



Hintergrundinformation

Kosten und Preise für Strom – Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich

Inhalt

- **Fehlender Wettbewerb auf dem Strommarkt beeinflusst Preisbildung**
- **Marktverzerrungen durch Nicht-Berücksichtigung externer Kosten**
- **Was steckt in welchem Preis?**
- **Nicht jeder Preis enthält alle Kosten**
- **Stromgestehungskosten: Kapital, Brennstoffe und CO₂-Zertifikate machen die Kilowattstunde teuer**
- **Strombörsenpreis: Das Grenzkraftwerk entscheidet**
- **Endverbraucher-Strompreis: Steuern und Abgaben inklusive**
- **Zusatzkosten: Indirekte und direkte Subventionen**
- **Externe Kosten: Die Schäden, die auf der Stromrechnung fehlen**
- **Erneuerbare Energien sind volkswirtschaftlich ein Gewinn**

Was kostet Strom? Jeder Stromverbraucher bezahlt über seine Stromrechnung die entstandenen Aufwendungen für die Produktion der verbrauchten Strommenge. Die Strompreise bilden sich unter mehreren komplexen Einflussfaktoren. Sie beinhalten z.B. die schwankenden **Brennstoff- und Kapitalkosten** der Strom erzeugenden Anlagen, werden vom Verhältnis von **Angebot und Nachfrage** an den Strombörsen beeinflusst. Die Strompreise schließen auch **Steuern und Abgaben** sowie die Kosten der **Stromverteilung** mit ein.

Nicht im Strompreis abgebildet sind dagegen die **externen Kosten** der Stromerzeugung. Der Preisbildungsmechanismus berücksichtigt z.B. nicht die Kosten für Klima-, Umwelt-, Gesundheits- und Materialschäden, die von der jeweiligen Art der Stromerzeugung verursacht werden. Auch **Zusatzkosten** wie die Kosten von Subventionen und Forschungsmitteln für die jeweilige Stromerzeugung sind nicht im Strompreis enthalten.

Diese Hintergrundinformation bietet zunächst einen Überblick zur Zusammensetzung der Strompreise in Deutschland. In einem zweiten Schritt werden dann die unterschiedlichen Kostenfaktoren bei fossilen Energieträgern, bei Atomenergie und Erneuerbaren Energien verglichen. Dabei sollen insbesondere die externen Kosten als „vergessene Kosten“ auf den Strommärkten untersucht werden. Eine vertiefte Darstellung der Preisbildungsmechanismen an den Strombörsen kann diese Publikation jedoch nicht bieten.

Agentur für Erneuerbare Energien e. V.

Reinhardtstr. 18
10117 Berlin
Tel.: 030-200535-3
Fax: 030-200535-51
kontakt@
unendlich-viel-energie.de

Schirmherr:
"deutschland hat
unendlich viel energie"
Prof. Dr. Klaus Töpfer

Unterstützer:
Bundesverband
Erneuerbare Energie

Bundesverband
Solarwirtschaft

Bundesverband
WindEnergie

Geothermische
Vereinigung

Bundesverband
Bioenergie

Fachverband Biogas

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und
Verbraucherschutz



Fehlender Wettbewerb auf dem Strommarkt beeinflusst Preisbildung

Mit der Umsetzung der EU-Richtlinie zur Liberalisierung der Strommärkte endeten im Jahr 1998 die mehr als sechs Jahrzehnte festgelegten Gebietsmonopole in Deutschland. Jeder Stromverbraucher konnte von nun an, unabhängig vom Ort, seinen Stromanbieter auswählen. Stromerzeugung, -übertragung und -vertrieb sollten getrennt werden.

Zehn Jahre nach der Marktöffnung stellen jedoch Wettbewerbsschützer wie die Monopolkommission, die EU-Wettbewerbskommission, die Bundesnetzagentur und das Bundeskartellamt ein Oligopol auf dem deutschen Strommarkt fest: Die vier größten Stromversorger (RWE, E.ON, Vattenfall, EnBW) haben durch ihre hohen Anteile an den Stromerzeugungskapazitäten und durch Verflechtungen mit anderen Marktakteuren besonders großen Einfluss auf das Marktgeschehen. Ihre zusätzliche Dominanz bei den Stromübertragungsnetzen sollen die „Großen Vier“ erst durch den teilweisen Verkauf ihrer Netzbetreibergesellschaften verringern. Der freie Wettbewerb ist angesichts fehlender Konkurrenz und hoher Markteintrittsbarrieren stark eingeschränkt, wodurch letztlich hohe Strompreise begünstigt werden.

Marktbeherrschende Stellung von vier Oligopolen

| | <i>Anteil an deutschen Kraftwerkskapazitäten</i> | <i>erzeugte Strommengen</i> | <i>Anteil am Großkundenmarkt</i> |
|------------|--|-----------------------------|----------------------------------|
| RWE | zusammen 82 % | zusammen 89 % | über 20 % |
| E.ON | | | über 15 % |
| Vattenfall | | | deutlich unter 10 % |
| EnBW | | | unter 15 % |

Quelle: IZES/Leprich 2009

Marktverzerrungen durch Nicht-Berücksichtigung externer Kosten

Von einem reibungslosen Funktionieren des Wechselspiels von Angebot und Nachfrage ist der deutsche Strommarkt somit weit entfernt. Idealtypischerweise sollten alle Verbraucher rationale Kaufentscheidungen auf der Basis transparenter und vergleichbarer Marktpreise treffen können.

Die Theorie geht von dem Idealfall aus, dass die Anbieter ihre Produkte zu mindestens kostendeckenden Preisen offerieren, dass also mit dem Verkaufspreis alle bei der Produktion entstandenen Kosten abgedeckt werden. In der Praxis sind aber nicht alle zur Produktion eines bestimmten Gutes notwendigen Ressourcen mit Preisen versehen, weshalb sich der Verbrauch bzw. die Schädigung dieser „kostenfreien“ Ressourcen auch nicht im Marktpreis beim Verkauf des Gutes widerspiegelt.

Insbesondere gemeinschaftlich genutzte Güter wie Luft, Wasser und Erde, aber auch individuelle Güter wie die eigene Gesundheit sind nicht in die Marktmechanismen integriert. Sie werden den Produzenten praktisch kostenfrei oder kostengünstig zur Verfügung gestellt. Wenn der Produzent diese Güter verbraucht oder schädigt, entstehen für ihn keine oder nur zu vernachlässigende Kosten. Zwar werden diese Kosten nicht im Marktpreis abgebildet, doch müssen sie früher oder später als volkswirtschaftliche Fol-

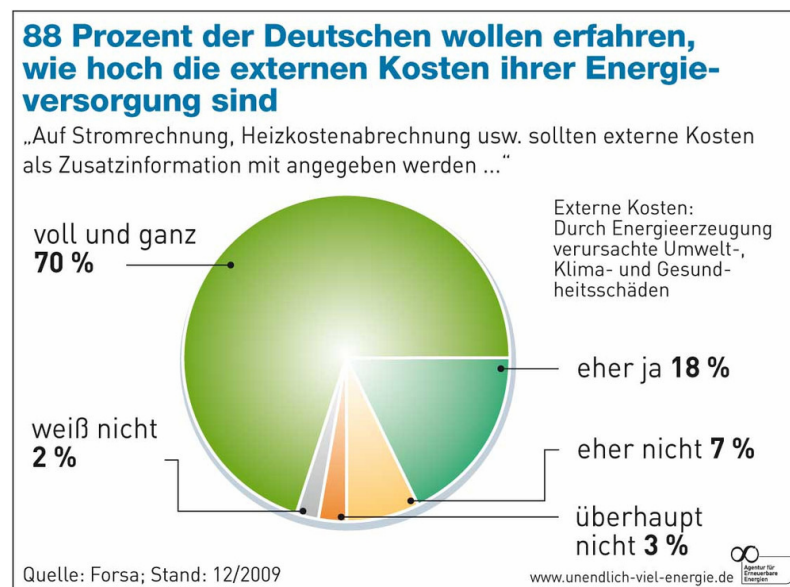


3 / 16

gekosten beglichen werden – wenn nicht über den Marktpreis, dann eben von der Allgemeinheit, d.h. von Staat und Steuerzahlern.

In der Praxis können durch Nichtberücksichtigung externer Kosten ökonomische Fehlentscheidungen getroffen werden: Die Investition in bestimmte Kraftwerke, deren externe Kosten nicht in die Kostenkalkulation einfließen müssen, kann attraktiver sein als die Investition z.B. in Erneuerbare-Energien-Anlagen, die zwar für nur geringe externe Kosten verantwortlich sind, jedoch noch höhere Investitionskosten ausweisen.

Subventionen und andere staatliche Fördermaßnahmen können – neben z.B. industriepolitischen Gründen – auch eingesetzt werden, um den bestehenden Marktverzerrungen entgegenzuwirken. Diese Maßnahmen verursachen jedoch auch in jedem Fall weitere Zusatzkosten, die nicht im Marktpreis abgebildet werden, sondern wiederum von der Allgemeinheit beglichen werden.

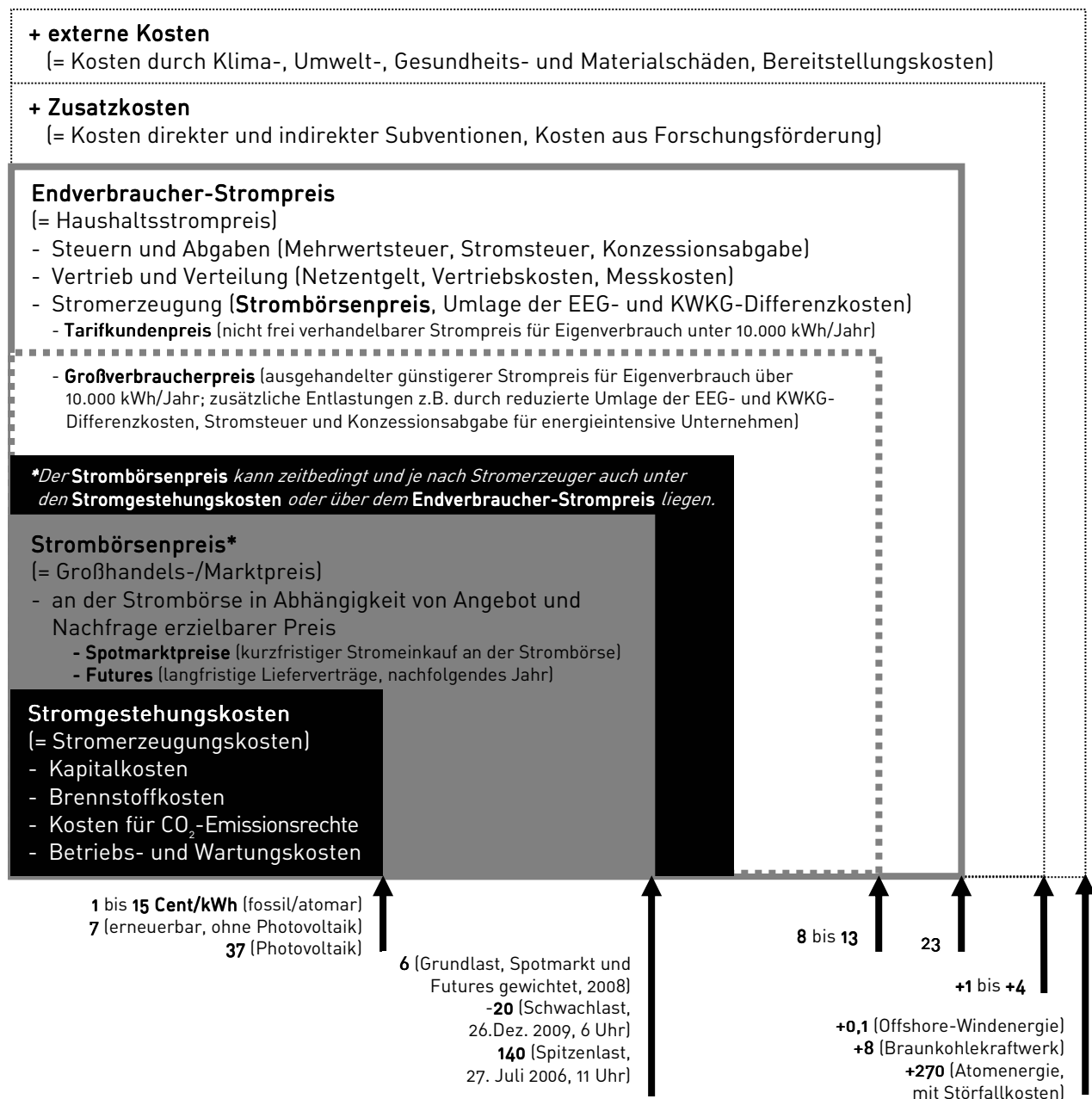


Das große öffentliche Interesse an transparenten Preisen belegt eine Forsa-Umfrage im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien vom Dezember 2009.



Was steckt in welchem Preis?

Strompreis ist nicht gleich Strompreis. Die folgende Grafik veranschaulicht die verschiedenen Bestandteile des Strompreises. Dabei wird von der kleinsten Einheit, den reinen **Stromgestehungskosten**, ausgegangen. Der **Strombörsenpreis** liegt je nach Handelssituation über oder auch unter den Stromgestehungskosten. Die Bandbreiten der jeweiligen Kosten und Preise sind in Cent je Kilowattstunde angegeben.



Bandbreite der Kosten in Cent je Kilowattstunde



Nicht jeder Preis enthält alle Kosten

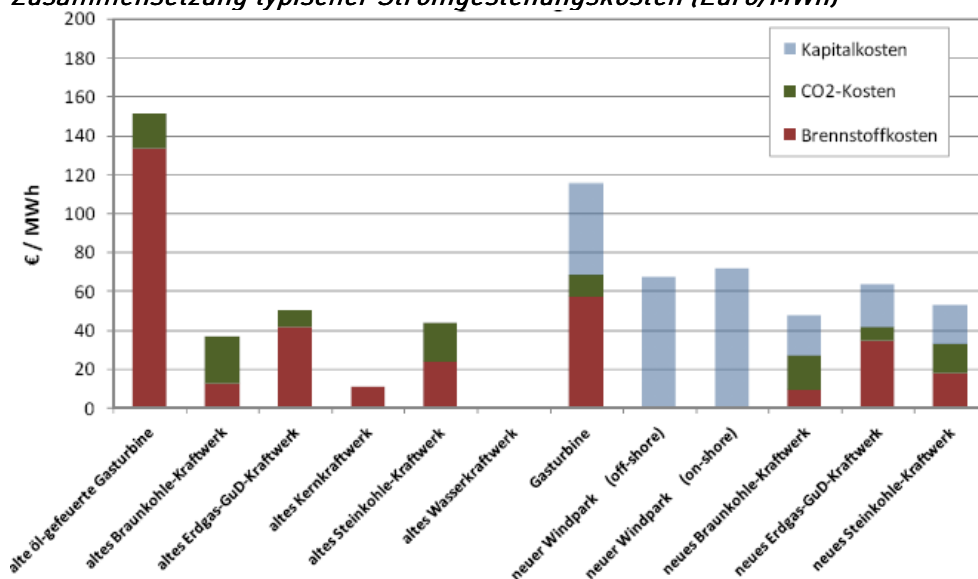
Der **Endverbraucher-Strompreis** beinhaltet im Verhältnis zum **Strombörsenpreis** zusätzliche Kosten durch Steuern und Abgaben, Vertrieb und Verteilung sowie die Umlagen der EEG- und KWKG-Differenzkosten. Sollen **Zusatzkosten** (für Subventionen und Forschungsförderung) sowie **externe Kosten** (für Klima-, Umwelt- und weitere Schäden) berücksichtigt werden, müssten diese auf den Endverbraucher-Strompreis aufgeschlagen werden. Je nach Energieträger unterscheiden sich nicht nur die reinen Stromgestehungskosten, sondern auch die Zusatzkosten und externen Kosten in ihren Bandbreiten erheblich.

Stromgestehungskosten: Kapital, Brennstoffe und CO₂-Zertifikate machen die Kilowattstunde teuer

Die reinen Stromgestehungskosten für eine Kilowattstunde Strom können je nach Energieträger und Alter der Strom erzeugenden Anlage stark variieren. Besonders günstig kann beispielsweise eine Kilowattstunde Strom in einem alten Atomkraftwerk erzeugt werden (ca. 10 Euro/MWh, d.h. ca. 1 Cent/kWh). Da die Investition „abgeschrieben“ ist, d.h. sich im Lauf der bisherigen Betriebszeit amortisiert hat, fallen keine Kapitalkosten mehr an. AKWs profitieren zudem von verhältnismäßig geringen Brennstoffkosten. Zwar werden während der energieintensiven Produktion von Kernbrennstoff aus Uran Treibhausgase freigesetzt, doch ist das Atomkraftwerk selbst kein Emittent von CO₂, weshalb auch keine Kosten für CO₂-Emissionsrechte anfallen.

Besonders teuer ist die Stromerzeugung aus Erdöl. Hohe Brennstoffkosten und die Kosten für CO₂-Emissionsrechte führen zu Stromgestehungskosten von ca. 15 Cent/kWh. Nur etwa halb so hoch fallen dagegen die Stromgestehungskosten von neuen Windenergieanlagen aus, für die primär Kapitalkosten anfallen.

Zusammensetzung typischer Stromgestehungskosten (Euro/MWh)



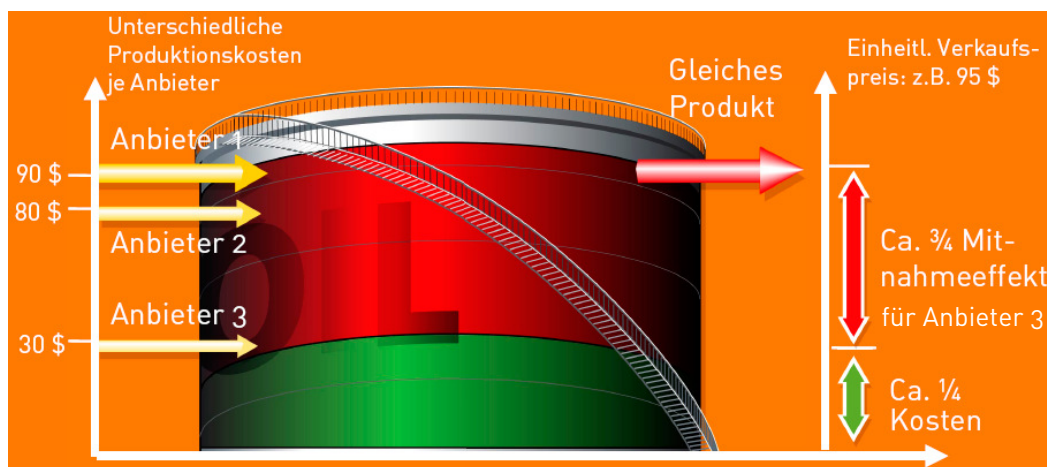
Quelle: Arrhenius 2009



6 / 16

Strombörsenpreis: Das Grenzkraftwerk entscheidet

Märkte mit begrenzten Rohstoffen, limitierten Zugängen und eingeschränktem Wettbewerb tendieren zur Kartellbildung. Es bilden sich einheitliche Preise. Die Entwicklung am deutschen Strommarkt ist vergleichbar mit dem Beispiel des weltweiten Erdölmarktes: Der teuerste Anbieter gibt sein Erdöl erst dann in den Markt, wenn er seinen Preis erzielen kann. Der Einheitspreis gilt für das gesamte Angebot, trotz geringerer Produktionskosten anderer Anbieter.



Auch für Strom gibt es einen einheitlichen Preis, der stündlich an der Leipziger Strombörse EEX gebildet wird. Im Tagesverlauf schwanken die jeweiligen Notierungen (in Euro je Megawattstunde) teilweise sehr stark. Die **Spotmarktpreise** für den kurzfristigen Stromeinkauf liegen üblicherweise über den **Futures** für das nachfolgende Jahr, die maßgeblich sind für längerfristige Lieferverträge.



deutschland hat unendlich viel energie

windenergie wasserkraft sonnenenergie bioenergie erdwärme



7 / 16

Das Grundprinzip bei der Bildung des Strombörsenpreises: Verlangt die Nachfrage Strom aus teuren Kraftwerken, so treiben deren Stromgestehungskosten den einheitlichen Börsenpreis für Strom aus allen Kraftwerken, auch der günstigeren, in die Höhe.



Je größer die Nachfrage, desto mehr des teureren Mittel- und Spitzenlaststroms (z.B. aus Steinkohle und Erdgaskraftwerken) ist notwendig. Das in der Stromerzeugung teuerste Kraftwerk, das so genannte **Grenzkraftwerk** (hier: Erdgasturbine) bestimmt den Strombörsenpreis. Die gleichzeitig weiter Strom produzierenden Atom- und Kohlekraftwerke tragen nicht dazu bei, den Strombörsenpreis zu senken, sondern generieren durch die Differenz zu den Produktionskosten des jeweiligen Grenzkraftwerks hohe Erträge.



deutschland hat unendlich viel energie

windenergie wasserkraft sonnenenergie bioenergie erdwärme



Eingespeister Strom aus Erneuerbare-Energien-Anlagen erhöht das absolute Angebot an Strom – unabhängig von seinen Erzeugungskosten – und senkt damit die Nachfrage nach teurem Spitzenlaststrom. So trägt erneuerbarer Strom die Preisspitze ab und senkt den jeweiligen Strombörsenpreis. Dieser so genannte **Merit-Order-Effekt** vermied im Jahr 2008 rund 3,6 Mrd. Euro Kosten (2007: rund 5 Mrd. Euro).

Werden bei einem großen Angebot von Strom aus Erneuerbaren Energien nicht konventionelle Kraftwerke gedrosselt, kommt es vermehrt zu **negativen Strompreisen**: Am Morgen des zweiten Weihnachtstages 2009 herrschte in weiten Teilen Deutschlands Starkwind. Über 20.000 MW Leistung, d.h. vier von fünf deutschen Windenergieanlagen speisten ihre maximale Strommenge in die Netze ein, während gleichzeitig die Stromnachfrage einen Tiefpunkt erreichte. Wer in diesen Stunden entsprechend dem Börsenpreis Strom bezog, musste dafür nicht zahlen, sondern erhielt bis zu 20 Cent je Kilowattstunde abgenommenem Strom. Da die Stromversorger diese Mehrkosten an ihre Kunden weitergeben können, hatten sie kein Interesse daran, konventionelle Kraftwerke in erforderlichem Umfang vom Netz zu nehmen.

Der Strombörsenpreis kann bei Knappheitssituationen jedoch auch stark ansteigen: Im Juli 2006 wurde aufgrund der Hitzewelle die Kühlwasseraufnahme konventioneller Kraftwerke begrenzt. In den besonders nachfragestarken Mittagsstunden stieg der Strombörsenpreis (Stundenkontrakt) auf bis zu 1,40 Euro.

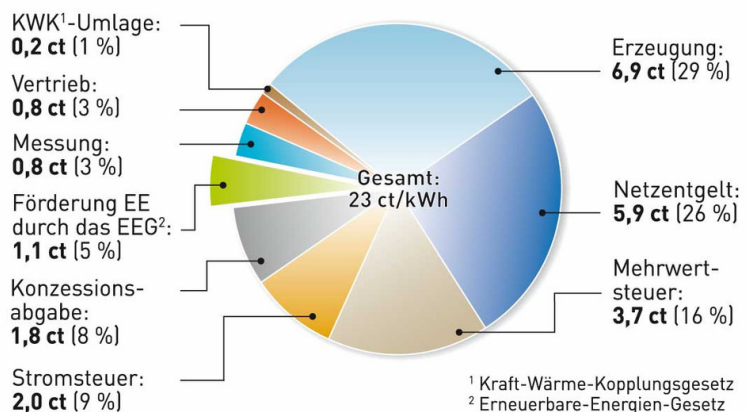
Endverbraucher-Strompreis: Steuern und Abgaben inklusive

Der Endverbraucher – ob Privathaushalt oder Gewerbebetrieb – kauft den benötigten Strom nicht direkt an der Leipziger EEX zum Strombörsenpreis ein, sondern bezieht diesen zu **Tarifikundenpreisen** oder ermäßigten **Großverbraucherpreisen** vom Stromversorger seiner Wahl. Der Endverbraucher-Strompreis beinhaltet neben dem Strombörsenpreis die Umlage der EEG- und KWKG-Differenzkosten¹, die Kosten für Vertrieb und Verteilung sowie staatliche Steuern und Abgaben (Mehrwertsteuer, Stromsteuer, Konzessionsabgabe). Industrielle Großverbraucher genießen dabei Entlastungen z.B. durch reduzierte Umlagen der EEG- und KWKG-Differenzkosten. Sie zahlen auch geringere Stromsteuern und Konzessionsabgaben je verbrauchter Kilowattstunde.

Vielfach wird von Stromversorgern die EEG-Umlage verantwortlich gemacht für steigende Endverbraucher-Strompreise. Die EEG-Umlage bezeichnet die Differenz zwischen der Summe aller für erneuerbaren Strom gezahlten Vergütungen und den Kos-

Haushaltsstrompreis 2009

Die Förderung Erneuerbarer Energien hat nur einen geringen Anteil am Strompreis.



Quelle: BDEW, BMU; Stand: 4/2009

www.unendlich-viel-energie.de

¹ Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
² Erneuerbare-Energien-Gesetz

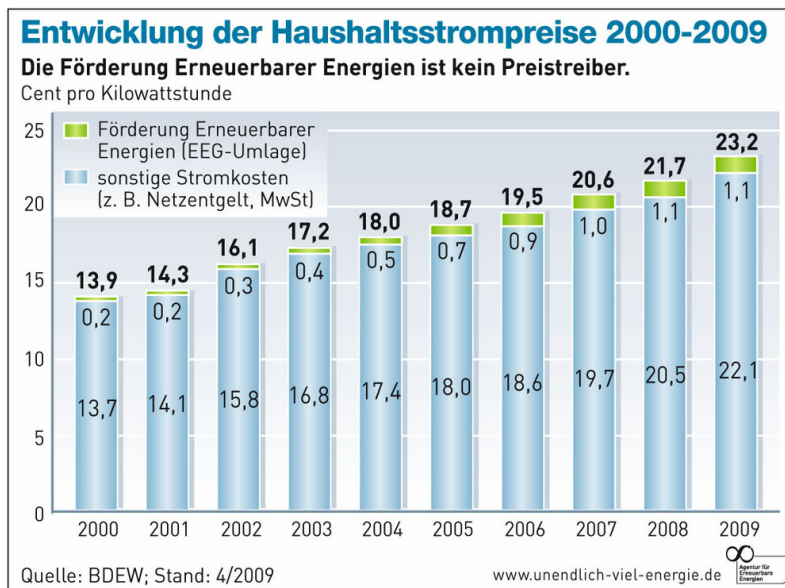


¹ Vgl. Erläuterungen zur Ermittlung der EEG-Umlage unter Zusatzkosten, S. 11/12.



9 / 16

ten, die entstanden wären, wenn diese vergütete erneuerbare Strommenge zu den durchschnittlichen Strombörsenpreisen hätte beschafft werden müssen. Zwar sind diese Differenzkosten mit steigender Zahl von Erneuerbare-Energien-Anlagen gestiegen, doch waren sie stets nur für einen Bruchteil des Strompreisanstiegs verantwortlich. Kostentreiber waren hier vielmehr gestiegene **Stromgestehungskosten** (z.B. aufgrund teurerer fossile Energieträger), **höhere Steuern** sowie die **Netzentgelte**.



Die EEG-Umlage machte 2009 rund 5 % des durchschnittlichen Endverbraucher-Strompreises (Haushaltsstrompreis) aus. Wenn die absolute Höhe der EEG-Umlage steigt, so kann dieser Effekt durch eine steigende erneuerbare Strommenge verursacht werden. Wenn jedoch die durchschnittlichen Strombörsenpreise, die zur Berechnung der Differenzkosten angelegt werden, sinken, dann steigt die absolute Höhe der EEG-Umlage auch bei gleichbleibender Summe aller für erneuerbaren Strom gezahlten Vergütungen. Bis etwa zur Mitte des laufenden Jahrzehnts ist mit einem Anstieg der EEG-Umlage zu rechnen, da die Zahl der Anlagen schnell wachsen wird. Danach sorgt jedoch die im EEG festgelegte Degression dafür, dass auch bei wachsender Anlagenzahl die EEG-Umlage sinkt. Je nach Ausbaugeschwindigkeit und Annahmen zur Entwicklung der Strombörsenpreise liegt die EEG-Umlage in Berechnungen von Bundesumweltministerium und Branche 2020 in einer Bandbreite von 0,6 Cent bis 1,4 Cent je Kilowattstunde (2009: 1,1 Cent/kWh).

Zusatzkosten: Indirekte und direkte Subventionen

Nicht in den Endverbraucher-Strompreis integriert sind die Zusatzkosten aus Forschungsgeldern, Subventionen, Steuererleichterungen und Finanzhilfen, die vom Staat direkt oder indirekt den Stromerzeugern als Unterstützungsleistungen gewährt wurden und werden. Diese Zusatzkosten können erhebliche Marktverzerrungen verursachen. Die Kosten wurden bzw. werden zwar vom Stromverbraucher übernommen, jedoch eben nicht über seine Stromrechnung, sondern in seiner Rolle als Steuerzahler. Damit werden die Zusatzkosten nicht verursacher- und verbrauchsgerecht beglichen. Die Zu-



satzkosten sind zwar verhältnismäßig gut zu identifizieren, jedoch bleibt umstritten, inwieweit welche Begünstigungen in welchem Umfang den einzelnen Stromerzeugungsarten zugeordnet werden können.

- Zusatzkosten der Stromproduktion aus Stein- und Braunkohle

Der Steinkohleabbau ist in Deutschland im internationalen Vergleich mit relativ hohen Kosten verbunden. Der Subventionsbericht der Bundesregierung ermittelt jährliche Unterstützungsleistungen ohne Steuerermäßigungen von insgesamt rund 2 Mrd. Euro im Jahr 2008 für die Stromerzeugung aus Steinkohle. Der Steinkohleabbau wäre damit größter Subventionsempfänger Deutschlands. Hinzu kommen noch Unterstützungsleistungen durch die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Saarland von jährlich ca. 0,5 Milliarden Euro. Durch langjährige Steuerermäßigungen für den Energieträger Steinkohle verliert der Staat mögliche Einnahmen von jährlich 2,2 Mrd. Euro. Allein die Berücksichtigung der direkten Subventionen im Jahr 2008 würde den Preis für Strom aus Steinkohle um 1,4 Cent pro Kilowattstunde erhöhen. In früheren Jahren lag die Subventionierung deutlich höher. Werden indirekte Subventionen wie entgangene Steuern addiert, steigt die Subventionierung einer Kilowattstunde Steinkohlestrom auf 3,2 Cent/kWh. Dabei wurden nur 34 % des Steinkohlestroms 2008 aus heimischer, subventionierter Steinkohle erzeugt.

Der Braunkohleabbau hingegen erhält keine direkten Subventionen, profitiert jedoch von indirekten Subventionen. Die staatlichen Hilfen reichen von Umsiedlungsförderung und Steuer- und Investitionsvergünstigungen über die Absatzförderung bis hin zur fehlenden Förderabgabe und der Freistellung vom Wasserentnahmegeld. Die Zusatzkosten durch indirekte Subventionen belaufen sich auf jährlich mindestens knapp 1 Mrd. Euro. Die Berücksichtigung aller Subventionen würde den Preis für Strom aus Braunkohle um 0,7 Cent pro Kilowattstunde erhöhen.

- Zusatzkosten der Atomstromproduktion

Fördertatbestände, die nicht in den Strompreis internalisiert sind und die deshalb vom Steuerzahler getragen wurden bzw. immer noch getragen werden müssen, sind Gelder zur Erforschung der Atomenergie (41,2 Mrd. Euro zwischen 1950 und 2008), Bürgschaften für den Bau von Atomanlagen, Kosten für die Stilllegung von Atomanlagen (z.B. in der ehemaligen DDR) oder für den Betrieb von Atommülllagern (z.B. Morsleben, Asse). Allein diese direkten Finanzbeihilfen summieren sich einer Studie des Forums Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) zwischen 1950 und 2008 auf 60,8 Mrd. Euro.

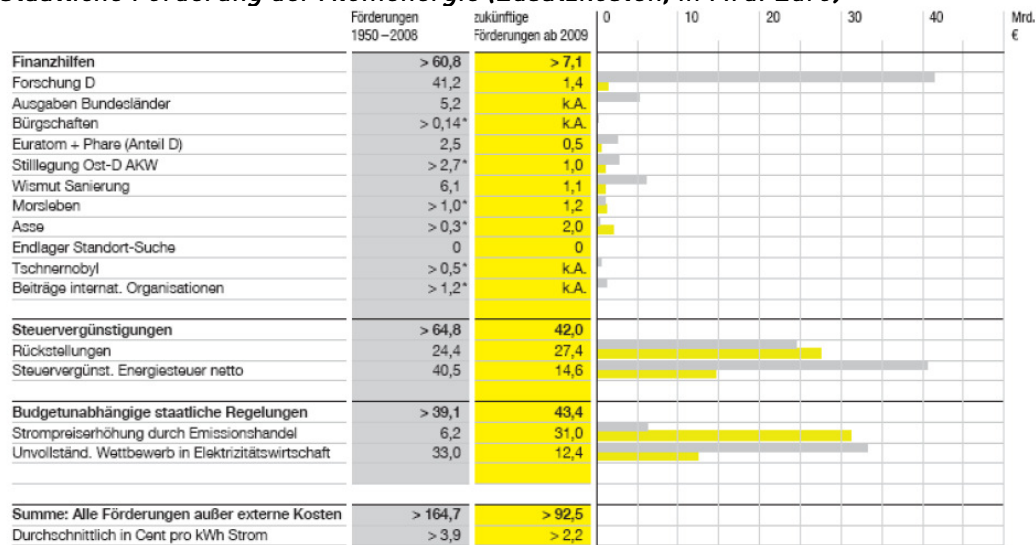
Betreiber von Atomkraftwerken müssen für den Rückbau von Atomanlagen und die Lagerung von Atommüll Finanzmittel vorhalten. Bis Ende 2007 wurden von den Betreibern 26,6 Mrd. Euro Rückstellungen angesammelt. Dadurch, dass die Gelder nicht in einem unabhängigen öffentlich-rechtlichen Fonds verwaltet werden, sondern für Unternehmenszwecke genutzt werden können, ergeben sich vielfältige Vorteile. Mit den angesammelten Rückstellungen verringern die Betreiber z.B. ihren Fremdkapitalbedarf und können indirekt ihre Marktdominanz ausbauen. Außerdem profitieren sie von steuerlichen Vorteilen. Von 1950 bis 2008 beliefen sich die indirekten Subventionen demnach auf 24,4 Mrd. Euro.

Die Steuerbefreiung für Kernbrennstoffe bzw. die Steuerbegünstigung bei der Stromsteuer wird bis 2008 auf 40,5 Mrd. Euro geschätzt. Zusammen mit Begünstigung-



gen durch die Befreiung vom Emissionshandel und anderen Vorteilen wird die staatliche Förderung für Atomenergie in Deutschland auf insgesamt 164,7 Mrd. Euro geschätzt. Die Berücksichtigung aller Subventionen würde den Preis für Atomstrom nach der FÖS-Studie um 3,9 Cent pro Kilowattstunde erhöhen.

Staatliche Förderung der Atomenergie (Zusatzkosten, in Mrd. Euro)



Quelle: FÖS/Greenpeace 2009

Die zukünftigen Zusatzkosten werden in der FÖS-Studie für den Zeitraum von 2008 bis zur geplanten Stilllegung aller AKW Anfang der 2020er Jahre auf weitere 92,5 Mrd. Euro kalkuliert.

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) hat für den Zeitraum von 1956 bis 2006 eine deutlich geringere staatliche Förderung für die Atomenergie in Höhe von 54 Mrd. Euro berechnet. Neben den Kosten für die Beseitigung von Altlasten wurden Vorteile aus der Steuerbefreiung von Kernbrennstoffen sowie aus den Rückstellungen allerdings nicht berücksichtigt. Die Berücksichtigung aller Subventionen würde den Preis für Atomstrom nach der DIW-Studie um 2,3 Cent pro Kilowattstunde erhöhen.

- Zusatzkosten der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien

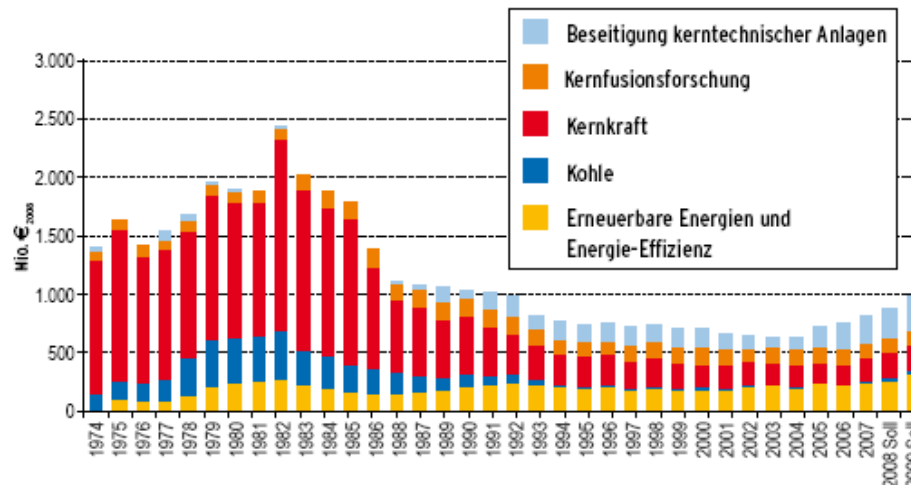
Direkte und indirekte Subventionen für die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien ergeben sich durch staatliche Forschungsmittel sowie Förderprogramme zur Markteinführung bestimmter Technologien (z.B. 100.000-Dächer-Programm für Photovoltaik, zinsgünstige Darlehen des Marktanzreizprogramms).

Für den Zeitraum von 1956 bis 2007 berechnet das DIW eine staatliche Forschungsförderung von 6,2 Mrd. Euro, womit jedoch nicht nur die erneuerbare Stromerzeugung, sondern auch erneuerbare Wärme und Biokraftstoffe sowie die Forschung für Energieeffizienz abgedeckt wird. Über das Marktanzreizprogramm (MAP) wurden die Erneuerbaren Energien (insbesondere die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien) von 1999 bis 2009 mit ca. 1,4 Mrd. Euro unterstützt. Das 1.000- und das 100.000-Dächer-Programm verursachen bis 2012 Kosten durch zinsvergünstigte Darlehen der KfW-



Bankengruppe in Höhe von 0,2 Mrd. Euro. Hinzu kommen Fördermittel von Bundesländern sowie weitere vergünstigte Darlehen der KfW in ähnlichem Umfang.

Forschungsausgaben des Bundes für Energie (in Mio. Euro)



Quelle: BMU: Wirtschaftsförderung durch Erneuerbare Energien 2009

Die Forschungsausgaben für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind seit 1974 nie über ein Drittel der gesamten Forschungsausgaben für Energie gestiegen. Zwei Drittel der Forschungsmittel fließen weiterhin in die Atomenergie.

Die Förderung erneuerbarer Stromproduktion über das **EEG stellt keine staatliche Subvention dar**. Öffentliche Haushalte sind nicht berührt. Es handelt sich um eine Umlage, die über den Endverbraucher-Strompreis direkt verbrauchsgerecht bezahlt wird. Im Gegensatz zu den übrigen Zusatzkosten von Subventionen und Forschungsförderung sind die EEG-Differenzkosten durch die Umlage bereits im Endverbraucher-Strompreis internalisiert. Die deutschen Stromverbraucher haben von 1991 (Beginn des Stromspeisegesetzes) bis 2009 insgesamt rund 29,8 Mrd. Euro EEG-Differenzkosten per EEG-Umlage bezahlt².

Die Berücksichtigung aller Subventionen **zuzüglich der EEG-Umlage** würde den durchschnittlichen Preis für Strom aus Erneuerbaren Energien nach der DIW-Studie um ca. 2 Cent pro Kilowattstunde erhöhen.

Externe Kosten: Die Schäden, die auf der Stromrechnung fehlen

Externe Kosten umfassen alle Kosten, die durch Klima-, Umwelt-, Gesundheits- und Materialschäden im Zusammenhang mit der Stromerzeugung entstehen, sowie die nicht internalisierten Bereitstellungskosten der jeweiligen Energieträger.

- Externe Kosten der Stromproduktion aus Stein- und Braunkohle

Hauptverursacher externer Kosten bei der Stromerzeugung durch fossile Energien ist das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂), welches unvermeidlich bei der Verbrennung koh-

² Zur Höhe der EEG-Umlage je Kilowattstunde vgl. S. 9.



13 / 16

lenstoffhaltiger Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas entsteht. Studien beziffern die externen Kosten des anthropogenen Kohlendioxidausstoßes auf eine Bandbreite von 14 Euro bis 300 Euro pro Tonne CO₂. Die Höhe hängt dabei sowohl von den Annahmen zu den Auswirkungen des Klimawandels an sich ab, als auch von der weiteren Entwicklung der Emissionen. Je schneller und je deutlicher der Treibhausgasausstoß reduziert werden kann, desto weniger Kosten werden die Auswirkungen des Klimawandels verursachen. Konsens in der wissenschaftlichen Diskussion ist eine absolute Untergrenze von 14 Euro/Tonne CO₂ und dass die zu erwartenden Kosten eher darüber liegen. Ein Durchschnittsergebnis, das eher im unteren Mittelfeld der verschiedenen Studien liegt und mit dem auch das Bundesumweltministerium arbeitet, beziffert die externen Kosten des Treibhausgasausstoßes mit 70 Euro/Tonne CO₂.

Neben den Kosten des Klimawandels entstehen bei der fossilen Energieerzeugung externe Kosten durch Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoff (NO_x) und Feinstäube. Diese Emissionen verursachen Gesundheits- und Umweltbelastungen sowie Schäden in der Landwirtschaft und durch Materialkorrosion. Allein die entstehenden Gesundheitsschäden bei diesen Emissionen summieren sich auf Beträge zwischen 3.000 und 12.000 Euro/Tonne.

Bei einer Internalisierung der gesamten externen Kosten hieße das, dass die Kosten für die Stromerzeugung aus Erdgas (Erdgas-Turbinenkraftwerk) um ca. 3 Cent je Kilowattstunde höher liegen müssten. Bei Braunkohlekraftwerken müssten ca. 8 Cent je Kilowattstunde internalisiert werden, womit die reinen Stromgestehungskosten für Braunkohlestrom verdreifacht würden. Bei Steinkohle werden ca. 6 Cent angesetzt.

- Externe Kosten der Atomstromproduktion

Die Bezifferung sowohl der Wahrscheinlichkeit als auch der Folgekosten eines Unfalls in einem Atomkraftwerk mit Freisetzung von radioaktivem Material ist methodisch schwierig. Es kann jedoch als gesichert gelten, dass ein Unfall beim Betrieb eines Atomkraftwerkes katastrophale Ausmaße hätte. Betreiber müssten sich gegen die möglichen Schäden versichern, doch ist die Schadengrenze gesetzlich auf 2,5 Mrd. Euro begrenzt. Im tatsächlichen Katastrophenfall könnte allerdings nach Schätzungen einer Prognosestudie ein Schaden von bis zu 5,5 Billionen Euro entstehen. Die Betreiber müssen sich also nur gegen rund 0,1 % des möglicherweise von Ihnen verursachten Schadens versichern. Die Restkosten würden dann von der Allgemeinheit getragen. Falls für die Atomkraftwerke Handlungsregeln wie in anderen Wirtschaftsbereichen angewendet werden würde, verteuerte sich nach einer Studie des Forums

Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) der Preis für Atomstrom um bis zu 2,70 Euro je Kilowattstunde und wäre damit bei weitem nicht mehr konkurrenzfähig.

Die Kosten der Gesundheitsschäden durch den laufenden Betrieb von Atomanlagen (z.B. Erhöhung der Sterblichkeitsrate, Krebsrisiko) sind umstritten und methodisch





nicht gesichert zu ermitteln. Gesundheitsschäden infolge des Abbaus von Uranerz sind zwar dokumentiert, bisher jedoch nicht monetarisiert worden. Kaum abschätzbar sind auch die Kosten, die sich aus der Endlagerung von radioaktiven Abfällen über mehrere Jahrtausende ergeben. Zu den externen Kosten der Atomenergie können auch die militärischen Sicherungskosten gezählt werden, die sich aus der Gefahr nuklearer Proliferation, d.h. der militärischen Nutzung der Atomenergie ergeben.

- Externe Kosten der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien

Da der Betrieb von Wasserkraft-, Windenergie-, Geothermie- und Solaranlagen praktisch keine externen Kosten verursacht, müssen die Herstellung der Anlage mit dem dabei anfallenden Material- und Energieverbrauch sowie deren Schadstoffemissionen untersucht werden. Die externen Kosten sind sehr gering, wenn auch mit leichten Unterschieden. So war die Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen nach dem Produktionsstand des Jahres 2000 mit externen Kosten von etwa 1 Cent/kWh belastet, was am relativ energieintensiven Produktionsprozess der Solarzellen lag. Durch die technologische Entwicklung ist eine weitere Reduzierung zu erwarten (2030: ca. 0,59 Cent/kWh). Die geringsten externen Kosten unter den Erneuerbaren Energien verursacht die Windenergie mit 0,15 Cent/kWh bei Anlagen an Land und 0,09 Cent bei Offshore-Anlagen.

Einen Sonderfall bildet die Bioenergie, da hier durch Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger wiederum Emissionen entstehen und die externen Kosten der Anlagen somit sehr stark von der jeweiligen Biomasse abhängen. Grundsätzlich ist die energetische Nutzung von Biomasse klimaneutral, da die bei der Verbrennung freigesetzten Treibhausgase von nachwachsenden Pflanzen wieder gebunden werden. Wenn der Anbau besonders energieintensiv oder gar auf gerodeten Urwaldflächen erfolgt, können aber auch hier erhebliche externe Kosten verursacht werden. Die EU-Nachhaltigkeitskriterien sowie die deutschen Nachhaltigkeitsverordnungen für flüssige Bioenergieträger setzen deshalb Zertifizierungssysteme voraus, die Anbau und Herkunft kontrollieren, um diese negativen Effekte zu verhindern.

Externe Kosten der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und aus fossilen Energieträgern im Vergleich (in Cent/kWh, Bewertung von Treibhausgasemissionen mit 70 Euro/t CO₂)

| | PV (2000) | PV (2030) | Laufwasser 300 kW | Wind 1,5MW Onshore | Wind 2,5 MW Offshore | Geothermie | Solarthermi- sche Kraftwerke | Braunkohle Dampf- kraftwerk, η=40% | Braunkohle GuD, η=48% | Steinkohle Dampf- kraftwerk, η=43% | Steinkohle GuD, η=46% | Erdgas GuD, η=58% |
|------------------------|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------------|------------|------------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|
| Klimawandel | 0,69 | 0,38 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,26 | 0,09 | 7,4 | 6,4 | 5,9 | 5,5 | 2,7 |
| Gesundheit | 0,34 | 0,20 | 0,06 | 0,07 | 0,03 | 0,12 | 0,085 | 0,50 | 0,28 | 0,37 | 0,26 | 0,17 |
| Ökosysteme | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Materialschäden | 0,009 | 0,006 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,002 | 0,015 | 0,008 | 0,013 | 0,01 | 0,005 |
| Ernteverluste | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,0004 | 0,002 | 0,001 | 0,010 | 0,004 | 0,009 | 0,005 | 0,004 |
| Große Unfälle | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Proliferation | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Versorgungssicherheit | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Geo-politische Effekte | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | ~ 1,0 | ~ 0,59 | ~ 0,15 | ~ 0,15 | ~ 0,09 | ~ 0,39 | ~ 0,18 | > 7,9 | > 6,4 | > 6,3 | > 5,7 | > 2,9 |

● „grünes Licht“: keine nennenswerten Effekte

● „gelb“: es sind nicht zu vernachlässigende Auswirkungen zu erwarten, die zu externen Effekten führen

Quelle: DLR/Fraunhofer ISI 2006

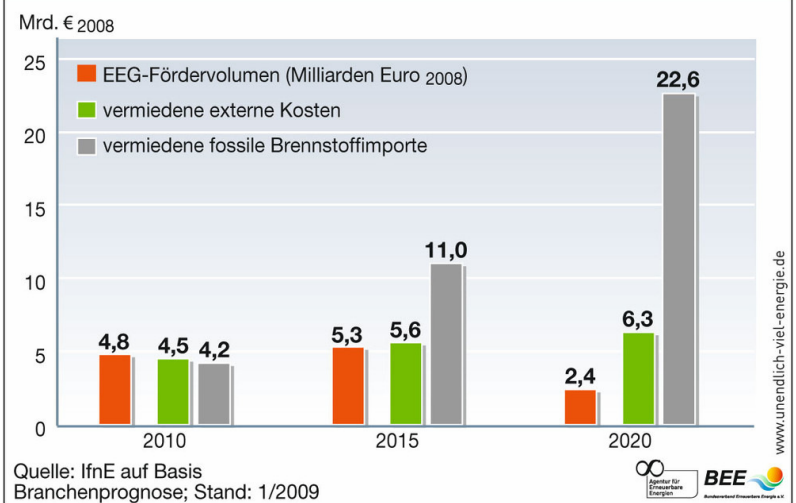


Erneuerbare Energien sind volkswirtschaftlich ein Gewinn

Schon heute erwirtschaften Erneuerbare Energien – trotz der Zusatzkosten durch staatliche Fördermittel und trotz der Kosten der EEG-Umlage – unter dem Strich ein Plus für die Volkswirtschaft. Denn die nach dem EEG vergüteten Anlagen zur Stromerzeugung vermeiden nicht nur externe Kosten in Höhe von mindestens 2,9 Mrd. Euro (2008), sondern substituieren auch immer mehr Importe teurer fossiler Brennstoffe nach Deutschland (2,7 Mrd. Euro im Jahr 2008).

Diesem volkswirtschaftlichen Gewinn von mindestens 5,6 Mrd. Euro stehen EEG-Differenzkosten von nur 4,5 Mrd. Euro gegenüber, womit auch unter konservativen Annahmen ein deutlich positiver Effekt erzielt wird. Bis 2020 prognostiziert die Branchenprognose der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) und des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE) einen Rückgang der EEG-Differenzkosten (Fördervolumen) auf 2,4 Mrd. Euro, während die vermiedenen Brennstoffimporte auf 22,6 Mrd. Euro und die vermiedenen externen Kosten auf 6,3 Mrd. Euro steigen werden.

Der Ausbau Erneuerbarer Energien hat positive volkswirtschaftliche Effekte



Damit werden ausschließlich die positiven volkswirtschaftlichen Effekte der erneuerbaren Stromerzeugung erfasst. Die vermiedenen externen Kosten durch erneuerbaren Strom, erneuerbare Wärme und Erneuerbare Energien im Verkehrssektor summieren sich nach Schätzungen des BEE im Jahr 2009 auf 7,9 Mrd. Euro. Diese wären durch Umweltverschmutzung, Gesundheitsschäden und einen verstärkten Treibhauseffekt angefallen, wenn der Energiebedarf statt mit Erneuerbaren Energien nur aus fossilen Quellen gedeckt würde. Die Erneuerbaren Energien substituierten gleichzeitig 6,4 Mrd. Euro fossile Brennstoffimporte im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor.

AEE-/BEE-Branchenprognose 2020:

- weniger Umwelt- und Klimaschäden (externe Kosten): 6,3 Mrd. Euro
- vermiedene Energie- und Brennstoffimporte: 22,6 Mrd. Euro³
- zusätzlicher Nutzen: Regionale Wertschöpfung und 500.000 Arbeitsplätze
- EEG-Differenzkosten sinken auf 2,4 Mrd. Euro
- Verbraucher zahlen 0,6 Cent EEG-Umlage je Kilowattstunde

³ Grundlage der Branchenberechnungen ist die Annahme eines weiter steigenden Erdölpreises (2020: 200 US-Dollar pro Barrel).



Quellen und weitere Informationen

Agentur für Erneuerbare Energien (AEE)/Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE): Stromversorgung 2020. Wege in eine moderne Energiewirtschaft. Berlin, Januar 2009.

Arrhenius: Zur Wirtschaftlichkeit von Kohlekraftwerken am Beispiel des geplanten Kohlekraftwerks in Mainz. Projektbericht. Hamburg, Mai 2009.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Wirtschaftsförderung durch Erneuerbare Energien - Was bringt uns das? Berlin, August 2009.

BMU: Strom aus Erneuerbaren Energien – Was kostet uns das? Berlin, April 2009.

BMU: Einfluss der Förderung erneuerbarer Energien auf den Haushaltsstrompreis im Jahr 2009 mit Ausblick auf das Jahr 2010. Berlin, Dezember 2009.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): 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“ im Auftrag des BMU. Berlin, Mai 2007.

FÖS: Staatliche Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1950 – 2008. Berlin/Hamburg, August 2009.

Fraunhofer ISI/DLR Institut für Technische Thermodynamik: Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Karlsruhe/Stuttgart, April 2006.

Leprich, Uwe: Bedeutung des Strompreises für den Erhalt und die Entwicklung stromintensiver Industrien in Deutschland. Vortrag, Hans-Böckler-Stiftung, 02. Oktober 2009.

Wenzel, Bernd/Nitsch, Joachim: Ausbau Erneuerbarer Energien im Strombereich. EEG-Vergütungen, -Differenzkosten und -Umlage sowie ausgewählte Nutzeneffekte bis zum Jahr 2030. Teltow/Stuttgart, Dezember 2008.

Wenzel, Bernd: Strom aus Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030. Kosten-Nutzen-Betrachtung ausgewählter Aspekte. Teltow, Januar 2009.

Herausgeber:

Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Reinhardtstr. 18

10117 Berlin

Tel. 030/2005353

Internet: www.unendlich-viel-energie.de

E-Mail: kontakt@unendlich-viel-energie.de

Stand der Hintergrundinformation: Februar 2010