

# Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise für private Haushalte

Manuel Frondel · Nolan Ritter · Nils aus dem Moore ·  
Christoph Schmidt

Online publiziert: 22. Juli 2011  
© Vieweg+Teubner 2011

**Zusammenfassung** Die Strompreise kennen in Deutschland seit Anfang des neuen Jahrtausends nur eine Richtung: nach oben. Die Hauptursache sind Steuern sowie gesetzlich festgelegte Umlagen und Abgaben, welche vorwiegend klimapolitisch motiviert sind. Ohne ihre Einführung und schrittweise Erhöhung hätten sich die Stromkosten für die privaten Haushalte praktisch nicht erhöht. Dieser Artikel diskutiert die einzelnen Steuern und Abgaben, die hauptverantwortlich sind für den Anstieg der Strompreise für private Haushalte. Unter den Steuern und Abgaben hat die Umlage für die Erneuerbaren, vor allem für Photovoltaik, den größten Strompreis treibenden Einfluss. Diese Umlage wird nach den hier angestellten Berechnungen auch in den kommenden Jahren deutlich steigen. Damit ist ein weiterer Anstieg der Strompreise, welcher aus anderen Gründen verschärft werden könnte, vorprogrammiert. Unsere Berechnungen zeigen zudem, dass es bei einem weiteren entschlossenen Ausbau der Erneuerbaren innerhalb weniger Jahre zu einer massiv wachsenden Konkurrenz unter den erneuerbaren Energietechnologien kommen wird, vor allem zwischen Photovoltaik und der Windkraft. Die Politik wäre daher gut beraten, der Forderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen zu entsprechen und den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung niedrigem Niveau zu begrenzen, um so die Kosten in Grenzen zu halten und der drohenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren zu begegnen.

**Schlüsselwörter** Erneuerbare Energien · Stromsteuer

---

M. Frondel (✉) · N. Ritter · C. Schmidt · N. aus dem Moore  
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI),  
Büro Berlin, Hessische Straße 10, 10115 Berlin, Deutschland  
e-mail: [frondel@rwi-essen.de](mailto:frondel@rwi-essen.de)

## The Cost of Climate Protection: The Case of Electricity Prices of German Households

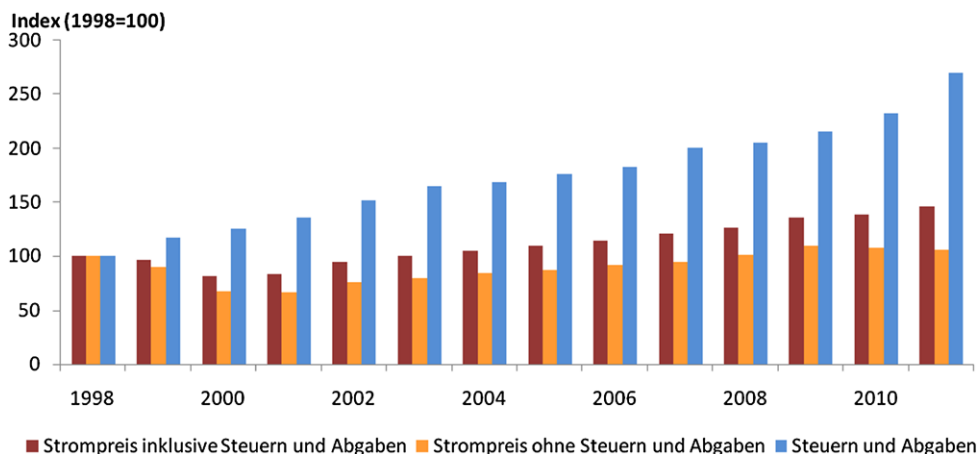
**Abstract** Power prices in Germany have been surging since the outset of the new millennium. Among the major reasons for this tendency are newly raised taxes and levies on electricity prices, whose introduction is primarily motivated by climate concerns. Without these taxes and levies, net electricity prices would have remained constant for private households. This article discusses these taxes and levies that have been responsible for the cost increases in private households' electricity consumption. Most influential have been the feed-in tariffs for renewable energies, above all photovoltaics. According to our calculations, the levy for renewables will further increase in the up-coming years, thereby pushing consumers' electricity cost once again. Our calculations also show that within the next couple of years, there will be a fierce competition among renewable energy technologies, most notably between photovoltaics and wind power. Politics would be well-advised, therefore, to limit the annual capacity of newly installed solar modules in order to avoid both the explosion of consumers' electricity bills and strong competition among renewables.

**Keywords** Renewable Energy Technologies · Electricity Tax

## 1 Einleitung

Mit der Liberalisierung der europäischen Strommärkte im Jahr 1998 verband sich die Hoffnung auf sinkende Strompreise. Diese Hoffnung gründete sich nicht zuletzt auf die mit der Liberalisierung beabsichtigte Befreierung des inter-

**Abb. 1** Anstieg der Stromkosten für Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3 500 kWh pro Jahr mit und ohne Steuern und Abgaben. Quelle: BDEW (2010b) und BDEW (2011)



nationalen Wettbewerbs. Nach einem vorübergehenden Absinken kennen die Strompreise jedoch seit Anfang des neuen Jahrtausends nur eine Richtung: nach oben. Hauptursache des stetigen Anstiegs der Strompreise in Deutschland seit der Jahrtausendwende ist die Einführung und Erhöhung von Steuern und gesetzlich festgelegten Umlagen und Abgaben, welche vorwiegend klimapolitisch motiviert sind. So stieg die Belastung durch Steuern und Abgaben für einen Haushalt mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3 500 kWh seit der Liberalisierung um rund 170 % (Abb. 1). Zur Illustration: Würden überhaupt keine Steuern und Abgaben erhoben, dann hätten sich die Stromkosten für die privaten Haushalte im Vergleich zu 1998 praktisch nicht erhöht. Der staatlich bedingte Anteil am Strompreis lag im Jahr 1998 für einen privaten Haushalt mit einem jährlichen Verbrauch von 3 500 Kilowattstunden (kWh) bei rund 25 %, während dieser Anteil 2011 bereits knapp 46 % ausmacht (Abb. 2).

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag der Anstieg der Strompreise für private Haushalte seit 1998 am Beispiel eines Haushalts mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3 500 kWh analysiert (Abschn. 2). Besonderes Augenmerk wird auf die Abgabe für die Förderung alternativer Stromerzeugungstechnologien wie Photovoltaik gelegt, welche von den Stromverbrauchern mit ihrer Stromrechnung zu bezahlen ist. Diese Abgabe ist in den beiden vergangenen Jahren besonders stark gestiegen. Sodann wird der Versuch unternommen, die künftige Abgabe zur Subventionierung der Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energietechnologien für die kommenden Jahre abzuschätzen (Abschn. 3).

Unsere Berechnungen zeigen, dass die Umlage für die Förderung der erneuerbaren Energien auch in den nächsten Jahren deutlich steigen wird. Damit ist ein weiterer substantieller Anstieg der Strompreise vorprogrammiert, denn die durch den Anstieg der Erneuerbaren-Umlage ausgelöste Steigerung der Verbraucherpreise für Strom wird noch durch die endgültige Abschaltung der vom Moratorium be-

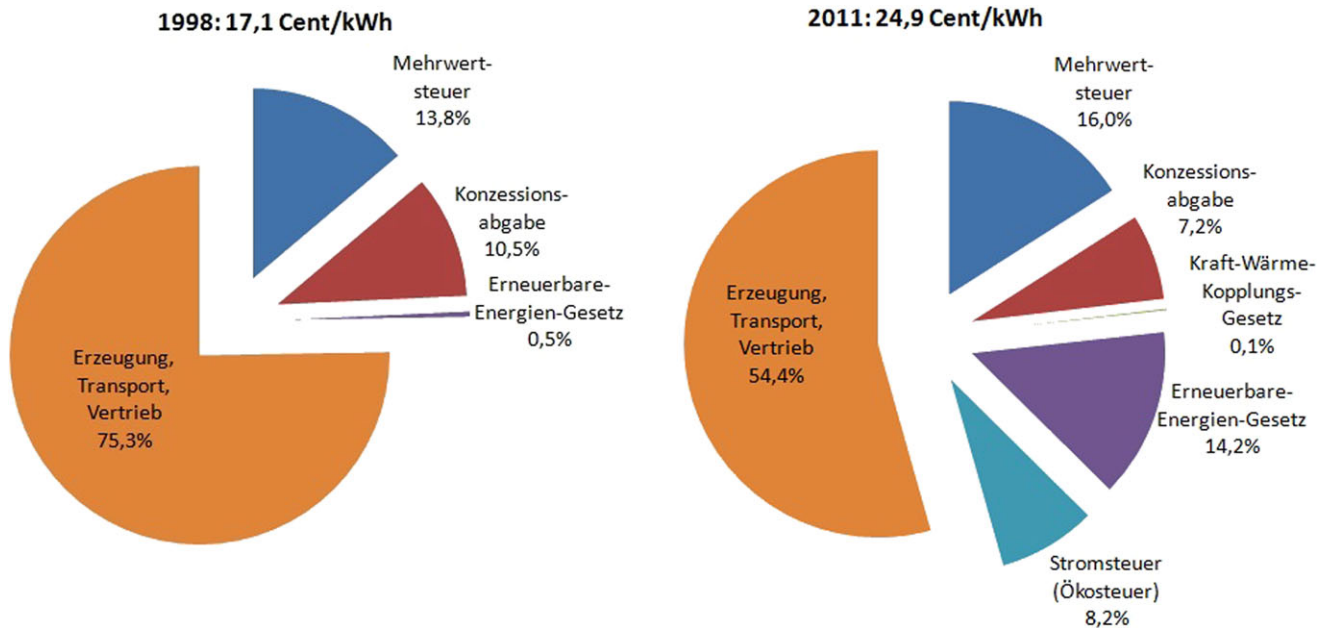
troffenen Atommeiler und weitere Faktoren verstärkt. Der abschließende Abschnitt macht daher Vorschläge, wie die künftigen Preissteigerungen gedämpft werden könnten.

## 2 Strompreis treibende Effekte von Klimaschutzinstrumenten

Im Zuge der Einführung der Ökosteur, mit der der Produktionsfaktor Energie aus Umwelt- und Klimaschutzgründen verteuert werden sollte, wurde im April 1999 erstmals eine Steuer auf den Stromverbrauch erhoben. Das Ziel bestand darin, mit den durch die Ökosteur erhaltenen Steuermehreinnahmen die Beiträge zur Rentenversicherung stabil zu halten, um so die Wettbewerbsfähigkeit des Faktors Arbeit gegenüber dem Produktionsinput Energie zu verbessern und den relativen Preis des Faktors Arbeit zu senken (Frondel und Hillebrand 2004). Dadurch erhoffte man sich eine doppelte Dividende, sowohl eine Klimaschutz- als auch eine Beschäftigungsdividende. Die mit 2 Pfennig je kWh eingeführte Stromsteuer liegt mittlerweile bei 2,05 ct/kWh und machte 2011 rund 8 % des mittleren Strompreises von 24,9 ct/kWh für den hier betrachteten Haushaltstyp aus (Abb. 1).

Neben der Einführung der Ökosteur geht auch die gesetzliche Förderung der sogenannten Kraftwärmekopplung auf die damalige rot-grüne Bundesregierung zurück. Auch dieser Subventionstatbestand wird hauptsächlich mit Klimaschutzmotiven begründet. So wird davon ausgegangen, dass mit Energieumwandlungsanlagen, die in Kraftwärmekopplung (KWK) betrieben werden und mit denen somit gleichzeitig Strom („Kraft“) und Wärme gewonnen wird, Energieeinsparungen gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme erzielt werden können. Demnach könnte durch Kraftwärmekopplung der Ausstoß an Treibhausgasen gedämpft werden.

Aus diesem Grund wurde das nationale Ziel ausgegeben, den KWK-Anteil an der Stromerzeugung von heute etwa



**Abb. 2** Strompreise für private Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3 500 kWh heute und im Jahr der Strommarktliberalisierung. *Quelle:* BDEW (2010b) und BDEW (2011)

12 % auf 25 % im Jahr 2020 zu verdoppeln. Auf Basis des Kraftwärmekopplungsgesetzes (KWKG), das im April 2002 erlassen wurde, wird zur Erreichung dieses Ziels der Betrieb von ansonsten nicht wettbewerbsfähigen KWK-Anlagen gefördert und der Ausbau der Kraftwärmekopplung auf Kosten der Stromverbraucher vorangetrieben. So zahlen die Stromverbraucher mit ihrer Stromrechnung die sogenannte KWK-Abgabe, welche in der Vergangenheit einen Anteil von weniger als 1 % am Strompreis ausmachte.

Vom Mangel an Wirtschaftlichkeit einmal abgesehen gibt es mittlerweile erhebliche Zweifel an der Vorteilhaftigkeit von KWK-Anlagen bezüglich der Energieausnutzung. Nach der Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom Juni 2010 ergeben sich „für die KWK deutlich niedrigere Energieeinsparungen als bisher veröffentlicht“ (DPG 2010: 84). Die Kraftwärmekopplung würde sogar in „Paradefällen“ lediglich geringe Einsparungen an Primärenergie gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Nutzwärme erlauben. Der Einspareffekt tendiert gegen Null oder fällt gar negativ aus, wenn der ökonomischen Versuchung nachgegeben wird, hoch vergüteten Strom zu Spitzenlastzeiten unter Verzicht auf die gleichzeitige Wärmenutzung zu produzieren (DPG 2010: 88).

Mit der Einführung des EU-weiten Handels mit CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten im Jahr 2005 ging eine weitere Verteuerung der Strompreise für die Verbraucher einher, die aus Klimaschutzgründen politisch erwünscht ist und zur Senkung des Stromverbrauchs und des damit einhergehenden Treibhausgasausstoßes beitragen soll. Obwohl die Zertifikate an die in den Handel eingebundenen Industriesektoren

und Stromversorger zunächst gänzlich kostenlos vergeben wurden, besteht die einhellige Auffassung, dass die Opportunitätskosten der Zertifikate nicht zuletzt aufgrund der geringen Elastizität der Stromnachfrage weitgehend in den Strompreis eingepreist werden konnten. Dies ist unter ökonomischen Gesichtspunkten auch vollkommen gerechtfertigt: Aufgrund der Möglichkeit, die Zertifikate zu verkaufen und dafür einen Gegenwert zu erhalten, wird sich ein rational handelnder Stromanbieter nur dann für die Erzeugung einer Menge an Strom entscheiden, wenn der Gewinn, der dadurch erzielt wird, mindestens dem Gegenwert der Zertifikate entspricht, die er für die Produktion der Strommenge einsetzen muss und somit nicht an der Börse verkaufen kann. Der Preis, den ein rationaler Anbieter für Strom verlangen möchte, sollte folglich diese Opportunitätskosten in Form des Gegenwerts der Zertifikate beinhalten.

Die Einpreisung des Werts der Zertifikate ist ein aus betriebswirtschaftlicher Sicht folgerichtiges Verhalten. Wenn nun von einer durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Intensität von etwa 0,575 kg pro kWh in der deutschen Stromerzeugung ausgegangen und angenommen wird, dass im Schnitt 80 % der CO<sub>2</sub>-Opportunitätskosten auf die Kunden abgewälzt werden können (Sijm et al. 2006: 67), so ergibt sich bei dem im Jahr 2010 vorherrschenden Zertifikatpreis von durchschnittlich 15 € /t CO<sub>2</sub> ein Aufschlag auf den Strompreis um 0,69 ct/kWh (Tab. 1).

Für die Zukunft ist allerdings mit höheren Preisen für Zertifikate zu rechnen, weil die Obergrenze für CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit die Anzahl an Zertifikaten gesenkt werden muss, um das ambitionierte Klimaschutzziel der

**Tab. 1** Überwälzung des CO<sub>2</sub>-Preises in Euro je Tonne auf den Strompreis in Cent je kWh

CO <sub>2</sub> -Preis	Überwälzungsgrad									
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
<b>10</b>	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29	0,35	0,40	0,46	0,52	0,58
<b>15</b>	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,60	0,69	0,78	0,86
<b>20</b>	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,69	0,81	0,92	1,04	1,15
<b>25</b>	0,14	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,29	1,44
<b>30</b>	0,17	0,35	0,52	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55	1,73
<b>35</b>	0,20	0,40	0,60	0,81	1,01	1,21	1,41	1,61	1,81	2,01
<b>40</b>	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,30

Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Intensität der Stromerzeugung in Deutschland: 0,575 kg/kWh (UBA 2010)

**Tab. 2** Maximale technologiespezifische Vergütungen in Cent pro kWh

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Wind On-shore	9,10	9,10	9,00	8,90	8,70	8,53	8,36	8,19	8,03	9,20	9,11	9,02
Wind Off-shore	9,10	9,10	9,00	8,90	9,10	9,10	9,10	9,10	8,92	15,00	15,00	15,00
Photovoltaik	50,62	50,62	48,09	45,69	57,40	54,53	51,80	49,21	46,75	43,01	39,14	28,74
Biomasse	10,23	10,23	10,13	10,03	17,50	17,33	17,16	16,99	16,83	32,67	32,34	32,02
Mittlere Vergütung	8,50	8,69	8,91	9,16	9,29	10,00	10,88	11,36	12,25	13,95	15,63	–

Quellen: EEG 2000, 2004, 2009. Biomasse: IWR (2007), Fachverband Biogas (2009), LEW Verteilnetz (2011), eigene Berechnungen

europäischen Kommission für 2020 zu erreichen. Bei einem zukünftigen Zertifikatpreis von 30 € /t CO<sub>2</sub> – das ist das bisherige Maximum der Zertifikatpreise – und einem Überwälzungsgrad von 80 % würde der Aufschlag auf den Strompreis infolge der CO<sub>2</sub>-Pönalisierung etwa 1,38 ct/kWh betragen. Höhere Aufschläge sind durchaus möglich, besonders dann, wenn die Kommission das Klimaschutzziel für die Europäische Union für das Jahr 2020 verschärft und sich anstatt auf eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 20 % gegenüber dem Jahr 1990 auf eine Verringerung um 30 % festlegen sollte, wie es derzeit in der Diskussion ist.

Ebenso wie die Ökosteuer und die Subventionierung der Kraftwärmekopplung ist die Förderung der Stromerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energietechnologien durch das im April 2000 in Kraft getretene Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vorwiegend klimapolitisch motiviert. Damit wird die Vergütung der Erzeugung von Strom mittels so genannter regenerativer Technologien geregelt, ohne die diese Technologien wegen ihrer zum Teil gravierenden Unwirtschaftlichkeit nicht am Markt bestehen könnten. Die durch das EEG gewährleistete Vergütung je produzierter Kilowattstunde „grünen“ Stroms, welche letztlich vom Stromverbraucher in Form der sogenannten EEG-Umlage zu bezahlen ist, fällt je nach Technologie unterschiedlich aus und ist mit derzeit bis zu knapp 29 ct/kWh für Solarstrom besonders generös. Im Jahr 2004 war die Vergütung für Solar-

strom mit bis zu 57,40 ct/kWh sogar noch beinahe doppelt so hoch (Tab. 2). Photovoltaik war damit die mit Abstand am stärksten subventionierte erneuerbare Energietechnologie.

Die Gründe für die Notwendigkeit derart hoher finanzieller Anreize liegen in der nach wie vor geringen technologischen Effizienz der Photovoltaikanlagen, mit denen Solarstrom produziert wird, sowie in der mangelnden Sonneneinstrahlung im wenig sonnenverwöhnten Deutschland. Mit bis zu knapp 29 ct/kWh beträgt die Vergütung für Solarstrom im Jahr 2011 mehr als das Dreifache der Vergütung von an Land erzeugtem Windstrom. Dieser wird nach dem EEG in den ersten fünf Jahren nach Installation der Anlage mit rund 9 ct vergütet, für die restlichen 15 Jahre werden bei gutem Windstromertrag lediglich 4,2 ct/kWh gewährt. Auch die Anfangsvergütung für Windstrom liegt noch erheblich über den Preisen für Grundlaststrom an der Strombörse in Leipzig, welche im vergangenen Jahr unter 5 ct/kWh lagen.

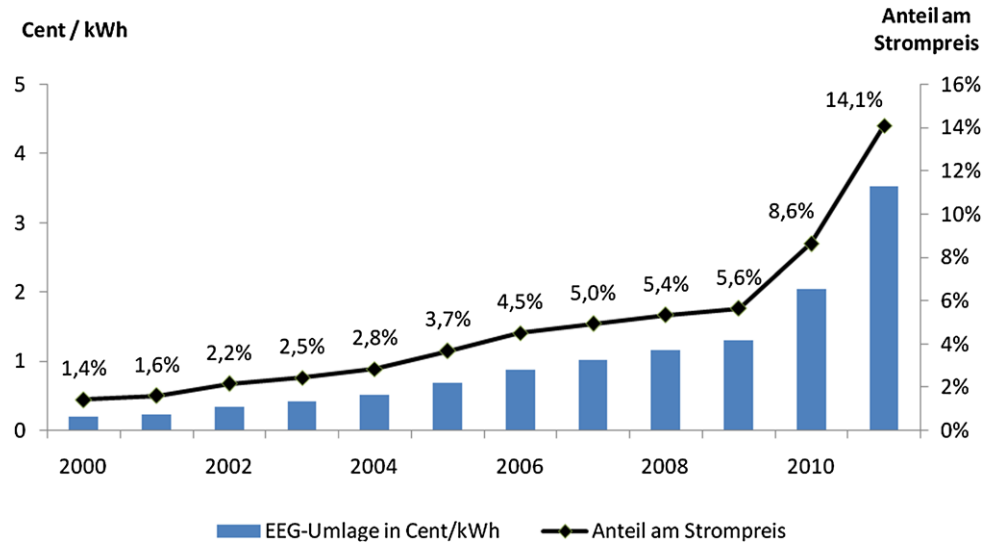
Dank der immensen Vergütungen und einem aus dem Wettbewerb mit ausländischen Herstellern wie dem chinesischen Weltmarktführer Suntech Power resultierenden Preisverfall folgte der Ausbau der Kapazitäten zur Solarstromerzeugung in den vergangenen Jahren einem nahezu exponentiellen Wachstum. So kam es in den vergangenen beiden Jahren praktisch jeweils zu einer Verdopplung der jährlich neu installierten Leistung an Photovoltaik: Während die Zubauleistung im Jahr 2008 bei rund 1 950 Megawatt (MW) lag, wurden im Jahr 2009 rund 3 800 MW und im Jahr

**Tab. 3** Kapazität und jährlicher Zubau an PV in MW

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Zubau	53	110	110	139	670	951	843	1 271	1 950	3 794	7 406
Kapazität	76	186	296	435	1 105	2 056	2 899	4 170	6 120	9 914	17 320

Quellen: BMU (2011c)

**Abb. 3** EEG-Umlage in Cent je Kilowattstunde und Anteil der EEG-Umlage am Strompreis.  
Quelle: eigene Berechnungen nach BDEW (2010b)



2010 sogar 7 400 MW an zusätzlicher Photovoltaikleistung in Deutschland installiert (Tab. 3).

Das exponentielle Wachstum der am großzügigsten geförderten alternativen Stromerzeugungstechnologie blieb nicht ohne Folgen und war neben der ebenfalls stark geförderten Stromerzeugung auf Basis von Biomasse die Hauptursache für den signifikanten Anstieg der EEG-Umlage in den vergangenen Jahren (Abb. 3). So erhöhte sich die EEG-Umlage – um ein Jahr zeitversetzt zum explosionsartigen Photovoltaikausbau – von rund 1,3 ct/kWh im Jahr 2009 auf etwas mehr als 2 ct/kWh im Jahr 2010. Für das Jahr 2011 wurde die EEG-Umlage auf 3,53 ct/kWh festgesetzt, das heißt um rund 70 % höher als für das Jahr 2010.

Die aus der Subventionierung von „grünem“ Strom resultierende jährliche Belastung steigt dadurch für einen Haushalt mit einem Verbrauch von 3 500 kWh innerhalb eines Jahres von rund 72 auf knapp 123 €. Das sind etwa 50 € mehr, als diese Haushalte in Form der Stromsteuer zur Stabilisierung der Rentenbeiträge entrichten müssen, und stellt zugleich einen Anteil von rund 14 % an ihrer Stromrechnung dar (Abb. 2). Bereits im Jahr 2010 erreichte die EEG-Umlage einen Anteil von knapp 9 % am Strompreis und zog damit mit der Stromsteuer gleich.

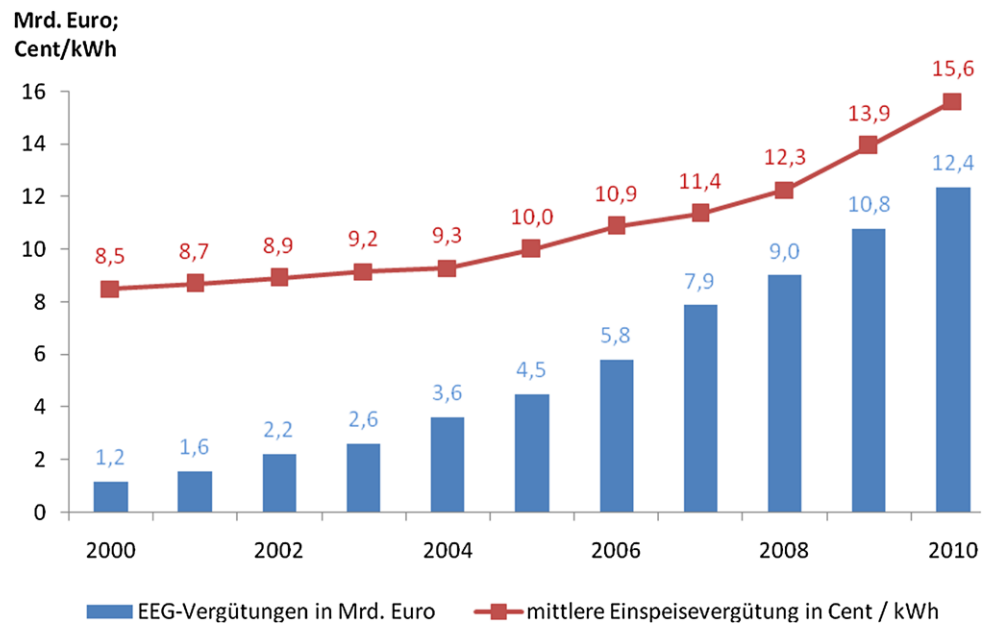
Insgesamt mussten im Jahr 2010 rund 12,4 Mrd. € an Vergütungen zur Subventionierung der Erneuerbaren auf Grundlage des EEG gezahlt werden (Schiffer 2011: 57). Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 hat sich dieser Betrag mehr als verzehnfacht (Abb. 4). Ein solch starker Anstieg verwundert nicht, wenn man bedenkt, dass die Poli-

tik bei der Förderung der Erneuerbaren bislang keinen vorranglichen Wert auf Kosteneffizienz gelegt hat. Dies zeigt sich deutlich an der stetigen Zunahme der durchschnittlichen Einspeisevergütung je kWh „grünen Stroms“ seit Bestehen des EEG.

Bei einer Orientierung am Primat der Kosteneffizienz, das nach ökonomischem Verständnis jeglichen Klimaschutzbemühungen zugrunde liegen sollte und das für jeden investierten Euro die maximal mögliche Treibhausgasemissionssparung verlangt, würden hingegen die mittleren Vergütungen je Kilowattstunde sukzessive sinken. Stattdessen ist nach dem Jahr 2004 ein besonders prononcierter Anstieg der mittleren Vergütungen zu beobachten, nicht zuletzt infolge der Erhöhung der Einspeisevergütung für Solarstrom im Sommer 2004 (Tab. 2) und der dadurch angeregten – und für den Stromverbraucher besonders teuren – Installation von Photovoltaikanlagen.

Mittlerweile machen die jährlichen Vergütungen für Solarstrom bereits etwa 41 % der von den Stromverbrauchern zu zahlenden Abgaben für „grünen Strom“ aus (Tab. 4), obwohl Photovoltaik im Jahr 2010 nur einen Anteil von knapp 12 % an der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien besaß. Mit rund 2 % war der Anteil von Solarstrom an der gesamten inländischen Bruttostromerzeugung im Jahr 2010 (Schiffer 2011: 56–57) noch immer gering, obwohl der bis Ende des Jahres 2010 erfolgte Ausbau der Photovoltaik die deutschen Stromverbraucher in Summe und heutigen Preisen bereits knapp 81,5 Mrd. € kostet (Tab. 5) und ein weiteres Anwachsen der Subventionen mit der Fortset-

**Abb. 4** Einspeisevergütungen für „grünen Strom“ und durchschnittliche Einspeisevergütung je kWh.  
Quelle: BDEW (2010a)



**Tab. 4** Einspeisevergütungen und Anteile der bedeutendsten Technologien

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Windkraft	64,5 %	65,1 %	63,7 %	54,3 %	47,1 %	44,5 %	39,5 %	31,5 %	26,0 %
Biomasse	10,4 %	12,5 %	14,1 %	17,7 %	23,0 %	27,4 %	29,9 %	34,3 %	31,0 %
Photovoltaik	3,7 %	5,9 %	7,8 %	15,1 %	20,3 %	20,2 %	24,6 %	29,3 %	41,0 %
Vergütung in Mrd. €	2,23	2,61	3,61	4,40	5,61	7,59	9,02	10,8	12,3

Quellen: für 2002 bis einschließlich 2009: BDEW 2001–2010. Für 2010: BMU (2011d)

zung der bislang unlimitierten Photovoltaikförderung vorprogrammiert ist.

Der weit überwiegende Teil dieser gewaltigen Zahlungsverpflichtungen wird erst in den beiden nächsten Jahrzehnten mit den Stromrechnungen der Verbraucher fällig (Abb. 5), denn die Vergütungen für Solarstrom werden nach dem EEG ganze 20 Jahre lang gewährleistet – bei unveränderter Höhe des im Jahr der Installation geltenden Vergütungssatzes. Wegen ihrer zum Teil weit in der Zukunft liegenden Fälligkeit werden diese Zahlungsverpflichtungen für die Stromverbraucher in den Medien häufig auch als Solarschulden bezeichnet. Die Größenordnung dieser seit mehreren Jahren kontinuierlich vom RWI berechneten Zahlungsverpflichtungen wurde kürzlich von einer Studie des Wuppertal Instituts (Lechtenböhrer und Samadi 2010) nolens volens bestätigt (Frondel et al. 2010b).

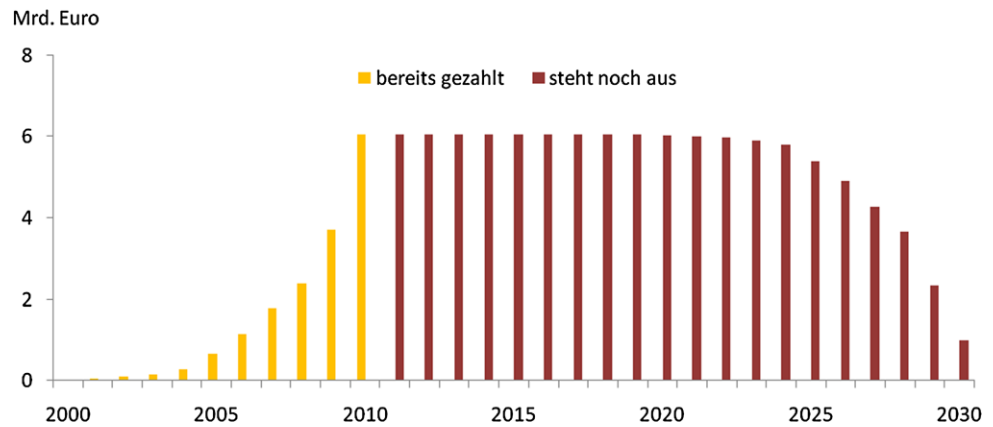
Angesichts der gewaltigen Summe von 81,5 Mrd. € ist es wenig verwunderlich, dass selbst der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Sondergutachten „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung“ den unvergleichlich teuren Ausbau der Photovoltaik als eine Gefährdung der nationalen Ziele für erneuerbaren Energien betrachtet

(SRU 2011). Hierdurch könnte die Zahlungsbereitschaft der Stromverbraucher für „grünen“ Strom überschritten werden und würde die Akzeptanz der alternativen Technologien zur Stromerzeugung bei der Bevölkerung Schaden nehmen – eine Befürchtung, die auch in einem dringenden Appell zur Rettung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes von Befürwortern der Förderung von erneuerbaren Energien aus der Wissenschaft im Dezember 2010 geäußert wurde (Erdmann et al. 2010).

In der Tat scheint die EEG-Umlage von aktuell 3,53 ct/kWh die Zahlungsbereitschaft der Mehrheit der privaten Haushalte für erneuerbare Energien bei weitem überschritten zu haben. Nach einer Studie von Grösche und Schröder (2010) läge die mehrheitsfähige hypothetische EEG-Umlage für einen Anteil an grünem Strom von derzeit rund 17 % bei lediglich 1,3 ct/kWh. Mehrheitsfähig bedeutet, dass die bekundete Zahlungsbereitschaft von 50 % der für die Studie befragten Personen unter dem Medianwert von 1,3 ct/kWh liegt.

Hierbei ist zu beachten, dass die Ergebnisse von Studien über lediglich bekundete, anstatt tatsächlich offenbarer Präferenzen die wahre Zahlungsbereitschaft der Teilneh-

**Abb. 5** Jährliche Einspeisevergütungen für alle zwischen 2000 und 2010 errichteten Photovoltaikanlagen (eigene Berechnungen). *Quelle:* eigene Berechnungen



**Tab. 5** Nettokosten der Förderung von Photovoltaik

	Kapazitätswachstum	jährliche Stromproduktion	Nettokosten in Mrd. €	
	MW	Mrd. kWh	Nominal	Real
2000	53	0,064	0,581	0,559
2001	110	0,052	0,469	0,442
2002	110	0,072	0,609	0,563
2003	139	0,125	0,989	0,897
2004	670	0,244	2,152	1,913
2005	951	0,725	6,918	6,027
2006	843	0,938	8,385	7,164
2007	1 271	1,280	10,705	8,969
2008	1 950	1,310	10,233	8,409
2009	3 794	3,073	21,515	17,345
2010	7 406	5,990	36,931	29,216
<b>Nettokosten für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:</b>			<b>99,487</b>	<b>81,504</b>

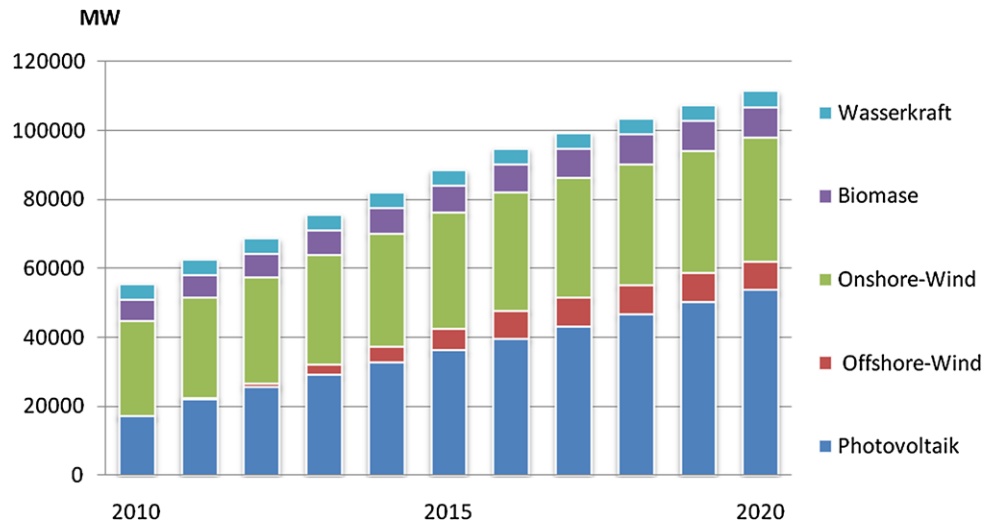
Zur Berechnungsweise siehe Frondel et al. (2008) bzw. Frondel et al. (2010a).  
Unterstellte Inflationsrate: 2 %

mer tendenziell überschätzen, da die Äußerungen mit keinerlei finanziellen Konsequenzen für die Probanden verbunden sind (Grösche und Schröder 2011). Es ist davon auszugehen, dass die Zahlungsbereitschaft niedriger ausfällt, wenn sich die Befragten tatsächlich für teure Ökostromangebote entscheiden müssten. Grösche und Schröder (2010: 25) schlussfolgern aus den Resultaten ihrer Studie, dass eine den Wählerwillen berücksichtigende Energiepolitik den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht bedingungslos und um jeden Preis vorantreiben darf. Die Energiepolitik sollte beim weiteren Ausbau vielmehr auf Kosteneffizienz achten, eine Empfehlung, die auch Seeliger et al. (2011: 50) in ihrer Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse einer vom Bundeswirtschaftsministerium in Auftrag gegebene Studie über die Ursachen der Kosten für Energie in Deutschland aussprechen.

Diesem Prinzip wurde bislang jedoch zu wenig Beachtung geschenkt: Zwar kam es im Verlauf des vergangenen Jahres gegen den erheblichen Widerstand der Solarlobby

zu Senkungen der spezifischen Vergütungen für Solarstrom. Das Subventionsvolumen für die im Jahr 2010 installierte Anlagengeneration ist aufgrund des ungebremsten exponentiellen Wachstums trotzdem explodiert. Es beläuft sich allein für die im vergangenen Jahr installierten Anlagen auf eine Summe von 29,2 Mrd. € (Tab. 5). Dies zeigt, dass durch eine Senkung der Vergütungen für Solarstrom keine wirkungsvolle und zielgenaue Steuerung der in einem Jahr neu installierten Leistung erreicht werden kann. Will man die für die Verbraucher jährlich neu hinzukommenden Kosten auf einem erträglichen Niveau effektiv begrenzen, dann führt an einer Zubaubeschränkung, wie sie viele andere Länder wie etwa Spanien seit Jahren haben, kein Weg vorbei (Bode und Groscurth 2010: 22). So fordert der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem jüngsten Gutachten, den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung zu begrenzen (SRU 2011: 448). Olav Hohmeyer, Mitglied dieses Sachverständigenrats, schlägt als Obergrenze für die jährlich neu installierte Leistung maximal 1 000 MW vor (Die Zeit 2011).

**Abb. 6** Künftige Kapazitäten an erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien. *Quelle:* Eigene Berechnungen nach eigenen Annahmen zum Photovoltaik- und Wind-offshore-Ausbau sowie nach BMU (2010), BMU (2011b) und dena (2010a)



### 3 Künftige Kostenanstiege infolge des weiteren Ausbaus der Erneuerbaren

Wegen des Preisverfalls infolge des scharfen internationalen Wettbewerbs rechnet die Solarbranche auch für das Jahr 2011 mit einem starken Zuwachs an Photovoltaik und geht von einer neu installierten Leistung von 5 000 MW aus. Damit würde nach den gesetzlichen Beschlüssen die Vergütung für Photovoltaik zum 1. Januar 2012 aller Voraussicht nach erneut zusätzlich gesenkt werden (BMU 2011a). Diese Maßnahme würde den weiter anschwellenden Kosten-Tsunami in seiner Wirkung jedoch kaum abschwächen, geschweige denn aufhalten können.

Zu den unabwendbaren 81,5 Mrd. € für den bislang nicht nennenswert gebremsten Ausbau der Photovoltaik in Deutschland kämen nach unseren Berechnungen weitere 42 Mrd. € hinzu, falls sich die Erwartungen der Solarbranche für 2011 erfüllen und der jährliche Zubau, entsprechend der im EEG verankerten Zielgröße in den übrigen Jahren bis 2020 bei 3 500 MW liegt. Am Ende eines solch unverändert vehementen Photovoltaikausbaus läge die in Deutschland im Jahr 2020 insgesamt installierte Photovoltaikleistung bei über 50 000 MW (Abb. 6), mithin etwa fast der Hälfte der derzeitigen konventionellen Kraftwerkskapazitäten zur Stromerzeugung.

Dies bedeutet allerdings keineswegs, dass mit dem Photovoltaikausbau in Zukunft immer mehr auf konventionelle Kraftwerke verzichtet werden kann. Vielmehr muss der bestehende konventionelle Kraftwerkspark aufrechterhalten werden, um einen Ersatz für jene Zeiten zu haben, in denen die Sonne nicht scheint. So würden an einem Winterabend selbst 50 000 MW Photovoltaikleistung nicht eine einzige Kilowattstunde Strom erzeugen, sodass die Nachfrage vollkommen von anderen Technologien gedeckt werden müsste. Bei gleichzeitiger Windstille bliebe die Deckung der Lastspitze dann weitgehend den konventionellen Kraftwerken überlassen.

Kurzum: Trotz eines potentiellen Ausbaus der Photovoltaik auf etwa die Hälfte des Umfangs des konventionellen Kraftwerksparks bedarf es in Ermangelung kostengünstiger Speichertechnologien auch künftig einer kompletten doppelten Erzeugungsinfrastruktur (Bode 2010: 646), bestehend einerseits aus den Photovoltaikanlagen und andererseits aus dem konventionellen Backup für den Totalausfall der Sonnenlichtverstromer des nachts und im Winter. Dadurch wird eine Fortsetzung des Photovoltaikausbaus die Stromverbraucher in doppelter Weise besonders teuer zu stehen kommen: Zum einen, weil es noch immer und auch auf absehbare Zeit die teuerste Technologie zur Stromerzeugung darstellt und zum anderen, weil die zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung stehende Leistung trotz einer potentiellen Größenordnung eines halben konventionellen Kraftwerksparks zu weit mehr als der Hälfte der 8 760 Stunden eines Jahres bei Null liegen wird. Dies lässt Bode (2010: 646) die Frage aufwerfen, „ob die Förderung der Photovoltaik nicht bereits heute vollständig eingestellt werden sollte (...)“?

Mit gutem Grund: Sowohl das Investieren in neue Kraftwerke als auch das Vorhalten bestehender Kraftwerke, die zur Absicherung bei Ausfällen von Wind- und Sonnenstrom erforderlich sind, wird künftig zunehmend unattraktiver: Nach Abb. 6 könnten ab 2014 sämtliche konventionellen Kraftwerke aufgrund des durch das EEG gewährleisteten Vorrangs der Einspeisung von „grünem“ Strom temporär zur Untätigkeit verdammt werden, wenn die gesamte installierte Leistung an Erneuerbaren die zur Deckung der Nachfragenspitzen nötige maximale Kapazität von etwa 75 000–82 000 MW übersteigen würde. Im Jahr 2020 würde gar der Umfang des konventionellen Kraftwerksparks von rund 110 000 MW überschritten sein (Abb. 6).

In jüngerer Zeit getätigte Investitionen in schnell reagible und zur Lastsicherung besonders geeignete Erdgaskraftwerke bleiben aufgrund ihrer tendenziell sinkenden Einsatzzei-



ten nur rentabel, wenn das Strompreisniveau entsprechend ansteigt. Darüber hinaus werden die Kosten für Regelenergie und den Einsatz von Reservekapazitäten bei tendenziell geringer werdenden Einsatzzeiten der Reservekraftwerke stark ansteigen. Diese ebenfalls in die Milliarden gehenden Kosten, die in unseren obigen Kostenschätzungen – ebenso wie in den meisten anderen Berechnungen – wegen ihrer schwierigen Quantifizierbarkeit überhaupt nicht berücksichtigt sind, werden den Strompreis langfristig in die Höhe treiben. Nur wenn die Strompreise an der Börse künftig deutlich steigen, bleibt das Vorhalten konventioneller Reservekapazitäten attraktiv. Behauptungen, der weitere Ausbau der Erneuerbaren würde bis 2020 einen den Strompreis dämpfenden Effekt haben (Traber et al. 2011), sind daher wenig haltbar.

Hinzu kommen Kosten für den zwingend erforderlichen Stromnetzausbau, der im Vergleich zu anderen Möglichkeiten, wie etwa der Speicherung von Strom, die wohl kostengünstigste Variante darstellt, um der Volatilität der Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom zu begegnen. So schätzt die dena-Netzstudie II die Kosten des dafür bis 2020 nötigen Netzaus- und -neubaus von 3 600 Kilometer auf rund 1 Mrd. € pro Jahr (dena 2010b: 13). Dadurch würden sich die Netznutzungsentgelte für private Haushalte (Tab. 7 bzw. Abb. 8 im Anhang) um 0,2 ct/kWh erhöhen (dena 2010b: 16). Allerdings ist es höchst fraglich, ob der bezifferte Netzausbau rechtzeitig bis 2020 abgeschlossen sein wird. Von den in der dena-Netzstudie I ermittelten Netzausbaumaßnahmen in Höhe von 850 km, die bis 2015 erfolgen sollen, waren bis zum Abschluss der Netzstudie II gerade einmal 90 km realisiert (dena 2010b: 3). Die Tendenz zur dezentralen Stromversorgung mittels Photovoltaikanlagen lässt wegen der gravierenden Unwirtschaftlichkeit der netzautarken Eigenversorgung künftig keine Einsparungen beim Netzausbau erwarten. Im Gegenteil: Die stark schwankende Einspeisung von Solarstrom wird zusätzliche Investitionen in Verteilnetze und die Netzsteuerung erforderlich machen (Bischkowski et al. 2011: 58). So wird unter anderem die Rückeinspeisung von Strom ins Netz weiter deutlich zunehmen.

Schließlich wird sich ein Konflikt ergeben, der bislang noch kaum wahrgenommen worden ist, aber künftig die Kosten für die Verbraucher zusätzlich in die Höhe treiben könnte: In wenigen Jahren wird es bei den Erneuerbaren zu einer massiv wachsenden Konkurrenz untereinander kommen, etwa wenn bei Sonnenschein und blauem Himmel gleichzeitig der Wind stark weht. Es stellt sich spätestens dann die bislang wenig diskutierte Frage, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall der Vorrang eingeräumt werden soll bzw. welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung untersagt werden muss, wenn es an Nachfrage sowie bereits absehbar an Speichertechnologien mangeln sollte und der nötige Stromnetzausbau aller Voraussicht nach bis dahin nicht rechtzeitig erfolgt. Es steht zu

befürchten, dass es vorwiegend die größeren Anlagen und Anlagenparks unter den erneuerbaren Energietechnologien sein könnten, die in solchen Situationen „heruntergeregelt“ werden, da das Abschalten einer großen Zahl an kleinen, dezentralen Photovoltaikanlagen mit großem Aufwand verbunden sein dürfte.

Damit besteht bei einem weiteren ungebremsten Ausbau der Photovoltaik bereits in wenigen Jahren die Gefahr, dass gerade die besonders ineffizienten und teuersten Anlagen die weniger teuren alternativen Technologien bei der Stromerzeugung verdrängen – zumindest zeitweise. Damit käme es zu Verdrängungseffekten, wie sie heute bereits bei konventionellen und alternativen Technologien beobachtbar sind und sich vermehrt in negativen Strompreisen an der Börse äußern: Anstatt Grundlastkraftwerke abzuschalten, bei denen das An- und Abschalten mit hohen Kosten verbunden ist, kann es für deren Betreiber lohnenswert sein, Strom nicht nur kostenlos abzugeben, sondern für die Abgabe sogar etwas zu bezahlen. Zu den dann an der Strombörse auftretenden negativen Preisen muss aber auch der mit erneuerbaren Technologien erzeugte Strom abgegeben werden. Daraus resultieren weitere Kosten für die Stromverbraucher (Bode 2010: 644), die zusätzlich zur EEG-Umlage, welche für die unwirtschaftliche Erzeugung von „grünen“ Strom gezahlt werden muss, hinzukommen.

Alle diese Kosten für den Ausgleich beim Auftreten negativer Preise, für Regelenergie, für den Einsatz von Reservekapazitäten, ja selbst für den Netzausbau sind schwer quantifizierbar, werden aber mit dem zunehmenden Anteil der Erneuerbaren immer substantieller und sind zu den durch die EEG-Umlage entstehenden Kosten für die Verbraucher hinzuzurechnen. Die EEG-Umlage wird nach unseren Berechnungen in den kommenden Jahren weiter deutlich steigen, falls der Photovoltaikausbau im unterstellten Maße erfolgt. Wenn darüber hinaus sämtliche der bereits genehmigten Wind-Offshore-Parks tatsächlich in Betrieb gehen (Tab. 8), kämen nach unseren Berechnungen durch den Ausbau von knapp 8 400 MW an Offshore-Windkapazitäten weitere knapp 19 Mrd. € an realen Kosten auf die Verbraucher hinzu.

Obwohl die für 2011 erhobene EEG-Umlage von 3,5 ct/kWh um etwa 0,3 ct/kWh zu hoch ausgefallen sein dürfte, ist nach unseren Berechnungen für das Jahr 2012 mit einem Anstieg der Umlage um mindestens 0,1 ct/kWh zu rechnen und um zumindest 0,9 ct/kWh bis zum Jahr 2015. Die Hauptgründe dafür sind neben dem gerade beginnenden, aber künftig wohl stark zunehmenden Ausbau der Windstromerzeugung vor den deutschen Küsten die weit überdurchschnittlich teure Biomasse- und Solarstromerzeugung, welche die mittlere Vergütung von 15,6 ct/kWh grünen Stroms im Jahr 2010 (Abb. 4) in den kommenden Jahren weiter nach oben treiben wird.

**Tab. 6** Haushaltsstrompreise im europäischen Vergleich in Cent je kWh

	ohne Steuern und Abgaben				
	2000	2005	2008	2009	2010
Dänemark	7,18	9,27	12,03	12,39	11,68
Deutschland	11,91	13,34	12,99	14,01	13,81
Frankreich	9,28	9,05	9,14	9,26	9,22
Niederlande	9,38	11,02	12,7	14,4	12,66
UK	10,56	8,36	13,94	13,99	13,21
	mit Steuern und Abgaben				
	2000	2005	2008	2009	2010
Dänemark	19,6	23,0	27,1	26,3	26,7
Deutschland	15,3	17,9	21,7	22,9	23,8
Frankreich	11,7	11,9	12,4	12,3	12,6
Niederlande	15,2	19,6	17,6	18,7	17,0
UK	10,9	9,0	15,3	14,4	13,9

*Quellen:* Eurostat (2011), BMWi (2011a). Bis einschließlich des Jahres 2006 beziehen sich die Preisangaben auf Haushalte mit einem mittleren Verbrauch von 3 500 kWh im Jahr. Ab dem Jahr 2007 gelten die Angaben für Haushalte mit einem Jahresverbrauch zwischen 2 500 und 5 000 kWh. In den Angaben zum Strompreis ohne Steuern und Abgaben sind für die Jahre 2000 und 2005 die Stromsteuer und die EEG-Umlage enthalten, da Eurostat diese bis dahin als Preisbestandteile und nicht als Steuern und Abgaben behandelte

Somit werden sich die Strompreise für deutsche Haushalte, welche in der Europäischen Union bereits an der Spitze liegen (Tab. 6), künftig noch weiter von den Preisen entfernen, die ihre Nachbarn in Frankreich oder den Niederlanden zu zahlen haben. Und dies, obwohl die deutschen Haushalte bereits zwischen 2000 und 2010 mit 56 % den höchsten Anstieg der Strompreise in der EU hinzunehmen hatten. Lediglich Dänemarks Haushalte haben noch höhere Strompreise zu verkraften, auch weil sie via Stromrechnung die Windstromerzeugung an Land und vor Dänemarks Küsten zu finanzieren haben.

Darüber hinaus werden die Strompreise in Deutschland durch den schnellen Ausstieg aus der Kernkraft zusätzlichen Auftrieb erhalten. So wurde im Rahmen der Energieprognose 2009 für die Bundesregierung berechnet, dass die Strompreise bei einem Kernenergieausstieg bis zum Jahr 2020 um rund 10 % höher liegen als im Szenario, bei dem die Kernkraftwerke durchschnittlich 8 Jahre länger am Netz bleiben würden (Fahl et al. 2010: 135–136).

#### 4 Schlussfolgerung und Politikempfehlung

Mit dem Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010 wurde das bisherige Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energietechnologien an der Stromerzeugung von derzeit knapp 17 % bis zum Jahr 2020 auf 30 % zu stei-

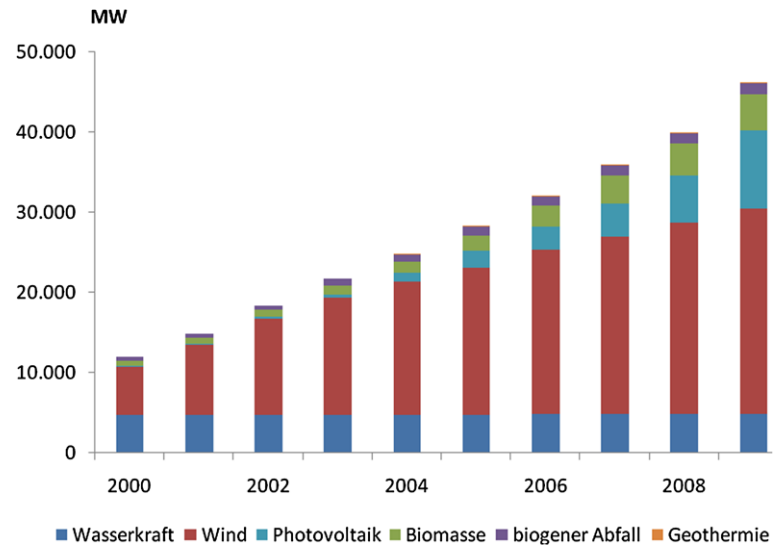
gern, ein weiteres Mal erhöht, auf nunmehr 35 %. Werden diese Ziele mit derselben Vehemenz verfolgt wie bislang (Abb. 7), ist es nur eine Frage weniger Jahre, bis es durch den nach wie vor politisch forcierten Photovoltaikausbau und den zur Zielerreichung ebenfalls nötigen Bau von Windparks vor deutschen Küsten zu einer massiv wachsenden Konkurrenz der Erneuerbaren untereinander kommen wird. Dann wird sich auch die bisher kaum diskutierte Frage stellen, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall bei der Einspeisung der Vorrang eingeräumt werden soll und welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung zeitweise untersagt werden muss.

Darüber hinaus ist mit wachsenden Problemen bei der Aufrechterhaltung der Netzstabilität zu rechnen, wie der Monitoringbericht der Bundesregierung warnt: „Das zeitliche Auseinanderlaufen des rasanten Zubaus von Erneuerbaren-Energie-Kapazitäten mit dem nur schleppend verlaufenden Ausbau der Stromnetze wird zunehmend zu strukturellen Problemen und Risiken für die Sicherheit der Stromversorgung in Deutschland führen, falls keine geeigneten Maßnahmen in der nahen Zukunft getroffen werden“ (BMWi 2011b: 23). Die denkbar kostengünstigste Maßnahme wäre, ein mehrjähriges Moratorium für die Erneuerbaren zu erlassen und die durch das EEG gewährten Förderanreize für diesen Zeitraum auszusetzen. Während sich die Politik wohl kaum zu diesem Schritt durchringen könnte, wäre sie allerdings gut beraten, der Forderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen zu entsprechen und den jährlichen

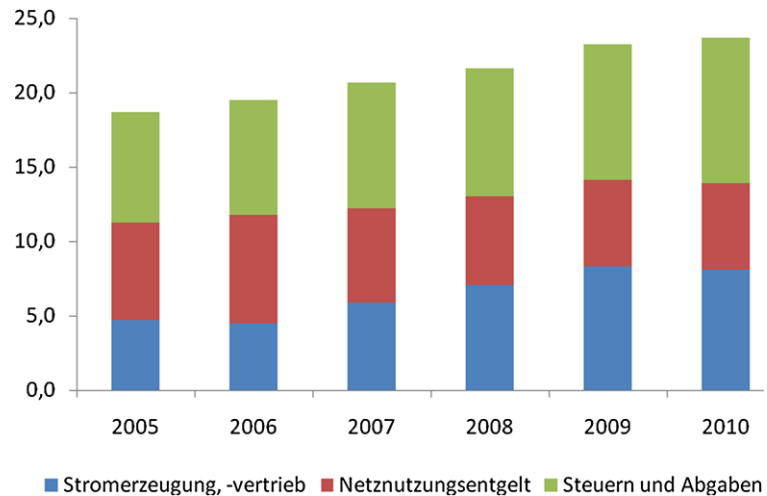
Zubau an Photovoltaikleistung auf niedrigem Niveau zu begrenzen, um so die Kosten in Grenzen zu halten und der drohenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren zu begegnen.

**Anhang**

**Abb. 7** Leistungszunahme erneuerbarer Energieträger 2000–2009. *Quelle:* BMU (2010)



**Abb. 8** Bestandteile des Strompreises eines 3-Personen-Haushalts mit einem Verbrauch von 3500 kWh im Jahr. *Quelle:* (BDEW 2010b; Statista 2011)



**Tab. 7** Bestandteile des Strompreises eines 3-Personen-Haushalts mit einem Verbrauch von 3500 kWh im Jahr

	Cent/kWh						Veränderung 2005–2010
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Stromerzeugung, -vertrieb	4,7	4,4	5,8	7,1	8,3	8,1	72,5 %
+ Netznutzungsentgelt	6,5	7,3	6,3	5,9	5,8	5,8	–11,2 %
Nettostrompreis	11,2	11,7	12,2	13,0	14,1	13,9	23,8 %
+ Steuern und Abgaben	7,4	7,7	8,5	8,7	9,1	9,8	31,8 %
Bruttostrompreis	18,7	19,5	20,6	21,7	23,2	23,7	27,0 %

*Quelle:* eigene Berechnungen nach BDEW (2010b) und Statista (2011)

**Tab. 8** Bislang genehmigte Offshore-Windparks und deren potentielle Stromerzeugung und Förderzeiträume

	Leistung (1. Baustufe) in MW	Jährliche Strom- erzeugung in GWh	Förderbeginn	Förderende
Alpha Ventus	60	192,0	2010	2030
ENOVA Offshore Ems-Emden	5	14,4	2010	2030
Hooksiel	5	16,0	2010	2030
Rostock	3	8,0	2010	2030
EnBW Windpark Baltic 1	48	154,6	2011	2031
BARD Offshore 1	400	1 280,0	2012	2032
Veja Mate	400	1 280,0	2012	2032
Riffgat	108	345,6	2012	2032
Innogy Nordsee Ost	288	921,6	2013	2033
Sandbank 24	600	1 920,0	2013	2033
EnBW Windpark Baltic 2	288	921,6	2013	2033
Global Tech I	400	1 280,0	2013	2033
Borkum West II	400	1 280,0	2013	2033
Amrumbank West	350	1 120,0	2014	2034
Borkum Riffgrund I	320	1 024,0	2014	2034
Dan Tysk	288	921,6	2014	2034
Delta Nordsee I	240	768,0	2014	2034
Delta Nordsee II	192	614,4	2014	2034
Nördlicher Grund	261	835,2	2014	2034
Offshore-Bürgerwindpark Butendiek	240	768,0	2015	2035
EnBW Hohe See	336	1 073,6	2015	2035
Gode Wind I	400	1 280,0	2015	2035
Arkona Becken Südost	320	1 024,0	2015	2035
Offshore-Windpark Nordergründe	125	400,0	2015	2035
EnBW He Dreiht	336	1 073,6	2015	2035
Borkum Riffgrund West	280	896,0	2016	2036
Meerwind Süd und Meerwind Ost	375	1 200,0	2016	2036
GEOFRreE	25	80,0	2016	2036
Wikinger	400	1 280,0	2016	2036
Gode Wind II	240	768,0	2016	2036
MEG Offshore I	400	1 280,0	2016	2036
Deutsche Bucht	250	800,0	2017	2037
Summe	8 381	26 820,2		

Quelle: eigene Berechnungen nach dena (2010a)

## Literatur

- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2001–2010) EEG-Jahresabrechnung 2000 bis EEG-Jahresabrechnung 2009. Berlin
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2010a) EEG Jahresabrechnungen, Entwicklung 2000 bis 2009. Stand 26.7.2010. Berlin
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2010b) Stromrechnung für Haushalte: Rund 41 Prozent Staatsanteil. Berlin
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2011) BDEW-Musterhaushalt für Strom 2011: 46 Prozent des Strompreises sind Steuern und Abgaben. Berlin. Internet: [www.bdew.de/internet.nsf/id/DE\\_20100311\\_PM\\_46\\_Prozent\\_des\\_Strompreises\\_sind\\_Steuern\\_und\\_Abgaben](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_20100311_PM_46_Prozent_des_Strompreises_sind_Steuern_und_Abgaben)
- Bischkowsky T, Gatzel C, Perner J, Schulte F, Zähringer M (2011) Photovoltaik in Deutschland – auf dem Weg zur Netzparität? Energiewirtschaft Tagesfr 61(4):55–58
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010) Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009. Internetupdate der Druckausgabe, Stand: Dezember 2010. Berlin

- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011a) Röttgen: Solarförderung muss der Marktentwicklung angepasst werden. BMU-Pressedienst 008/11, 20.01.2011. Berlin
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011b) Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Leitstudie 2010), Februar 2011. Berlin
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011c) Erneuerbare Energien 2010, Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010 auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Vorläufige Angaben, Stand 23. März 2011, Berlin
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011d) Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht), Entwurf, Stand: 3.5.2011
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2011a) Energiestatistiken. Zahlen und Fakten, Nationale und Internationale Entwicklung. Stand 13. Januar 2011. Berlin
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2011b) Monitoring-Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie nach §51 EnWG zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität, Januar 2011. Berlin
- Bode S (2010) Erneuerbare Energien im Strommarkt – heute und morgen. Wirtschaftsdienst 90(10):643–647
- Bode S, Groscurth H (2010) Photovoltaik in Deutschland: Zu viel des Guten. Energiewirtschaft Tagesfr 60(8):20–23
- dena – Deutsche Energie Agentur (2010a) Offshore-wind, Übersichtstabelle Windparks. Stand Oktober 2010. Berlin. Internet: [www.offshore-wind.de](http://www.offshore-wind.de)
- dena – Deutsche Energie Agentur (2010b) dena-Netz-Studie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015–2020 mit Ausblick 2025. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse durch die Projektsteuerungsgruppe. Deutsche Energie Agentur. Berlin
- Die Zeit (2011) Den Ausbau bremsen, Der Flensburger Ökonom und Ökologe Olav Hohmeyer über den Sonnenstrom und ökogerechte Versorgung, Ausgabe Nr. 5, 27.01.2011, Hamburg
- DPG – Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg.) (2010) Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimaverträglichen Energiesystem. Studie der Deutsche Physikalischen Gesellschaft. Bad Honnef
- EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz (2000, 2004, 2009) Bundesanzeiger, versch. Ausgaben, Köln
- Erdmann G, Fishedick M, von Hirschhausen C, Hohmeyer O, Jochem E, Kemfert C, Matthes F, Pehnt M, Ragwitz M, Schmid J (2010) Dringender Appell zur Rettung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes seitens deutscher Energiewissenschaftler. Freiburg. Internet: [www.oeko-institut.de/oekodoc/1107/2010-150-de.pdf](http://www.oeko-institut.de/oekodoc/1107/2010-150-de.pdf)
- Eurostat (2011) Strompreise für private Haushalte – [ten00115]. Luxemburg. Internet: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- Fachverband Biogas (2009) Übersicht über Vergütungssätze für Strom aus Biomasse gemäß dem EEG 2009. Freising
- Fahl U, Blesl M, Voß A, Frondel M, Löschel A, Mennel T (2010) Energieprognose 2009: Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030. Energiewirtschaft Tagesfr 60(9):30–34
- Frondel M, Hillebrand B (2004) Reform der Ökologischen Steuerreform: Harmonisierung mit dem Emissionshandel. Energiewirtschaft Tagesfr 54(5):330–332
- Frondel M, Ritter N, Schmidt ChM (2008) Germany's Solar Cell Promotion: Dark Clouds on the Horizon. Energy Policy 36(4):4198–4204
- Frondel M, Ritter N, Schmidt ChM, Vance C (2010a) Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energy Technologies: The German Experience. Energy Policy 38:4048–4056
- Frondel M, Schmidt ChM, aus dem Moore N (2010b) Eine unbequeme Wahrheit – Die frapierend hohen Kosten der Förderung von Solarstrom durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. RWI Positionen #40. Essen
- Grösche P, Schröder C (2010) Kosteneffizienter Ausbau der erneuerbaren Energien – Die mehrheitsfähige EEG-Umlage. Energiewirtschaft Tagesfr 60(6):8–12
- Grösche P, Schröder C (2011) Eliciting public support for greening the electricity mix using random parameter techniques. Energy Econ 33(2):363–370
- IWR – Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2007) EEG-Mindestvergütungssätze 2004–2008 gemäß der Fassung vom 21. Juli 2004. EEG-Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien – Biomasse. Münster
- Lechtenböhrer, S, Samadi, S (2010) Kurzanalyse zur aktuellen Diskussion um die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromversorgung verbundenen Kosten und Nutzen. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Wuppertal
- LEW Verteilnetz GmbH (2011) Einspeisevergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz. Augsburg. Internet: [www.lew-verteilnetz.de/cms\\_dso\\_inter/Downloads/Gesetze/EEG\\_Verguetung\\_2010.pdf](http://www.lew-verteilnetz.de/cms_dso_inter/Downloads/Gesetze/EEG_Verguetung_2010.pdf)
- Schiffer H-W (2011) Der deutsche Energiemarkt 2010. Energiewirtschaft Tagesfr 61(3):50–63
- Seeliger A, Perner J, Riechmann C, Trhal N, Fürsch M, Nagl S, Lindenberger D (2011) Energy Costs in Germany – Developments, Drivers and International Comparison. Z Energiewirtschaft 35:43–52
- Sijm J, Neuhoff K, Chen Y (2006) CO2 cost pass through and windfall profits in the power sector. Climate Policy 2006(6):49–72
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011) Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Berlin
- Statista (2011) Entwicklung der Netzentgelte nach Kundengruppe von 2006 bis 2010 (in Cent pro Kilowattstunde). Hamburg. Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/168548/umfrage/entwicklung-der-netzentgelte-nach-kundengruppe-seit-2006/>
- Traber T, Kemfert C, Diekmann J (2011) Strompreise: Künftig nur noch geringe Erhöhung durch erneuerbare Energien. DIW-Wochenbericht 78(6):2–9
- UBA – Umweltbundesamt (2010) Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990–2008 und erste Schätzung 2009. Dessau. Internet: [www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf)