

ISABEL SCHREMS UND SWANTJE FIEDLER

KOSTENERSPARNIS DURCH DEN ZUSÄTZLICHEN AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN

EINE BILANZ DER STROMKOSTEN IM JAHR 2020 UNTER
BERÜCKSICHTIGUNG VON STAATLICHEN FÖRDERUNGEN
UND EXTERNEN KOSTEN

EINE KURZANALYSE IM AUFTRAG VON GREENPEACE ENERGY



Forum
Ökologisch-Soziale
Marktwirtschaft

GREENPEACE
ENERGY

Mein Strom. Mein Gas.
Meine Entscheidung.

INHALT

Die vorliegende Kurzanalyse beschäftigt sich mit der Frage, welche Kosten im Jahr 2020 eingespart werden, wenn die Stromerzeugung aus konventionellen Energien durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien ersetzt wird.

Unter Einbeziehung der gesellschaftlichen Kosten werden die spezifischen Vollkosten neuer Anlagen erneuerbarer Energien den eingesparten Kosten bestehender konventioneller Kraftwerke gegenübergestellt. Dabei werden insbesondere auch die versteckten Kosten durch staatliche Förderungen und externe Kosten einbezogen. Diese sind bislang nicht im Strompreis enthalten, aber müssen von der Gesellschaft an anderer Stelle bezahlt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass jede zusätzliche Kilowattstunde aus **erneuerbaren Energien im Jahr 2020 durchschnittlich 7,5 Ct/kWh** kosten wird, während die Stromkosten der eingesparten konventionellen Energien im Mittel **17,2 Ct/kWh** betragen. **Jede zusätzliche Kilowattstunde aus Wind und Sonne spart der Gesellschaft demnach Kosten in Höhe von rund 9,7 Ct/kWh.**

Stand: Oktober 2019

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, foes@foes.de

ÜBER DAS FÖS

Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e. V. (FÖS) ist ein überparteilicher und unabhängiger politischer Thinktank. 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 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.

Bildnachweise

Foto Titelseite: © kerry kay-smith – Fotolia.com

INHALTSVERZEICHNIS

1 Hintergrund und Ziel	4
2 Kostenvergleich: erneuerbare vs. konventionelle Energien	4
2.1 Kosten erneuerbarer Energien	5
2.1.1 Spezifische Vollkosten für Wind und Sonne	5
2.1.2 Zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020	6
2.2 Kosten konventioneller Energien	6
2.2.1 Gesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung für Steinkohle, Braunkohle und Gas	8
2.2.2 Mix aus verdrängten konventionellen Energien im Jahr 2020	8
3 Zusammenfassender Kostenvergleich und Ausblick	8
Quellen	10

1 HINTERGRUND UND ZIEL

Im Januar 2019 legte die sogenannte „Kohlekommission“ ihre Vorschläge für die Umsetzung des Kohleausstiegs vor. Die Bundesregierung einigte sich im September 2019 im Rahmen des „Klimapakets“ darauf, mit welchen politischen Maßnahmen sie die selbst gesteckten Ziele zur Einsparung von Treibhausgasemissionen erreichen will. Klar ist, dass beide Vorhaben ohne einen schnelleren Ausbau erneuerbarer Energien zum Scheitern verurteilt sind.

Gleichzeitig ist in der öffentlichen Debatte immer noch das Argument zu hören, ein zu schneller Ausbau erneuerbarer Energien sei zu teuer. Die Kosten konventioneller Kraftwerke werden tendenziell unterschätzt, während die Kosten erneuerbarer Energien eher überschätzt werden. Ziel der Kurzanalyse ist es, die öffentliche Diskussion durch eine konkrete Berechnung der **Kostensparnisse durch den zusätzlichen Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich der Stromerzeugung** zu versachlichen und zu erweitern.

2 KOSTENVERGLEICH: ERNEUERBARE VS. KONVENTIONELLE ENERGIEN

Um die Kostensparnisse durch den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich der Stromerzeugung zu verdeutlichen, werden unter Einbeziehung der gesellschaftlichen Kosten die spezifischen Vollkosten neuer Anlagen erneuerbarer Energien und konventioneller Energieträger verglichen. Der Vergleich bezieht sich auf die Stromerzeugung aus Sonne und Wind (Onshore und Offshore) in Deutschland.

Dabei ist es wichtig, neben den im Strompreis unmittelbar sichtbaren Kosten auch „versteckte“ Kosten der Stromerzeugung zu beachten. Jene bestehen insbesondere aus staatlichen Förderungen mit Budgetwirkung und nicht internalisierten externen Kosten, wie beispielsweise Folgekosten durch Umwelt-, Gesundheits- und Klimaschäden. Diese Kosten werden zum Großteil nicht von den Verursachern getragen, aber müssen dennoch von der Gesellschaft bezahlt werden. Sie werden im Folgenden als „gesellschaftliche Kosten“ der Stromerzeugung bezeichnet. Damit schließt diese Analyse an die Methodik der Studienreihe „Was Strom wirklich kostet“ an (FÖS 2015; FÖS 2017; FÖS 2018).

STAATLICHE FÖRDERUNGEN MIT BUDGETWIRKUNG beinhalten sowohl Förderungen, von denen Neuanlagen bei der Stromerzeugung unmittelbar profitieren (z. B. Steuervergünstigungen bei der Energiesteuer, Befreiungen von der Förderabgabe), sowie indirekte Förderungen wie beispielsweise die Finanzierung von Folgekosten

der Vergangenheit (z. B. Ausgaben des Staates für die Beendigung des Steinkohlebergbaus) oder die Finanzierung zukünftiger Technologien (z. B. Forschungsausgaben).

EXTERNE KOSTEN der Stromerzeugung sind Kosten, die nicht von dem Verursacher (z. B. dem Betreiber der Anlage), sondern von der Gesellschaft getragen werden müssen. Bei der Stromerzeugung beinhalten diese Kosten insbesondere den Ausstoß von Schadstoffen und Treibhausgasen, die zu Gesundheitsproblemen beitragen können sowie maßgeblich für den Klimawandel verantwortlich sind. Dabei wird berücksichtigt, inwiefern diese Kosten durch Energiesteuern und Emissionshandel bereits im Strompreis enthalten sind. Jedoch bilden die beiden Instrumente bei Weitem nicht alle bestehenden externen Effekte ab (FÖS 2017).

Der folgenden Kostenberechnung liegen verschiedene methodische Annahmen zugrunde:

1.) Die Betrachtung ist auf den Ausbau von Wind- und Solarenergie begrenzt. Für die Abschätzung der Kosten des Ausbaus weiterer erneuerbarer Energieträger bedarf es weiterer Daten, die im Rahmen dieser Untersuchung noch nicht ermittelt werden konnten.

2.) Zudem beschränkt sich die Analyse auf einen Eins-zu-eins-Vergleich der spezifischen Kosten der Erzeugung einzelner Kilowattstunden unter der Annahme, dass jede Kilowattstunde aus erneuerbaren Energien direkt eine Kilowattstunde aus konventionellen Energien ersetzt. Dies ist eine stark vereinfachende Annahme, da einige Aspekte wie Infrastruktur- oder Systemkosten nicht berücksichtigt werden. Längerfristig wird sich bei steigenden Anteilen erneuerbarer Energien in der Stromversorgung das Zusammenspiel weiterer Faktoren grundlegend ändern. Beispielsweise wird die Verfügbarkeit des Stroms in Zeiten hohen Bedarfs und die Regelbarkeit der Anlagen an Bedeutung gewinnen und für Investitionsentscheidungen und Kosten der Stromproduktion eine wichtige Rolle spielen (Fraunhofer ISE 2018). Bei den heutigen Anteilen erneuerbarer Energien und solange keine umfassenden zusätzlichen Systemkosten (z. B. Netzausbau) anfallen, dient der Vergleich der Kosten der Erzeugung einzelner Kilowattstunden jedoch noch als angemessener Indikator.

3.) Grundsätzlich werden die Kosten konventioneller Energien in dieser Berechnung unterschätzt, da sich die Daten teilweise auf das Jahr 2013 beziehen. Aktuellere Daten liegen zum heutigen Zeitpunkt nicht vor. Mittlerweile könnten (u. a. aufgrund höherer EU-ETS-Zertifikatspreise) auch die mit höheren externen Kosten einhergehenden Braunkohlekraftwerke verdrängt werden. Auch orientiert sich die Kurzanalyse am Börsenstrompreis, der die Grenzkosten bestehender Kraftwerke abbildet und weitere Kostenfaktoren neuerer Kraftwerke unbeachtet lässt.

Daher stellt die vorliegende Untersuchung eine konservative erste Abschätzung der Kostenbilanz dar, die durch weitere Analysen ergänzt und verfeinert werden sollte.

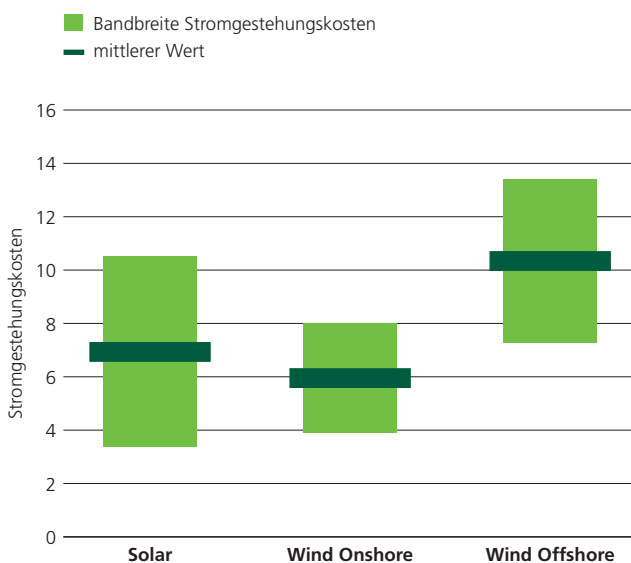
2.1 KOSTEN ERNEUERBARER ENERGIEN

2.1.1 SPEZIFISCHE VOLLKOSTEN FÜR WIND UND SONNE

Die spezifischen Vollkosten neuer Anlagen setzen sich aus den Stromgestehungskosten der verschiedenen Windkraft- und Solarstrom-Technologien, staatliche Förderungen mit Budgetwirkung und nicht internalisierte externe Kosten zusammen.

Stromgestehungskosten beinhalten die jährlichen Durchschnittskosten für Errichtung und Betrieb einer Anlage im Verhältnis zu ihrer durchschnittlichen jährlichen Stromerzeugung. Sie werden anhand von Marktdaten zu spezifischen Investitionen, Betriebskosten und weiteren technischen und finanziellen Parametern ermittelt. Daraus ergibt sich eine große Spannweite an zu erwartenden Stromgestehungskosten. Für die weiteren Berechnungen wird zur vereinfachten Darstellung auf die mittleren Werte der dargestellten Spannweiten zurückgegriffen.¹

ABB. 1: STROMGESTEHUNGSKOSTEN FÜR SOLAR- UND WINDENERGIE (2020, IN CT/KWH)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Fraunhofer ISE (2018)

SOLARENERGIE: Wie in Abb. 1 deutlich wird, werden die Stromgestehungskosten für Photovoltaikanlagen **im Jahr 2020** auf ca. 3,38 bis ca. 6,17 Ct/kWh (Freiflächenanlagen) oder auf ca. 6,58 bis ca. 10,51 Ct/kWh (kleine Dachanlagen) geschätzt (Fraunhofer ISE 2018). Der mittlere Wert beträgt hierbei **6,95 Ct/kWh**. Ab 2030 sinken die Stromgestehungskosten von Freiflächenanlagen schätzungsweise

1 – Die mittleren Werte lassen die Anteile der verschiedenen Anlagen zur gesamten Stromerzeugung unberücksichtigt. Sie repräsentieren daher keinen arithmetischen (gewichteten) Mittelwert, sondern zeigen nur die Mitte der gesamten Kostenspanne an. Daten zu den gewichteten Mittelwerten liegen derzeit nicht vor.

weiter auf einen Wert unter 2,41 Ct/kWh bzw. die von Dachanlagen auf unter 4,70 Ct/kWh (Fraunhofer ISE 2018).

WINDENERGIE: Für Onshore-Windenergieanlagen werden die Stromgestehungskosten für das Jahr 2020 auf zwischen 3,91 und 8,03 Ct/kWh und bei Offshore-Windenergieanlagen auf zwischen 7,29 und 13,40 Ct/kWh geschätzt. Die Kosten sind dabei stark abhängig von den Standortbedingungen, insbesondere aufgrund der erreichbaren Volllaststunden. So bestehen große Unterschiede zwischen Stark- und Schwachwindstandorten (Fraunhofer ISE 2018). Der mittlere Wert liegt bei **5,97 Ct/kWh** (Onshore) bzw. **10,35 Ct/kWh** (Offshore). Durch die technische Weiterentwicklung ist zukünftig generell eine Steigerung der Volllaststunden zu erwarten. So werden im Jahr 2035 bei Onshore-Anlagen Stromgestehungskosten von 3,49 bis 7,09 Ct/kWh erwartet, wohingegen Offshore-Anlagen ein noch größeres Kostenreduktionspotenzial haben und dadurch Werte zwischen 5,67 und 10,07 Ct/kWh erwartet werden können (Fraunhofer ISE 2018).²

Zusatzkosten durch **staatliche Förderungen mit Budgetwirkung** fallen bei den Neuanlagen erneuerbarer Energien nicht an. Im Gegenteil: Die Förderungen werden im Vergleich zu denen konventioneller Energieträger sogar auf einen negativen Wert geschätzt. Dies resultiert daraus, dass für erneuerbare Energien im Rahmen der Stromsteuer ein höherer Betrag gezahlt wurde, als im Leitbild der Energiebesteuerung verankert ist. Die Kosten für die Förderwirkung des EEG sind bereits in den Stromgestehungskosten enthalten und belasten den Staatshaushalt nicht (FÖS 2017).

Die **externen Effekte** von Windenergie betragen laut Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (UBA) 0,28 Ct/kWh für Windenergie sowie 1,64 Ct/kWh für Photovoltaik (UBA 2019). Da ein Teil dieser Kosten über den Emissionshandel in den Strompreisen, und damit auch in den Stromgestehungskosten inkludiert ist, müssen diese Anteile vom Preis externer Effekte abgezogen werden (FÖS 2017). In Anlehnung an DIW (2007) sowie Schwarz und Lang (2007) erfolgt die Berechnung des preiserhöhenden Effekts des Emissionshandels aufgrund der Annahme, dass die Strompreiserhöhung pro Euro Zertifikatspreis (je Tonne CO₂-Emissionen) 0,07 Ct/kWh beträgt. Der Zertifikatspreis ist nach wie vor starken Schwankungen ausgesetzt, jedoch innerhalb des letzten Jahres kontinuierlich gestiegen. Während er im Januar 2019 noch etwa 18,50 Euro betrug, lag der Preis im September 2019 bei etwa 25,50 Euro (Börse Online 2019). Bei einem Zertifikatspreis von 25,50 Euro beträgt die Strompreiserhöhung 1,79 Ct/kWh. Dieser Wert wird auch für das Jahr 2020 angenommen.

2 – Die sinkenden EEG-Fördersätze deuten ebenfalls auf sinkende Stromgestehungskosten der Wind- und Solaranlagen hin und machen deutlich, dass es sich bei den verwendeten Daten um eine konservative Abschätzung der Kosten handelt. Der durchschnittliche Zuschlagswert lag seit Beginn des wettbewerblichen Ausschreibungsverfahrens bei Solarenergie zwischen 4,33 (02/2018) und 6,59 Ct/kWh (03/2019), bei Onshore-Windenergie zwischen 3,82 (11/2017) und 6,26 Ct/kWh (10/2018) und bei Offshore-Windenergie zwischen 0,44 (04/2017) und 4,66 Ct/kWh (04/2018) (Bundesnetzagentur 2019).

Zusätzlich wird auch die Energiesteuer als Internalisierungsinstrument angerechnet, soweit sie bei den staatlichen Förderungen als Referenz für die Besteuerung angelegt wird. Der Anteil der durch Energiesteuern internalisierten Kosten beläuft sich sowohl bei Windenergie als auch bei Solarenergie auf 0,03 Ct/kWh (siehe FÖS 2017).

Werden beide bereits internalisierte Größen von dem Wert der externen Kosten abgezogen, erhält man die versteckten Kosten der verschiedenen Energieträger. Wie Tab. 1 zeigt, betragen diese bei Windenergie -1,54 und bei Solarenergie -0,18 Ct/kWh.

TAB. 1: NICHT INTERNALISIERTE EXTERNE KOSTEN ERNEUERBARER ENERGIEN

	Windenergie [Ct/kWh]	Solarenergie [Ct/kWh]
Externe Kosten gesamt	0,28	1,64
Abzüglich Strompreiserhöhung durch Emissionshandel	-1,79	-1,79
Abzüglich Sollaufkommen Energiesteuer	-0,03	-0,03
Nicht internalisierte externe Kosten	-1,54	-0,18

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage FÖS (2017), UBA (2019) und eines Zertifikatsreises von 25,50 Euro/t CO₂

Die negativen Werte lassen sich wie folgt interpretieren: Auch erneuerbare Energien verursachen externe Kosten. Diese sind allerdings durch den Emissionshandel (Strompreiserhöhung) und die Energiesteuer schon in den Marktpreisen enthalten.

In der folgenden Kostenbilanz werden die nicht internalisierten externen Kosten daher auf null gesetzt. Dies entspricht einer konservativen Schätzung, da man im Sinne einer Nettobetrachtung auch negative Werte anlegen könnte.

2.1.2. ZUSÄTZLICHE STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2020

Um die Kosten des Ausbaus erneuerbarer Energien im Jahr 2020 schätzen zu können, ist eine Annahme erforderlich, welche Anlagen in welchem Umfang zugebaut werden. Diese Annahme wird auf Basis der **Prognose zur Entwicklung der Stromerzeugung aus EEG-geförderten Anlagen** im Auftrag der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber im Rahmen der Veröffentlichung von House of Energy Markets & Finance und der Universität Duisburg Essen (2018) getroffen. Die Prognosen umfassen dabei verschiedene Szenarien. In dieser Kurzanalyse wird das **Trendszenario** verwendet. Darin werden ein jährlicher Ausnutzungsgrad aus dem Mittel der vergangenen Jahre und ein Nettozubau zugrunde gelegt, der angesichts vergangener Entwicklungen und der aktuellen Gesetzes- und Marktlage am wahrscheinlichsten erscheint.

Die Prognosen der zusätzlichen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im **Jahr 2020** im Vergleich zu 2019 sind in Tab. 2 dargestellt.³ Im Gegensatz zum Trendszenario werden im **Oberen Szenario** ein maximaler Nettozubau und ein jährlicher Ausnutzungsgrad am oberen Rand der erwarteten Bandbreite unterstellt. Bei Onshore-Windenergie ist mit einer zusätzlichen jährlichen Stromerzeugung zwischen 4.384 und 6.213 GWh zu rechnen. Bei Offshore-Windenergie bewegen sich die Prognosewerte zwischen 2.922 und 3.003 GWh/a. Bei Solarenergie kann im Vergleich jährlich mit einer zusätzlichen Stromproduktion von 2.583 bis zu 3.617 GWh gerechnet werden (House of Energy Markets & Finance und Universität Duisburg Essen 2018).

TAB. 2: PROGNOSE ZUSÄTZLICHER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2020 GEGENÜBER 2019

	Trendszenario [GWh/a]	Oberes Szenario [GWh/a]
Onshore-Windenergie	4.384	6.213
Offshore-Windenergie	2.922	3.003
Solarenergie	2.583	3.617

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von House of Energy Markets & Finance und Universität Duisburg Essen (2018)

Im Trendszenario ergibt dies einen Energiemix von 44,3 % Onshore-Windenergie, 29,5 % Offshore-Windenergie und 26,1 % Solarenergie.

Berechnet man auf Basis der erwarteten Stromgestehungskosten im Jahr 2020 die voraussichtlichen Kosten dieses Energiemixes, wird jede zusätzliche Kilowattstunde aus erneuerbaren Energien brutto durchschnittlich 7,5 Ct/kWh kosten.

2.2 KOSTEN KONVENTIONELLER ENERGIEN

2.2.1 GESELLSCHAFTLICHE KOSTEN DER STROMERZEUGUNG FÜR STEINKOHLE, BRAUNKOHLE UND GAS

Da in dieser Kurzanalyse die Kosten der bestehenden konventionellen Kraftwerke mit den Kosten zukünftiger Anlagen erneuerbarer Energien verglichen werden sollen, wird hier zur Berechnung der spezifischen Vollkosten konventioneller Energien auf den **erwarteten durchschnittlichen Strompreis an der Börse** zurückgegriffen. Dies ist der Marktpreis, zu dem Strom aus konventionellen Kraftwerken derzeit angeboten wird.

3 – Betrachtet wird der Nettozubau an Anlagen, d. h. der Rückbau von Anlagen wird mitberücksichtigt.

Als Quelle für den erwarteten Strombörsenpreis werden ebenfalls die Daten aus der EEG-Mittelfristprognose 2019 verwendet. Darin wird der durchschnittliche Strompreis im Jahre 2020 im Trendszenario auf **3,85 Ct/kWh** geschätzt (House of Energy Markets & Finance und Universität Duisburg Essen 2018).

Würde man sich auch bei der Betrachtung konventioneller Energien auf die Stromgestehungskosten neuer Anlagen fokussieren, lägen diese derzeit für Steinkohle bei 6,27 bis 9,86 Ct/kWh, für Braunkohle bei 4,59 bis 7,98 Ct/kWh und für Gaskraftwerke bei 11,03 bis 21,94 Ct/kWh (Fraunhofer ISE 2018). Es sei daher an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der derzeitige Strombörsenpreis die Kosten neuer konventioneller Anlagen nicht abdeckt. Hier wird auf die Marktpreise bereits bestehender und zum Großteil ab-geschriebener Anlagen zurückgegriffen. Damit lässt der Kostenver-gleich erneuerbarer und konventioneller Energien unberücksichtigt, dass auch konventionelle Kraftwerke mit der Zeit durch neue ersetzt werden müssten und sie sich neben dem Börsenstrompreis auch über weitere Förderinstrumente (wie z. B. KWK-Förderung) finanzieren. **Die hier vorgenommene Kostenbilanz stellt eher eine konserva-tive Schätzung der Kosten konventioneller Energien dar.**

Bei der Berechnung der Vollkosten konventioneller Energien müssen zusätzlich zum Marktpreis die versteckten Kosten berücksichtigt werden. Wie bei den erneuerbaren Energien werden staatliche För-derungen und externe Kosten einbezogen (s. o.).

Steinkohle weist einen **staatlichen Förderwert** von 2,0 Ct/kWh auf, wohingegen dieser bei Braunkohle 1,1 und bei Erdgas 0,3 Ct/kWh beträgt. Dieser setzt sich aus Finanzhilfen und Steuervergünstigun-gen zusammen. Negative Werte werden auch hier in den weiteren Berechnungen auf null gesetzt. Konkret profitieren die konventionel-len Energieträger von folgenden Förderungen (FÖS 2017)⁴:

- Steinkohle: Absatzhilfen, Steuervergünstigungen Energiesteuer, Befreiung Förderabgabe, Befreiung Wasserentnahme
- Braunkohle: Steuervergünstigungen Energiesteuer, Befreiung För-derabgabe, Befreiung Wasserentnahme
- Erdgas: Steuervergünstigungen Energiesteuer, Förderabgabe

Der zweite Teil der versteckten Kosten umfasst die **nicht internali-sierten externen Kosten**.

Laut Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (UBA) belaufen sich die **externen Effekte** von Braunkohle auf etwa 20,81 Ct/kWh, jene von Steinkohle auf etwa 18,79 Ct/kWh und jene von Erdgas auf etwa 8,59 Ct/kWh (UBA 2019). Der Anteil der bereits über den Emissionshandel in den Strompreisen inkludierten Kosten in Höhe

von 1,79 Ct/kWh muss jedoch wiederum vom Preis externer Effekte abgezogen werden (s. o.).

Der Anteil der zudem bereits durch Energiesteuern internalisierten Kosten beläuft sich bei Steinkohle auf 1,00 Ct/kWh, bei Braunkohle auf 1,10 und bei Erdgas auf 0,40 Ct/kWh (siehe FÖS 2017). Insgesamt ergeben sich daher, wie Tab. 3 verdeutlicht, nicht internalisierte ex-terne Kosten von **16,00 Ct/kWh** (Steinkohle), **17,92 Ct/kWh** (Braun-kohle) und **6,40 Ct/kWh** (Erdgas).

TAB. 3: NICHT INTERNALISIERTE EXTERNE KOSTEN KONVENTIONELLER ENERGIEN

	Steinkohle [Ct/kWh]	Braunkohle [Ct/kWh]	Erdgas [Ct/kWh]
Externe Kosten gesamt	18,79	20,81	8,59
Abzüglich Strompreiserhöhung durch Emissionshandel	-1,79	-1,79	-1,79
Abzüglich Sollaufkommen Energiesteuer	-1,00	-1,10	-0,40
Nicht internalisierte externe Kosten	16,00	17,92	6,40

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von FÖS (2017), UBA (2019) und eines Zertifikatspreises von 25,50 Euro/t CO₂

Wie Tab. 4 verdeutlicht, beträgt die Summe an **spezifischen ge-samtgesellschaftlichen Kosten folglich 21,85 Ct/kWh (Stein-kohle), 22,87 Ct/kWh (Braunkohle) und 10,25 Ct/kWh (Erdgas)**.

TAB. 4: GESAMTGESELLSCHAFTLICHE KOSTEN KONVENTIONELLER ENERGIEN

	Steinkohle [Ct/kWh]	Braunkohle [Ct/kWh]	Erdgas [Ct/kWh]
1. Marktpreis (Strombörsenpreis)	3,85	3,85	3,85
2. Staatliche Förderung mit Budgetentwicklung	2,0	1,1	0
3. Nicht internalisierte externe Kosten	16,0	17,92	6,4
Summe: gesamtgesellschaftliche Kosten	21,85	22,87	10,25

Quelle: eigene Darstellung

4 – Die ermittelten Werte für das Jahr 2016 werden auch für das Jahr 2020 an-genommen. Dies ist eine vereinfachende Annahme, die bei einer umfassenderen Analyse überprüft werden müsste.

2.2.2 MIX AUS VERDRÄNGTEN KONVENTIONELLEN ENERGIEN IM JAHR 2020

Sowohl Solar- als auch Windenergieanlagen besitzen ein stark fluktuierendes Erzeugungs- und Einspeiseprofil. Solarenergie ist geprägt von tageszeitlichen und saisonalen Unterschieden, wohingegen Windenergie zusätzlich von Wind- und Wetterbedingungen abhängig ist. Es ist daher sehr unterschiedlich, welche Strommengen aus konventionellen Energien jeweils durch die erneuerbaren Energien eingespart werden.

Zur Annahme, welche Strommengen aus konventionellen Energien im Jahr 2020 durch den Ausbau erneuerbarer Energien verdrängt werden, wird auf eine Studie des UBA zurückgegriffen (UBA 2017). Danach ersetzt die Stromerzeugung aus Wind und Sonne hauptsächlich Steinkohlekraftwerke (ca. 60 %) und in geringerem Umfang Erdgaskraftwerke (ca. 40 %). Aufgrund der Stellung in der deutschen und europäischen Merit-Order werden weder Kernenergie noch Braunkohle verdrängt (UBA 2017). Da sich diese Werte auf das Jahr 2013 beziehen, stellen sie vermutlich eine Unterschätzung dar, da mittlerweile (u. a. aufgrund höherer EU-ETS-Zertifikatspreise) auch Braunkohlekraftwerke verdrängt werden.

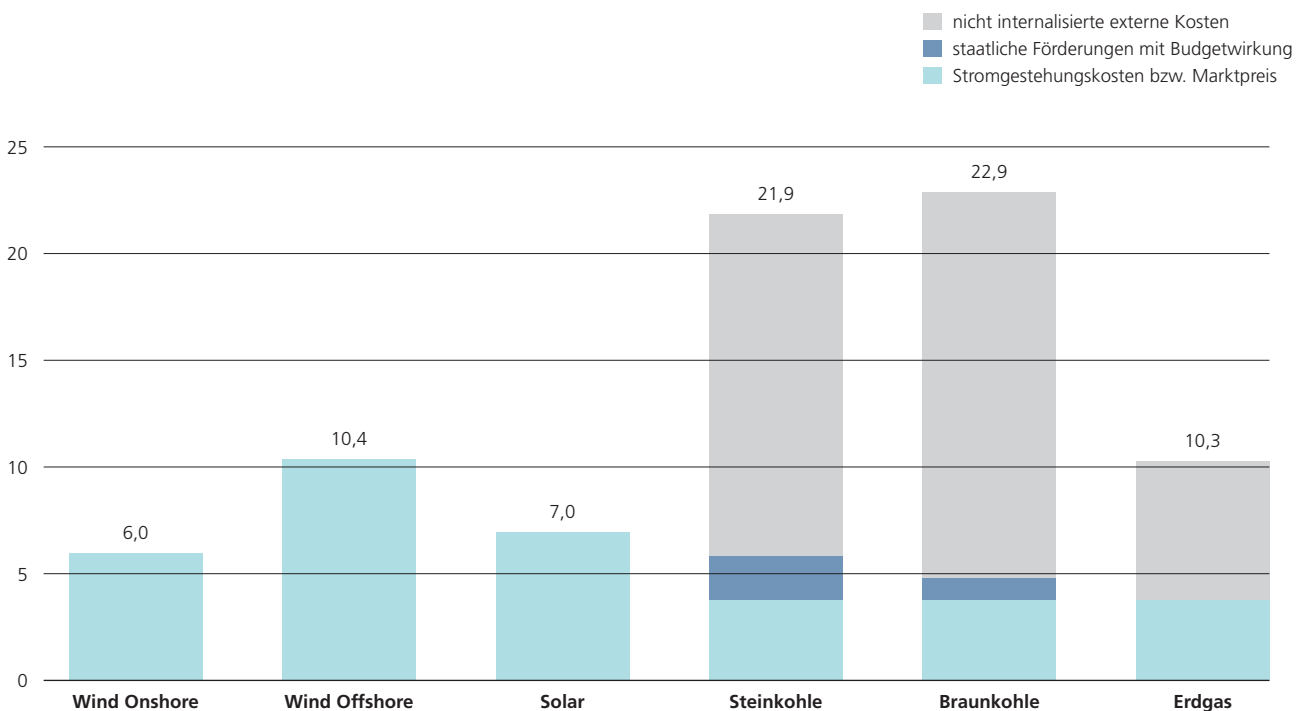
Bezogen auf den Strompreis aus dem Trendszenario für 2020 wird jede Kilowattstunde aus Steinkohle und Gas inklusive versteckter Kosten brutto zwischen 10,3 und 21,9 Ct/kWh kosten

(vgl. Tab. 4). Der Strommix der Erdgas- und Steinkohlekraftwerke, der voraussichtlich durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien eingespart wird (60 % Steinkohle, 40 % Erdgas), kostet im Durchschnitt 17,2 Ct/kWh.

3 ZUSAMMENFASSENDE KOSTENVERGLEICH UND AUSBLICK

Zusammenfassend macht der Vergleich der spezifischen Vollkosten erneuerbarer Energien mit jenen konventioneller Energieträger eines sehr deutlich: Erneuerbare Energien sparen Kosten. Berücksichtigt man die versteckten Kosten der verschiedenen Energieträger, so werden die Kosten für das Jahr 2020 im Mittel auf durchschnittlich 6,0 Ct/kWh (Onshore-Windenergie), 10,4 Ct/kWh (Offshore-Windenergie), 7,0 Ct/kWh (Solarenergie), gegenüber 21,9 Ct/kWh (Steinkohle) und 10,3 Ct/kWh (Erdgas) geschätzt (vgl. Abb. 2; die Bandbreiten der Kosten erneuerbarer Energien sind im zusammenfassenden Kostenvergleich in Tab. 5 separat dargestellt). Die Kosten für Braunkohle werden voraussichtlich 22,9 Ct/kWh betragen. Jedoch wird Braunkohle nach den Ergebnissen der verwendeten UBA Studie noch nicht aus der Merit-Order verdrängt und von erneuerbaren Energien ersetzt.

ABB. 2: KOSTENVERGLEICH DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN UND KONVENTIONELLEN ENERGIEN (MITTLERE WERTE DER BANDBREITE; IN CT/KWH)



Quelle: eigene Darstellung

TAB. 5: ZUSAMMENFASSENDE KOSTENVERGLEICH

	Strom-gestehungs-kosten bzw. Marktpreis [Ct/kWh]	Staatliche Förderungen [Ct/kWh]	Nicht inter-nalisierte externe Kosten [Ct/kWh]	Gesamt-gesellschaft-liche Kosten [Ct/kWh]
Wind Onshore	3,91 – 8,03	–	–	3,91 – 8,03
Wind Offshore	7,29 – 13,40	–	–	7,29 – 13,40
Solar	3,38 – 10,51	–	–	3,38 – 10,51
Steinkohle	3,85	2,0	16,0	21,85
Braunkohle	3,85	1,1	17,92	22,87
Erdgas	3,85	–	6,4	10,25

Quelle: eigene Darstellung

Wird der prognostizierte Energiemix im Jahr 2020 mit einbezogen, wird jede zusätzliche Kilowattstunde aus Wind und Sonne im Mittel **7,5 Ct/kWh** kosten, während die eingesparten konventionellen Energien aus Steinkohle und Erdgas im Mix voraussichtlich **17,2 Ct/kWh** kosten würden. **Jede zusätzliche Kilowattstunde aus Wind und Sonne spart der Gesellschaft demnach Kosten in Höhe von 9,7 Ct/kWh.**

Der Bereich der externen Kosten macht in der Kostenberechnung konventioneller Energien einen erheblichen Anteil aus. Diese Kosten sind bisher im Strompreis noch nicht abgebildet, aber sie müssen sehr wohl an anderer Stelle bezahlt werden, spätestens durch nach-

folgende Generationen, die die Folgekosten von Umwelt- und Klimabelastung tragen müssen. Zudem treten die externen Kosten der Stromerzeugern in zunehmenden Umfang auch tatsächlich als finanzielle Belastung auf. So steigen die Zertifikatspreise im Emissionshandel voraussichtlich weiter an, wodurch die externen Kosten stärker internalisiert werden und damit besser in den Strombörsenpreisen abgebildet werden. Anders ausgedrückt: Die bisher versteckten Kosten werden zunehmend sichtbar. Dadurch ändert sich das Ergebnis dieser Analyse nicht, aber der dargestellte Kostenvorteil der Erneuerbaren wird auch für die Stromkund*innen sichtbar.

Die EEG-Umlage ist kein Preisschild für die Energiewende:

Der weitere Ausbau erneuerbarer Energien verursacht nur deshalb ein Ansteigen der EEG-Umlage, weil die versteckten Kosten in den Strompreisen nicht abgebildet sind. Müssten diese Kosten schon heute vollständig von den Verursachern (den konventionellen Stromerzeugern) getragen werden, wären die Strompreise an der Börse höher und die erneuerbaren Energien könnten sich vermutlich ohne Förderung am Markt refinanzieren. Dann ließe sich auch an den Strompreisen ablesen: Der Ausbau erneuerbarer Energien ist nicht teuer, sondern er spart gesamtgesellschaftlich Kosten ein.

Auch im Bereich Wärme und Verkehr werden die Kosten des CO₂ zukünftig stärker eingepreist: Die Bundesregierung hat im Rahmen des Klimapakets Ende September beschlossen, einen CO₂-Preis für Heiz- und Kraftstoffe einzuführen. Zudem müssen bei Nichteinhaltung der Klimaziele außerhalb des EU-Emissionshandels Strafzahlungen an die EU geleistet werden.

Je stärker die Kosten des bei der Stromerzeugung verursachten CO₂ auch tatsächlich von den Betreibern konventioneller Kraftwerke bezahlt werden müssen, desto sichtbar wird der Kostenvorteil der erneuerbaren Energien.

QUELLEN

Börse Online (2019): CO₂ European Emission Allowances. Abrufbar unter: <https://www.boerse-online.de/rohstoffe/co2-emissionsrechte>. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

Bundesnetzagentur (2019): Ausschreibungen für EE- und KWK-Anlagen. Abrufbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Ausschreibungen_node.html. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

DIW (2007): 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: 11.9.2019.

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 (2017): Was Strom wirklich kostet: Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von konventionellen und erneuerbaren Energien. Langfassung. Abrufbar unter: http://www.foes.de/pdf/2017-10-Was_Strom_wirklich_kostet_lang.pdf. Letzter Zugriff am: 18.9.2019.

FÖS (2018): Was Braunkohlestrom wirklich kostet. Abrufbar unter: <http://www.foes.de/pdf/2018-06-25-GPE-Studie-Braunkohle.pdf>. Letzter Zugriff am: 18.9.2019.

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. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

House of Energy Markets & Finance und Universität Duisburg Essen (2018): Mittelfristprognose zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus EEG geförderten Kraftwerken für die Kalenderjahre 2019 bis 2023. Abrufbar unter: https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/EEG-Umlage/EEG-Umlage%202019/20181011_Abschlussbericht%20EWL.pdf. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

Schwarz, H. G., Lang, Z. 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.

UBA (2017): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der verschiedenen Emissionen im Jahr 2016. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2016>. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.

UBA (2019): 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. Letzter Zugriff am: 11.9.2019.