

Manuel Frondel, Nolan Ritter und Christoph M. Schmidt

# Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise

RWI Position #45 vom 1. April 2011

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Strompreise kennen seit Anfang des neuen Jahrtausends in Deutschland nur eine Richtung: nach oben. Die Hauptursache sind Steuern sowie gesetzlich festgelegte Umlagen und Abgaben, die vorwiegend klimapolitisch motiviert sind. Ohne ihre Einführung und schrittweise Erhöhung hätten sich die Stromkosten für die privaten Haushalte seit 1998 überhaupt nicht erhöht.

In dieser *RWI Position* werden die Ursachen des Preisanstiegs am Beispiel eines Haushalts mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3 500 kWh analysiert. Besonderes Augenmerk wird auf die Abgabe für die Förderung alternativer Stromerzeugungstechnologien wie Photovoltaik gelegt, welche von den Stromverbrauchern mit ihrer Stromrechnung zu bezahlen ist. Sodann wird der Versuch unternommen, die Entwicklung dieser EEG-Umlage für die kommenden Jahre abzuschätzen. Unsere Berechnungen zeigen, dass sie in den nächsten Jahren weiter deutlich steigen wird. Denkbare Reaktionen der deutschen Politik auf das Reaktorunglück in Fukushima sind dabei noch gar nicht berücksichtigt. Die durch den Anstieg der EEG-Umlage ohnehin ausgelöste Steigerung der Verbraucherpreise für Strom würde noch verstärkt, falls nach Ablauf des gegenwärtigen Moratoriums ein Teil der Atommeiler vom Netz gehen sollten.

---

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Rheinisch-Westfälisches Institut  
für Wirtschaftsforschung e.V.

Hohenzollernstraße 1-3  
45128 Essen  
Tel.: 0201 - 8149-0

### Büro Berlin

Hessische Straße 10  
10115 Berlin

Das RWI ist Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft.

### Schriftleitung

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt

### Redaktion und Ansprechpartner

Nils aus dem Moore,  
Tel.: 030-2021598-15, nils.ausdemmoore@rwi-essen.de

### Konzeption und Gestaltung

Julica Marie Bracht, Daniela Schwindt, Benedict Zinke

### ISBN 978-3-86788-290-3

Alle Rechte vorbehalten. Essen 2011

[www.rwi-essen.de/positionen](http://www.rwi-essen.de/positionen)

Mit dem Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010 wurde das bisherige Ziel für den Anteil erneuerbarer Energietechnologien an der Stromerzeugung ein weiteres Mal erhöht, auf nunmehr 35% bis 2020. Wird diese Vorgabe entschlossen verfolgt, dann wird es innerhalb weniger Jahre zu einer massiv wachsenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren kommen. Die Politik wird dann entscheiden müssen, welchen Technologien 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, weil der zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung notwendige Ausbau der Stromnetze nur schleppend vorankommt. Statt den Ausbau der Erneuerbaren noch schneller als ohnehin vorgesehen voranzutreiben, sollte die Politik daher ein mehrjähriges Moratorium für die Erneuerbaren erlassen und die durch das EEG gewährten Förderanreize für diesen Zeitraum aussetzen.

## AUTOREN



### Manuel Frondel

Leiter des Kompetenzbereichs „Umwelt und Ressourcen“ am RWI in Essen, außerplanmäßiger Professor für Energieökonomik und angewandte Ökonometrie an der Ruhr-Universität Bochum, Leiter der Fachgruppe Energie- und Umweltpolitik des Bundesverbandes Deutscher Volks- und Betriebswirte (bdvb), Mitglied im Editorial Board der Zeitschrift Environmental Economics.



### Nolan Ritter

Wissenschaftler im Kompetenzbereich „Umwelt und Ressourcen“ am RWI in Essen.



### Christoph M. Schmidt

Präsident des RWI in Essen, Professor für Wirtschaftspolitik und angewandte Ökonometrie an der Ruhr-Universität Bochum, Mitglied des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Research Fellow des Centre for Economic Policy Research (CEPR) in London und des Forschungsinstituts zur Zukunft der Arbeit (IZA) in Bonn.

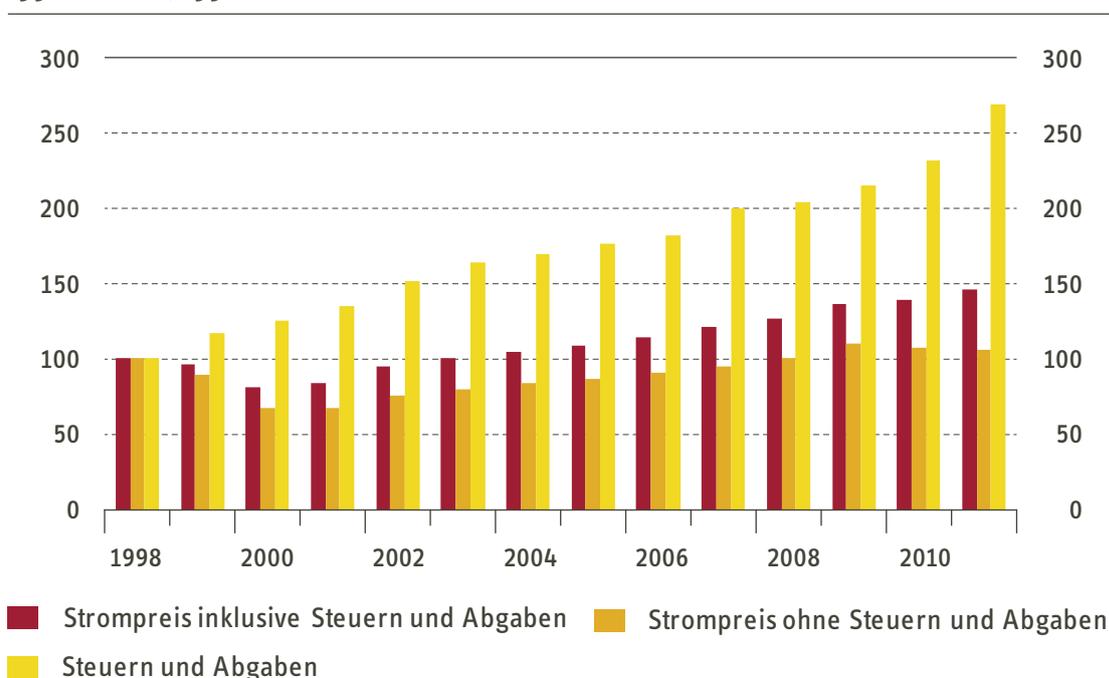
## 1. EINLEITUNG<sup>1</sup>

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 Befeuerung des internationalen Wettbewerbs. Nach einem vorübergehenden Absinken kennen die Strompreise jedoch seit Anfang des neuen Jahrtausends nur eine Richtung: nach oben. Ein Grund dafür ist, dass die europäischen Strommärkte noch immer weit vom Ideal des perfekten Wettbewerbs entfernt sind, weil sich die Stromriesen in Europa mangels grenzüberschreitender Netzkapazitäten nur wenig Konkurrenz im internationalen Maßstab machen können.

Hauptursache des stetigen Anstiegs der Strompreise in Deutschland seit der Jahrtausendwende ist aber 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 eine Haushalt mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3500 kWh pro Jahr seit der Liberalisierung um rund 146%. Zur Illustration: Würden überhaupt keine Steuern und Abgaben erhoben, dann hätten sich die Stromkos-

**Schaubild 1**

**Stromkosten für Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3 500 kWh pro Jahr  
1998 bis 2011; 1998 = 100**



Quelle: BDEW (2010b) und BDEW (2011).

<sup>1</sup> Diese RWI Position dient der wissenschaftlichen Begleitung und Vertiefung der Handelsblatt-Serie „Deutschland ungeschminkt“. In sechs Folgen zwischen dem 1. und 8. April 2011 stellt das Handelsblatt in Kooperation mit dem RWI den Wirtschaftsstandort Deutschland auf den Prüfstand.

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

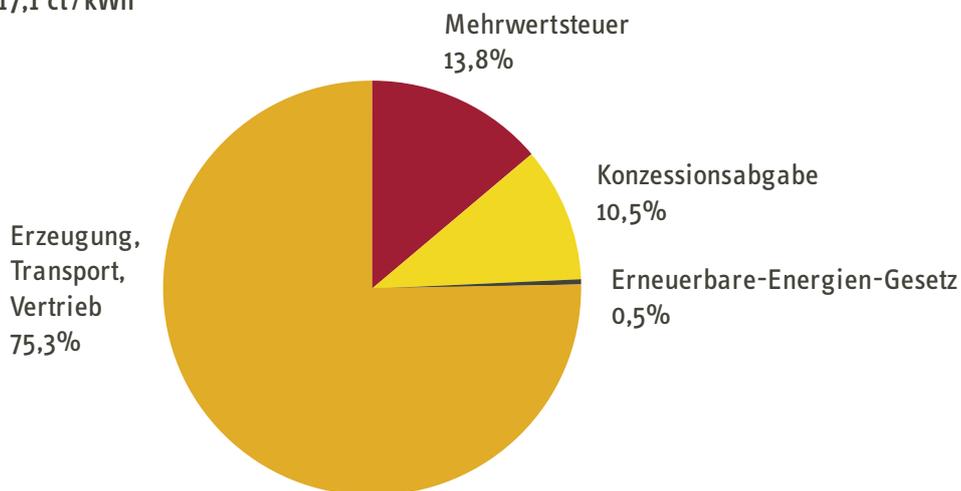
ten für die privaten Haushalte im Vergleich zu 1998 praktisch nicht erhöht (Schaubild 1). Der staatlich bedingte Anteil am Strompreis lag im Jahr 1998 für einen privaten Haushalt mit einem jährlichen Verbrauch von 3 500 Kilowattstunden (kWh) bei rund 25%, während er 2011 bereits knapp 46% ausmacht (Schaubild 2).

### Schaubild 2

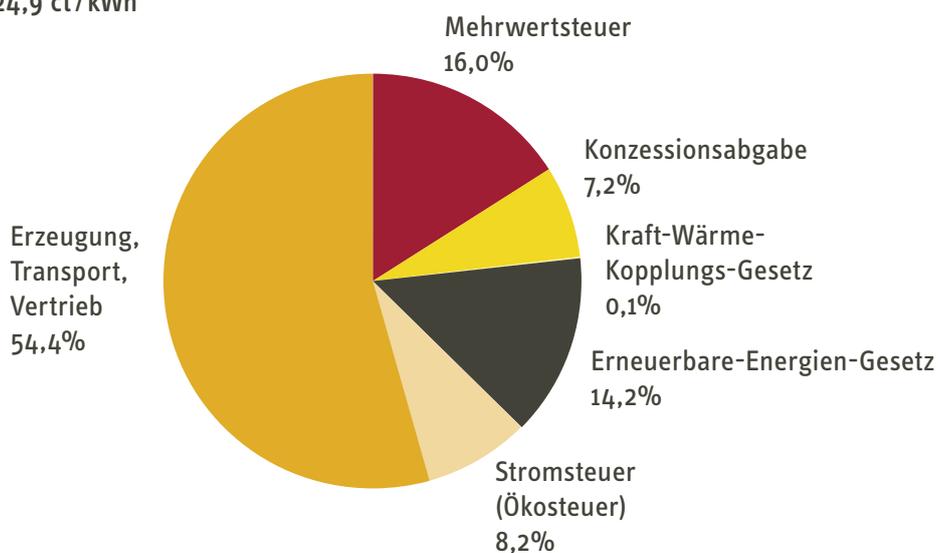
#### Bestandteile des Strompreises für private Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3 500 kWh pro Jahr

1998 (Jahr der Strommarktliberalisierung) und 2011

1998: 17,1 ct/kWh



2011: 24,9 ct/kWh



Quelle: BDEW (2010b) und BDEW (2011).

Vor diesem Hintergrund werden in diesem Beitrag die Ursachen des Anstiegs des Strompreises seit 1998 am Beispiel eines Haushaltstyps mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3 500 kWh analysiert. 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. Unsere Berechnungen zeigen, dass die Umlage für die Förderung der erneuerbaren Energien in den nächsten Jahren deutlich weiter steigen wird. Denkbare Reaktionen der deutschen Politik auf das Reaktorunglück in Fukushima infolge der japanischen Erdbeben- und Tsunamikatastrophe am 11. März 2011 sind dabei noch gar nicht berücksichtigt. Die durch den Anstieg der EEG-Umlage ohnehin ausgelöste Steigerung der Verbraucherpreise für Strom würde noch verstärkt, falls nach Ablauf des gegenwärtigen Moratoriums ein Teil der Atommeiler vom Netz gehen sollten.

## 2. STROMPREIS TREIBENDE EFFEKTE VON KLIMASCHUTZINSTRUMENTEN

Im Zuge der Einführung der Ökosteuer, 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 Ökosteuer 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 (Fronde, 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 knapp 8% des mittleren Strompreises von 24,9 ct/kWh für den hier betrachteten Haushaltstyp aus (Schaubild 1).

Neben der Einführung der Ökosteuer geht auch die gesetzliche Förderung der sogenannten Kraftwärmekopplung auf die damalige rot-grüne Bundesregierung zurück.<sup>2</sup> 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 Nutzwärme gewonnen wird, Energieeinsparungen gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme erzielt werden kann. Demnach könnte durch Kraftwärmekopplung der Ausstoß an Treibhausgasen gedämpft werden.

<sup>2</sup> Mit der Einführung der Ökosteuer wurde nicht allein Strom, sondern auch der Mineralölverbrauch verteuert. Zwischen 1999 und 2003 wurden jeweils zum Jahresbeginn die Mineralölsteuern um den Betrag von 7 Pfennig je Liter bzw. um 3,6 ct/l erhöht.

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

Aus diesem Grund wurde das nationale Ziel ausgegeben, den KWK-Anteil an der Stromerzeugung von heute etwa 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 (Schaubild 2).

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 der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen 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.

Obwohl diese Opportunitätskosten bei kostenloser Vergabe der Zertifikate offenbar nicht tatsächlich anfallende Kosten sind, wie etwa jene für den Bezug von Erdgas oder anderen Brennstoffen, die zur Stromerzeugung eingesetzt werden, sind sie somit nichtsdestoweniger preisrelevant. Die Einpreisung des Werts der Zertifikate ist ein aus betriebswirtschaftlicher Sicht folgerichtiges Verhalten, das zudem völlig unabhängig davon auftritt, ob ein einzelner Anbieter Marktmacht ausüben kann oder nicht. Wenn nun von einer durch-

**Tabelle 1**

**Strompreis bei unterschiedlichen Überwälzungsgraden des CO<sub>2</sub>-Preises**

in ct/kWh

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

*Es wurde von einer durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Intensität von 0,575 kg/kWh ausgegangen (UBA 2010).*

schnittlichen 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 (Tabelle 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 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 erlassene 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 letzt-

**Tabelle 2**  
**Maximale technologiespezifische Vergütungen**  
2000 bis 2010; in ct/kWh

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
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
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
Photovoltaik	50,62	50,62	48,09	45,69	57,40	54,53	51,80	49,21	46,75	43,01	39,14
Biomasse	10,23	10,23	10,13	10,03	17,50	17,33	17,16	16,99	16,83	32,67	32,34
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), eigene Berechnungen.

lich 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 Solarstrom mit bis zu 57,40 ct/kWh sogar noch beinahe doppelt so hoch (Tabelle 2). Photovoltaik ist 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 mit knapp 9 ct vergütet. Auch diese Vergütung liegt noch erheblich über den Preisen für Grundlaststrom an der Strombörse in Leipzig, welche derzeit bei rund 5 ct/kWh liegen.

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

**Tabelle 3**  
**Kapazität und jährlicher Zubau an PV**  
2000 bis 2010; in MW

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Zubau	22	110	110	139	670	951	843	1 271	1 809	3 806	7 400
Kapazität	76	186	296	435	1 105	2 056	2 899	4 170	5 979	9 785	17 185

Quellen: BMU (2010); Angaben für 2010: Schiffer (2011: 57).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

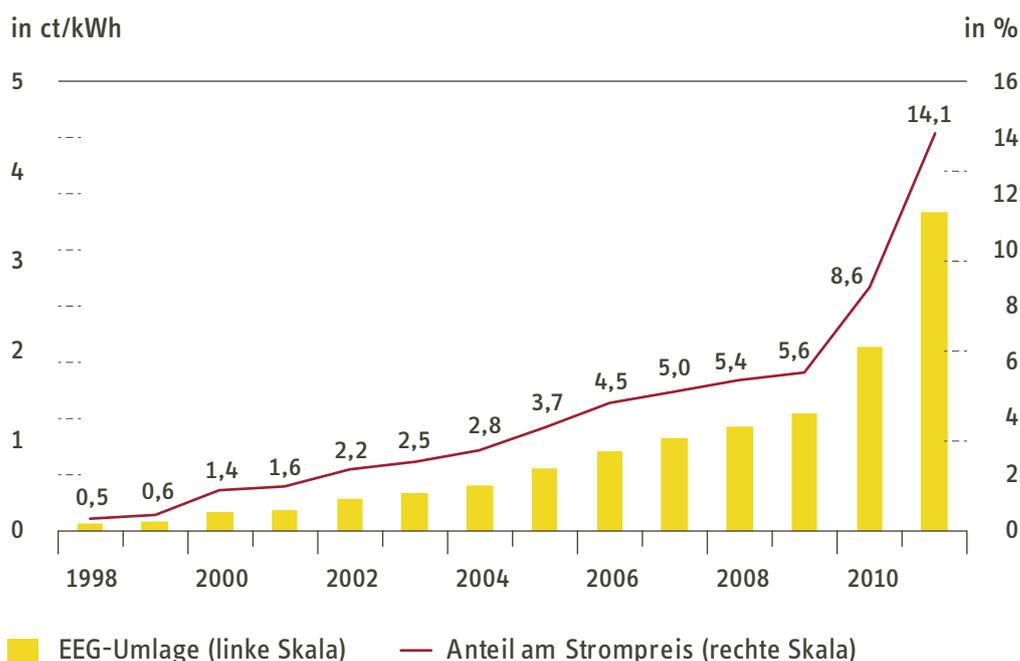
Jahren praktisch jeweils zu einer Verdopplung der jährlich neu installierten Leistung an Photovoltaik: Während die Zubauleistung im Jahr 2008 bei rund 1 800 Megawatt (MW) lag, wurden im Jahr 2009 rund 3 800 MW und im Jahr 2010 sogar 7 400 MW an zusätzlicher Photovoltaikleistung in Deutschland installiert (Tabelle 3).

Das exponentielle Wachstum der am großzügigsten geförderten alternativen Stromerzeugungstechnologie blieb nicht ohne Folgen und war neben der ebenfalls stark geförderten Stromerzeugung aus Biomasse die Hauptursache für den signifikanten Anstieg der EEG-Umlage in den vergangenen Jahren (Schaubild 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 (Schaubild 2). Bereits im Jahr 2010 erreichte die EEG-Umlage einen Anteil von knapp 9% am Strompreis und zog damit mit der Stromsteuer gleich.

Schaubild 3

### EEG-Umlage und ihr Anteil am Strompreis 1998 bis 2011



Quelle: eigene Berechnungen nach BDEW (2010b).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

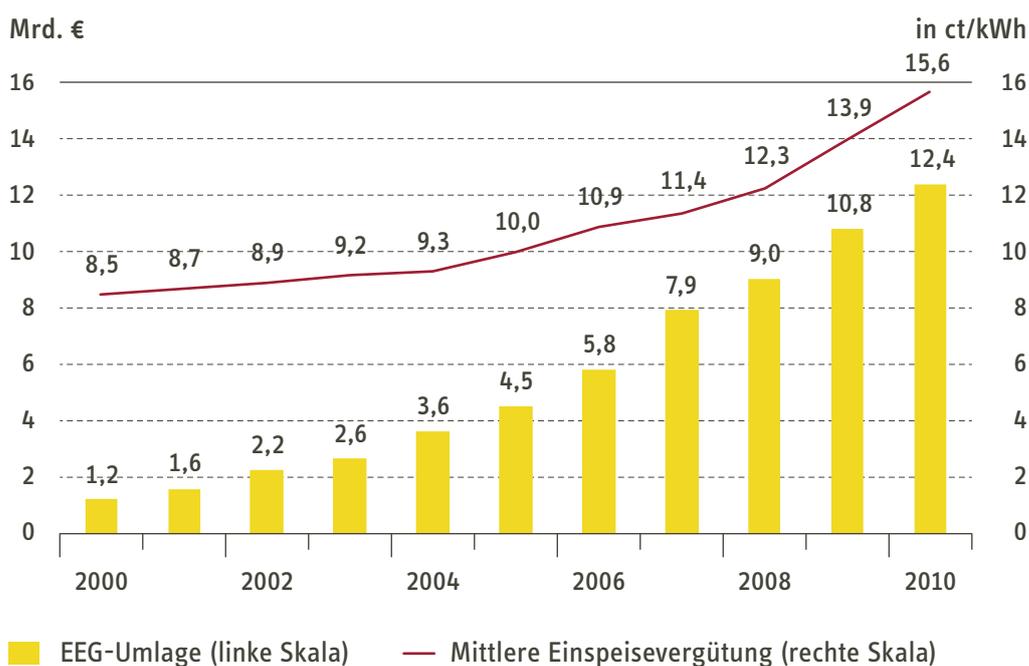
Insgesamt mussten im Jahr 2010 rund 12,4 Mrd. € an Vergütungen zur Subventionierung der Erneuerbaren auf Grundlage des EEG gezahlt werden (Schiffer 2011: 57). Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 hat sich dieser Betrag mehr als verzehnfacht (Schaubild 4). Ein solch starker Anstieg verwundert nicht, wenn man bedenkt, dass die Politik bei der Förderung der Erneuerbaren bislang keinerlei 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 Treibhausgaseinsparung 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 (Tabelle 2) und der dadurch angeregten - und für den Stromverbraucher besonders teuren - Installation von Photovoltaikanlagen.

Mittlerweile machen die jährlichen Vergütungen für Solarstrom bereits mehr als 30% der von den Stromverbrauchern zu zahlenden Abgaben für „grünen Strom“ aus (Tabelle 4), während Photovoltaik im Jahr 2009 lediglich einen Anteil von 8,8% an der durch das EEG

Schaubild 4

### Einspeisevergütungen für „grünen Strom“ und durchschnittliche Einspeisevergütung 2000 bis 2010



Quelle: BDEW (2010a).

**Tabelle 4**

**Einspeisevergütungen und Anteile der bedeutendsten Technologien**

2001 bis 2009

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

Quellen: BDEW (2001-2010).

geförderten Stromerzeugung hatte. Mit rund 2% war der Anteil von Solarstrom an der 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 (Tabelle 5) und ein weiteres Anwachsen der Subventionen mit der Fortsetzung 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 (Schaubild 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 zumeist weit in der Zukunft liegenden Fälligkeit werden diese Zahlungsverpflichtungen für die Stromverbraucher in den Medien häufig auch als Solar-schulden bezeichnet. Die Größenordnung dieser seit mehreren Jahren kontinuierlich vom RWI berechneten Zahlungsverpflichtungen wurde kürzlich von einer Studie des Wuppertal-Instituts (Lechtenböhm, Samadi 2010) nolens volens bestätigt (Frondel et al. 2010b).

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



## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

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.

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. €. (Tabelle 5). Dies zeigt, dass durch eine Senkung der Vergütungen für Solarstrom keine wirksame 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

**Tabelle 5**

### Nettokosten der Förderung von Photovoltaik

2000 bis 2010

Jahrgang	jährlicher Zuwachs Mrd. kWh	Nettokosten über 20 Jahre	
		Nominal, Mrd. €	Real, Mrd. € 2007
2000	0,064	0,581	0,559
2001	0,052	0,469	0,442
2002	0,072	0,609	0,563
2003	0,125	0,989	0,897
2004	0,244	2,152	1,913
2005	0,725	6,918	6,027
2006	0,938	8,385	7,164
2007	1,280	10,705	8,969
2008	1,310	10,233	8,409
2009	3,073	21,515	17,345
2010	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 %.

wie etwa Spanien seit Jahren haben, kein Weg vorbei (Bode, Großcurth 2010: 22). Daher fordert der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem jüngsten Gutachten, den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung auf 500 bis maximal 1 000 MW zu begrenzen (SRU 2011).

### **3. KÜNFTIGE KOSTENANSTIEGE INFOLGE DES WEITEREN AUSBAUS DER ERNEUERBAREN**

Wegen des Preisverfalls infolge des hohen 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 die Grenze von 3 500 MW pro Jahr überschritten, bis zu der das EEG zum 1. Januar 2012 keine stärkere Absenkung der Vergütung für Solarstrom vorsieht, als es mit maximal 9% für kleine Anlagen bereits im EEG festgelegt ist. Nach den jüngsten gesetzlichen Beschlüssen könnte die Vergütung für Photovoltaik indessen bereits zum 1. Juli 2011 um bis zu 15% zusätzlich gesenkt werden, falls die für das Jahr 2011 prognostizierte zusätzliche Leistung den Wert von 7 500 MW übersteigt (BMU 2011).

Diese Maßnahme wird den weiter anschwellenden Kosten-Tsunami in seiner Wirkung kaum abschwächen können, geschweige denn aufhalten können. Zu den unabwendbaren 81,5 Mrd. € für den bislang nicht nennenswert gebremsten Hype um die Photovoltaik in Deutschland kämen nach unseren Berechnungen weitere 42 Mrd. € hinzu, falls sich die Erwartungen der Solarbranche für 2011 erfüllen und der jährliche Zubau 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 (Schaubild 6), mithin bei etwa 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 komplett doppelten Erzeugungsinfrastruktur (Bode 2010: 646), bestehend einerseits aus den Photovoltaikanlagen und andererseits aus dem konventionellen Backup für den Totalausfall der Sonnenlichtverstromer des nachts

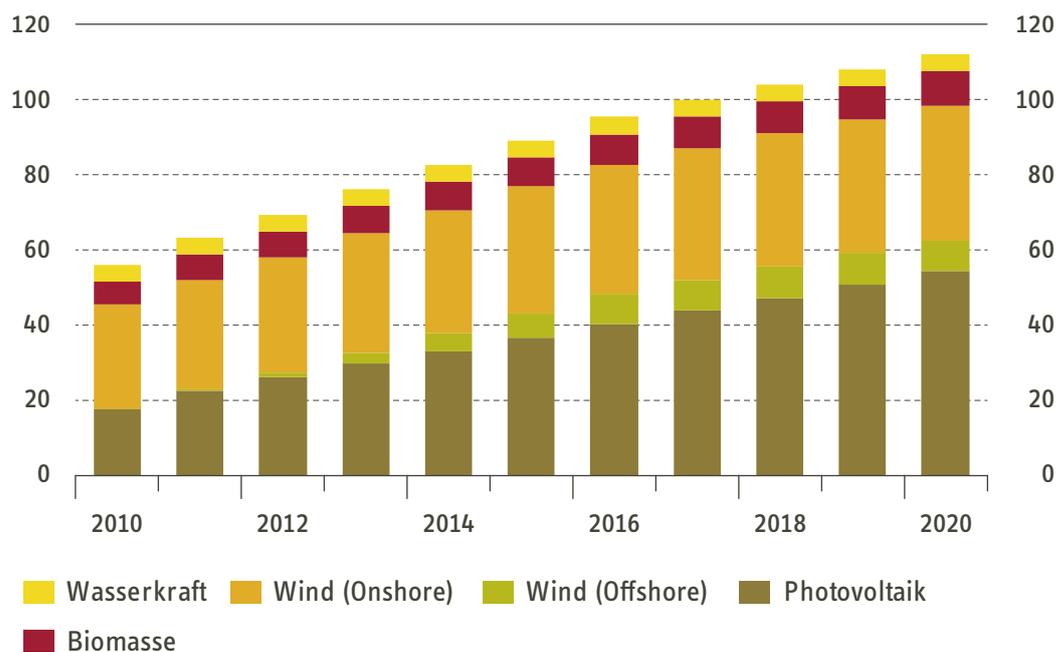
## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

und im Winter. Dadurch wird eine Fortsetzung des Photovoltaikbaus 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 Kraftwerkspark 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 Schaubild 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 Nachfragespitzen nötige maximale Kapazität von etwa 75-82 000 MW übersteigen würde. Im Jahr 2020 würde gar der Umfang des konventionellen Kraftwerksparks von rund 110 000 MW deutlich überschritten sein (Schaubild 6).

### Schaubild 6

**Künftige Kapazitäten an erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien, falls ausschließlich Photovoltaik- und Offshore-Windkraftanlagen zugebaut würden.**  
2010 bis 2020; in MW



Quelle: Eigene Berechnungen nach BMU (2010) und dena (2010a).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

In jüngerer Zeit getätigte Investitionen in schnell reagible und zur Lastsicherung besonders geeignete Erdgaskraftwerke können dadurch unrentabel werden (stranded investments). 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), muss daher heftig widersprochen werden.

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 (Tabelle A1 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).

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 wird 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

**Tabelle 6**

**Strompreise für Haushalte mit einem Verbrauch von 3 500 kWh pro Jahr  
im europäischen Vergleich.**

2000 bis 2010; in ct/kWh

	2000	2005	2008	2009	2010
<b>ohne Steuern und Abgaben</b>					
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
<b>mit Steuern und Abgaben</b>					
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)

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 für die Erzeugung des „grünen“ Stroms 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 zur EEG-Umlage hinzuzurechnen. Diese wird nach unseren Berechnungen in den kommenden Jahren weiter deutlich steigen, falls der Photovoltaikausbau im unterstellten Maße erfolgt und sämtliche bereits genehmigten Wind-Offshore-Parks tatsächlich in Betrieb gehen (Tabelle A2). Nach unseren Berechnungen kämen allein durch diesen Ausbau weitere knapp 19 Mrd. € an realen Kosten auf die Verbraucher hinzu.

Falls die für 2011 erhobene EEG-Umlage von 3,5 ct/kWh nicht zu hoch ausgefallen sein sollte, ist nach unseren Berechnungen für das Jahr 2012 mit einem Anstieg der Umlage um mindestens 0,4 ct/kWh zu rechnen und um zumindest 1,2 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 (Schaubild 4) in den kommenden Jahren weiter nach oben treiben wird.

Somit werden sich die Strompreise für deutsche Haushalte, welche in der Europäischen Union bereits an der Spitze liegen (Tabelle 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.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Strompreise in Deutschland im Fall eines vorzeitigen Ausstiegs aus der Kernkraft zusätzlichen Auftrieb erhalten werden. 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 Atommeiler durchschnittlich 8 Jahre länger am Netz bleiben würden (Fahl et al. 2010).

#### **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 steigern, ein weiteres Mal erhöht, auf nunmehr 35%. Werden diese Ziele mit derselben Vehemenz verfolgt wie bislang, 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. Falls sich die Politik nicht zu diesem Schritt durchringen könnte, sollte sie zumindest der Forderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen entsprechen und den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung auf 500 bis maximal 1 000 MW begrenzen, um so die Kosten in Grenzen zu halten und der drohenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren frühzeitig zu begegnen.

### 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).
- 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 (2011), Röttgen: Solarförderung muss der Marktentwicklung angepasst werden. BMU-Pressedient 008/11, 20.01.2011. Berlin.
- 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. und H. Groscurth (2010), Photovoltaik in Deutschland: Zu viel des Guten. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 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.
- DPG – Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg.) (2010), *Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimaverträglichen Energiesystem*. Studie der Deutsche Physikalischen Gesellschaft. Bad Honnef.
- Erdmann, G., M. Fishedick, C. von Hirschhausen, O. Hohmeyer, E. Jochem, C. Kemfert, F. Matthes, M. Pehnt, M. Ragwitz und J. Schmid (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).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

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., M. Blesl, A. Voß, M. Frondel, A. Löschel und T. Mennel (2010), Energieprognose 2009: Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 60 (9): 30-34.

Fronde, M. und B. Hillebrand (2004), Reform der Ökologischen Steuerreform: Harmonisierung mit dem Emissionshandel. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 54 (5): 330-332.

Fronde, M., N. Ritter and Ch.M. Schmidt (2008), Germany's Solar Cell Promotion: Dark Clouds on the Horizon. *Energy Policy* 36 (4): 4198-4204.

Fronde, M., N. Ritter, Ch.M. Schmidt und C. Vance (2010), Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energy Technologies: The German Experience. *Energy Policy* 38: 4048-4056.

Fronde, M., Ch.M. Schmidt und N. aus dem Moore (2010), Eine unbequeme Wahrheit – Die frapierend hohen Kosten der Förderung von Solarstrom durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. RWI Positionen #40. Essen.

Grösche, P. und C. Schröder (2010), Kosteneffizienter Ausbau der erneuerbaren Energien – Die mehrheitsfähige EEG-Umlage. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 60 (6): 8-12.

Grösche, P. and C. Schröder (2011), Eliciting public support for greening the electricity mix using random parameter techniques. *Energy Economics* 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. und S. Samadi (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. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 61 (3): 50-63.

Sijm, J., K. Neuhoff and Y. Chen (2006), CO<sub>2</sub> 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., C. Kemfert und J. Diekmann (2011), Strompreise: Künftig nur noch geringe Erhöhung durch erneuerbare Energien. *DIW-Wochenbericht* 78 (6): 2-9.

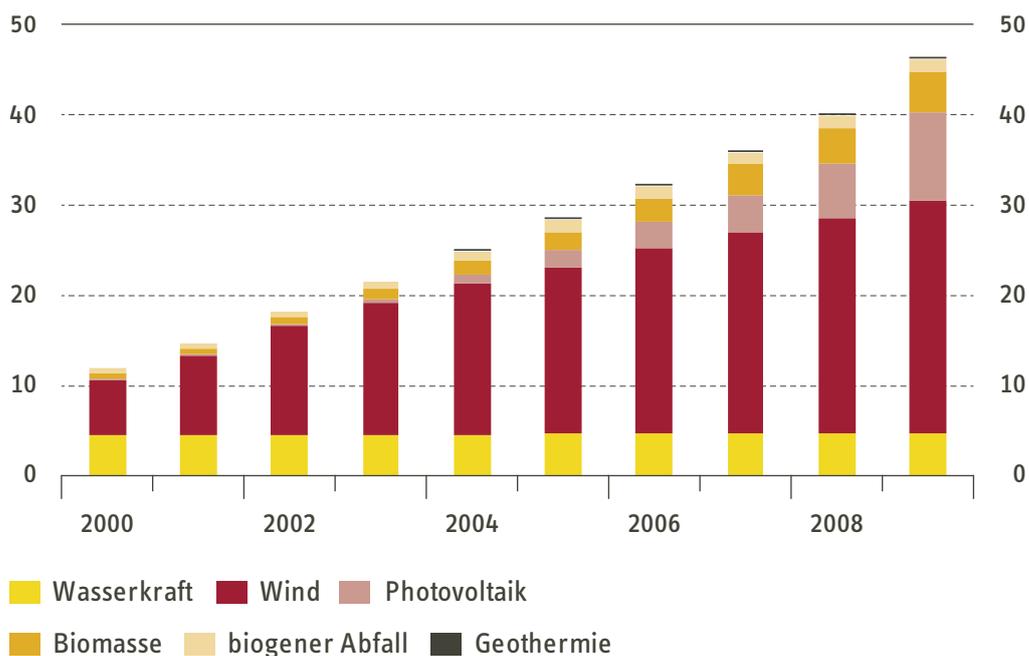
UBA – Umweltbundesamt (2010), Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2008 und erste Schätzung 2009. Dessau. Internet: [www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf).

ÜNB – Übertragungsnetzbetreiber (2010), EEG-Mittelfristprognose: Entwicklungen 2011 bis 2015, Stand: 15. November 2010. Hamburg et al. Internet: [www.eeg-kwk.net/de/file/2009-05-11\\_EEG-Mittelfristprognose-bis-2015\(1\).pdf](http://www.eeg-kwk.net/de/file/2009-05-11_EEG-Mittelfristprognose-bis-2015(1).pdf)

**ANHANG**

Schaubild A1

**Leistungszunahme erneuerbarer Energieträger  
2000 bis 2009; in MW**

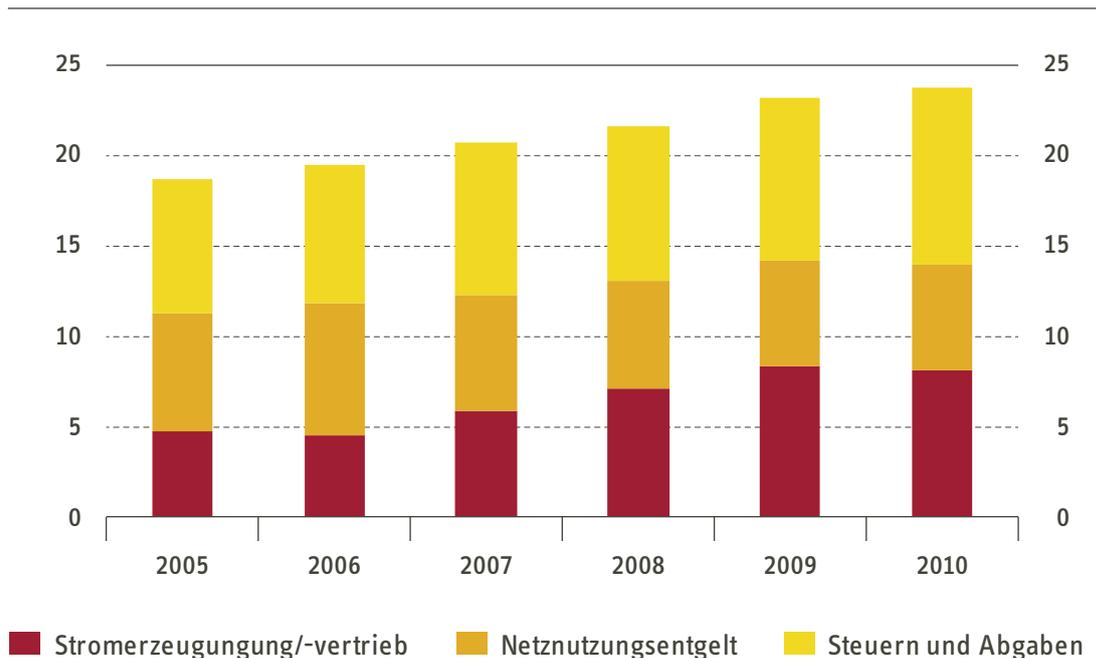


Quelle: BMU (2010).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

Schaubild A2

**Bestandteile des Strompreises für einen 3-Personen-Haushalt  
mit einem Verbrauch von 3500 kWh im Jahr  
2005 bis 2010; in ct/kWh**



Quelle: BDEW (2010b), Statista (2011).

Tabelle A1

**Bestandteile des Strompreises für einen 3-Personen-Haushalt  
mit einem Verbrauch von 3500 kWh im Jahr  
2005 bis 2010**

	in ct/kWh						Veränderung
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	in %
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).

## DIE KOSTEN DES KLIMASCHUTZES AM BEISPIEL DER STROMPREISE

**Tabelle A2**

**Bislang genehmigte Offshore-Windparks sowie deren potentielle Stromerzeugung und Förderzeiträume**

	Leistung (1. Baustufe) in MW	Jährliche Strom- erzeugung in GWh	Förder- beginn	Förder- ende
Alpha Ventus	60	192,0	2010	2030
ENOVA Offshore Ems-Emden	5	16,0	2010	2030
Hooksiel	5	16,0	2010	2030
Rostock	3	9,6	2010	2030
Offshore-Bürgerwindpark Butendiek	240	768,0	2011	2031
Amrumbank West	140	448,0	2013	2033
Borkum Riffgrund 1	231	739,2	2013	2033
Borkum Riffgrund West	280	896,0	2013	2033
Innogy Nordsee Ost	288	921,6	2013	2033
Sandbank 24	600	1920,0	2013	2033
Dan Tysk	1500	4800,0	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
EnBW Windpark Baltic 2	288	921,6	2014	2034
EnBW Hohe See	336	1075,2	2015	2035
Global Tech I	400	1280,0	2015	2035
Gode Wind I	400	1280,0	2015	2035
Arkona Becken Südost	320	1024,0	2015	2035
Baltic 1	48	153,6	2015	2035
BARD Offshore 1	400	1280,0	2016	2036
Meerwind	375	1200,0	2016	2036
GEOFreE	25	80,0	2016	2036
Ventotec Ost 2	400	1280,0	2016	2036
Borkum West II	400	1280,0	2017	2037
Offshore-Windpark Nordergründe	125	400,0	2017	2037
Gode Wind II	240	768,0	2018	2038
MEG Offshore I	400	1280,0	2018	2038
Veja Mate	400	1280,0	2018	2038
Deutsche Bucht	250	800,0	2019	2039
EnBW He Dreiht	336	1075,2	2019	2039
Summe	9188	29401,6		

Quelle: eigene Berechnungen nach dena (2010a).

## **ZULETZT ERSCHIENENE RWI POSITIONEN**

- #44 Perspektiven des Gesundheitssektors: Wachstumsmotor oder Milliardengrab?
- #43 Wer trägt den Staat?
- #42 Wirtschaftsleistung, Wertschöpfung und Wachstumspotenziale in Deutschland
- #41 Eine Wirtschaftsregierung für Europa?
- #40 Eine unbequeme Wahrheit
- #39 Wehrpflicht und Zivildienst a.D.
- #38 Ein gesundheitspolitisches Reformprogramm
- #37 Die Finanzierung der Gesetzlichen Krankenversicherung
- #36 Erneuerbare Energien – Kosteneffizienz muss über weiteren Ausbau entscheiden
- #35 AKW-Laufzeiten: Versteigern statt Verschenken!
- #34 Keine Steuererhöhungen!
- #33 Wohlstand durch Leistung

Die RWI Positionen im Internet: [www.rwi-essen.de/positionen](http://www.rwi-essen.de/positionen)

---

### **RWI – Forschung und Politikberatung**

Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (RWI) ist eines der führenden Zentren für wissenschaftliche Forschung und evidenzbasierte Politikberatung in Deutschland. Das Institut ist Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft. Es wurde 1926 gegründet und arbeitet seit 1943 in rechtlicher Selbständigkeit. Das RWI stützt seine Arbeiten auf neueste theoretische Konzepte und aktuelle empirische Methoden. In sieben Kompetenzbereichen werden ökonomische Zusammenhänge auf allen Ebenen erforscht – vom Individuum bis zur Weltwirtschaft. Die individuelle Prosperität steht in den Kompetenzbereichen „Arbeitsmärkte, Bildung, Bevölkerung“ sowie „Gesundheit“ im Vordergrund. Unternehmen und Märkte werden in „Unternehmen und Innovation“ sowie „Umwelt und Ressourcen“ untersucht. Die Kompetenzbereiche „Wachstum und Konjunktur“ sowie „Öffentliche Finanzen“ analysieren gesamtwirtschaftliche Fragestellungen. Der Kompetenzbereich „Daten“ versorgt die Wissenschaftler mit aktuellsten Methoden und Zahlen. Das RWI veröffentlicht Forschungsergebnisse und Beiträge zur Politikberatung in verschiedenen Publikationsreihen. Weitere Informationen im Internet unter [www.rwi-essen.de](http://www.rwi-essen.de).