

GREENPEACE ENERGY EG

WAS STROM WIRKLICH KOSTET

VERGLEICH DER STAATLICHEN FÖRDERUNGEN
UND GESAMTGESELLSCHAFTLICHEN KOSTEN VON
KONVENTIONELLEN UND ERNEUERBAREN ENERGIEN

Studie im Auftrag von Greenpeace Energy eG

Erstellt durch das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS), Berlin

Rupert Wronski und Swantje Fiedler

unter Mitarbeit von Luca Jansen

Überarbeitete und aktualisierte Auflage,
Oktober 2017



FORUM ÖKOLOGISCH-SOZIALE
MARKTWIRTSCHAFT
GREEN BUDGET GERMANY

GREENPEACE
ENERGY

Mein Strom. Mein Gas.
Meine Entscheidung.

INHALT

WAS STROM WIRKLICH KOSTET

Vorwort	3
I Zusammenfassung der Ergebnisse	4
II Was Strom wirklich kostet	6
1 Gesamte staatliche Förderungen im Zeitraum 1970–2016	6
2 Förderungen im Strombereich	7
2.1 Vergleich der spezifischen Förderungen in Ct/kWh der fünf Energieträger	8
2.2 Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung im Jahr 2016	10
3 Vollkosten neuer Anlagen 2016 im Vergleich	12
4 Konventionelle-Energien-Umlage 2016 und 2017	14
5 Fazit und Handlungsempfehlungen	16
Anhang	17
Impressum	20

VORWORT



Liebe Leserin, lieber Leser,

was Sie als Stromkundin oder Stromkunde für die ökologische Energiewende zahlen, das wissen Sie ganz genau. Denn es wird Monat für Monat transparent auf Ihrer Stromrechnung ausgewiesen – als EEG-Umlage zur Förderung neuer Ökostrom-Anlagen. Aber wissen Sie auch, wie viel uns die alten Energie-Dinosaurier kosten – und über die Jahre gekostet haben? Welche Subventionen für schmutzige Kohle- und gefährliche Atomkraftwerke von der gesamten Gesellschaft finanziert werden mussten? Oder wie die Milliarden für Atommüll, Umweltschäden oder Rückbaukosten für jeden Einzelnen von uns zu Buche schlagen?

Die vorliegende, aktualisierte Neuauflage unserer Studie „Was Strom wirklich kostet“ beantwortet genau diese Fragen – mit einem direkten Kostenvergleich, der aktueller denn je ist. Denn diejenigen politischen Akteure, die fordern, das EEG abzuschaffen, die Energiewende zu verlangsamen und stattdessen auf vermeintlich „billige“ konventionelle Energieträger zu setzen, blenden einen entscheidenden Punkt aus: Die versteckten Kostenbelastungen durch konventionelle Energiequellen sind heute mehr als anderthalb mal so hoch wie unsere Investitionen in eine erneuerbare Energiezukunft.

Das bedeutet: Die Erneuerbaren machen unser Energiesystem nicht teurer, sondern günstiger – und sie schützen uns vor unkalkulierbaren künftigen Kostenrisiken. Denn mit welchen Milliardensummen die Lagerung von Atommüll oder die Folgeschäden des durch fossile Energieträger beschleunigten Klimawandels zu stemmen sind, können wir heute nur erahnen.

Deshalb müssen wir die ökologische Energiewende – allen politischen Unkenrufen zum Trotz – nicht nur fortsetzen, sondern sogar noch forcieren. Und wir müssen nach dem Atomausstieg das Ende der Kohleverstromung beschleunigen, auch um deren Folgekosten zu begrenzen. Dazu brauchen wir das Erneuerbare-Energien-Gesetz: Denn eine umlagefinanzierte EEG-Förderung sichert auch in Zukunft den zügigen Ausbau von Ökostrom-Anlagen – indem es zumindest teilweise die kostenmäßige Benachteiligung gegenüber konventionellen Energiequellen ausgleicht. Denn so lange die externen Kosten für Kohle und Atom nicht endlich ebenso transparent wie die EEG-Umlage auf der Stromrechnung zu erkennen sind, wird der Wettbewerb auf dem Strommarkt verzerrt bleiben, zugunsten der schmutzigen und teuren Energie-Dinosaurier. Die neue Bundesregierung sollte dieses Problem endlich anpacken – zum Beispiel mit der Einführung eines realistischen Preisaufschlags für ausgestoßenes Kohlendioxid!

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

A handwritten signature in black ink, reading "N. Müller Sönke Tangermann".

*Nils Müller und Sönke Tangermann
Vorstand Greenpeace Energy eG*

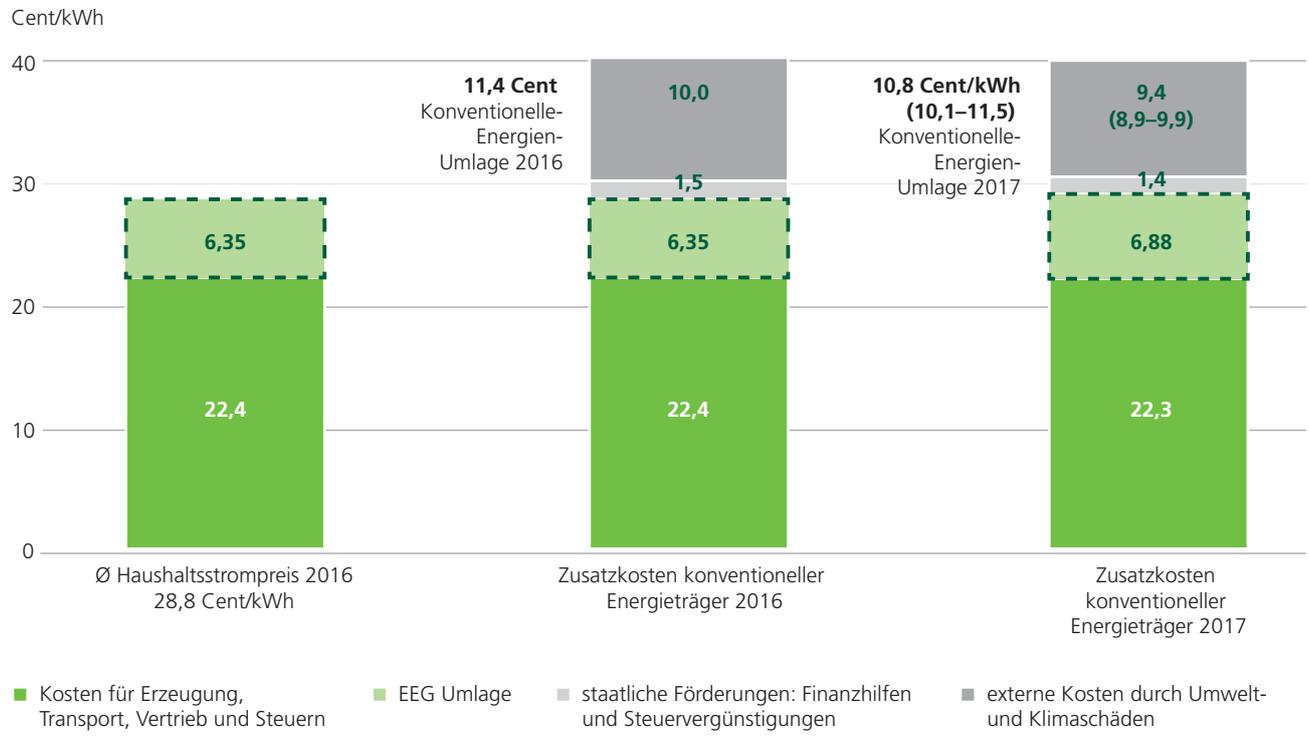
I ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Kosten für Strom setzen sich aus ganz unterschiedlichen Komponenten zusammen. So enthält der Strompreis für Endverbraucher nicht nur die eigentlichen Kosten der Energieerzeugung, die bei einem durchschnittlichen Haushalt rund ein Viertel des Preises ausmachen. Darüber hinaus werden verschiedene Preiszuschläge fällig, wie z.B. Netzentgelte, Stromsteuer, Mehrwertsteuer und Konzessionsabgabe.

Ebenso enthalten ist die Umlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG-Umlage), mit der die Kosten der Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf die Verbraucher umgelegt werden. Die Stromverbraucher sind dadurch direkt und transparent an den Kosten der Energiewende beteiligt. Im Jahr 2017 beträgt die Umlage für Privathaushalte und andere Verbraucher ohne Vergünstigungen („nicht privilegierte Verbraucher“) 6,88 Cent je Kilowattstunde. Dadurch entsteht der Eindruck, dass erneuerbare Energien die einzigen Energieträger sind, die ohne Förderung im freien Wettbewerb mit den kostengünstigeren konventionellen Energieträgern nicht überlebensfähig wären.

Doch auch die konventionellen Energieträger Atomenergie, Steinkohle und Braunkohle profitieren seit Jahrzehnten in erheblichem Umfang von staatlichen Förderungen in Form von Finanzhilfen, Steuervergünstigungen und weiteren begünstigenden Rahmenbedingungen. Der Unterschied zu den Erneuerbaren besteht vor allem darin, dass ein Großteil der Kosten nicht transparent über den Strompreis ausgewiesen und bezahlt wird, sondern zulasten des Staatshaushalts geht. Mit dieser Studie erfolgt auf Basis von Literatur- und Datenauswertungen, Interviews und eigenen methodischen Überlegungen ein systematischer Vergleich der staatlichen direkten und indirekten Förderungen von erneuerbaren und konventionellen Energien für den Zeitraum 1970 bis 2016. Über die Umrechnung der absoluten Förderbeträge eines Jahres auf den jeweiligen Versorgungsbeitrag zur Stromerzeugung werden spezifische Förderwerte (in Ct/kWh) angegeben und für die Energieträger verglichen.

ABB. 1: STROMPREIS, EEG-UMLAGE UND ZUSATZKOSTEN KONVENTIONELLER ENERGIE TRÄGER 2016/2017



Hinzu kommt, dass die fossilen und atomaren Energieträger hohe Folgekosten durch Umwelt- und Klimaschäden sowie die mit der Atomenergie verbundenen Risiken verursachen, die ihnen ebenfalls nur zu geringen Anteilen in Rechnung gestellt werden (so genannte externe Kosten). Diese beiden Kostenblöcke staatlicher Förderungen und externer Kosten werden oftmals nicht direkt mit dem Preis konventioneller Energieträger in Verbindung gebracht, müssen aber in letzter Konsequenz doch bezahlt werden: in Form von Steuerzahlungen oder als gesellschaftliche Folgekosten des Klimawandels und der Belastung von Menschen und Umwelt.

Im Ergebnis trägt die Gesellschaft im Jahr 2016 bei einer Kilowattstunde Windstrom ungerechnet Kosten von 9,0 Cent und bei Wasserstrom 8,9 Cent. Die Gesamtkosten für Strom aus Braun- und Steinkohlekraftwerken summieren sich hingegen auf 14,3 bzw. 13,4 Cent und für Atomenergie auf mindestens 15,1 Cent je Kilowattstunde.

Dieser volkswirtschaftliche Kostenvorteil der Erneuerbaren wird noch deutlicher, wenn man die Vollkosten neuer Anlagen miteinander vergleicht, die auch die Investitionskosten mit abbilden: Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist durch Lernkurven- und Skaleneffekte in den letzten Jahren immer kostengünstiger geworden, während sich neue konventionelle Kraftwerke kaum noch am Markt refinanzieren können.

Die Vollkosten einer Kilowattstunde Windstrom aus neuen Anlagen betragen im Ergebnis 4,1 bis 8,5 Ct/kWh; bei PV-Strom sind es 7,0 bis 12,7 Ct/kWh. Bei der Atomenergie liegen diese Kosten mit 18,7 bis 47,3 Ct/kWh deutlich höher. Auch Braunkohle (13,7 bis 18,3 Ct/kWh), Steinkohle (16,5 bis 18,9 Ct/kWh) und Erdgas (11,3–14,3 Ct/kWh) schneiden teurer ab.

Die Zusatzkosten der konventionellen Energieträger sind sogar deutlich teurer als die Förderung der erneuerbaren Energien durch das EEG. Sie betragen in den Jahren 2016 und 2017 jeweils rund 40 Milliarden Euro, während beim EEG im Jahr 2017 erwartete 24,5 Milliarden Euro Differenzkosten auf die Verbraucher umgelegt werden.

Würde man also die Belastungen des Staatshaushalts und die externen Kosten durch die konventionellen Energieträger nach EEG-Methode auf den Verbrauch der nicht privilegierten Stromabnehmer umlegen, dann läge diese „Konventionelle-Energien-Umlage“ im Jahr 2016 bei umgerechnet 11,4 Cent pro Kilowattstunde. Im Jahr 2017 wird dieser Wert voraussichtlich in der gleichen Größenordnung bei ca. 10,1–11,5 Ct/kWh liegen (siehe Abbildung 1).

Dies zeigt, dass die EEG-Umlage aus der Förderung erneuerbarer Energien (6,35 Ct/kWh in 2016 und 6,88 Ct/kWh in 2017) für die Gestaltung einer klima- und umweltfreundlicheren, zukunftsfähigen Energieversorgung eine deutlich geringere Kostenbelastung darstellt.

Anders als häufig angenommen, sind die erneuerbaren Energien also nicht die „Preistreiber“ der Stromversorgung, sondern sie ersetzen Energieträger mit viel höheren Folgekosten für Steuerzahler und Gesellschaft. Müssten die Energieversorger diese Zusatzkosten der Stromerzeugung in ihrer Kostenkalkulation berücksichtigen, wären erneuerbare Energien größtenteils heute schon wettbewerbsfähig.

II WAS STROM WIRKLICH KOSTET

Leitfrage der Studie ist ein systematischer Vergleich der staatlichen Förderungen von Atomenergie, Stein- und Braunkohle sowie erneuerbaren Energien. Wie hoch sind die spezifischen Förderungen bezogen auf die erzeugte Strommenge? In welchem Verhältnis steht die Förderung der konventionellen Energieträger zu der von erneuerbaren Energien? Sind Atom- und Kohlestrom aus Verbraucher- und Steuerzahlersicht wirklich „billiger“ als Strom aus erneuerbaren Energien? Diese Fragen stellen den zentralen Ausgangspunkt der Analyse dar.

Die vorliegende Textfassung baut auf den Vorarbeiten des FÖS und von Bettina Meyer zu den staatlichen Förderungen von Atomenergie, Steinkohle, Braunkohle, Erdgas sowie erneuerbaren Energien im Rahmen des Projekts „Was Strom wirklich kostet“ auf und aktualisiert sie auf den Zeitraum 1970–2016.¹ Die Ergebnisse sind aufgrund aktualisierter Datenquellen und methodischer Weiterentwicklungen nicht direkt miteinander vergleichbar. Datenquellen, methodische Annahmen und Schätzungen sind in der Langfassung zu dieser Studie dokumentiert.

1 GESAMTE STAATLICHE FÖRDERUNGEN IM ZEITRAUM 1970 – 2016

Für den systematischen Vergleich von staatlichen Förderungen unterschiedlicher Energieträger wird ein weit gefasster Subventionsbegriff zugrunde gelegt, der neben direkten Finanzhilfen und Steuervergünstigungen auch weitere vom Staatshaushalt unabhängige Regelungen wie den Förderwert des Emissionshandels, der Atomrückstellungen und des Erneuerbare-Energien-Gesetzes erfasst. Anhand dieser umfassenden Perspektive kann ein annähernd vollständiges Bild der staatlich veranlassten Begünstigungen und der damit verbundenen gesamtgesellschaftlichen Kosten der Energieträger erreicht werden. Die erfassten staatlichen Förderungen für die einzelnen Energieträger sind den Übersichtstabellen im Anhang zu entnehmen.

- ▶ **Im Ergebnis hat Steinkohle mit insgesamt 337 Milliarden Euro (real) von der größten Gesamtsumme an staatlichen Förderungen profitiert, gefolgt von Atomenergie mit rund 237 Milliarden Euro.**
- ▶ **Erneuerbare Energien profitieren erst seit Mitte/Ende der 1990er Jahre von nennenswerten Förderungen, so dass die gesamte Fördersumme der erneuerbaren Energien mit rund 146 Milliarden Euro die hohen Werte von Atomenergie und Steinkohle bei Weitem unterschreitet.**

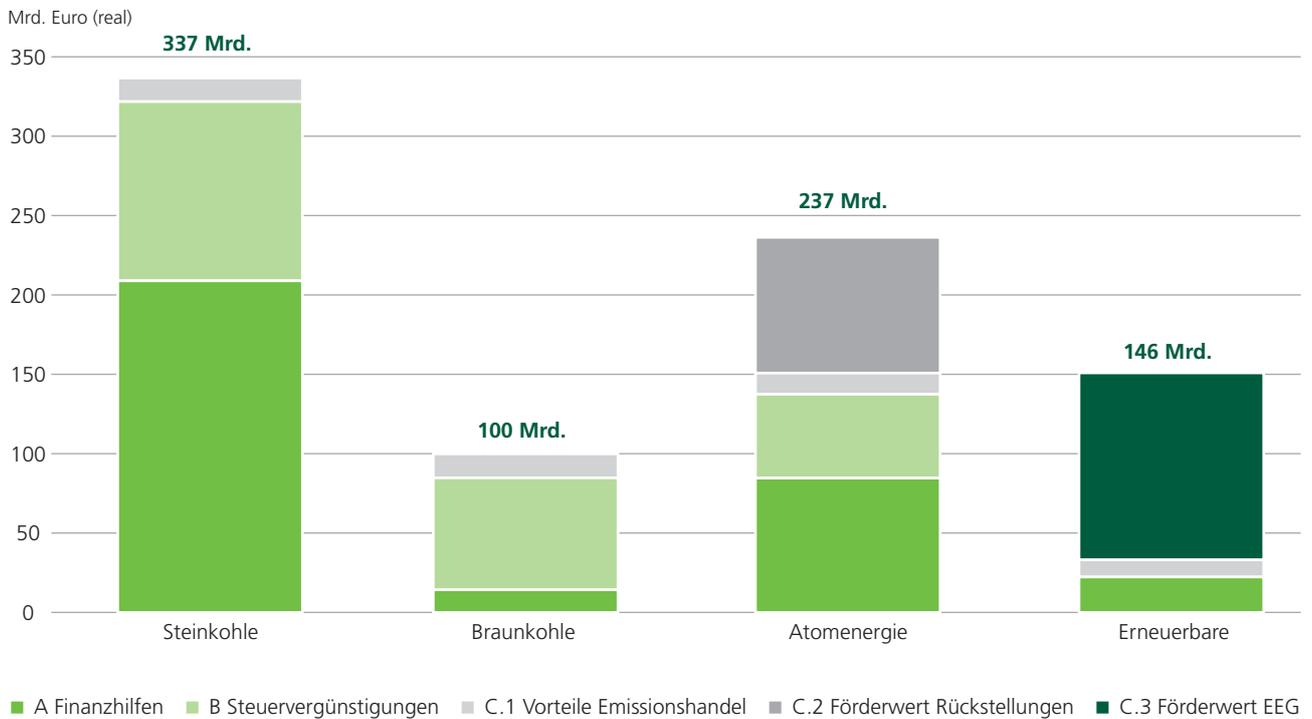
- ▶ **Erneuerbare Energien haben erst nach 15 Jahren EEG den vermeintlich subventionsfreien Energieträger Braunkohle (100 Milliarden Euro) eingeholt.**

Während die EEG-Förderung erneuerbarer Energien transparent und explizit im Strompreis ausgewiesen wird, erfolgen die staatlichen Förderungen von Atom und Kohle teils aus dem öffentlichen Haushalt, teils über Regelungen, die letztlich ebenfalls den Strompreis erhöhen (wie z.B. beim Emissionshandel). In beiden Fällen sind die Förderungen für die Verbraucher auf ihren Stromrechnungen nicht sichtbar. Dadurch kann der Eindruck entstehen, dass erneuerbare Energien aufgrund der EEG-Vergütungen die „Preistreiber“ der Stromversorgung sind und konventionelle Energieträger demgegenüber eine bezahlbare Energieversorgung sicherstellen. Diese Perspektive greift nach den Ergebnissen der FÖS-Untersuchungen zu kurz, weil die Energieträger Atom und Kohle von umfangreichen staatlichen Förderungen außerhalb der Strompreisbildung profitieren.

Seit 2009 sind die **Kosten des Einspeisemanagements** im Zuge des kontinuierlich steigenden Anteils erneuerbarer Energien am Stromsystem deutlich gestiegen. Die Ursache ist jedoch nicht allein bei den Erneuerbaren zu suchen: Diese werden häufig trotz Einspeisevorrang abgeregelt, weil inflexible fossile Kraftwerke auch bei einem Überangebot an Strom nicht ausreichend gedrosselt werden. Da die Betreiber von Erneuerbare-Energien-Anlagen einen finanziellen Ausgleich für die Abregelung erhalten, werden die Kosten des Einspeisemanagements den Erneuerbaren zugerechnet. Dies stellt tendenziell eine Überschätzung der staatlichen Förderungen für die Erneuerbaren dar, da die Konventionellen die Abregelung mindestens mitverursachen. Obwohl die Kosten von Redispatch-Maßnahmen umgekehrt an die Betreiber von konventionellen Kraftwerken gezahlt werden, werden diese im Sinne eines konservativen Ansatzes vernachlässigt.

¹ FÖS 2015, 2012a: Was Strom wirklich kostet. Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten konventioneller und erneuerbarer Energien; FÖS 2012b: Externe Kosten der Atomenergie und Reformvorschläge zum Atomhaftungsrecht - Hintergrundpapier zur Dokumentation von Annahmen, Methoden und Ergebnissen.

ABB. 2: STAATLICHE FÖRDERUNGEN 1970–2016 IN MRD. EUR (REAL)



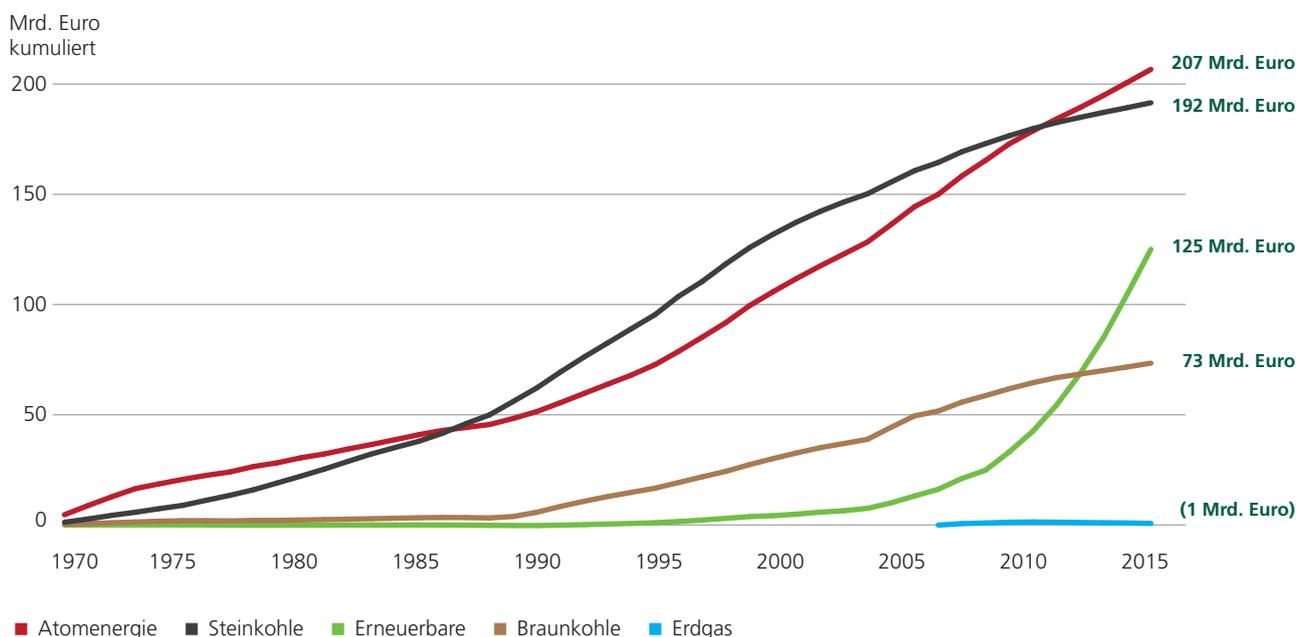
2 FÖRDERUNGEN IM STROMBEREICH

Die ermittelten staatlichen Fördersummen für die verschiedenen Energieträger werfen Fragen zu den tatsächlichen Kosten von Atom-, Braunkohle-, Steinkohle- und erneuerbarem Strom auf: Wie hoch sind die letztlich von der Gesellschaft getragenen spezifischen Förderungen, bezogen auf die erzeugte Strommenge? Zur Beantwortung dieser Frage wurde ermittelt, welcher Teil der Förderungen der Stromerzeugung zurechenbar ist. Denn einige Energieträger werden nicht nur zur Stromerzeugung, sondern auch als Heiz- oder Kraftstoff verwendet. Beispielsweise ist für den Zeitraum 1970–2016 von den Absatzbeihilfen für den Steinkohlebergbau in Höhe von 169 Milliarden Euro (real) ein Anteil von 96 Milliarden Euro der Stromerzeugung zuzurechnen. Zudem werden diejenigen Finanzhilfen nicht einbezogen, die eine Folge der deutschen Wiedervereinigung sind (z.B. Ausgaben für Stilllegung und Rückbau der ostdeutschen Kernkraftwerke). Die Angaben zum Anteil des finanziellen Volumens einzelner Fördertatbestände für die Stromerzeugung sind den Übersichtstabellen im Anhang zu entnehmen, eine genauere Dokumentation erfolgt in

den Tabellenblättern der Langfassung. Soweit Angaben und Daten für eine Zurechnung der Fördersummen zu den Verwendungszwecken nicht möglich sind, erfolgt sie als Näherungswert über den Anteil der Einsatzmengen in der Stromerzeugung am gesamten Primärenergieverbrauch. Ab dem Jahr 2007 sind auch Daten für die vollständige Quantifizierung für den Energieträger Erdgas verfügbar, so dass er hier mit einbezogen werden kann.

Abbildung 3 veranschaulicht das Anwachsen der staatlichen Förderungen im Laufe der Zeit. Auch für die staatlichen Förderungen zwischen 1970 und 2016 im Strombereich gilt, dass die gesamte (kumulierte) Förderung von erneuerbaren Energien mit rund 125 Milliarden Euro trotz eines Anstiegs seit 2008 insgesamt immer noch deutlich unter den Beträgen bei Steinkohle (192 Milliarden Euro) und Atomenergie (207 Milliarden Euro) liegt. Erst im Jahr 2013 erreichte die Förderung den Wert von Braunkohle (73 Milliarden Euro). Auch wenn Erdgas im Vergleich zu den anderen konventionellen Energien als „nahezu subventionsfreier“ Energieträger bewertet werden könnte, lässt die kurze Zeitspanne der verfügbaren Daten keine abschließende Bewertung zu.

ABB. 3: KUMULIERTE STAATLICHE FÖRDERUNGEN 1970 – 2016 IN MRD. EUR (REAL), ANTEIL STROMERZEUGUNG



2.1 VERGLEICH DER SPEZIFISCHEN FÖRDERUNGEN DER FÜNF ENERGIETRÄGER

Weiterhin kann die Vergleichbarkeit der Energieträger nur gewährleistet werden, wenn eine spezifische Bezugsgröße herangezogen wird. Um den Förderwert von Atom-, Erdgas-, Stein- und Braunkohlestrom untereinander und mit Strom aus erneuerbaren Energien vergleichen zu können, wird die Fördersumme ins Verhältnis zur jeweils erzeugten Strommenge gesetzt und ein Förderwert in Cent je Kilowattstunde (Ct/kWh) ermittelt. Diese Werte sind nicht als „durch die Stromerzeugung verursachte Kosten“ zu verstehen, da sich viele staatliche Ausgaben auch auf die zukünftige Stromerzeugung (z.B. Forschungsausgaben) oder die Folgekosten der vergangenen Stromerzeugung (z.B. Endlagersuche) beziehen. Dennoch bieten die Bezugsgrößen von Fördersumme und Stromerzeugung die Möglichkeit eines genaueren Vergleichs.

Einzig bei Erdgas sind die staatlichen Förderungen mit weniger als 0,1 Ct/kWh vernachlässigbar klein.

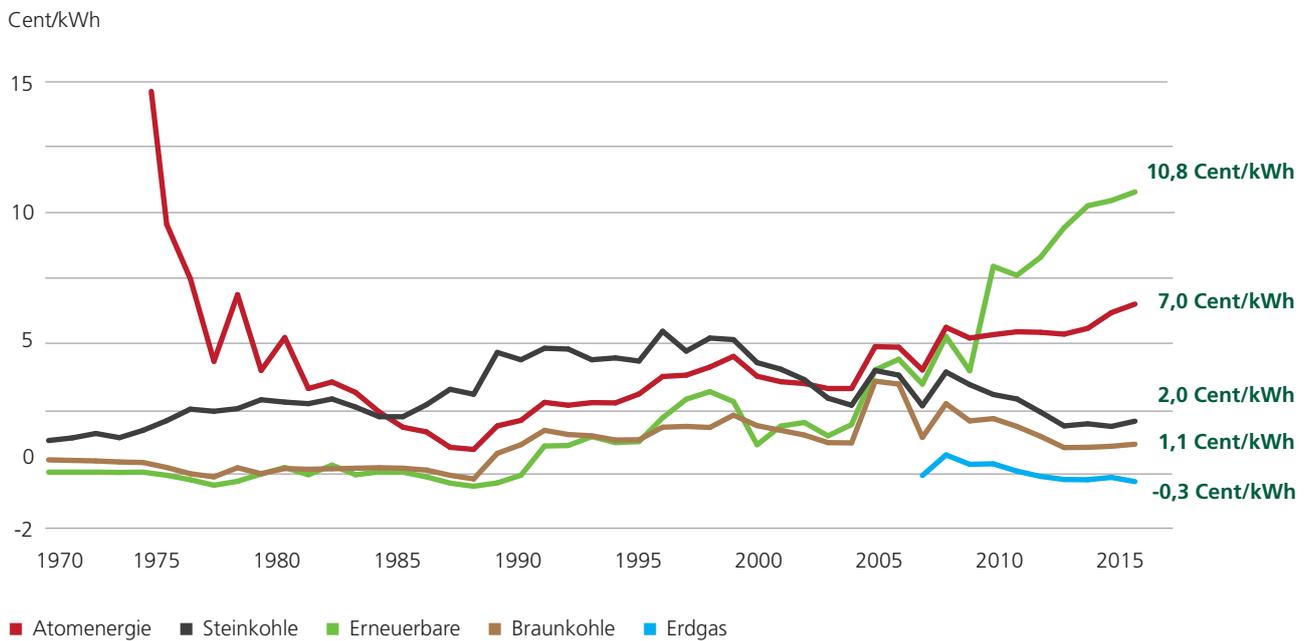
- ▶ Im gesamten Zeitraum 1970-2016 wurde erneuerbar erzeugter Strom mit durchschnittlich 5,5 Ct/kWh gefördert.
- ▶ Im gleichen Zeitraum profitierte Atomenergie von durchschnittlichen Förderungen von 4,1 Ct/kWh, Steinkohle von 3,3 Ct/kWh und Braunkohlestrom von umgerechnet 1,3 Ct/kWh.

Erneuerbare Energien erreichten im Jahr 2005 einen höheren Wert als Steinkohlestrom und mit dem weiteren Anstieg auf 7,9 Ct/kWh im Jahr 2010 überholten sie schließlich auch Atomstrom.² So sind sie im Jahr 2010 erstmals diejenigen Energieträger gewesen, die bezogen auf die erzeugte Strommenge den höchsten Förderwert aufweisen. Dieser Umstand kann und sollte jedoch nicht als Beleg für die „zu hohen Kosten“ der erneuerbaren Energien oder gar für die geringen Kosten von konventionell erzeugtem Strom gewertet werden: **Während die konventionellen Energieträger über einen langen Zeitraum durch staatliche Förderungen „bezahlbar“ gemacht wurden, wird bei den erneuerbaren Energien ein möglichst zügiger Ausbau auf ein Niveau von mindestens 80 Prozent der Energieversorgung angestrebt.**

Die heute diskutierten Kosten der Förderung von erneuerbaren Energien – hier ist insbesondere die Debatte um das EEG zu nennen – sind für die konventionellen Energieträger in anderer Form und im Laufe der letzten Jahrzehnte ebenfalls und in teilweise noch größerem Ausmaß angefallen. Atomenergie erreichte Anfang der 1970er Jahre durch die vergleichsweise hohen Forschungsausgaben und den noch geringen Beitrag zur Stromerzeugung sogar

² Dieser Förderwert ist nicht mit der EEG-Umlage zu verwechseln, da die Förderungen ins Verhältnis zur jeweils erzeugten Strommenge gesetzt werden (in diesem Fall: Strom aus erneuerbaren Energien). Bei der EEG-Umlage hingegen bezieht sich der Förderwert auf einen bestimmten Stromverbrauch, unabhängig davon, wie der Strom erzeugt wurde.

ABB. 4: SPEZIFISCHE FÖRDERWERTE 1970 – 2016 IN CT/KWH



Förderwerte von über 60 Ct/kWh als „Technologeanshub“. Hinzu kommt, dass die steigenden Förderwerte des EEG maßgeblich durch die gesunkenen Zertifikats- und Strompreise bedingt sind. Die EEG-Vergütungssumme ist weit weniger gestiegen als die Umlage. **Gelingt es, externe Kosten stärker zu internalisieren (z.B. über eine umfassende Reform des Emissionshandels), kann der spezifische Förderwert der erneuerbaren Energien in Zukunft wieder sinken.**

Aus heutiger Sicht sind die meisten früheren Förderungen insbesondere der Atomenergie „sunk costs“, die keinen direkten Einfluss auf die heutige Wettbewerbsposition zu haben scheinen. Hätten die KKW-Betreiber allerdings in der Aufbauphase auch nur einen relevanten Teil der Kosten selbst tragen müssen, wäre diese Technologie nie eingeführt worden. Die hohen vergangenen Förderungen haben die heutige Marktposition der Atomenergie überhaupt erst ermöglicht. Fast alle Förderungen sind zumindest indirekt relevant für die Markteinführung und Wettbewerbsvorteile der Atomenergie. Die Evolutorische Ökonomik zeigt, dass ein in der Vergangenheit eingeschlagener Entwicklungspfad Innovationen erschwert oder sogar verhindern kann. So verfügen etablierte Technologien über eine Reihe von Vorteilen, die den Marktdurchbruch für Innovationen erschweren (sogenannte Pfadabhängigkeit). Die Entwicklung der vergangenen 50 Jahre hätte mehr und frühere Chancen für umweltfreundliche Energien

bereitgehalten, wären zum Beispiel nicht die Stromnetze auf zentrale Kraftwerke ausgerichtet oder die Forschung nicht einseitig in Richtung Atomenergie gelenkt worden.

Es gilt weiterhin zu berücksichtigen, dass die staatlichen Förderungen im Falle der erneuerbaren Energien nachhaltigen und umweltfreundlichen Technologien zugutekommen, die umwelt- und klimaschädliche sowie risikobehaftete Technologien wie Atomenergie und Kohle ablösen sollen. **Die anfänglichen Investitionen zahlen sich aus, wenn die Kostendegressionen zu niedrigeren Strompreisen führen.**

Das EEG selbst ist als befristetes Instrument zur Markteinführung der erneuerbaren Energien mit sinkenden Einspeisevergütungen konzipiert. **Im Gegensatz dazu verursachen Kohle und insbesondere Atomenergie hohe und bisher kaum bezifferbare Folgekosten, die auch nach Abschaltung jeglicher Kraftwerke fällig werden.** So muss beispielsweise ein Endlager für radioaktive Abfälle für eine Million Jahre betrieben und überwacht werden, und die Grubenwasserhaltung in ehemaligen Steinkohlebergbaugebieten verursacht sogenannte „Ewigkeitskosten“. Die konventionellen Energieträger werden daher mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zukunft auch ohne einen Beitrag zur Stromerzeugung Kosten verursachen, die finanziert werden müssen.

2.2 GESAMTGESELLSCHAFTLICHE KOSTEN DER STROMERZEUGUNG IM JAHR 2016

Ein Großteil der Förderungen bei erneuerbaren Energien ist mit der EEG-Umlage direkt in der Stromrechnung ausgewiesen und damit für den Verbraucher transparent. Die staatlichen Förderungen von Atomenergie und Kohle sind hingegen „versteckte Kosten“ und werden nicht direkt mit deren Strompreis in Verbindung gebracht. Sie belasten stattdessen zu großen Teilen den Staatshaushalt und werden indirekt über die Beiträge der Steuerzahler finanziert. Darüber hinaus verursachen die konventionellen Energieträger infolge ihrer Umwelt- und Klimaschädlichkeit sogenannte „externe Kosten“ durch Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen sowie dem Risiko nuklearer Unfälle, die letztlich ebenfalls von der Gesellschaft getragen werden müssen.

Auf Grundlage der Ergebnisse zu den staatlichen Förderungen erfolgt im nächsten Schritt beispielhaft für das Jahr 2016 eine Kostenrechnung zu den gesamtgesellschaftlichen Kosten der einzelnen Energieträger. Zum Strompreis werden die Kosten der budgetrelevanten staatlichen Förderungen und die „externen Kosten“ von Strom aus Atomenergie, Kohle und erneuerbaren Energien aufaddiert.

a) Verkaufspreis des Stroms

Der erste Kostenfaktor bei den gesamtgesellschaftlichen Stromkosten ist der „Verkaufspreis“ des Stroms selbst. Dabei ist zwischen erneuerbaren Energien und konventionellen Energieträgern zu unterscheiden. Erneuerbare Energien erhalten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz zum Großteil eine feste Vergütung je Kilowattstunde Strom. Die Vergütungssätze unterscheiden sich je nach Art der eingesetzten Technologie. Im Jahr 2016 betragen die durchschnittlich gezahlten Vergütungssätze³ für Strom aus Windenergie (onshore) 9,5 Ct/kWh, aus Wasserkraft 9,5 Ct/kWh und aus Sonnenenergie (PV) 29,2 Ct/kWh (dies schließt auch Altanlagen ein, deren Vergütungssätze vergleichsweise hoch sind). 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. Eine Kilowattstunde Strom, die im Jahr 2016 geliefert (und verbraucht) wurde, hat an der Börse durchschnittlich 3,1 Cent gekostet.

Für Erdgaskraftwerke kann dieser durchschnittliche Strombörsenpreis nicht zugrunde gelegt werden, weil die Kraftwerke vergleichsweise höhere Grenzkosten haben und darum erst bei höheren Strombörsenpreisen in größerem Umfang Strom anbieten. Die Grenzkosten hängen dabei entscheidend von der gekoppel-

ten Erzeugung von Strom und Wärme (KWK) und deren Förderung ab, wodurch ein repräsentativer Durchschnittswert noch schwieriger zu ermitteln ist. **Im Rahmen dieser Studie konnte kein mit Kohle- und Atomkraftwerken vergleichbarer durchschnittlicher Verkaufspreis ermittelt werden, weshalb Erdgas beim Vergleich der gesamtgesellschaftlichen Kosten nicht berücksichtigt wird.**

b) Staatliche Förderungen mit Budgetwirkung

Bei den staatlichen Förderungen sind jene Förderbereiche herauszufiltern, die direkte Auswirkungen auf den Staatshaushalt haben und so den Steuerzahler an der Finanzierungslast beteiligen. Um die Zusatzkosten der staatlichen Förderungen zu ermitteln, werden demnach ausschließlich die Förderungen in den Bereichen „A. Finanzhilfen“ und „B. Steuervergünstigungen“ berücksichtigt. Steinkohle und Atomenergie weisen mit je 2,0 Ct/kWh den höchsten Förderwert auf, gefolgt von Braunkohle mit 1,1 Ct/kWh. Erneuerbare Energien haben sogar einen negativen Förderwert von -0,4 Ct/kWh, der bei den gesamtgesellschaftlichen Kosten gegen gerechnet werden muss. Dies ergibt sich daraus, dass für erneuerbare Energien im Rahmen der Stromsteuer ein höherer Betrag gezahlt wurde, als dies das Leitbild der Energiebesteuerung (am Energiegehalt und externen Kosten orientiert) verlangt. Die Förderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ist hier nicht enthalten, da sie keine Belastung für den Staatshaushalt verursacht.

c) Externe Kosten

Für die externen Kosten von Kohle, Erdgas und erneuerbaren Energien wird auf die Ergebnisse der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (UBA) zurückgegriffen und auf den Preisstand 2016 umgerechnet. Danach betragen die externen Kosten der Stromproduktion aus Steinkohle 9,6 Ct/kWh, aus Braunkohle 11,6 Ct/kWh, aus Erdgas 5,3 Ct/kWh, aus Wind 0,3 Ct/kWh, aus Wasser 0,2 Ct/kWh und aus Photovoltaik 1,3 Ct/kWh.

Für Atomenergie wird in der Methodenkonvention des UBA kein 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 „Best Guess“ herauszufiltern, ist nach Einschätzung der AutorInnen nicht möglich. Für die externen Kosten der Atomenergie kann lediglich eine verkleinerte Bandbreite, aber kein Punktwert angegeben werden. Für den unteren Wert der Bandbreite wird auf die Hilfslösung des Umweltbundesamtes in der Methodenkonvention zurückgegriffen, Atomenergie den Satz des schlech-

³ Nach Angaben des BMWi („EEG in Zahlen“), enthalten sind Einspeisevergütungen und Marktprämie.

testen fossilen Brennstoffs – Braunkohle – zuzuordnen, also 11,6 Ct/kWh. Als oberer Wert der Bandbreite wird auf Basis einer breiten Literaturlauswertung und einer Expertenbefragung eine Neuberechnung des Schadenserwartungswertes für den Fall katastrophaler nuklearer Unfälle verwendet. 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 rund 34 Ct/kWh resultieren. Methodik und Annahmen zur Wahrscheinlichkeit schwerer Unfälle, zu den dann zu erwartenden Folgekosten und den entsprechenden Wertansätzen finden sich im Hintergrundpapier „Externe Kosten der Atomenergie“ des FÖS aus dem Jahr 2012.

Ein Teil der externen Kosten wird bereits durch Emissionshandel und Energiebesteuerung eingepreist und somit internalisiert. Zur Berechnung der gesamtgesellschaftlichen Kosten wird der Wert der Internalisierung durch die beiden Instrumente abgezogen. **Die Summe der drei zuvor berechneten Komponenten spiegelt die gesamtgesellschaftlichen Kosten der Stromerzeugung wider.**

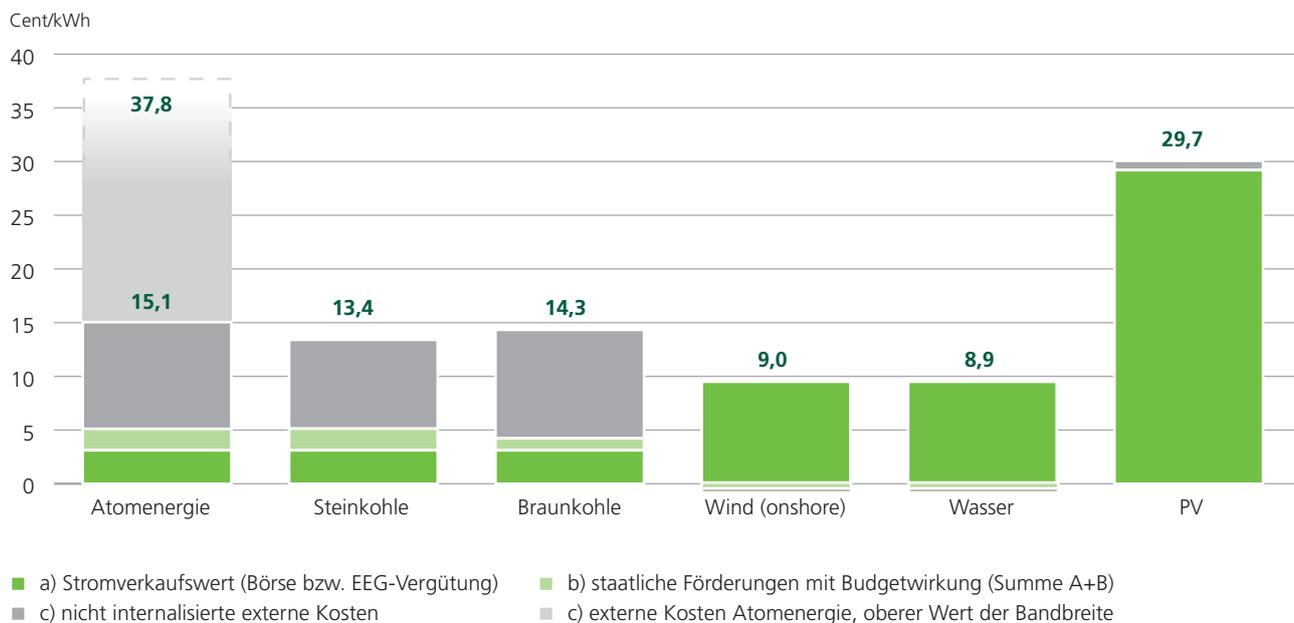
Im Ergebnis trägt die Gesellschaft im Jahr 2016 bei einer Kilowattstunde Windstrom umgerechnet Kosten von 9,0 Cent und bei Wasserstrom 8,9 Cent. Die Gesamtkosten für Strom aus Braun-

und Steinkohlekraftwerken summieren sich hingegen auf 14,3 bzw. 13,4 Cent und für Atomenergie auf mindestens 15,1 Cent je Kilowattstunde. Wird der obere Wert der Bandbreite der externen Kosten von 34,3 Ct/kWh verwendet, liegen die gesellschaftlichen Kosten der Atomenergie sogar bei 37,8 Ct/kWh.

Dies zeigt, dass einige erneuerbare Energien heute schon günstiger sind als konventionelle Energieträger, wenn außer dem Strompreis auch die Kosten von staatlichen Förderungen sowie die Kosten für Umwelt- und Klimabelastung sowie nuklearer Risiken einbezogen werden. Dies sollte bei der Diskussion um „bezahlbaren Strom“ und der Debatte um die zukünftige Energieversorgung berücksichtigt werden.

Der vergleichsweise hohe Wert bei Photovoltaik ist dabei auch im Vergleich zur Markteinführungsphase der Atomenergie zu sehen. In den frühen Jahren der Atomenergienutzung sind noch höhere staatliche Förderungen von mehr als 60 Cent je Kilowattstunde gewährt worden. Darüber hinaus ist das große – zu weiten Teilen bereits realisierte – Potenzial der PV für Kostensenkungen zu berücksichtigen. Gegenüber der hier verwendeten EEG-Durchschnittsvergütung von 29,2 Ct/kWh wurde bei Neuanlagen bereits ein deutlicher Rückgang realisiert. So liegen die Vergütungssätze für neu installierte Anlagen ab Dezember 2015 bereits bei 8,9–12,7 Ct/kWh.

ABB. 5: GESAMTGESELLSCHAFTLICHE KOSTEN DER STROMERZEUGUNG IM JAHR 2016 IM VERGLEICH



3 VOLLKOSTEN NEUER ANLAGEN 2016 IM VERGLEICH

Die zuvor genannten gesamtgesellschaftlichen Kosten repräsentieren die Kosten des gesamten Anlagenbestands in Deutschland. Die Kosten konventioneller Kraftwerke werden dabei tendenziell unterschätzt, während die Kosten erneuerbarer Energien eher überschätzt werden. Denn der Strompreis an der Börse ist zu niedrig, um Investitionen in neue konventionelle Kraftwerke zu finanzieren, und die EEG-Vergütungen für neue Anlagen sind gegenüber dem Durchschnitt vergangener Jahrgänge stark gesunken. **Für die heutigen Investitionsentscheidungen ist daher eine genauere Analyse der Kosten neuer Anlagen notwendig.**

Im Folgenden werden daher die „Vollkosten“ neuer Anlagen im Jahr 2016 betrachtet. Verglichen werden die Stromgestehungskosten der verschiedenen (neuen) Technologien, ergänzt um die „versteckten Kosten“ durch staatliche Förderungen mit Budgetwirkung und nicht internalisierte externe Kosten.

a) Stromgestehungskosten neuer Anlagen

Unter Stromgestehungskosten (engl. Levelized Costs of Electricity) sind die jährlichen Durchschnittskosten für Errichtung und Betrieb einer Anlage im Verhältnis zur durchschnittlichen jährlichen Erzeugung dieser Anlage zu verstehen. Die Höhe der Stromgestehungskosten hängt maßgeblich von der Anlagengröße und den angenommenen Volllaststunden, den Brennstoff- und den CO₂-Preisen ab. Für Neuanlagen können aus der verfügbaren wissen-

schaftlichen Literatur für jede Erzeugungstechnologie – auf Basis plausibler und gut dokumentierter Annahmen – geeignete Bandbreiten abgeleitet werden (vgl. Tabelle 1).

Es wird deutlich, dass die Stromgestehungskosten konventioneller Energien teils deutlich über den derzeitigen Großhandelspreisen liegen. In der Tendenz werden sie mittel- bis langfristig voraussichtlich sogar noch weiter steigen: Sinkende Volllaststunden sowie steigende Brennstoff- und CO₂-Preise verteuern den Preis pro Kilowattstunde.

Ab 2017 werden u.a. die EEG-Fördersätze von Photovoltaik und Windkraftanlagen an Land ab einer Leistung von über 750 kW(p) per Ausschreibungsverfahren ermittelt. In der Pilotphase der PV-Ausschreibungen von 2015 bis 2017 wurden stetig fallende Förderzuschläge von 9,17 auf 6,9 Ct/kWh verzeichnet. Die im Rahmen des EEG 2017 durchgeführte erste Ausschreibungsrunde für Photovoltaik und Windkraftanlagen an Land resultierte in durchschnittlichen Fördersätzen von 6,58 bzw. 5,71 Ct/kWh. Zudem fiel die Realisierungsrate der ersten PV-Pilotausschreibung mit 96 Prozent sehr hoch aus. Trotz der positiven Tendenz bleibt abzuwarten, ob sich diese Ergebnisse auch in Zukunft bestätigen. Aufgrund der immer noch geringen Erfahrungsbasis können die Ausschreibungsergebnisse (noch) nicht mit den Stromgestehungskosten gleichgesetzt werden. Sie zeigen allerdings, dass es weiteres Kostensenkungspotenzial bei diesen beiden Erzeugungstechnologien gibt.

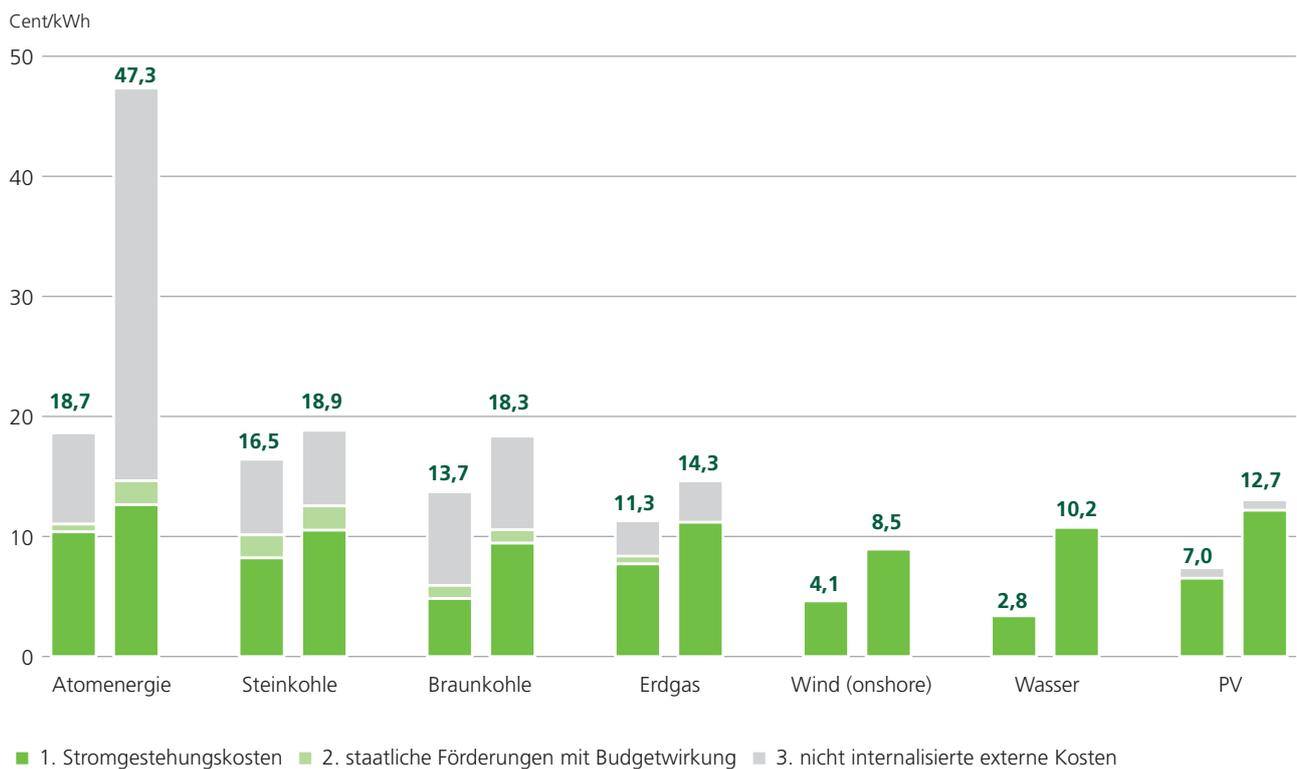
TABELLE 1: STROMGESTEHUNGSKOSTEN NACH ERZEUGUNGSTECHNOLOGIE (BANDBREITE NEUE ANLAGEN 2016)

Stromerzeugungstechnologie	Stromgestehungskosten [Ct/kWh]	
	unterer Wert	oberer Wert
Atomenergie	10,4	12,6
Steinkohle	8,2	10,5
Braunkohle	4,8	9,4
Erdgas (GuD)	7,7	11,2
Wind Onshore	4,6	8,9
PV	6,5	12,2
Wasser	3,4	10,8

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Agora (2014) und VGB (2015) ⁴

4 Agora Energiewende (2014): Calculator of Levelized Costs of Electricity for Power Generation Technologies; VGB Powertech (o.J.): Levelised Costs of Electricity. Issue 2015.

ABB. 6: VOLLKOSTEN NEUER ANLAGEN 2016 (BANDBREITE)



b) Staatliche Förderungen mit Budgetwirkung

Auch bei den staatlichen Förderungen mit Budgetwirkung werden geeignete Bandbreiten für die Vollkosten neuer Anlagen 2016 abgeleitet: Beim unteren Wert werden den Neuanlagen mindestens diejenigen Teilbereiche der staatlichen Förderungen mit Budgetwirkung zugerechnet, von denen die Neuanlagen bei der Stromerzeugung unmittelbar profitieren. Als oberer Wert der Bandbreite werden bei den Neuanlagen, analog zu den gesamtgesellschaftlichen Kosten 2016, alle staatlichen Förderungen mit Budgetwirkung (im Bereich der Stromerzeugung) berücksichtigt. Im Ergebnis liegen die Zusatzkosten der neuen Anlagen durch staatliche Förderungen im Bereich von -0,4 bis 1,9 Ct/kWh.

c) Nicht internalisierte externe Kosten

Die vom UBA empfohlenen Sätze für externe Kosten beziehen sich auf den durchschnittlichen Anlagenbestand in Deutschland (s.o.), sie bilden also bezogen auf neue Anlagen einen **oberen**

Wert der Bandbreite ab. Da neue Anlagen in der Regel rund 20 Prozent effizienter sind als der Bestand, nehmen wir für die konventionellen Neuanlagen als unteren Wert der Bandbreite um rund 20 Prozent niedrigere externe Kosten an.

Ergebnis Vollkosten neuer Anlagen

Die Vollkosten einer Kilowattstunde Wind- bzw. PV-Strom aus neuen Anlagen betragen im Ergebnis 4,1–8,5 bzw. 7,0–12,7 Ct/kWh, während sie bei Stein- und Braunkohle mit 16,5–18,9 bzw. 13,7–18,3 Ct/kWh, bei Erdgas mit 11,3–14,3 Ct/kWh und bei Atomenergie mit 18,7–47,3 Ct/kWh zum Teil deutlich höher liegen (Abbildung 6). **Dies zeigt, dass der weitere Ausbau erneuerbarer Energien insgesamt gegenüber einem Szenario mit konventioneller Stromerzeugung bereits heute große volkswirtschaftliche Einsparungen bei den Stromerzeugungskosten bringt – selbst bei konservativen Annahmen für staatliche Förderungen und externe Kosten.**

4 KONVENTIONELLE-ENERGIEN-UMLAGE 2016 UND 2017

Es wurde gezeigt, dass insbesondere bei den konventionellen Energieträgern Kosten durch staatliche Förderungen und durch Umweltbelastungen entstehen, die bisher im Strompreis nicht abgebildet sind. Der Förderwert der erneuerbaren Stromerzeugung ist mit der EEG-Umlage hingegen transparent im Strompreis abzulesen. **Würden die Kosten der Förderung und der Umwelt- und Klimabelastung von Atomenergie, Kohle und Erdgas wie beim EEG umgelegt, würde diese „Konventionelle-Energien-Umlage“ einen deutlichen Zuschlag auf den Endverbraucher-Strompreis bewirken.**

Wie hoch der Zuschlag ausfällt, hängt entscheidend davon ab, welche Endverbraucher an den Kosten beteiligt werden würden. Hier werden für die Jahre 2016 und 2017 die Strommengen des „anzulegenden Letztverbrauchs“ zugrunde gelegt, auf die sich auch im geltenden Wälzungsmechanismus des EEG die Kosten verteilen (ca. 360 TWh im Jahr 2016, bzw. ca. 349 TWh im Jahr 2017). Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Zusammensetzung und Höhe der Umlage für die Jahre 2016 und 2017.

▶ **Die staatlichen Förderungen mit Auswirkungen auf die öffentlichen Haushalte und die nicht internalisierten externen Kosten der konventionellen Energieträger haben im Jahr 2016 ein Volumen von rund 42 Mrd. Euro, im Jahr 2017 von rund 38 Mrd. Euro.** Diese Werte sind deutlich höher als die Differenzkosten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die über die EEG-Umlage gedeckt werden.⁵

▶ **Wären diese Zusatzkosten der konventionellen Energieträger 2016 nach EEG-Methode umgelegt worden, hätte die Konventionelle-Energien-Umlage den Strompreis um 11,4 Ct/kWh erhöht.** Auch 2017 wird sie mit ca. 10,8 Ct/kWh auf ähnlich hohem Niveau bleiben, obwohl die konventionelle Stromerzeugung leicht zurückgeht.

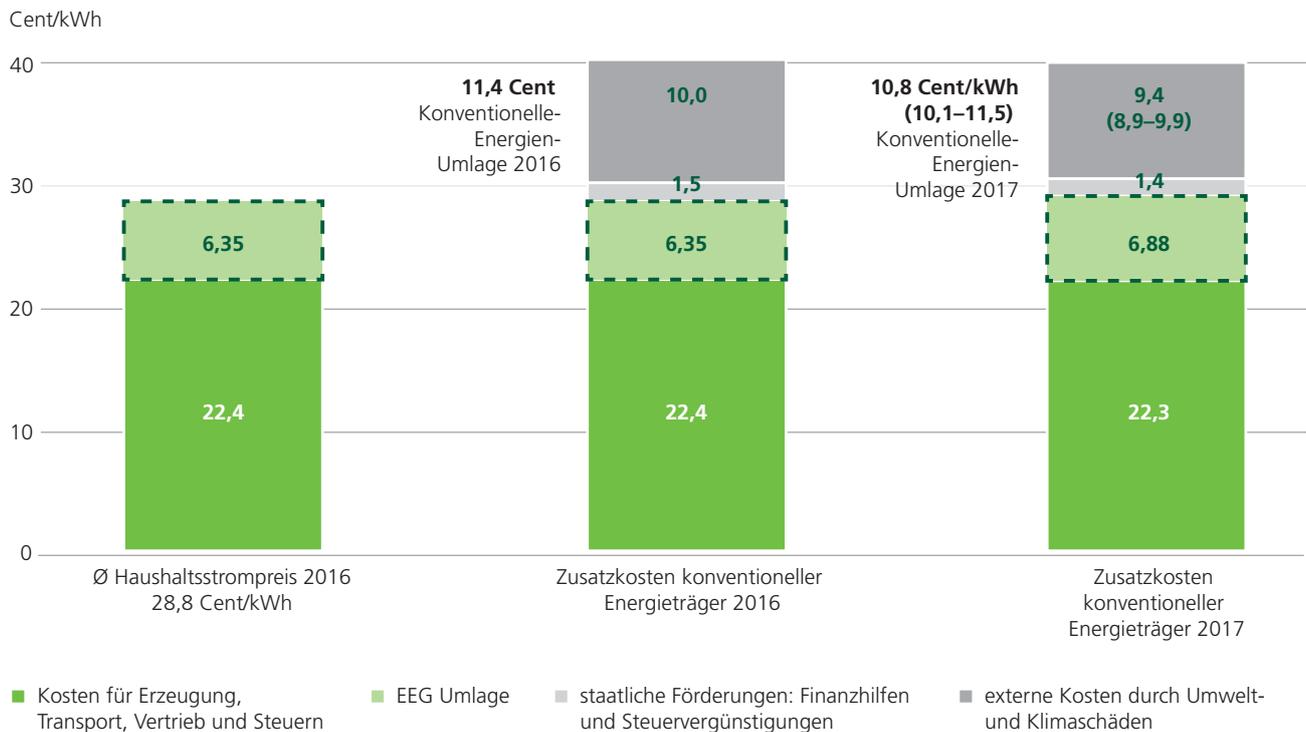
Abschätzung der Konventionellen-Energien-Umlage 2017
Die EEG-Umlage steigt im Jahr 2017 auf 6,88 Ct/kWh. Wie sich die Konventionelle-Energien-Umlage im Jahr 2017 entwickelt, hängt vor allem von Volumen und Energieträgermix der konventionellen Stromerzeugung ab.

TABELLE 2: KONVENTIONELLE-ENERGIEN-UMLAGE: KOSTENWÄLZUNG VON STAATLICHEN FÖRDERUNGEN UND EXTERNEN KOSTEN KONVENTIONELLER ENERGIEN FÜR DIE JAHRE 2016 UND 2017

	2016		2017 Referenzszenario	
	Summe der umzulegenden Kosten	Umlage auf anzulegenden Letztverbrauch	Summe der umzulegenden Kosten	Umlage auf anzulegenden Letztverbrauch
zur Kostenverteilung angelegte Strommenge	360 TWh		349 TWh	
Staatliche Förderungen: Finanzhilfen und Steuervergünstigungen				
Atomenergie	1,7 Mrd. EUR	0,5 Ct/kWh	1,7 Mrd. EUR	0,5 Ct/kWh
Steinkohle	2,2 Mrd. EUR	0,6 Ct/kWh	2,0 Mrd. EUR	0,6 Ct/kWh
Braunkohle	1,7 Mrd. EUR	0,5 Ct/kWh	1,5 Mrd. EUR	0,4 Ct/kWh
Erdgas	-0,2 Mrd. EUR	-0,1 Ct/kWh	-0,2 Mrd. EUR	-0,1 Ct/kWh
Nicht internalisierte externe Kosten				
Atomenergie (min)	8,4 Mrd. EUR	2,3 Ct/kWh	8,4 Mrd. EUR	2,4 Ct/kWh
Steinkohle	9,1 Mrd. EUR	2,5 Ct/kWh	8,0 Mrd. EUR	2,3 Ct/kWh
Braunkohle	15,2 Mrd. EUR	4,2 Ct/kWh	13,3 Mrd. EUR	3,8 Ct/kWh
Erdgas	3,5 Mrd. EUR	1,0 Ct/kWh	3,1 Mrd. EUR	0,9 Ct/kWh
Σ Konventionelle-Energien-Umlage	41,6 Mrd. EUR	11,4 Ct/kWh	37,8 Mrd. EUR	10,8 Ct/kWh

5 Wie bereits gezeigt wurde, sind die Werte bei den erneuerbaren Energien für staatliche Förderungen mit Budgetwirkung und externe Kosten hier zu vernachlässigen, da keine staatlichen Förderungen eingepreist werden müssen und die geringen externen Kosten über die Stromsteuer und den Strompreisanstieg infolge des Emissionshandels bereits internalisiert sind, vgl. Seite 9.

ABB. 7: PREISAUFSCHLAG DURCH EEG- UND KONVENTIONELLE-ENERGIEN-UMLAGE



Aus den Datengrundlagen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zur Berechnung der EEG-Umlage lässt sich ableiten, dass die Strommenge aus erneuerbaren Energien zunimmt (ca. 206 TWh) und aus konventionellen Energien abnimmt (ca. 415 TWh). Für den Energieträgermix innerhalb der konventionellen Energieträger wurden drei unterschiedliche Szenarien zugrunde gelegt, die möglichst das volle Spektrum unterschiedlicher Entwicklungen repräsentieren sollen: Ein unteres Szenario mit einem verstärkten Einsatz von Erdgas, ein Referenzszenario mit dem Energieträgermix aus dem Jahr 2016 und ein oberes Szenario mit einem wachsenden Anteil von Kohlestrom. Die Kosten werden wie bei der EEG-Umlage auf einen gegenüber 2016 etwas geringeren Letztverbrauch von 349 TWh umgelegt. Auf dieser Grundlage wird die Konventionelle-Energien-Umlage im Jahr 2017 voraussichtlich zwischen 10,1 und 11,5 Cent liegen.

Abbildung 7 veranschaulicht den Preisaufschlag der einzelnen Kostenkomponenten auf den durchschnittlichen Haushaltsstrompreis in den Jahren 2016 und 2017. Bei der Einpreisung der Subventions- und Umweltbelastungskosten der konventionellen Energien nach EEG-Methode würden private Haushalte 2016 statt rund 29 Cent durchschnittlich 40 Cent für eine Kilowattstunde Strom bezahlen.

Dieser Vergleich zeigt, dass die EEG-Umlage aus der Förderung erneuerbarer Energien (6,88 Ct/kWh) für die Gestaltung einer klima- und umweltfreundlicheren, zukunftsfähigen Energieversorgung eine deutlich günstigere Kostenbelastung ist, selbst unter der Annahme eines erheblichen Anstiegs. Anders als häufig angenommen sind die erneuerbaren Energien nicht die „Preistreiber“ der Stromversorgung, sondern sie ersetzen Energieträger mit viel höheren Folgekosten für Steuerzahler und Gesellschaft.

5 FAZIT UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Zustimmung zur Energiewende ist in der breiten Bevölkerung sehr hoch. Leider wird häufig der Eindruck vermittelt, dass sie mit hohen Kosten verbunden ist. Bei einer umfassenden volkswirtschaftlichen Betrachtung zeigt sich jedoch schnell: Um ein ausgewogenes Bild der Kostenbilanz der Energiewende zu zeichnen, muss auch der resultierende Nutzen des Projekts angemessen berücksichtigt werden. **Alle Studien, die dies tun, zeigen, dass die Energiewende eine positive gesamtwirtschaftliche Bilanz aufweist, weil die eingesparten Kosten mittel- bis langfristig höher sind als die Investitionskosten.** Je nach verwendeten Annahmen liegt der ausgewiesene Nettonutzen im Bereich von rund 50 Milliarden Euro bis 2030 bzw. bei rund 100 bis 500 Milliarden Euro bis 2050.

Zudem existieren eine Reihe von langfristigen Umweltkosten der konventionellen Energieträger Steinkohle, Braunkohle und Kernenergie, deren Höhe heute nicht beziffert werden kann. Dazu zählen insbesondere dauerhafte Sümpfungen im Steinkohlebergbau, die Wiederherstellung eines natürlichen Wasserhaushalts im Braunkohlebergbau sowie die sichere Lagerung von radioaktiven Reststoffen für sehr lange Zeiträume. Diese Kostenrisiken konventioneller Energieträgern sind in den volkswirtschaftlichen Bilanzen noch nicht enthalten.

Um die im Rahmen dieser Studie aufgedeckten Marktverzerrungen zu korrigieren und damit allen Energieträgern gleiche Wettbewerbsbedingungen zu ermöglichen, werden folgende Reformen empfohlen:

- ▶ **die Einführung eines nationalen CO₂-Mindestpreises,**
- ▶ **die Harmonisierung der Energiebesteuerung,**
- ▶ **der Abbau umweltschädlicher Subventionen und die Vermeidung neuer umweltschädlicher Subventionen sowie**
- ▶ **das konsequente Bekenntnis zur Energiewende als Investition in die Zukunft und zum EEG als erfolgreiches Instrument der Markteinführung erneuerbarer Energien.**

ANHANG

STAATLICHE FÖRDERUNGEN DER ATOMENERGIE 1970–2016

Alle Angaben in Mrd. €	gesamte Förderungen 1970–2016		Förderungen Anteil Stromerzeugung*	
	nominal	real (Preise 2016)	real 1970–2016	im Jahr 2016
A. Finanzhilfen	53,0	84,6	54,2	0,7
A.1. Forschung D.	30,2	54,9	49,1	0,5
davon: Endlager Standort-Suche	0,6	0,7	0,7	0,1
A.2. Ausgaben Bundesländer	0,7	1,9	1,9	0
A.3. Bürgschaften	0,1	0,2**	0,2	0
A.4. Euratom + Phare (Anteil D.)	3,1	3,9	0	0
A.5. Stilllegung ostdeutsche AKW	3,6	4,0	0	0
A.6. Wismut Sanierung	6,2	7,9	0	0
A.7. Morsleben	1,1	1,3	0,8	0,03
A.8. Asse	1,1	1,2	1,2	0,1
A.9. Tschernobyl	0,7	0,8	0	0
A.10. Beiträge internat. Organisationen	6,1	8,6	1,1	0,03
B. Steuervergünstigungen	43,6	52,8	52,8	0,98
B.1. Steuervergünst. Energiesteuer netto	43,6	52,8	52,8	0,98
C. Budgetunabhängige staatliche Regelungen	83,1	98,9	99,4	3,8
C.1. Emissionshandel	12,3	13,4	13,4	0,3
C.2. Förderwert Rückstellungen	70,9	86,2	86,2	3,5***
A.+B. Summe 1: Budgetwirksame Förderungen	96,6	137,4	107,0	1,7
Durchschnittlich in Ct pro kWh			2,1	2,0
A.+B. Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + +C. Vorteile Emissionshandel + Rückstellungen	179,7	237,0	206,7	5,9
Durchschnittlich in Ct pro kWh			4,0	6,5

* Bei der Kalkulation der spezifischen Förderwerte in Ct pro kWh sind nur diejenigen Ausgaben einbezogen, die der Stromerzeugung in Deutschland zurechenbar sind (nicht berücksichtigt sind u.a. DDR-Altlasten)

** Inflationsbereinigung nicht möglich, weil verwendete Quelle nur kumulierte Zahl, keine Einzeljahre ausweist

*** Im Förderwert der Rückstellungen im Jahr 2016 sind 2,5 Mrd. EUR an Zinseszinsseffekt enthalten

STAATLICHE FÖRDERUNGEN DER STEINKOHLE 1970–2016

Alle Angaben in Mrd. €	gesamte Förderungen 1970–2016		Förderungen Anteil Stromerzeugung*	
	nominal	real (Preise 2016)	real 1970–2016	im Jahr 2016
A. Finanzhilfen	142,0	208,9	118,9	1,0
A.1. Forschung und Entwicklung**	3,7	6,7	3,8	0,01
A.2. Forschung und Pilotvorhaben CCS EU, Anteil D.***	0,1	0,1	0,1	0
A.3. Absatzbeihilfen	119,5	168,8	96,1	0,9
A.4. Modernisierungsbeihilfen	5,8	12,5	7,1	0
A.5. Soziale Beihilfen	9,5	14,0	7,9	0,1
A.6. Stilllegungsbeihilfen	3,5	6,8	3,9	0
B. Steuervergünstigungen	81,5	112,9	64,3	1,2
B.1. Steuervergünst. Energiesteuer netto	66,8	86,6	49,3	1,2
B.2. Befreiung Förderabgabe	10,8	18,3	10,4	0,02
B.3. Befreiung Wasserabgaben (seit 1995)	0,1	0,1	0,04	0
B.4. Absatzbeihilfen	0,4	1,2	0,7	0
B.5. Modernisierungsbeihilfen	0,7	1,8	1,1	0
B.6. Soziale Beihilfen	2,7	4,9	2,8	0
C. Budgetunabhängige staatliche Regelungen	13,5	14,8	8,4	0
C.1. Förderwert des Emissionshandels	13,5	14,8	8,4	0
A.+B. Summe 1: Budgetwirksame Förderungen	223,5	321,8	183,1	2,2
Durchschnittlich in Ct pro kWh			3,1	2,0
A.+B. Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + +C.1. Vorteile Emissionshandel	237,0	336,6	191,5	2,2
Durchschnittlich in Ct pro kWh			3,3	2,0

* gemäß Anteil der Stromerzeugung am Primärenergieverbrauch von Steinkohle

** inkl. Forschung und Pilotvorhaben CCS national, nur Anteil Steinkohle (geschätzt)

*** nur Anteil Steinkohle (geschätzt)

STAATLICHE FÖRDERUNGEN DER BRAUNKOHLE 1970–2016

Alle Angaben in Mrd. €	gesamte Förderungen 1970–2016		Förderungen Anteil Stromerzeugung*	
	nominal	real (Preise 2016)	real 1970–2016	im Jahr 2016
A. Finanzhilfen	11,5	14,3	0,2	0,02
A.1. Forschung und Entwicklung**	0,1	0,2	0,1	0,01
A.2. Forschung und Pilotvorhaben CCS EU, Anteil D.***	0,03	0,03	0,02	0
A.3. Altlasten / Sanierung Braunkohlebergbaugebiete	11,3	14,1	0	0
B. Steuervergünstigungen	55,8	70,5	59,7	1,6
B.1. Steuervergünst. Energiesteuer netto	49,2	62,1	52,6	1,4
B.2. Befreiung Förderabgabe	5,9	7,5	6,4	0,2
B.3. Befreiung Wasserabgaben (seit 1995)	0,7	0,9	0,7	0,02
C. Budgetunabhängige staatliche Regelungen	13,6	15,1	13,6	0
C.1. Förderwert des Emissionshandels	13,6	15,1	13,6	0
C.2. Sicherheitsbereitschaft	0,1	0,1	0,1	0,1
A.+B. Summe 1: Budgetwirksame Förderungen	67,3	84,7	59,8	1,7
Durchschnittlich in Ct pro kWh			1,0	1,1
A.+B. Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + +C.1. Vorteile Emissionshandel	80,9	99,8	73,4	1,7
Durchschnittlich in Ct pro kWh			1,3	1,1

* gemäß Anteil der Stromerzeugung am Primärenergieverbrauch von Braunkohle, ohne Altlasten der ehemaligen DDR-Bergbaugebiete (A.3)

** inkl. Forschung und Pilotvorhaben CCS national, nur Anteil Braunkohle (geschätzt)

*** nur Anteil Braunkohle (geschätzt)

STAATLICHE FÖRDERUNGEN VON ERDGAS 2007–2016

Alle Angaben in Mrd. €	gesamte Förderungen 2007–2016		Förderungen Anteil Stromerzeugung	
	nominal	real (Preise 2016)	real 2007–2016	im Jahr 2016
A. Finanzhilfen	0,06	0,06	0,01	0,001
A.1. Forschung und Entwicklung	0,06	0,06	0,01	0,001
B. Steuervergünstigungen	6,7	7,1	-1,5	-0,2
B.1. Steuervergünst. Energiesteuer netto	10,0	10,5	-0,9	-0,2
B.2. Befreiung Förderabgabe*	-3,2	-3,4	-0,6	0,0
C. Budgetunabhängige staatliche Regelungen	5,0	5,3	2,2	0
C.1. Förderwert des Emissionshandels	5,0	5,3	2,2	0
A.+B. Summe 1: Budgetwirksame Förderungen	6,8	7,2	-1,5	-0,2
Durchschnittlich in Ct pro kWh			-0,1	-0,3
A.+B. Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + +C.1. Vorteile Emissionshandel	11,8	12,5	0,7	-0,2
Durchschnittlich in Ct pro kWh			0,04	-0,3

* negativ, weil die tatsächlich gezahlte Förderabgabe höher ist als 10% des Marktwertes (Methodik Kohle)

STAATLICHE FÖRDERUNGEN DER ERNEUERBAREN ENERGIEN 1970–2016

Alle Angaben in Mrd. €	gesamte Förderungen 1970–2016		Förderungen Anteil Stromerzeugung	
	nominal	real (Preise 2016)	real 1970–2016	im Jahr 2016
A. Finanzhilfen	19,5	22,3	10,6	0,6
A.1. Forschung und Entwicklung	5,2	6,4	4,4	0,1
A.2. Förderprogramme Bund und Länder	11,6	12,9	5,2	0,3
A.3. EU-Programme	2,5	2,8	0,8	0,14
A.4. Beiträge internat. Organisationen	0,04	0,04	0,02	0,004
A.5. Bürgschaften	0,2	0,2	0,2	0,02
B. Steuervergünstigungen	-3,3	-5,1	-14,3	-1,3
B.1. Steuervergünst. Energiesteuer netto	-3,3	-5,1	-14,3	-1,3
C. Budgetunabhängige staatliche Regelungen	123,6	128,7	128,7	21,0
C.1. Förderwert des Emissionshandels	10,2	10,8	10,8	0,7
C.2. EEG / Stromeinspeisegesetz	150,4	157,4	157,4	23,1
C.3. Entschädigungen für abgeregelte EEG-Anlagen	0,8	0,8	0,8	0,31
C.4. Regel- und Ausgleichsenergie	1,6	1,8	1,8	0
C.5. Merit Order Effekt	-39,5	-42,2	-42,2	-3,1
A.+B. Summe 1: Budgetwirksame Förderungen	16,2	17,2	-3,6	-0,7
Durchschnittlich in Ct pro kWh			-0,16	-0,4
A.+B. Summe 2: Budgetwirksame Förderungen + +C. EEG + Vorteile Emissionshandel	139,8	145,9	125,0	20,3
Durchschnittlich in Ct pro kWh			5,5	10,8

WAS STROM WIRKLICH KOSTET

Studienerstellung:

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V.

Schwedenstraße 15a
13357 Berlin

Tel +49 (0)30-7623991 – 30

Fax +49 (0)30-7623991 – 59

E-Mail: foes@foes.de

Internet: www.foes.de



StudienautorInnen: Rupert Wronski und Swantje Küchler unter Mitarbeit von Luca Jansen

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 Multiplikatorinnen Anstoßgeber wie Konsensstifter. Zu diesem Zweck wer-

den eigene Forschungsvorhaben 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.

Auftraggeber der Studie und Herausgeber dieser Broschüre:

Greenpeace Energy eG

Hongkongstraße 10
20457 Hamburg

Tel.: 040 / 808 110 – 600

Fax: 040 / 808 110 – 666

E-Mail: info@greenpeace-energy.de

Internet: www.greenpeace-energy.de

Redaktion: Christoph Rasch (verantwortlich)

Foto: Christine Lutz / Greenpeace Energy eG

Layout & Grafiken: Adrienne Rusch / dieprojektoren.de

Stand: Oktober 2017

Für Greenpeace Energy steht als deutschlandweit engagierte Genossenschaft verantwortliches und nachhaltiges Handeln seit jeher vor dem finanziellen Gewinn. Das Unternehmen versorgt rund 135.000 Kundinnen und Kunden, darunter rund 10.000 Geschäftskunden, mit sauberem Strom und dem innovativen Gasprodukt *proWindgas*. Organisiert ist Greenpeace Energy als Genossenschaft mit knapp 24.000 Mitgliedern. Deren Einlagen sorgen für eine solide Eigenkapitalbasis, die die Unabhängigkeit sichert. Die Genossenschaftsmitglieder sind nicht nur die Firmeninhaber, sondern gleichzeitig auch Kunden, was für gleichge-

richtete Interessen sorgt: an einer ökologisch ausgerichteten Geschäftspolitik, die nicht auf Profitmaximierung setzt. Zudem planen, bauen, finanzieren und betreiben wir über die Tochtergesellschaft Planet energy selbst Anlagen. Das Engagement von Greenpeace Energy geht aber noch weiter: Wir reden mit, wenn es darum geht energiepolitische Rahmenbedingungen zu schaffen. Wir erproben neue Konzepte zum Beispiel zur Elektromobilität. Wir setzen uns mit Forschungsprojekten dafür ein, Innovationen zu fördern und den Weg in eine saubere Energiezukunft zu ebnen.



Mein Strom. Mein Gas.
Meine Entscheidung.