welche aufgrund des Klimawandels nun

ein reales Szenario darstellen, noch keine Gefahr (Alain Vincent/Greenpeace 2014).

Allein aus Sicherheitsgründen wäre demnach der Weiterbetrieb der verbleibenden AKW in Deutschland nur noch wenige Jahre möglich. Letztendlich ist jedoch auch bereits das heute bestehende Risiko eines nuklearen Unfalls ein ausschlaggebendes Argument gegen Überlegungen einer Laufzeitverlängerung.

### 3. Behinderung des Ausbaus erneuerbarer Energien

Ein längerer Betrieb der deutschen AKW könnte die Energiewende zusätzlich erschweren. Atomkraftwerke sind auf den Dauerbetrieb ausgelegt und können nicht flexibel hoch- und heruntergefahren werden. Dadurch sind sie nicht kompatibel mit den erneuerbaren Energiequellen, die wetter- und tageszeitenbedingten Schwankungen unterliegen. Solange die Kraftwerksstruktur in Deutschland auf jene Formen von schlecht regelbarer Dauerstromerzeugung ausgelegt ist, werden fluktuierende erneuerbare Energien in ihrer Verbreitung eingeschränkt (BMU 2009). So müssen beispielsweise bei hoher Windkraftproduktion immer wieder Windkraftanlagen vom Netz genommen werden, um dieses nicht zu überlasten, während Atom- und Kohlekraftwerke weiterlaufen. Dies hemmt den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien sowie eine damit verbundene flexible Speicherinfrastruktur und verursacht auch Kosten, da die Betreiber abgeregelter erneuerbarer Energien-Anlagen trotzdem vergütet werden müssen. Diese Zahlungen nach §15 EEG beliefen sich im Jahr 2018 auf rund 718,8 Mio. EUR (Bundesnetzagentur 2019).

Die Kosten von Windkraft- und PV-Anlagen sind seit Anfang der 2000er rapide gefallen und sinken weiterhin. Windkraftanlagen an Land und PV-Freiflächenanlagen sind in Deutschland mittlerweile die günstigsten Formen der Stromerzeugung (Fraunhofer ISE 2018). Im Gegensatz dazu ist bei Atomkraftwerken seit den 1960er Jahren keine Kostendegression festzustellen. Vielmehr war und ist der Bau und Betrieb von Atomreaktoren stets von hohen staatlichen Subventionen abhängig und nicht rentabel (DIW 2019). Ein Weiterbetrieb oder gar der Neubau von AKW wäre deshalb auch aus ökonomischer Sicht nicht sinnvoll – vor allem, wenn dies in Konkurrenz zum Ausbau der erneuerbaren Energien geschieht. Die derzeitigen Forderungen nach einer Laufzeitverlängerung für Atomkraftwerke lassen außer Acht, dass diese (vor allem im Zusammenhang mit dem sog. „Solardeckel“ und der aktuellen Diskussion um Abstandsregelungen für Windkraftanlagen an Land) Investitionen in erneuerbare Energien erheblich verringern könnte und deren ohnehin stockenden Ausbau weiter verlangsamen würde.

Atomkraft stellt demnach keine „Brückentechnologie“ hin zu einer erfolgreichen Energiewende dar, sondern

verteuert und verlangsamt den Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern, die langfristig die ökologisch wie ökonomisch beste Option darstellen.

## 5.2 Weiterer politischer Handlungsbedarf

Auch wenn der Atomausstieg wie geplant 2022 vollzogen wird, besteht in einigen Punkten noch akuter Handlungsbedarf.

So sollte die Förderung der Atomenergie nicht nur innerhalb Deutschland beendet werden, sondern es sollten auch keine staatlichen Förderungen mehr im Ausland stattfinden. Dem Wunsch nach der Wiedererlaubnis von Hermes-Bürgschaften im Ausland (von Seiten des Bundeswirtschaftsministeriums, Teilen der CDU/CSU-Bundestagsfraktion und dem Interessenverband Kernenergie Deutschland, siehe Kapitel A.4) sollte die Bundesregierung nicht nachgeben. Auch die staatlichen Förderungen im Rahmen von EURATOM gilt es neu zu verhandeln.

Wie die Studie zeigt, hat Atomenergie über viele Jahrzehnte von hohen staatlichen Förderungen profitiert. Trotzdem mussten die Betreiber der Atomkraftwerke sich bisher kaum an den Folgekosten beteiligen. Während es das EU ETS für CO<sub>2</sub>-Emissionen gibt, welches zumindest ansatzweise die Folgekosten der fossilen Stromerzeugung adressiert, fehlt ein solches System der Einpreisung von Risiken und Folgekosten der Atomenergie vollkommen. Einen Ansatz dafür stellte die Kernbrennstoffsteuer dar, welche von 2011 bis Ende 2016 erhoben wurde. Allerdings wurde diese rückwirkend als unvereinbar mit dem Grundgesetz erklärt, und die bis dahin eingegangenen Steuereinnahmen wurden an die Kraftwerksbetreiber zurückgezahlt.

Zudem sollte auch auf internationaler Ebene die Haftung der Atomenergiewirtschaft bei Verschulden von Schäden verbessert werden. Denn einige europäische Nachbarländer verlängern die Laufzeiten auch alter Reaktoren oder bauen neue Atomkraftwerke – was nach wie vor das Risiko eines Nuklearunfalls bis hin zu einem nuklearen Katastrophenfall birgt.

Die bestehenden internationalen Nuklearhaftungssysteme schaffen keine solide Haftungsgrundlage, sondern schränken die Haftung der Verursacherstaaten vielmehr ein. Deutschland hat im Vergleich mit den europäischen Nachbarstaaten noch die weitreichendsten Anforderungen an die Haftung und Deckungsvorsorge der Atomkraftwerksbetreiber (unbegrenzte Haftung, 2,5 Mrd. EUR Deckungsvorsorge). Die deutschen Nachbarländer mit AKW liegen weit dahinter zurück (siehe FÖS (2017b)).

Die zu erwartenden Kosten eines nuklearen Unfalls (dreistelliger Milliardenbereich) sind um ein Vielfaches

höher als die Haftungs- und Deckungsvorsorge europäischer Nachbarstaaten (dreistelliger Millionenbereich). Die aktuell geltenden internationalen Haftungsübereinkommen von Paris/Brüssel und Wien erfordern Deckungsvorsorgen von maximal ca. 381 Mio. EUR. Die Abschätzungen der Schadenshöhe eines nuklearen Katastrophenfalls liegen grob zwischen rund 100-400 Mrd. EUR. Damit übersteigen die zu erwartenden Kosten die erforderliche Mindest-Deckungsvorsorge um rund das 250-1.000-fache. Selbst die höchste geforderte Deckungsvorsorge in Belgien, den Niederlanden und der Schweiz beträgt nur rund 1 Mrd. EUR und würde somit nur rund ein Hundertstel der zu erwartenden Kosten decken. Zudem ist in allen Ländern außer Deutschland und der Schweiz die Haftung der Kraftwerksbetreiber begrenzt, in den meisten Fällen in Höhe des Deckungsvorsorgebetrags (siehe FÖS (2017b)).

Daraus leitet sich konkreter politischer Handlungsbedarf ab: Der Mindestbetrag für die Haftungshöchstgrenze und die erforderliche Deckungsvorsorge der AKW-Betreiber sollten im Rahmen internationaler Atomhaf-

tungsübereinkommen dringend angehoben werden. Staatliche Mittel sollten lediglich subsidiär eingesetzt werden, um zur Not fehlende finanzielle Sicherheiten des AKW-Inhabers auszugleichen. Außerdem sollte auf EU-Ebene ein einheitliches, unionsrechtliches Atomhaftungsrecht eingeführt werden. Falls dies bis zum Atomausstieg 2022 nicht umsetzbar ist, sollte Deutschland aus den Pariser Übereinkommen und dem Brüsseler Zusatzabkommen austreten. Dabei könnte sich Deutschland an Österreich als atomkraftfreies Land orientieren. Österreich ist kein Vertragsstaat in einem der beiden internationalen Haftungsübereinkommen. So können dort Ersatzansprüche sowohl an den AKW-Betreibenden als auch an andere Beteiligten, zum Beispiel den Erbauer der Anlage oder den Hersteller von Reaktoren, gestellt werden. Deutschland könnte gemeinsam mit Österreich und weiteren atomkraftfreien Ländern ein eigenes Übereinkommen ins Leben rufen, um die Nachteile der bestehenden Abkommen zu kompensieren (siehe hierzu auch FÖS (2017b)).

## LITERATURVERZEICHNIS

Abele, J. (2000): Kernkraft in der DDR. Abrufbar unter: [http://www.hait.tu-dresden.de/dok/bst/Heft\\_26\\_Abele.pdf](http://www.hait.tu-dresden.de/dok/bst/Heft_26_Abele.pdf). Letzter Zugriff am: 13.5.2020.

AEE (2010): Kosten und Preise für Strom - Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich. Abrufbar unter: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/26\\_Renews\\_Spezial\\_Kosten\\_und\\_Preise\\_fuer\\_Strom\\_feb10\\_online.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/26_Renews_Spezial_Kosten_und_Preise_fuer_Strom_feb10_online.pdf). Letzter Zugriff am: 29.10.2015.

Agora Energiewende (2020): Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2019. Abrufbar unter: [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2019/Jahresauswertung\\_2019/171\\_A-EW\\_Jahresauswertung\\_2019\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2019/Jahresauswertung_2019/171_A-EW_Jahresauswertung_2019_WEB.pdf). Letzter Zugriff am: 29.1.2020.

Alain Vincent, Greenpeace (2014): Lifetime extension of ageing nuclear power plants: Entering a new era of risk. Abrufbar unter: [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/lifetime\\_extension\\_of\\_ageing\\_nuclear\\_power\\_plants.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/lifetime_extension_of_ageing_nuclear_power_plants.pdf). Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

Anke Michel/rbb24 Forschungsreaktor-Rückbau kostet 240 Millionen Euro. Abrufbar unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2019/12/berlin-wannsee-rueckbau-forschungsreaktor-240-millionen-euro.html>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Arnulf Baring (2009): Geschichte eines Realitätsverlusts. Abrufbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kernenergie-geschichte-eines-realitaetsverlusts-1829454.html>. Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

Baum, A. (2016): Energiegeschenk vom sowjetischen Bruder. Abrufbar unter: [https://www.deutschlandfunk.de/erster-ddr-atommeiler-energiegeschenk-vom-sowjetischen.871.de.html?dram:article\\_id=353572](https://www.deutschlandfunk.de/erster-ddr-atommeiler-energiegeschenk-vom-sowjetischen.871.de.html?dram:article_id=353572). Letzter Zugriff am: 8.6.2020.

BfS (2014a): Kosten und Kostenverteilung des Endlagerprojekts Schacht Konrad. Abrufbar unter: [http://www.endlager-konrad.de/nn\\_1914/DE/2\\_\\_Umbau/Kosten/\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.endlager-konrad.de/nn_1914/DE/2__Umbau/Kosten/_node.html?__nnn=true). Letzter Zugriff am: 28.11.2014.

BfS (2014b): Die endgelagerten radioaktiven Abfälle. Abrufbar unter: [http://www.bfs.de/de/endlager/endlager\\_morsleben/morsleben\\_einstieg/Die\\_endgelagerten\\_radioaktiven\\_Abfaelle](http://www.bfs.de/de/endlager/endlager_morsleben/morsleben_einstieg/Die_endgelagerten_radioaktiven_Abfaelle). Letzter Zugriff am: 28.11.2014.

BfS (2016): Kosten und Kostenverteilung des Endlagerprojekts Schacht Konrad. Abrufbar unter: <http://www.bfs.de/Konrad/DE/themen/umbau/kosten/kosten.html>. Letzter Zugriff am: 10.4.2017.

BGE Stilllegung des Endlagers Morsleben. Abrufbar unter: <https://www.bge.de/de/morsleben/kurzinformationen/stilllegung-des-endlagers-morsleben/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Björn Finke (2019): Deutschlands EU-Beitrag soll um 8,5 Milliarden Euro steigen. Artikel vom: Süddeutsche Zeitung. Abrufbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/eu-beitrag-deutschland-1.4668581>. Letzter Zugriff am: 16.4.2020.

BMBF (2018): Bundesbericht Forschung und Innovation 2018. Abrufbar unter: [https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/Publikation-bufi\\_2018\\_Hauptband\\_barrierefrei.pdf](https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/Publikation-bufi_2018_Hauptband_barrierefrei.pdf). Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

BMF (2016): Haushaltsplan 2017. Abrufbar unter: [https://www.bundeshaushalt-info.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content\\_de/dokumente/2017/soll/Gesamt\\_Haushalt\\_2017\\_mit\\_HG.pdf](https://www.bundeshaushalt-info.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2017/soll/Gesamt_Haushalt_2017_mit_HG.pdf). Letzter Zugriff am: 7.4.2017.

BMF (2019): Ergebnis der Steuerschätzung November 2019. Abrufbar unter: [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Steuerschaetzungen\\_und\\_Steuererinnahmen/Steuerschaetzung/2019-10-30-ergebnisse-156-sitzung-steuerschaetzung-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Steuerschaetzungen_und_Steuererinnahmen/Steuerschaetzung/2019-10-30-ergebnisse-156-sitzung-steuerschaetzung-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2). Letzter Zugriff am: 3.3.2020.

BMU (o.J.b): Urteil zum Atomausstieg. Abrufbar unter: [www.bmu.de/FQ80](http://www.bmu.de/FQ80). Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

BMU (o.J.a): Fragen und Antworten zur Errichtung des Endlagers Konrad. Abrufbar unter: [www.bmu.de/WS4781](http://www.bmu.de/WS4781). Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

BMU (2009): Hindernis Atomkraft. Die Auswirkungen einer Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke auf erneuerbare Energien. Abrufbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund\\_atomkraft.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_atomkraft.pdf). Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

BMU (2014): Grundlagen der Endlagerprojekte. Abrufbar unter: <https://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/endlagerprojekte/kurzinfo/#c21853>. Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

BMU (2019a): Bundshaushaltsplan 2020 - Einzelplan 16. Abrufbar unter: [https://www.bundshaushalt.de/fileadmin/de.bundshaushalt/content\\_de/dokumente/2020/soll/epl16.pdf](https://www.bundshaushalt.de/fileadmin/de.bundshaushalt/content_de/dokumente/2020/soll/epl16.pdf). Letzter Zugriff am: 3.3.2020.

BMU (2019b): Haushalts-Querschnitt zum BMU-Haushalt 2020 und zum Finanzplan bis 2023 – Einzelplan 16 –. Abrufbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Ministerium/gruenes\\_buch\\_2020\\_komplett\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ministerium/gruenes_buch_2020_komplett_bf.pdf). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

BMUB (2012): Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM). Abrufbar unter: <http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/endlagerprojekte/endlager-morsleben/>. Letzter Zugriff am: 28.11.2014.

BMWi (2014a): Gabriel: Keine Hermesdeckungen mehr für Nuklearanlagen im Ausland. BMWi Pressemitteilung vom 12.06.2014. Abrufbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=642020.html>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

BMWi (2014b): Haushaltsplan 2015. Abrufbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/020/1802000.pdf>. Letzter Zugriff am: 26.11.2014.

BMWi (2020): Finanzierung des Kernenergieausstiegs. Abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/kernenergie-stilllegung-rueckbau-kernkraftwerke.html>. Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

Bodo Linscheidt (1999): Nachhaltiger technologischer Wandel aus Sicht der Evolutorischen Ökonomik – staatliche Steuerung zwischen Anmaßung von Wissen und drohender Entwicklungsfalle. Köln.

Bruno Merk et al. (2019): The Current Status of Partitioning & Transmutation and How to Develop a Vision for Nuclear Waste Management. Abrufbar unter: <https://livrepository.liverpool.ac.uk/3047228/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bund, Sachsen (2003): Verwaltungsabkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen zu den sächsischen Wismut-Altstandorten. Abrufbar unter: <http://www.wismut.de/de/download.php?download=Verwaltungsabkommen.pdf>. Letzter Zugriff am: 22.8.2017.

Bund, Sachsen (2013): Ergänzendes Verwaltungsabkommen zum Verwaltungsabkommen vom 5. September 2003 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen zu den sächsischen Wismut-Altstandorten. Abrufbar unter: <http://www.wismut.de/de/download.php?download=Ergaenzendes-Verwaltungsabkommen.pdf>. Letzter Zugriff am: 22.8.2017.

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (2020): Monatsmeldung Dezember 2019 - erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen. Abrufbar unter: <https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/berichte/kt/elektrizitaetsmenge-2019-12.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) (o.J.): Standortauswahlverfahren. Abrufbar unter: <https://www.bge.de/endlagersuche/standortauswahlverfahren/>. Letzter Zugriff am: 16.4.2020.

Bundesnetzagentur (2019): EEG in Zahlen 2018 - Inhaltsverzeichnis. Abrufbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEGinZahlen\\_2018\\_BF.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEGinZahlen_2018_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=2). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundesrechnungshof (2019): 2019 Bericht - Projekt Asse II. Abrufbar unter: <https://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/produkte/beratungsberichte/2019/2019-bericht-projekt-asse-ii>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundesregierung (1990): D-Mark wird Zahlungsmittel in der DDR. Abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/d-mark-wird-zahlungsmittel-in-der-ddr-353940>. Letzter Zugriff am: 13.5.2020.

Bundesregierung (2003): 19. Subventionsbericht der Bundesregierung für die Jahre 2001 bis 2004. Abrufbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/15/016/1501635.pdf>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

Bundesregierung (2006a): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Angelika Brunkhorst, Michael Kauch, Horst Meierhofer, weiterer Abgeordneter und Fraktion der FDP – Drucksache 16/904 – Bewertung und Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl. Abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/16/012/1601205.pdf>. Letzter Zugriff am: 5.12.2014.

Bundesregierung (2006b): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dorothee Menzner, Hans-Kurt Hill, EvaBulling-Schröter, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE.– Drucksache 16/421 –. Abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/16/005/1600554.pdf>. Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

Bundesregierung (2008): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Ulla Lötzer, Hans-Kurt Hill, Dr. Barbara Höll, Dr. Axel Troost und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 16/9935 – Volkswirtschaftliche Kosten der Atomenergie. Abrufbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/16/100/1610077.pdf>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

Bundesregierung (2011): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Niema Movassat, Dr. Dietmar Bartsch, Jan van Aken, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 17/5277 – Förderung der Kernenergie im Ausland durch Her-

mesbürgschaften der Bundesregierung. Abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/055/1705532.pdf>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

Bundesregierung (2014): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Jürgen Trittin, Omid Nouripour, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/691 – Zum deutsch-brasilianischen Atomabkommen und anderen Atomabkommen und zur staatlichen Förderung von Atomexporten. Abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/009/1800968.pdf>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

Bundesregierung (2016): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Bärbel Höhn, Annalena Baerbock, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN - Drucksache 18/7790. Abrufbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/079/1807996.pdf>. Letzter Zugriff am: 22.4.2020.

Bundesregierung und Freistaat Sachsen (2019): Zweites Ergänzendes Verwaltungsabkommen zum Verwaltungsabkommen vom 5. September 2003. Abrufbar unter: <https://www.wismut.de/de/download.php%3Fdownload%3DZweites%2BErg%25C3%25A4nzendes%2BVerwaltungsabkommen%2B2021-2035.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundestag (1997): Kleine Anfrage der Abgeordneten Gila Altmann (Aurich), Ursula Schönberger, Helmut-Wilhelm (Amberg), Elisabeth Altmann (Pommelsbrunn), Angelika Beer, Amke-Dietert-Scheuer, Ulrike Höfken, Michaelae Hustedt, Steffi Lemke, Egbert Nitsch-(Rendsburg), Albert Schmidt (Hitzhofen), Christian Sterzing und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Abrufbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/13/072/1307248.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundestag (2016a): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2017 (Haushaltsgesetz 2017). Abrufbar unter: [https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content\\_de/dokumente/2017/soll/Gesamt\\_Haushalt\\_2017\\_mit\\_HG.pdf](https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2017/soll/Gesamt_Haushalt_2017_mit_HG.pdf). Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

Bundestag (2016b): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Annalena Baerbock, Uwe Kekeritz, Katharina Dröge, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/7751 –. Abrufbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/079/1807994.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Bundestag (2016c): Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Abrufbar unter: [https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/bb37b21b8e1e7e049ace5db6b2f949b2/drs\\_268-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/bb37b21b8e1e7e049ace5db6b2f949b2/drs_268-data.pdf). Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

Bundestag (2017): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2018 (Haushaltsgesetz 2018). Abrufbar unter: [https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content\\_de/dokumente/2018/soll/Bundeshaushaltsplan-2018-Haushaltsgesetz-2018.pdf](https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2018/soll/Bundeshaushaltsplan-2018-Haushaltsgesetz-2018.pdf). Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

Bundestag (2018a): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2019 (Haushaltsgesetz 2019). Abrufbar unter: [https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content\\_de/dokumente/2019/soll/Haushaltsgesetz\\_2019\\_Bundeshaushalt\\_splan\\_Gesamt.pdf](https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2019/soll/Haushaltsgesetz_2019_Bundeshaushalt_splan_Gesamt.pdf). Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

Bundestag (2018b): Regelung zur Entschädigung von Atomkraftwerksbetreibern. Abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2018/kw23-de-atomgesetz-557860>. Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

Bundestag (2019): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2020 (Haushaltsgesetz 2020). Abrufbar unter: [https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content\\_de/dokumente/2020/soll/Epl\\_Gesamt\\_mit\\_HG\\_und\\_Vorspann.pdf](https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2020/soll/Epl_Gesamt_mit_HG_und_Vorspann.pdf). Letzter Zugriff am: 3.3.2020.

BVerfG (2017): Kernbrennstoffsteuer mit dem Grundgesetz unvereinbar und nichtig. Pressemitteilung Nr. 42/2017 vom 07. Juni 2017. Abrufbar unter: <http://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2017/bvg17-042.html>. Letzter Zugriff am: 7.6.2017.

DEHSt (2020): Auktionierung - Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht: Viertes Quartal 2019. Abrufbar unter: [https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/versteigerung/2019/2019\\_Quartal\\_04.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/versteigerung/2019/2019_Quartal_04.pdf?__blob=publicationFile&v=2). Letzter Zugriff am: 9.3.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1956): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1956 (Haushaltsgesetz 1956). Abrufbar unter: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl256s0830.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl256s0830.pdf%27%5D\\_\\_1595594854236](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl256s0830.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl256s0830.pdf%27%5D__1595594854236). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1957): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1957 (Haushaltsgesetz 1957). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5B@attr\\_id=%27bgbl257s0509.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl257s0509.pdf%27%5D\\_\\_1595423170769](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5B@attr_id=%27bgbl257s0509.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl257s0509.pdf%27%5D__1595423170769). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1958): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1958 (Haushaltsgesetz 1958). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl258s0234.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl258s0234.pdf%27%5D\\_\\_1595423458700](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl258s0234.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl258s0234.pdf%27%5D__1595423458700). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1959): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1959 (Haushaltsgesetz 1959). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl259s0793.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl259s0793.pdf%27%5D\\_\\_1595425015198](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl259s0793.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl259s0793.pdf%27%5D__1595425015198). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1960): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1960 (Haushaltsgesetz 1960). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl260027.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl260027.pdf%27%5D\\_\\_1595427941333](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl260027.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl260027.pdf%27%5D__1595427941333). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1961): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1961 (Haushaltsgesetz 1961). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl261s0357.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl261s0357.pdf%27%5D\\_\\_1595428208438](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl261s0357.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl261s0357.pdf%27%5D__1595428208438). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Der Bundesminister der Justiz (1962): Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1962 (Haushaltsgesetz 1962). Abrufbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5B@attr\\_id=%27bgbl262s0469.pdf%27%5D#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl262s0469.pdf%27%5D\\_\\_1595428442778](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5B@attr_id=%27bgbl262s0469.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl262s0469.pdf%27%5D__1595428442778). Letzter Zugriff am: 24.7.2020.

Deutsche Bundesbank (2020): Zeitreihe BBK01.WU046A: REX Performanceindex / Basis: Ultimo 1987 = 100 / Monatsendstand. Abrufbar unter: <https://www.bundesbank.de/dynamic/action/de/statistiken/zeitreihen-datenbanken/zeitreihen-datenbank/723452/723452?tsId=BBK01.WU046A&statisticType=BBK ITS&tsTab=0>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Deutscher Bundestag (2010): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Bärbel Höhn, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/Die Grünen - Drucksache 17/2824. Abrufbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/029/1702988.pdf>. Letzter Zugriff am: 12.6.2020.

Deutscher Bundestag (2019): Einzelfragen zur finanziellen Förderung der Kernenergie durch die Europäische Atomgemeinschaft bzw. die Europäische Union. Aktualisierung des Sachstandes WD 4 – 3000 – 101/16. Abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/627326/c7a61cda894884f186826f2e5a4cc64f/WD-4-005-19-pdf-data.pdf>. Letzter Zugriff am: 18.9.2019.

Deutschlandfunk (2018): Die Verharmlosung des Atommülls. Abrufbar unter: [https://www.deutschlandfunk.de/ueber-transmutation-die-verharmlosung-des-atommueills.740.de.html?dram:article\\_id=418338](https://www.deutschlandfunk.de/ueber-transmutation-die-verharmlosung-des-atommueills.740.de.html?dram:article_id=418338). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

DIW (2007a): Abschlussbericht zum Vorhaben „Fachgespräch zur Bestandsaufnahme und methodischen Bewertung vorliegender Ansätze zur Quantifizierung der Förderung erneuerbarer Energien im Vergleich zur Förderung der Atomenergie in Deutschland“. Berlin.

DIW (2007b): Abschlussbericht zum Vorhaben „Fachgespräch zur Bestandsaufnahme und methodischen Bewertung vorliegender Ansätze zur Quantifizierung der Förderung erneuerbarer Energien im Vergleich zur Förderung der Atomenergie in Deutschland“. Abrufbar unter: <http://buchwald-b.de/downloads/gutachtendiwfrontal21.pdf>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

DIW (2019): Zu teuer und gefährlich: Atomkraft ist keine Option für eine klimafreundliche Energieversorgung. Abrufbar unter: [https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_01.c.670481.de](https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.670481.de). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

DIW Econ (2015): Endlagerung radioaktiver Abfälle. Abrufbar unter: [https://diw-econ.de/wp-content/uploads/2015/11/EndlagerungRadioaktiveAbfaelle\\_Ziehm.pdf](https://diw-econ.de/wp-content/uploads/2015/11/EndlagerungRadioaktiveAbfaelle_Ziehm.pdf). Letzter Zugriff am: 30.3.2020.

EnBW (2020): Was kostete das gesamte Projekt?. Abrufbar unter: <https://www.enbw.com/castortransport/fragen-und-antworten-zum-castor-transport/transportkosten.html>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

EU KOM (2011): Kommission sagt 110 Mio. EUR für Sicherungsarbeiten in Tschernobyl zu. Abrufbar unter: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-11-485\\_de.htm?locale=en](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-485_de.htm?locale=en). Letzter Zugriff am: 8.12.2014.

EU KOM (2015): Finanzbericht für das Haushaltsjahr 2015. Abrufbar unter: [http://ec.europa.eu/budget/financialreport/2015/lib/financial\\_report\\_2015\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/budget/financialreport/2015/lib/financial_report_2015_en.pdf). Letzter Zugriff am: 7.4.2017.

EU KOM (2016): Haushaltsvoranschlag der Europäischen Kommission für das Haushaltsjahr 2016 (Vorbereitung des Haushaltsentwurfs für 2016). Abrufbar unter: [http://ec.europa.eu/budget/library/biblio/documents/2016/DB/DB2016\\_WD0\\_SoE\\_final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/budget/library/biblio/documents/2016/DB/DB2016_WD0_SoE_final_en.pdf). Letzter Zugriff am: 7.4.2017.

EU KOM (2017): EU-Beitrag zum reformierten ITER-Projekt. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=COM%3A2017%3A319%3AFIN>. Letzter Zugriff am: 7.5.2020.

EU KOM (2018): EU-Haushalt: 100 Milliarden Euro für Forschung und Innovation. Abrufbar unter: [https://ec.europa.eu/germany/news/20180607-forschung-und-innovation\\_de](https://ec.europa.eu/germany/news/20180607-forschung-und-innovation_de). Letzter Zugriff am: 16.4.2020.

EU KOM (2019): ENTWURF des Gesamthaushaltsplans der Europäischen Union für das Haushaltsjahr 2020 - Einzelplan III Kommission. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/budget/data/DB/2020/de/SEC03.pdf>. Letzter Zugriff am: 3.3.2020.

EU Rat (2012): Beschluss des Rates vom 19. Dezember 2011 über das Rahmenprogramm der Europäischen Atomgemeinschaft für Forschungs- und Ausbildungsmaßnahmen im Nuklearbereich (2012-2013). Abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012D0093&rid=1>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

EU Rat (2013): Beschluss des Rates vom 3. Dezember 2013 über das Spezifische Programm zur Durchführung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ (2014-2020) und zur Aufhebung der Beschlüsse 2006/971/EG, 2006/972/EG, 2006/973/EG, 2006/974/EG und 2006/975/EG. Abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0743&qid=1413300079434&from=DE>. Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

EU Rat (2018): VERORDNUNG (Euratom) 2018/1563. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1563&from=EN>. Letzter Zugriff am: 18.9.2019.

Europäische Kommission (2018): COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 14.12.2018 on the financing of indirect actions within the framework of Council Regulation (Euratom) No 2018/1563 and on the adoption of the work programme for 2019-2020. Abrufbar unter: [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/euratom/h2020-wp1920-euratom\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/euratom/h2020-wp1920-euratom_en.pdf). Letzter Zugriff am: 20.9.2019.

Europäisches Parlament (o.J.): Römische Verträge (EWG). Abrufbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/de/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-rome>. Letzter Zugriff am: 20.7.2020.

FÖS (2010): Staatliche Förderungen der Atomenergie. Berlin.

FÖS (2011): Was Strom wirklich kostet. Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von Atom, Kohle und erneuerbaren Energien. Berlin.

FÖS (2012a): Was Strom wirklich kostet. Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten konventioneller und erneuerbarer Energien. Abrufbar unter: [http://www.foes.de/pdf/2012-08-Was\\_Strom\\_wirklich\\_kostet\\_lang.pdf](http://www.foes.de/pdf/2012-08-Was_Strom_wirklich_kostet_lang.pdf). Letzter Zugriff am: 18.11.2013.

FÖS (2012b): Rückstellungen für Stilllegung/Rückbau und Entsorgung im Atombereich - Thesen und Empfehlungen zu Reformoptionen. Abrufbar unter: <http://www.foes.de/pdf/2012-FOES-Rueckstellungen-Atom.pdf>. Letzter Zugriff am: 5.9.2014.

FÖS (2012c): Externe Kosten der Atomenergie und Reformvorschläge zum Atomhaftungsrecht - Hintergrundpapier zur Dokumentation von Annahmen, Methoden und Ergebnissen. Berlin.

FÖS (2014): Atomrückstellungen für Stilllegung, Rückbau und Entsorgung - Kostenrisiken und Reformvorschläge für eine verursacherrechte Finanzierung. Abrufbar unter: [http://www.foes.de/pdf/2014-09\\_FOES\\_Atomrueckstellungen.pdf](http://www.foes.de/pdf/2014-09_FOES_Atomrueckstellungen.pdf). Letzter Zugriff am: 9.12.2014.

FÖS (2015): Was Strom wirklich kostet: Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von konventionellen und erneuerbaren Energien. Langfassung. Abrufbar unter: <http://www.foes.de/pdf/2015-01-Was-Strom-wirklich-kostet-lang.pdf>. Letzter Zugriff am: 18.9.2019.

FÖS (2017a): Was Strom wirklich kostet: Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von konventionellen und erneuerbaren Energien. Langfassung.

FÖS (2017b): Nukleare Haftungs- und Deckungsvorsorge. Abrufbar unter: <https://foes.de/pdf/2017-04-FOES-Kurzanalyse-Atomhaftung.pdf>. Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

FÖS (2019): Staatliche Ausgaben für Euratom. Abrufbar unter: [https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/pressematerial/Hinkley\\_Point/2019-10-FOES-Ausgaben-Euratom\\_FINAL.pdf](https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/pressematerial/Hinkley_Point/2019-10-FOES-Ausgaben-Euratom_FINAL.pdf). Letzter Zugriff am: 5.3.2020.

Fountain, H. (2017): On Nuclear Waste, Finland Shows U.A. How It Can Be Done. Artikel vom: The New York Times.

Fraunhofer ISE (2018): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien: März 2018. Abrufbar unter: [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2018\\_ISE\\_Studie\\_Stromgestehungskosten\\_Erneuerbare\\_Energien.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2018_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf). Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

Friedrich August von Hayek (1969): Freiburger Studien. Tübingen.

Fritzsche, B., Hummel, M., Jüttemeier, K.-H., Stille, F., Weilepp, M. (1988): Subventionen: Probleme der Abgrenzung und Erfassung: Eine Gemeinschaftspublikation der an der Strukturberichterstattung beteiligten Institute. München.

Hansmeyer, K.-H. (1977): Transferzahlungen an Unternehmen (Subventionen). Tübingen.

Helfried Liebsch (2009): Buchvorstellung am 8. 7. 2009 im Energieforum in Berlin. Rheinsberg – Ein Kapitel deutscher Kraftwerksgeschichte. Berlin.

Helmholtz Zentrum Berlin (2020): Der Forschungsreaktor BER II 1973 bis 2019 Rückblende und Ausblick. Abrufbar unter: <https://www.helmholtz-berlin.de/media/media/quellen/neutrons/hzb-broschuere-ber-ii-web.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Hochland Kurier (2020): Beendigung der nuklearen Altlastensanierung in Rossendorf. Abrufbar unter: [https://www.vkta.de/wp/wp-content/uploads/2020/01/HK\\_Ausgabe-01\\_2020\\_Seite-23.pdf](https://www.vkta.de/wp/wp-content/uploads/2020/01/HK_Ausgabe-01_2020_Seite-23.pdf). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Horlamus, W. (1994): Die Kernenergiewirtschaft der DDR: Von ihren Anfängen bis zur Abschaltung der Reaktoren im Kernkraftwerk Nord.

Jakob Schlandt (2019): „Die Nutzung der Kernenergie hat sich erledigt“. Artikel vom: Tagesspiegel. Berlin.

Joachim Radkau (1983): Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975. Hamburg.

Josephine Schulz (2019): Atommüll-Entsorgung, Staatsfonds macht Verluste. Artikel vom: Deutschlandfunk. Abrufbar unter: [https://www.deutschlandfunk.de/atommuell-entsorgung-staatsfonds-macht-verluste.769.de.html?dram:article\\_id=454601](https://www.deutschlandfunk.de/atommuell-entsorgung-staatsfonds-macht-verluste.769.de.html?dram:article_id=454601). Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

Jürgen Trittin (2009): Die Realitäten der Atomenergie. Abrufbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/essay-juergen-trittin-die-realitaeten-der-atomenergie-1831478.html>. Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

KTE (2020): Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe WAK. Abrufbar unter: <https://www.kte-karlsruhe.de/projekte/wiederaufarbeitungsanlage-karlsruhe/?L=994>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Martina Rathke (2016): Rückbau DDR-Atommeiler viel teurer. Artikel vom: Norddeutsche Neueste Nachrichten. Abrufbar unter: <http://www.nnn.de/regionales/mecklenburg-vorpommern/rueckbau-ddr-atommeiler-viel-teurer-id14515501.html>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Matthias Jauch (2019): Gibt es bald wieder staatliche Garantien für Atomexporte?. Artikel vom: Tagesspiegel. Abrufbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/politik/gedankenspiele-im-wirtschaftsministerium-gibt-es-bald-wieder-staatliche-garantien-fuer-atomexporte/24322356.html>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

MDR (2016): Wismut-Altlasten. Sanierung kostet eine Milliarde mehr. Abrufbar unter: <http://www.mdr.de/sachsen/chemnitz/wismutsanierung-wird-teurer-100.html>. Letzter Zugriff am: 12.6.2017.

MDR (2019): Schutzhülle in Tschernobyl offiziell in Betrieb. Abrufbar unter: <https://www.mdr.de/nachrichten/osteuropa/politik/tschernobyl-schutzhuelle-100.html>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Meyer, B. (2006): Subventionen und Regelungen mit subventionsähnlichen Wirkungen im Energiebereich. München.

Ministerium für Finanzen BW (2016): Staatshaushaltsplan für 2017. Abrufbar unter: <https://www.statistik-bw.de/shp/2017/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Ministerium für Finanzen BW (2017): Staatshaushaltsplan für 2018/2019. Abrufbar unter: <https://www.statistik-bw.de/shp/2018-19/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Ministerium für Finanzen BW (2019): Staatshaushaltsplan für 2020/2021. Abrufbar unter: <https://www.statistik-bw.de/shp/2020-21/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Moormann, R./Wendland, A. V. (2020): Stoppt den Atomausstieg!. Abrufbar unter: <https://www.zeit.de/2020/30/deutsche-klimastrategie-atomausstieg-co2-emissionen-bundesregierung>. Letzter Zugriff am: 25.8.2020.

Nieder-Eichholz, M. (1995): Die Subventionsordnung – Ein Beitrag zur finanzwissenschaftlichen Ordnungspolitik, Schriften zur wissenschaftlichen Analyse des Rechts. Berlin.

Niedersächsischer Landtag (2009): Kleine Anfrage mit Antwort - Drucksache 16/1167. Abrufbar unter: [https://www.landtag-niedersachsen.de/drucksachen\\_wp16\\_1001\\_1500/?page=7](https://www.landtag-niedersachsen.de/drucksachen_wp16_1001_1500/?page=7). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

ntv (2019): Bundesrepublik wird verklagt. Jetzt fordert Vattenfall noch mehr. Artikel vom: ntv. Abrufbar unter: <https://www.ntv.de/wirtschaft/Jetzt-fordert-Vattenfall-noch-mehr-article20960204.html>. Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

Öko Institut e.V. (2011): Streitpunkt Kernergie. Abrufbar unter: [https://www.streitpunkt-kernenergie.de/fileadmin/user\\_upload/pdf2011/streitpunkt\\_kernenergie.pdf](https://www.streitpunkt-kernenergie.de/fileadmin/user_upload/pdf2011/streitpunkt_kernenergie.pdf). Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

Öko-Institut; Universität Hamburg; Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (2015): Gutachten „Transmutation“. Abrufbar unter: [https://www.bundestag.de/resource/blob/400438/f54e3da4bbe76395bce2e40721212379/kmat\\_48-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/400438/f54e3da4bbe76395bce2e40721212379/kmat_48-data.pdf). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

PHARE (2007): Das Programm Phare. Abrufbar unter: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/enlargement/2004\\_and\\_2007\\_enlargement/e50004\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/enlargement/2004_and_2007_enlargement/e50004_de.htm). Letzter Zugriff am: 4.12.2014.

Rave, T. (2005): Umweltorientierte Subventionspolitik in Deutschland. München.

Reimar Paul (2018): Atomendlager Schacht Konrad wird teurer: 600 Millionen Euro mehr. Artikel vom: taz. Abrufbar unter: <https://taz.de/Atomendlager-Schacht-Konrad-wird-teurer/!5533824/>. Letzter Zugriff am: 9.4.2020.

Schwarz, H.-G., Lang, C. (2006): The Rise in German Wholesale Electricity Prices: Fundamental Factors, Exercise of Market Power, or both? IWE Working Paper Nr. 02 2006. Erlangen.

Schwarz, H.-G., Lang, C. (2007): Marktmacht und Marktmachtmessung am Großhandelsmarkt für Strom in Deutschland. Präsentation zum Vortrag vom 01.02.2007 (VIK) und 05.02.2007 (Forschungszentrum Jülich). Institut für Wirtschaftswissenschaft, Erlangen. Abrufbar unter: <http://www.economics.phil.uni-erlangen.de>. Letzter Zugriff am: .

Schwarzelühr-Sutter (2020): Atomausstieg heißt nicht Ausstieg aus der nuklearen Sicherung. Abrufbar unter: <https://schwarzeluehr-sutter.de/atomausstieg-heisst-nicht-ausstieg-aus-der-nuklearen-sicherung/>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

SPD Bundestagsfraktion (2009): Atomenergie kostet den Steuerzahler Milliarden. Abrufbar unter: [http://www.axel-berg.de/d/argumente\\_zur\\_atomenergie\\_v\\_kosten.pdf](http://www.axel-berg.de/d/argumente_zur_atomenergie_v_kosten.pdf). Letzter Zugriff am: 5.12.2014.

Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (2016): Haushaltsrechnung 2016 Einzelplan 12. Abrufbar unter: <https://www.finanzen.sachsen.de/download/HHR2016Epl12.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (2019): Haushaltsplan 2019/2020 - Einzelplan 12. Abrufbar unter: [https://www.finanzen.sachsen.de/download/EP12\\_DHH\\_2019\\_2020.pdf](https://www.finanzen.sachsen.de/download/EP12_DHH_2019_2020.pdf). Letzter Zugriff am: 3.3.2020.

Strauß, O. (2011): Die Kernforschung und Kerntechnologieentwicklung in der DDR 1945 - 1965 - Rahmenbedingungen, Politik der Staatspartei und Umsetzung. Abrufbar unter: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/45/012/45012799.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/012/45012799.pdf). Letzter Zugriff am: 8.6.2020.

UBA (2012): Price Determinants of the European Carbon Market and Interactions with Energy Markets. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4300.pdf>. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

UBA (2013): Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr - Empfehlungen des Umweltbundesamtes. Abrufbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp\\_umweltkosten\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_umweltkosten_0.pdf). Letzter Zugriff am: 15.2.2018.

UBA (2019a): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten: Kostensätze Stand 02/2019. Abrufbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11\\_methodenkonvention-3-0\\_kostensaetze\\_korr.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_kostensaetze_korr.pdf). Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

UBA (2019b): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2018. Abrufbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-10\\_cc\\_10-2019\\_strommix\\_2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-10_cc_10-2019_strommix_2019.pdf). Letzter Zugriff am: 5.3.2020.

Umweltbundesamt (2018): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten - Methodische Grundlagen. Abrufbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-11-12\\_methodenkonvention-3-0\\_methodische-grundlagen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-11-12_methodenkonvention-3-0_methodische-grundlagen.pdf). Letzter Zugriff am: 31.3.2020.

Warth & Klein Grant Thornton (2015): Gutachtliche Stellungnahme zur Bewertung der Rückstellungen im Kernenergiebereich. Abrufbar unter: [https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stresstestkernenergie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stresstestkernenergie.pdf?__blob=publicationFile&v=3). Letzter Zugriff am: 26.8.2020.

WDR (2019): Polizeieinsätze bei Bundesligaspielen - wer zahlt?. Abrufbar unter: <https://www1.wdr.de/nachrichten/kosten-fuer-polizeieinsaetze-bei-bundesligaspielen-100.html>. Letzter Zugriff am: 20.7.2020.

wnn (2018): Belgian government approves funding for Myrrha. Abrufbar unter: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Belgian-government-approves-funding-for-Myrrha>. Letzter Zugriff am: 14.4.2020.

World Economy, Ecology and Development (2002): Fact Sheet Hermes und Atom - Hermes Beweg dich. Abrufbar unter: [http://www2.weed-online.org/uploads/FS\\_Atom.pdf](http://www2.weed-online.org/uploads/FS_Atom.pdf). Letzter Zugriff am: 27.11.2014.

Wuppertal Institut / Öko-Institut (2000): Bewertung des Ausstiegs aus der Kernenergie aus klimapolitischer und volkswirtschaftlicher Sicht. Wuppertal, Freiburg, Bremen, Darmstadt, Berlin.