



Projektbericht

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

**Die ökonomischen Wirkungen
der Förderung Erneuerbarer Energien:
Erfahrungen aus Deutschland**

Endbericht

Impressum

Vorstand:

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D. (Präsident)
Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)
Prof. Dr. Wim Kösters

Verwaltungsrat:

Dr. Eberhard Heinke (Vorsitzender);
Dr. Henning Osthues-Albrecht; Dr. Rolf Pohlig; Reinhold Schulte
(stellv. Vorsitzende);
Manfred Breuer; Oliver Burkhard; Dr. Hans Georg Fabritius;
Hans Jürgen Kerkhoff; Dr. Thomas Köster; Dr. Wilhelm Koll;
Prof. Dr. Walter Krämer; Dr. Thomas A. Lange; Tillmann Neinhaus;
Hermann Rappen; Dr.-Ing. Sandra Scheermesser

Forschungsbeirat:

Prof. Michael C. Burda, Ph.D.; Prof. David Card, Ph.D.; Prof. Dr. Clemens Fuest;
Prof. Dr. Justus Haucap; Prof. Dr. Walter Krämer; Prof. Dr. Michael Lechner;
Prof. Dr. Till Requate; Prof. Nina Smith, Ph.D.

Ehrenmitglieder des RWI

Heinrich Frommknecht; Prof. Dr. Paul Klemmer †; Dr. Dietmar Kuhnt

RWI Projektberichte

Herausgeber:
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen
Tel. 0201/81 49-0, Fax 0201/81 49-200, e-mail: rwi@rwi-essen.de
Alle Rechte vorbehalten. Essen 2008
Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D.

Die ökonomischen Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien:

Erfahrungen aus Deutschland

Endbericht – Oktober 2009

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Die ökonomischen Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien: Erfahrungen aus Deutschland

Endbericht – Oktober 2009

Projektteam: Dr. Manuel Frondel,
Nolan Ritter, Prof. Colin Vance, Ph.D. (Projektleitung)

Das Projektteam dankt den zahlreichen hilfreichen Händen, die für die Fertigstellung des vorliegenden Berichts ungenügend wichtig waren. Unser besonderer Dank gilt Herrn Fabian Scheffer für wissenschaftliche Vorarbeiten. Unser Dank gilt ebenfalls Frau Daniela Schwindt für die Erstellung des Layouts. Nicht zuletzt sind wir Herrn Prof. Christoph Schmidt für wertvolle Anregungen, Korrekturen und hilfreiche Kommentare zu Dank verpflichtet. Für finanzielle Unterstützung danken wir dem Institute for Energy Research (IER), Washington, D.C.



Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien: Erfahrungen aus Deutschland

Zusammenfassung.....	4
1. Einleitung.....	5
2. Die deutsche Förderpraxis	6
3. Langwährende Lasten für die Stromverbraucher	11
3.1 Nettokosten der Photovoltaikförderung	13
3.2 Nettokosten der Förderung von Windkraft.....	13
3.3 Kostengünstiger Klimaschutz durch Sonnen- und Windenergienutzung? ...	18
4 Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien	19
4.1 Klimawirkungen.....	19
4.2 Strompreise	20
4.3 Beschäftigungseffekte	20
4.4 Energieversorgungssicherheit.....	24
4.5 Innovationswirkungen	24
5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	26
Anhang.....	29
Literaturverzeichnis.....	42

Die ökonomischen Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien: Erfahrungen aus Deutschland

“It is difficult to get a man to understand something if his livelihood depends upon his not understanding it.”(Upton Sinclair)

Zusammenfassung

Die Aussicht auf eine umweltfreundliche, unerschöpfliche und am Ende auch wirtschaftliche Energieversorgung hat eine wachsende Zahl von Industrieländern dazu veranlasst, Fördersysteme für die bislang zumeist noch nicht wettbewerbsfähige Stromerzeugung auf Basis von Erneuerbaren Energietechnologien zu etablieren. Das deutsche System, technologiespezifische und in der Regel über 20 Jahre hinweg fixe Vergütungen für die vorrangige Einspeisung von grünem Strom in das öffentliche Netz zu gewähren, gilt hierbei weltweit als vorbildliches Fördermodell, das in zahlreichen Ländern Nachahmung gefunden hat. Dieser Artikel schätzt die Nettokosten dieser Förderung und diskutiert deren Beschäftigungs- und Klimaschutzwirkungen. Im Ergebnis zeigt sich, dass die deutsche Förderpolitik in Form eines Einspeisevergütungssystems, das rechtlich auf dem seit 1. April 2000 geltenden Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) basiert, keine kosteneffiziente Art ist, die Erneuerbaren Energien im Energieportfolio eines Landes zu etablieren. Stattdessen bringt dieser Fördermechanismus massive Lasten für die Stromverbraucher mit sich, ohne aber die Volkswirtschaft tatsächlich auf lange Sicht stimulieren zu können und einen substantiellen Beitrag zur Energieversorgungssicherheit zu leisten. Vielmehr müssen wegen der schwankenden Stromerzeugung auf Basis von Photovoltaik- und Windkraftanlagen vermehrt Erdgaskraftwerke auf Abruf bereitgestellt werden, um die Netzstabilität aufrecht erhalten zu können. Mit dem starken Anstieg der regenerativen Stromerzeugung der vergangenen Jahre, vor allem auf Basis von Windkraft, erhöht sich die Abhängigkeit von Gasimporten aus Russland. All dies ist umso bedenklicher, als bei der seit 2005 herrschenden Koexistenz von EEG und Emissionshandel durch das EEG derzeit keine CO₂-Emissionseinsparung erzielt wird, die über das bereits durch den Emissionshandel allein bewirkte Maß hinausgeht.

Erfahrungen aus Deutschland

1. Einleitung

Die Aussicht auf eine umweltfreundliche, unerschöpfliche und am Ende auch wirtschaftliche Energieversorgung hat eine wachsende Zahl von Industrieländern dazu veranlasst, sich Ziele für den Ausbau der bislang noch nicht wettbewerbsfähigen Stromerzeugung auf Basis von Erneuerbaren Energietechnologien zu setzen. So schreibt die Europäische Kommission vor¹, dass der Anteil dieser Technologien an der Stromerzeugung in Europa bis zum Jahr 2020 auf 20 % erhöht wird (EC 2009:16). Dadurch, so hofft die Kommission, können die internationalen Klimaschutzvereinbarungen zur Senkung der Treibhausgase eingehalten werden und sich gleichzeitig neue Chancen für die regionale Entwicklung und eine Erhöhung der Beschäftigung eröffnen.

Auch in den Augen des Bundesumweltministeriums stellen Investitionen in Erneuerbare Energien eine zentrale Säule der deutschen Klimaschutzanstrengungen dar, die zugleich die Abhängigkeit von Energieimporten reduzieren helfen und darüber hinaus Arbeitsplätze schaffen (BMU 2008a:8). Ähnliche Verheißungen charakterisieren die derzeitige energiepolitische Diskussion in den USA. Präsident Obama hat wiederholt davon gesprochen, dass Investitionen in "grüne Technologien" imperativ sind, um sowohl der Verantwortung für die Umwelt gerecht zu werden als auch die amerikanische Volkswirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze zu stimulieren. Zu diesem Zweck sieht der "Recovery and Reinvestment Act", welcher im Februar 2009 in Kraft trat, mehr als 60 Milliarden US-Dollar für Investitionen in „saubere Energien“ vor, um die "clean-energy jobs" von morgen zu schaffen (Weißes Haus 2009).

In einer Anhörung des U.S. Senatskomitees "Environment and Public Works" (2009) hat die Senatorin Barbara Boxer dieses Ansinnen wiederholt und von "clean energy as a win-win solution" für das Land gesprochen, mit der zugleich die globale Erwärmung bekämpft werden kann und die Basis für eine langfristige wirtschaftliche Erholung bzw. künftig zunehmende Prosperität geschaffen wird. Bei genauer Betrachtung der vielfach als Musterbeispiel geltenden Förderung der Erneuerbaren Energien in Deutschland, welche auf eine beinahe zwei Jahrzehnte währende Historie zurückblickt, zeigt sich jedoch, dass ein solcher Optimismus fehl am Platz ist.

¹ Die Europäische Kommission hat Deutschland ein anspruchsvolles Ziel gesetzt, das für 2020 einen Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch von 18 % vorsieht. 2005 betrug dieser Anteil 5,8 %. Die Zielvorgabe der Kommission bedeutet daher eine Verdreifachung des Anteils der Erneuerbaren Energien innerhalb von eineinhalb Jahrzehnten.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Dieser Artikel schätzt die Nettokosten der Förderung der Erneuerbaren Energien in Deutschland und diskutiert deren Beschäftigungs- und Klimaschutzwirkungen. Im Ergebnis zeigt sich, dass die deutsche Förderpolitik in Form eines Einspeisevergütungssystems, das rechtlich auf dem seit 1. April 2000 geltenden Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) basiert, keine kosteneffiziente Art ist, die Erneuerbaren Energien im Energieportfolio eines Landes zu etablieren. Stattdessen bringt dieser Fördermechanismus massive Lasten für die Stromverbraucher mit sich, ohne aber die Volkswirtschaft tatsächlich auf lange Sicht wettbewerbsfähiger machen zu können und einen substantiellen Beitrag zur Energieversorgungssicherheit zu leisten.

Der folgende Abschnitt beschreibt das rasante Wachstum der Stromproduktion auf Basis von Windkraft, Photovoltaik und Biomasse in Deutschland, welche im Jahr 2008 für rund 90 % der mittels Einspeisevergütungen geförderten Regenerativstromerzeugung verantwortlich war (BMU 2009a). Abschnitt 3 präsentiert Abschätzungen der Nettokosten für die zwischen 2000 und 2008 in Deutschland errichteten Photovoltaik- und Windkraftanlagen bzw. für solche, die laut Prognosen bis 2010 noch errichtet werden. Diese Schätzungen geben einen Eindruck von den lange währenden Lasten, die daraus für die deutschen Stromverbraucher entstehen. Vor diesem Hintergrund werden in Abschnitt 4 die klima-, technologie- und beschäftigungspolitischen Wirkungen der Subventionierung Erneuerbarer Energietechnologien diskutiert. Der letzte Abschnitt zieht daraus Schlussfolgerungen für die weitere Förderung der Erneuerbaren Energien.

2. Die deutsche Förderpraxis

Durch eine großzügige finanzielle Förderung stieg die Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien in Deutschland seit Beginn des Jahrtausends signifikant an (IEA 2007:65). Mit einem Anteil von fast 15 % an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2008 (AGEB 2009:22) konnte Deutschland seine Produktion an grünem Strom seit 2000 mehr als verdoppeln. Das für das Jahr 2010 gesetzte nationale Ziel eines Mindestanteils von 12,5 % war bereits 2007 deutlich übertroffen worden (AGEB 2009:22). Dieses Wachstum ging zu Lasten der Stromproduktion auf Basis von Kernenergie, welche zwischen 2000 und 2008 die größten relativen Verluste hinnehmen musste, während der Anteil von Erdgas beinahe stetig stieg (Abbildung 1).

Gegenwärtig ist Windkraft die bedeutendste heimische alternative Technologie: Im Jahr 2008 trug diese 6,3 % zur Bruttostromproduktion in Deutschland bei (Abbildung 1). Die Anteile der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse und Wasserkraft lagen bei 3,6 % bzw. 3,1 %. Im Gegensatz dazu nahm sich die Solarstromproduktion beinahe vernachlässigbar aus: Deren Anteil lag 2008 bei gerade einmal 0,6 %.

Erfahrungen aus Deutschland

Grundlage dieser Entwicklung ist eine Subventionspolitik, die mit der Einführung des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 1991 begann. Damit wurden die deutschen Netzbetreiber verpflichtet, der Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom Vorrang vor konventionell hergestellter Elektrizität zu geben und den „grünen“ Strom mit einem Satz zu vergüten, der bei 90 % des Endverbraucherpreises für Elektrizität lag. Diese Vergütung überstieg die Herstellungskosten von konventionellem Strom bei weitem.

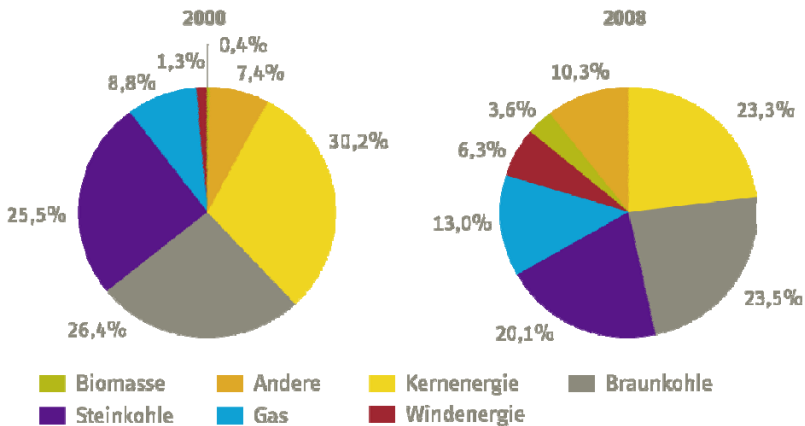
Eine für die alternativen Technologien wenig förderliche Konsequenz dieser Art der Regulierung war, dass die Einspeisevergütungen nach der Liberalisierung der Europäischen Strommärkte im Jahr 1998 mit den allgemeinen Strompreisen sanken. Durch die Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) wurde deshalb im Jahr 2000 ein neues Subventionsregime geschaffen, das stabile Einspeisevergütungen für bis zu 20 Jahre garantiert.

Auch beim EEG werden die Netzbetreiber gezwungen, die Einspeisung von grünem Strom vorrangig zu behandeln und mit einem technologiespezifischen Satz zu vergüten, der weit über den Herstellungskosten von herkömmlichem Strom liegt. Diese liegen bei etwa 2 bis 7 Cent pro Kilowattstunde (kWh), während beispielsweise Solarstrom nach dem EEG im Jahr 2009 mit bis zu 43 Cent pro kWh vergütet wird.

Abbildung 1

Anteile einzelner Technologien an der Bruttostromerzeugung in Deutschland

2000 und 2008 (Schiffer 2009:58)



Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Solarstrom erhält somit die mit Abstand höchste finanzielle Unterstützung von allen Erneuerbaren Energietechnologien (Tabelle 1). Gegenwärtig liegt der Vergütungssatz für Solarstrom mehr als acht Mal höher als der Strompreis an der Börse, die EEG-Vergütung für Strom von an Land installierten Windkraftanlagen beträgt mit 9,2 Cent je kWh weniger als ein Viertel der maximalen Solarstromvergütung. Die eminent hohen Fördersätze für Solarstrom sind unerlässlich, damit Photovoltaikmodule am Markt nachgefragt werden. Zwei wesentliche Gründe für den frappierenden Mangel an Wettbewerbsfähigkeit sind die nach wie vor niedrigen technischen Wirkungsgrade der Solarzellen und die geringe jährliche Sonnenscheindauer in Deutschland.

Mit Ausnahme der Stromerzeugung in großen Wasserkraftwerken sind auch die übrigen Erneuerbaren Energietechnologien auf die im EEG festgelegte Förderung angewiesen. Sogar die an Land installierten Windkraftanlagen, welche als technologisch weitgehend ausgereift gelten, kommen nicht ohne Einspeisevergütungen aus. Diese übersteigen die spezifischen Kosten je kWh konventionell hergestellten Stroms um bis zu 300 %.

Tabelle 1
Technologiespezifische Vergütungen
in Cent pro kWh

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Wind on-shore	9,10	9,10	9,00	8,90	8,70	8,53	8,36	8,19	8,03	9,20
Wind off-shore	9,10	9,10	9,00	8,90	9,10	9,10	9,10	9,10	8,92	15,00
Photovoltaik	50,62	50,62	48,09	45,69	50,58	54,53	51,80	49,21	46,75	43,01
Biomasse	10,23	10,23	10,13	10,03	14,00	13,77	13,54	13,32	13,10	14,70
Mittlere Vergütung	8,50	8,69	8,91	9,16	9,29	10,00	10,88	11,36	12,25	--

Quellen: BDEW (2001 bis 2009), EEG (2000, 2004, 2009).

Während die Netzbetreiber rechtlich verpflichtet sind, die Einspeisung von grünem Strom zu vergüten, sind es letztlich aber die privaten und industriellen Stromverbraucher, welche die Kosten in Form von höheren Strompreisen zu tragen haben. So verursachte die Subventionierung von grünem Strom im Jahr 2008 einen Aufpreis von etwa 1,5 Cent je kWh. Dies sind ungefähr 7,5 % des derzeitigen Haushaltsstrompreisniveaus in Deutschland. Dieser Preisaufschlag ergibt sich aus der Division

Erfahrungen aus Deutschland

der insgesamt im Jahr 2008 gezahlten Einspeisevergütungen von rund 9 Mrd. Euro, welche in Tabelle 2 dargestellt sind, und der Höhe des Bruttostromverbrauchs von rund 617 Mrd. kWh (AGEB 2009:22).

Während Photovoltaik (PV) lediglich 6,2 % zur insgesamt erzeugten Menge an grünem Strom beitrug, ist PV die am meisten privilegierte alternative Technologie, was die Förderung je Kilowattstunde anbetrifft. Der Anteil von Solarstrom an den gesamten Einspeisevergütungen lag im Jahr 2008 bei 24,6 % (Tabelle 2). Im Gegensatz dazu hatte die Wasserkraft mit 7,0 % einen leicht höheren Anteil an der vergüteten Stromproduktion, aber vereinnahmte lediglich 4,2 % der 2008 gezahlten Einspeisevergütungen. Zwischen 2001 und 2008 hat sich die Summe der Einspeisevergütungen nahezu versechsfacht, von rund 1,6 auf etwa 9 Mrd. Euro.

Tabelle 2

Einspeisevergütungen und Anteile der bedeutendsten Technologien

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Windkraft	-	64,5%	65,1%	63,7%	54,3%	47,1%	44,5%	39,5%
Biomasse	-	10,4%	12,5%	14,1%	17,7%	23,0%	27,4%	29,9%
Photovoltaik	-	3,7%	5,9%	7,8%	15,1%	20,3%	20,2%	24,6%
Vergütung, Mrd. €	1,58	2,23	2,61	3,61	4,40	5,61	7,59	9,02

Quellen: BDEW (2001 bis 2009) und eigene Berechnungen.

Eine Vorstellung von der Größenordnung dieser Summen erhält man durch den Vergleich mit den staatlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) für Erneuerbare Energietechnologien. Im Jahr 2007 betrug die zugehörigen F&E-Ausgaben 211,1 Mio. Euro (BMWi 2009), ein Bruchteil von knapp 3 % der für 2007 zu verzeichnenden Einspeisevergütungen von 7,59 Mrd. Euro.

Einhergehend mit dem signifikanten Anstieg der Gesamtvergütung sind die Kapazitäten zur regenerativen Stromgewinnung seit 2000 stark gewachsen, besonders die der Windkraft (Abbildung 2). Heutzutage befinden sich in Deutschland die weltweit zweitumfangreichsten Windkraftkapazitäten (Abbildung 3). Deren Umfang belief sich im Jahr 2008 auf beinahe 24 000 Megawatt (MW). Bei Photovoltaik lässt das vergleichsweise sonnenarme Deutschland mit einer installierten Solarmodulleistung von rund 5 300 MW jedes andere Land hinter sich, sogar das sonnenreiche Spanien. Mit 1 500 MW an neu installierter Leistung trug der deutsche Markt im Jahr 2008 knapp 42 % zum weltweiten Wachstum des Photovoltaikgeschäfts bei (REN21

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

2009:24). Die jährlich in Deutschland installierte Leistung an PV-Kapazitäten hat sich seit 2003 verzehnfacht (Tabelle 3).

Abbildung 2

Installierte Kapazitäten an Windkraft-, PV- und Biomasseanlagen in Deutschland

(BMU 2009a:21)

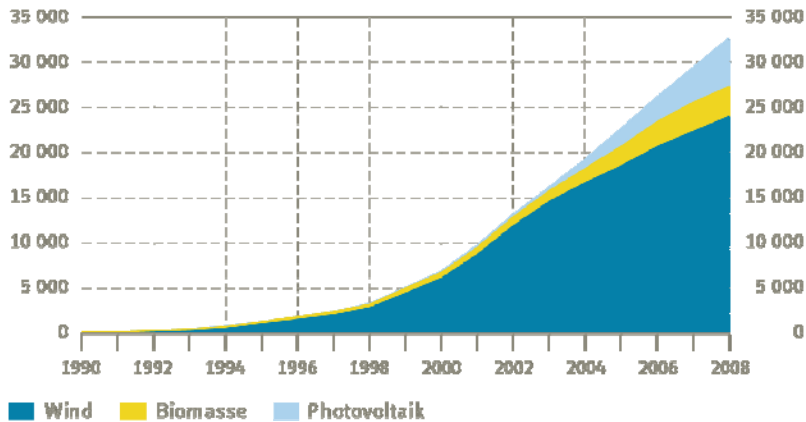


Tabelle 3

Installierte PV-Kapazitäten und Solarzellenproduktion in Deutschland

in Deutschland

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Installierte Kapazität, MW	100	178	258	408	1.018	1.881	2.711	3.811	5.311
Anstieg pro Jahr, MW	-	78	80	150	610	863	830	1.100	1.500
Deutsche Solarzellenproduktion, MW	16	33	54	98	187	319	530	842	1.450

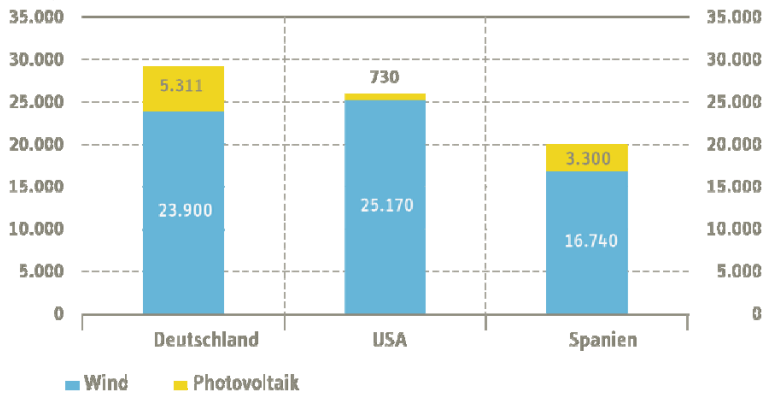
Quellen: Installierte Kapazität: BMU (2009a), Deutsche PV Produktion: BSW (2009).

Angesichts dieser Entwicklung kann es kaum verwundern, dass das deutsche Förder-system in Form von Einspeisevergütungen weltweit als großer Erfolg angesehen wird und ähnliche Instrumente zur Förderung Erneuerbarer Energien mittlerweile in vielen anderen Ländern eingesetzt werden, etwa in Frankreich, Italien, Spanien oder Tschechien (Voosen 2009). Die wenig gestellte, aber entscheidende Frage, mit der sich in den folgenden Abschnitten beschäftigt wird, ist allerdings, ob Deutschlands Förderpraxis nicht allein effektiv, sondern auch effizient ist, etwa in Bezug auf den Klimaschutz.

Erfahrungen aus Deutschland

Abbildung 3

Installierte Kapazitäten an Windkraft- und PV-Anlagen im Jahr 2008
(REN21)



3. Langwährende Lasten für die Stromverbraucher

Es ist ein Charakteristikum des EEG seit seiner Einführung im Jahr 2000, dass die Vergütungssätze in der Regel in unveränderter Höhe für 20 Jahre gewährt werden. Das im Jahr 2009 novellierte EEG setzt diese Art der gesetzlich garantierten Förderung der Erneuerbaren Energietechnologien in Deutschland fort, zum Teil sogar mit erhöhten Vergütungssätzen wie etwa für Windkraft- und Biomasseanlagen (Tabelle 1). Im Gegensatz zu anderen Subventionsregimes, wie etwa der notorischen Unterstützung der landwirtschaftlichen Produktion durch die Agrarpolitik der Europäischen Kommission, hat das EEG somit noch über 20 Jahre währende Konsequenzen für die deutschen Stromverbraucher, selbst wenn das EEG von einem Tag auf den anderen ausgesetzt würde (Abbildung 4).

Dieser Abschnitt schätzt die Nettokosten der zwischen 2000 und 2008 in Deutschland errichteten Photovoltaik- und Windkraftanlagen bzw. die Nettokosten für solche Anlagen, die laut Prognosen bis 2010 noch errichtet werden². Diese Schätzungen geben einen Eindruck von der Höhe der Lasten, die auf die deutschen Stromverbraucher zukommen und von denen bislang nur ein geringer Teil abgetragen wurde, wie anhand von Abbildung 4 zu erkennen ist.

² Auch die Nettokosten, die aus der Förderung von Biomasseanlagen resultieren, sind sicherlich nicht unerheblich, aber ihre konkrete Höhe ist aufgrund zahlreicher gesetzlicher Regelungen bezüglich diverser Bonuszahlungen schwer zu ermitteln.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

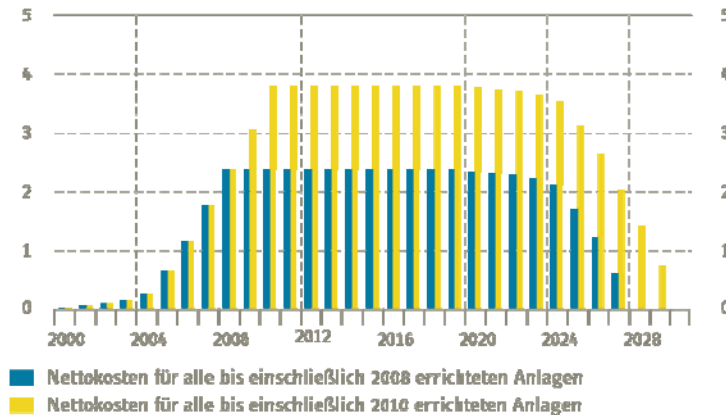
Jede Berechnung der Nettokosten³ der Subventionierung Erneuerbarer Energietechnologien erfordert Informationen über den Umfang der Erzeugung an grünem Strom, die technologiespezifischen Einspeisevergütungen sowie die derzeitigen und künftigen Strompreise bzw. Erzeugungskosten. Dabei werden die spezifischen Nettokosten je kWh berechnet aus der Differenz der technologiespezifischen Einspeisevergütungen und den Preisen an der Strombörse. Da die Erzeugungskosten für konventionellen Strom unterhalb der Strompreise an der Börse liegen, dürften unsere Schätzungen der Nettokosten eher konservativ ausfallen.

Dies gilt auch, weil hier die Kosten für die wegen der starken Schwankung der Einspeisung von Windstrom unabdingbare Bereitstellung von Reservekapazitäten an konventionellen Kraftwerken nicht berücksichtigt werden. Die dafür künftig anfallenden Kosten sind nicht einfach abzuschätzen. Andererseits vernachlässigen wir Einsparungen bei den Netznutzungsentgelten, die von den Netzbetreibern für die Vergangenheit quantifiziert worden sind, deren Höhe aber für die Zukunft nicht bekannt ist. Der Saldo der beiden auf die Kostenbilanz gegensätzlich wirkenden Faktoren sollte jedoch von untergeordneter Bedeutung sein im Vergleich zu den von uns ermittelten Nettokosten.

Abbildung 4:

Höhe der jährlichen Einspeisevergütungen für Photovoltaik

2000 bis 2029, Angaben in Mrd. €



³ Anstatt von Nettokosten wird häufig auch von Differenzkosten gesprochen (siehe Nitsch et al. 2005).

Erfahrungen aus Deutschland

Unsere Schätzungen basieren auf den Stromproduktionszahlen für die Jahre 2000-2008 und den Vorhersagen zum künftigen Zubau an PV- und Windkraftanlagen, die aus einer Studie der Bank Sarasin (2007) bzw. des Bundesumweltministeriums (BMU 2009a) stammen. Die im Anhang präsentierten Tabellen und Erklärungen erläutern die Berechnungsweise (siehe dazu auch Frondel, Ritter, Schmidt 2008). Die historischen und künftigen Marktpreise für Strom wurden dem „oberen Preisszenario“ entnommen, das in einer Studie zum künftigen Ausbau der Erneuerbaren Energietechnologien in Deutschland von Nitsch et al. (2005) angenommen wurde.

Dieses Preisszenario erscheint aus heutiger Perspektive realistisch: Die Grundlaststrompreise steigen demnach von 4,91 Cent je kWh im Jahr 2010 (in Preisen von 2005) auf real 6,34 Cent je kWh im Jahr 2020 an (Tabelle A1). Unsicherheiten über die künftigen Strompreise spielen eine untergeordnete Rolle bei der Quantifizierung der Lasten für die Stromverbraucher, vor allem angesichts der großen Differenzen bei den Einspeisevergütungen für Solarstrom von bis zu 43 Cent je kWh im Jahr 2009 (Tabelle 1) und den Marktpreisen für Grundlast- bzw. Spitzenlaststrom, die im ersten Quartal des Jahres 2009 im Mittel bei 4,7 bzw. 6,1 Cent je kWh lagen (RWE 2009:6).

3.1 Nettokosten der Photovoltaikförderung

Ausgehend von den gesetzlichen Vorgaben, den Annahmen über die künftigen Strompreise und einer Inflationsrate von 2 %, welche etwas geringer ist als die mittlere Teuerungsrate seit der Wiedervereinigung, belaufen sich die Nettokosten für alle zwischen 2000 und 2008 installierten PV-Module auf rund 35 Mrd. Euro (in Preisen von 2007). Der fortgesetzte Zubau in den Jahren 2009 und 2010 könnte für weitere Kosten von real 18,3 Mrd. Euro sorgen (Tabelle 4). In Summe könnten sich bei einer unveränderten Förderung bis zum Jahr 2010 Lasten von rund 53,3 Mrd. Euro ergeben, allein für die Subventionierung der Photovoltaik.

3.2 Nettokosten der Förderung von Windkraft

Die Förderregelungen für Windkraft sehen ebenso wie für Photovoltaik eine 20-jährige Unterstützung vor. Allerdings bleibt die Höhe der Vergütung nicht unbedingt 20 Jahre lang fix: Während in den ersten 5 Jahren nach der Installation jede Windkraftanlage eine Vergütung von gegenwärtig 9,2 Cent je kWh erhält, könnte diese in den folgenden 15 Jahren niedriger ausfallen, je nach Stromausbeute der einzelnen Anlage. Falls die Ausbeute zu gering ist, was in der Praxis eher die Regel als die Ausnahme zu sein scheint, kann der Zeitraum, in dem die höhere Anfangsvergütung gewährt wird, bis auf die maximale Förderdauer von 20 Jahren ausgedehnt werden.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle 4

Nettokosten der Förderung von Photovoltaik

	Jährlicher Zuwachs	Nominale Spezifische Nettokosten		Kumulierte Nettokosten	
		1. Jahr	20. Jahr	Nominal	Real
	Mio kWh	Cent / kWh	Cent / kWh	Mrd. €	Mrd. € ₂₀₀₇
2000	64	47,99	42,49	0,581	0,559
2001	52	47,94	42,15	0,469	0,442
2002	72	45,36	39,33	0,609	0,563
2003	125	42,90	36,63	0,989	0,897
2004	244	47,74	41,21	2,152	1,913
2005	725	50,23	44,85	6,919	6,027
2006	938	47,30	41,78	8,385	7,164
2007	1.280	44,50	38,86	10,705	8,969
2008	1.310	41,82	36,05	10,282	8,409
Nettokosten für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:				41,091	34,943
2009	1.600	37,85	31,96	11,269	9,032
2010	1.880	34,16	28,15	11,837	9,296
Nettokosten für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:				64,197	53,272

Anmerkungen: Quellen für Spalte 1: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007). Spalten 2 und 3: Differenz zwischen Einspeisevergütungen und dem Marktpreis konventionellen Stroms im ersten bzw. zwanzigsten Jahr. Spalte 4: nominale Nettokosten. Spalte 5: reale Nettokosten bei einer Inflationsrate von 2 %.

Da es keine Informationen darüber gibt, welcher Anteil der Anlagen in den Genuss einer verlängerten Vergütung kommt, berechnen wir im Folgenden sowohl eine untere wie auch eine obere Grenze der Nettokosten der Windstromerzeugung. Diese ergeben sich, wenn sämtliche Anlagen entweder die Mindest- oder die Höchstvergütungen erhalten. Im Höchstfall belaufen sich die Nettokosten der zwischen 2000 und 2008 installierten Anlagen auf real 19,8 Mrd. Euro (Tabelle 5), falls alle Anlagen die hohe Anfangsvergütung für die Maximaldauer von 20 Jahren erhalten. Die in den Jahren 2009 und 2010 installierten Anlagen verursachen weitere Kosten, sodass

Erfahrungen aus Deutschland

die Subventionen für Windkraft bis Ende 2010 auf bis zu 20,5 Mrd. Euro anwachsen könnten.

Tabelle 5

Nettokosten der Förderung von Windkraft, falls die hohe Anfangsvergütung für sämtliche Anlagen für 20 Jahre gewährt wird

	Jährlicher Zuwachs Mrd. kWh	Nominale Spezifische Nettokosten		Kumulierte Nettokosten	
		1. Jahr Cent/kWh	20. Jahr Cent/kWh	Nominal Mrd. €	Real Mrd. € ₂₀₀₇
2000	7,55	6,47	0,97	5,839	5,884
2001	2,96	6,42	0,63	2,116	2,100
2002	5,28	6,27	0,24	3,347	3,281
2003	3,07	6,11	0,00	1,698	1,645
2004	6,65	5,86	0,00	3,032	2,906
2005	1,72	4,23	0,00	0,637	0,603
2006	3,48	3,86	0,00	1,056	0,990
2007	8,79	3,48	0,00	2,134	1,982
2008	2,23	3,10	0,00	0,423	0,389
Nettokosten für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:				20,282	19,780
2009	1,69	4,04	0,00	0,508	0,450
2010	1,38	3,70	0,00	0,341	0,299
Nettokosten für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:				21,131	20,529

Anmerkungen: Angaben für Spalte 1: 2000-2008: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007), Spalten 2 und 3: Differenz zwischen Einspeisevergütungen und dem Marktpreis im ersten bzw. zwanzigsten Jahr. Spalte 4: nominale Nettokosten. Spalte 5: reale Nettokosten bei einer Inflationsrate von 2 %.

Dass sich das angenommene Strompreisniveau über die Zeit hinweg immer mehr an die Vergütungssätze angleicht, hilft, die Höhe der Subventionen zu begrenzen: So reduziert sich für die im Jahr 2002 installierten Windenergieanlagen die Differenz aus Vergütungen und Strompreisen von 6,27 Cent je kWh (Tabelle 5, Spalte 2) auf lediglich 0,24 Cent im Jahr 2021 (Tabelle 5, Spalte 3). Bei dem unterstellten Preisszenario können die künftigen Strompreise sogar die Einspeisevergütungen

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

irgendwann übersteigen. Ab diesem Zeitpunkt liegen die Nettokosten folglich bei Null. So fallen die Vergütungen für die im Jahr 2003 installierten Windkraftanlagen ab dem Jahr 2022 geringer aus als der unterstellte Strompreis. In dieser Situation könnten Investoren in Erwägung ziehen, den erzeugten Windstrom an der Börse zu verkaufen, anstatt die dann geringeren Vergütungen in Anspruch zu nehmen.

Eine Abschätzung der Untergrenze der Subventionen für Wind resultiert aus der Annahme, dass sämtliche Windkraftanlagen die anfänglich hohen Vergütungen ausschließlich für die ersten fünf Jahre erhalten und für die folgenden 15 Jahre laut EEG den niedrigeren Tarif. So beträgt der hohe Tarif für im Jahr 2009 errichtete Anlagen 9,2 Cent je kWh, der niedrige Tarif liegt bei 5,02 Cent/kWh, mithin ein beachtlicher Unterschied von 4,18 Cent/kWh. In diesem Fall gleichen sich die Vergütungen um einige Jahre früher an das unterstellte künftige Strompreisniveau an. Demnach würden die im Jahr 2008 installierten Windenergieanlagen von 2013 an keine Kosten mehr verursachen. Dementsprechend fallen die Nettokosten für die zwischen 2000 und 2008 installierten Anlagen mit insgesamt rund 11,2 Mrd. Euro weit geringer aus als im Falle der Gewährung der hohen Anfangsvergütungen für den vollen Zeitraum von 20 Jahren. Weitere Installationen in den Jahren 2009 und 2010 führen zu zusätzlichen Kosten, sodass die Untergrenze für die Subventionen der Windstromerzeugung an Land am Ende des Jahres 2010 bei insgesamt mindestens 11,7 Mrd. Euro liegt (Tabelle 6).

Mit geschätzten 11,2 bis 19,8 Mrd. Euro für die zwischen 2000 und 2008 in Deutschland errichteten Windkraftanlagen sind die kumulierten Nettokosten in jedem Fall wesentlich geringer als die der im selben Zeitraum installierten PV-Anlagen. Diese belaufen sich auf mehr als 35 Mrd. Euro. Diese Kosten stehen in krassem Missverhältnis zum Stromertrag: Die geschätzte Solarstromausbeute dieser Anlagen beläuft sich auf insgesamt rund 96 Mrd. kWh, denen mit 835 Mrd. kWh ein weitaus größerer Windstromertrag gegenübersteht.

Dies stimmt umso bedenklicher, als davon ausgegangen werden kann, dass infolge des immer rasanteren Wachstums die Kosten für Photovoltaik in den nächsten Jahren dramatisch steigen werden: Kürzlich berechnete das RWI für das Wochenmagazin DIE ZEIT (2009), dass die Subventionen für die bis 2013 installierten Photovoltaikanlagen auf insgesamt 77 Mrd. Euro steigen könnten, falls die Vorhersagen des Europäischen Photovoltaik-Industrie-Verbands (EPIA 2009) für die bis dahin in Deutschland installierten Module zutrifft. Der derzeit in der politischen Diskussion befindliche Vorschlag, die Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen im Jahr 2010 um zusätzliche 10 %-Punkte gegenüber der ohnehin gesetzlich vorgesehenen Degression von beispielsweise 8 % für Dachanlagen zu senken, würde an der Kostenbelastung für die Stromverbraucher wenig ändern: Unter Einrechnung

Erfahrungen aus Deutschland

der dann höheren Degression würden sich die Subventionen für Photovoltaik unter sonst gleichen Annahmen auf knapp 72 Mrd. Euro belaufen, mithin um lediglich rund 5 Mrd. Euro geringer ausfallen.

Table 6

Nettokosten der Förderung von Windkraft, falls die hohe Anfangsvergütung für sämtliche Anlagen nur für 5 Jahre gewährt wird

	Jährlicher Zuwachs Mio kWh	Nominale Spezifische Nettokosten		Kumulierte Nettokosten	
		1. Jahr Cent/kWh	20. Jahr Cent/kWh	Nominal Mrd. €	Real Mrd. € ₂₀₀₇
2000	7,55	6,47	0,00	3,072	3,320
2001	2,96	6,42	0,00	1,099	1,171
2002	5,28	6,27	0,00	1,719	1,808
2003	3,07	6,11	0,00	0,867	0,899
2004	6,65	5,86	0,00	1,505	1,540
2005	1,72	4,23	0,00	0,327	0,328
2006	3,48	3,86	0,00	0,595	0,585
2007	8,79	3,48	0,00	1,323	1,276
2008	2,23	3,10	0,00	0,290	0,274
Nettokosten für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:				10,797	11,201
2009	1,69	4,04	0,00	0,297	0,275
2010	1,38	3,70	0,00	0,216	0,196
Nettokosten für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:				11,310	11,672

Anmerkungen: Angaben für Spalte 1: 2000-2008: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007), Spalten 2 und 3: Differenz zwischen Einspeisevergütungen und dem Marktpreis im ersten bzw. zwanzigsten Jahr. Spalte 4: nominale Nettokosten. Spalte 5: reale Nettokosten bei einer Inflationsrate von 2 %.

Einen wesentlich stärkeren Kostendämpfungseffekt würde man hingegen erzielen, wenn der Zubau von PV-Anlagen ab 2010 auf das Niveau von 2008 begrenzt würde. Bei einer Deckelung des Zubaus auf jährlich 1500 Megawatt, welcher auf alle vier Quartale gleichmäßig aufgeteilt und quartalsweise kontrolliert werden sollte, wür-

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

den sich die Subventionen für die bis 2013 installierten Photovoltaikanlagen auf rund 59,5 Mrd. € belaufen. Würde der Zubau gar auf 1000 MW pro Jahr beschränkt, ergäben sich insgesamt etwa 53 Mrd. € an Nettokosten.

3.3 Kostengünstiger Klimaschutz durch Sonnen- und Windenergienutzung?

Diese Schätzungen verdeutlichen, dass die Stromproduktion auf Basis von Erneuerbaren Energietechnologien mit enormen Kosten verbunden ist. Infolgedessen zählen diese Technologien zu den am wenigsten effizienten Klimaschutzmaßnahmen. Tatsächlich gehört vor allem Photovoltaik zu den teuersten Alternativen, um den Treibhausgasausstoß zu reduzieren. Ausgehend von den Nettokosten von 41,82 Cent je kWh für Module, die 2008 installiert wurden (Tabelle 4) und annehmend, dass Solarstrom konventionelle Elektrizität verdrängt, die aus einem Mix aus Erdgas und Steinkohle mit einem Emissionsfaktor von 0,584 kg CO₂ je kWh hergestellt wurde (Nitsch et al. 2005:66), ergibt die Division dieser beiden Zahlen CO₂-Vermeidungskosten von 716 Euro je Tonne.

Die Internationale Energieagentur geht sogar von einem höheren Wert von rund 1 000 Euro je Tonne aus (IEA 2007:74). Dieser resultiert aus der Annahme, dass Solarstrom Elektrizität aus Erdgaskraftwerken ersetzt. Unabhängig davon, welche der zugrundegelegten Annahmen zutreffender ist, liegen die mit der Solarstromerzeugung verbundenen CO₂-Vermeidungskosten weit über den derzeitigen Preisen für Emissionszertifikate, welche seit Beginn des europäischen Emissionshandels im Jahr 2005 den Wert von 30 Euro je Tonne CO₂ nicht überschritten haben.

Obwohl die Herstellung von Windstrom mit deutlich geringeren Vergütungen belohnt wird als die Solarstromproduktion, ist auch dies keineswegs eine kostengünstige Art der CO₂-Reduktion. Nimmt man wiederum den Emissionsfaktor von 0,584 kg CO₂ je kWh für konventionellen Strom an, führen die Nettokosten von 3,10 Cent je kWh für das Jahr 2008 (Tabelle 6) zu Vermeidungskosten von etwa 54 Euro je Tonne. Während diese somit erheblich unter den CO₂-Vermeidungskosten von Photovoltaik liegen, ist auch diese Art des Klimaschutzes immer noch etwa doppelt so teuer wie die im Rahmen des Emissionshandels umgesetzten Maßnahmen. Es wäre folglich weitaus kostengünstiger, wenn die Vermeidung von CO₂ dem Emissionshandel überlassen bliebe, mithin jenem Instrument, das eigens zum Zwecke des Klimaschutzes eingeführt wurde und laut umweltökonomischer Literatur als *ökologisch treffsicher* und *ökonomisch effizient* gilt (Bonus 1998:7).

Erfahrungen aus Deutschland

4 Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Zur Rechtfertigung dieser erheblichen finanziellen Belastungen sollte man positive Auswirkungen auf Klima und Beschäftigung in substanzieller Höhe erwarten dürfen. Dem ist jedoch nicht so, wie im Folgenden erläutert wird.

4.1 Klimawirkungen

Tatsächlich ist der Nettoeffekt des EEG bei Koexistenz mit dem 2005 etablierten Emissionshandel Null: Da der Emissionshandel eine bindende Obergrenze für die CO₂-Emissionen vorgibt, können mit dem EEG keinerlei weitere Einsparungen erzielt werden. Die via EEG geförderte Stromerzeugung sorgt zwar für geringere Emissionen im deutschen Stromsektor, weshalb die Zertifikatpreise niedriger ausfallen als ohne EEG. Dadurch werden jedoch Vermeidungsmaßnahmen in anderen am Emissionshandel beteiligten Sektoren nicht ergriffen, weil es nun kostengünstiger ist, stattdessen Zertifikate zu kaufen. Andere Industriesektoren im Inland und EU-Ausland, die in den Emissionshandel eingebunden sind, weisen folglich einen höheren Emissionsausstoß auf und gleichen so die Emissionseinsparungen, die im deutschen Stromerzeugungssektor durch das EEG ausgelöst werden, gänzlich aus. Im Ergebnis ergibt sich lediglich eine Emissionsverlagerung; der durch das EEG bewirkte CO₂-Einspareffekt ist aber de facto Null⁴ (BMWA 2004:8).

Letztlich werden so vergleichsweise kostengünstige Maßnahmen nicht ergriffen, die in der kontrafaktischen Situation ohne EEG umgesetzt worden wären. Stattdessen wird gerade mit der Solarstromproduktion die teuerste aller derzeit in der

⁴ Dieses Resultat gilt streng genommen nur, falls die CO₂-Vermeidungseffekte der künftigen Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energietechnologien nicht bereits in einer für die Zukunft geltenden Emissionsobergrenze für Deutschland korrekt antizipiert wird, sodass die Obergrenze geringer ausfällt als andernfalls. Das war in der Vergangenheit jedoch nicht der Fall. Vielmehr stellte die von Deutschland selbst gewählte Obergrenze für die erste Emissionshandelsperiode (2005-2007) eine wenig strenge Restriktion dar. In anderen EU-Ländern war dies kaum anders. Auch in den Emissionsobergrenzen für die 2. Handelsperiode (2008-2012) dürfte der weitere Ausbau der regenerativen Stromerzeugung kaum eine Rolle gespielt haben. Schließlich hatte sich die Obergrenze am deutschen Kiotoziel zu orientieren, welches bereits Jahre vor der Etablierung des EEG festgelegt wurde. In der EU-weit geltenden Emissionsobergrenze für 2020 wurde der CO₂-senkende Einfluss des Zubaus regenerativer Stromerzeugungstechnologien in gewisser Weise berücksichtigt. Allerdings definitiv nicht in einer Weise, die dem Ziel, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland bis 2020 auf 30 % zu erhöhen, in spezifischer Weise Rechnung trägt. Schließlich verlangt die EU-Kommission von jedem EU-Mitgliedstaat ein und dieselbe jährliche Absenkung von 1,74 %, um so das EU-weite Emissionsziel, bis 2020 den CO₂-Ausstoß um 21 % gegenüber 2005 zu senken, zu erreichen. Würde Deutschland bis 2020 sogar einen höheren Anteil an Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung erzielen als den Mindestanteil von 30 %, würde dies folglich an den Emissionsobergrenzen in keiner Weise etwas ändern.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Diskussion befindlichen Technologien zur Vermeidung von CO₂-Emissionen umgesetzt. Dies konterkariert das Prinzip des Emissionshandels, den Treibhausgasausstoß dort zu verringern, wo es am kostengünstigsten ist bzw. die Treibhausgase mit den kosteneffizientesten Technologien zu reduzieren.

Diese theoretischen Argumente werden durch die numerische Analyse von Traber und Kemfert (2009) untermauert. Danach ändert sich der CO₂-Ausstoß auf europäischer Ebene praktisch nicht, obwohl die Emissionen in Deutschland durch das EEG substantiell reduziert werden, speziell im deutschen Stromerzeugungssektor. Der Grund dafür ist, dass die Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Technologien in Deutschland die Dringlichkeit der Emissionsreduktion in den übrigen EU-Ländern verringert. Dies senkt die Preise für CO₂-Zertifikate um 15 % gegenüber einer Situation ohne ein deutsches EEG (Traber, Kemfert 2009:169). Im Grunde würden diese den Zertifikatspreis mindernden Effekte zu einem höheren Emissionsniveau führen, wenn diese nicht durch eine entsprechende Emissionsreduktion ausgeglichen würden, die aus der Verdrängung der konventionellen Stromerzeugung durch die CO₂-freie Produktion grünen Stroms in Deutschland resultiert.

4.2 Strompreise

Während die Analyse von Traber und Kemfert (2009:155) folglich numerisch bestätigt, dass die Auswirkungen des deutschen EEG auf das Emissionsniveau in Europa praktisch vernachlässigbar sind, erhöht das EEG die Verbraucherpreise für Strom in Deutschland laut Traber und Kemfert (2009:170) um drei Prozent. Die Produzentenpreise hingegen verringern sich dadurch in Deutschland im Mittel um 8 %, in der EU25 um 5 %. Als Folge davon reduzieren sich die Gewinne der Mehrzahl der großen Stromerzeuger in Europa, vor allem die der vier großen deutschen Stromversorger. Die numerischen Ergebnisse zeigen, dass sich die Gewinne von Vattenfall, Eon und RWE um rund 20 % vermindern, während der Profitverlust von ENBW etwa bei 7 % liegt. Allein diejenigen Stromproduzenten, die in Ländern wie Spanien oder Italien beheimatet sind, die nicht an Deutschland angrenzen, und deren Stromerzeugung auf kohlenstoffintensiven Energieträgern basiert, profitieren vom deutschen EEG, da sie dadurch einerseits in den Genuss niedrigerer Zertifikatspreise kommen, aber andererseits keine Verdrängungswirkungen durch den in Deutschland produzierten grünen Strom zu spüren bekommen. Aus diesem Grund führt das deutsche EEG laut Traber und Kemfert (2009:172) zu einer Erhöhung der Gewinne des italienischen Stromversorgers Enel und von Spaniens Endesa um 9 % bzw. 16 %.

4.3 Beschäftigungseffekte

Die Förderung alternativer Technologien wird häufig damit gerechtfertigt, dass durch deren subventionierte Verbreitung eine große Zahl an Arbeitsplätzen ge-

schaffen würde. So besagt ein Bericht des Bundesumweltministeriums, dass die Zahl der im Sektor „Erneuerbaren Energien“ geschaffenen Beschäftigungsverhältnisse zwischen 2004 und 2007 um 55 % auf 249 300 gestiegen ist. Einmal mehr wird von den „Erneuerbaren“ als einem „Jobmotor für Deutschland“ gesprochen (BMU 2008b:31). Diese Einschätzung wird in einem vom BMU in Auftrag gegebenen Bericht wiederholt, welcher spezifische Beschäftigungszahlen für die einzelnen Technologien ausweist (O’Sullivan et al. 2009:9).

Abbildung 5 zeigt einen besonders prononcierten Anstieg der Bruttobeschäftigung im Solarsektor, der neben Photovoltaik auch Solarthermie umfasst. In diesem Sektor hat sich die Beschäftigtenzahl seit 2004 nahezu verdoppelt und lag im Jahr 2008 bei 74 400. Vor dem Hintergrund einer zunehmenden internationalen Nachfrage nach alternativen Technologien und eines aufgrund des EEG attraktiven heimischen Marktumfelds erwartet das BMU (2008b:31) eine Fortsetzung dieser Trends und mehr als 400 000 Jobs bis zum Jahr 2020.

Während solche Vorhersagen zur Bruttobeschäftigung ein eindrucksvolles Wachstum dieses Sektors in Aussicht stellen, verschleiern sie zugleich die wahren Implikationen für die ökonomische Wohlfahrt der Gesellschaft, indem sie nachteilige Wirkungen dieser Art der vermeintlichen Beschäftigungsförderung unberücksichtigt lassen. Am unmittelbarsten bekommt die herkömmliche Stromerzeugung dies zu spüren, die vom grünen Strom verdrängt wird. Damit einher gehen negative Beschäftigungseffekte bei den Stromversorgern, nicht zuletzt aber auch in vorgelagerten Sektoren wie dem konventionellen Kraftwerksbau. Weitere Arbeitsplatzverluste entstehen durch die Verringerung der ökonomischen Aktivität, die auf die EEG-induzierte Erhöhung der Strompreise zurückgeht. Hierbei müssen zwei bedeutende Aspekte berücksichtigt werden. Erstens: Auch wenn sich die Belastung eines einzelnen der rund 40 Millionen deutschen Haushalte vergleichsweise gering ausnimmt, addiert sich der Kaufkraftverlust der privaten Verbraucher infolge höherer Strompreise auf viele Milliarden Euro pro Jahr, wie unsere Kostenberechnungen im vorigen Abschnitt zeigen. Zweitens: Mit Ausnahme der davon weitgehend verschonten energieintensiven Unternehmen fallen auch die Investitionen der industriellen Stromverbraucher durch die höheren Strompreise insgesamt um Milliarden geringer aus als ohne ein EEG.

Indem die Budgets der privaten und industriellen Haushalte durch höhere Strompreise geschmälert werden, stehen weniger Mittel für alternative, eventuell profitablere Investitionen zur Verfügung. Die mit den höheren Strompreisen einhergehenden Kaufkraftverluste und der Entzug von Investitionskapital bewirken negative Arbeitplatzeffekte in anderen Sektoren (BMU 2006:3). Dies lässt Zweifel aufkom-

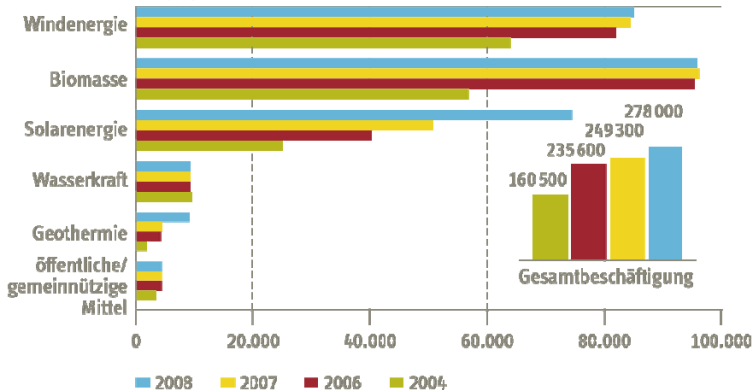
Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

men, ob die Arbeitplatzeffekte des EEG im Saldo tatsächlich positiv ausfallen können.

Abbildung 5

Bruttobeschäftigung im Sektor Erneuerbare Energien

(O'Sullivan et al. 2009:9)



Im Gegensatz zu entsprechenden älteren Veröffentlichungen berücksichtigt der jüngste Bericht des BMU (2009b:36) die negativen Budget- bzw. Einkommenseffekte der privaten und industriellen Stromverbraucher und konzediert dabei: "Ziel des Umweltschutzes ist es nicht primär, möglichst viele Arbeitsplätze zu schaffen, sondern Umweltqualitätsziele effizient – das heißt zu den geringsten volkswirtschaftlichen Kosten – zu erreichen". Dennoch würde durch Umweltschutz auch per Saldo Arbeit geschaffen, weil durch die Förderung grüner Technologien häufig arbeitsintensive Sektoren überdurchschnittlich profitieren würden (BMU 2009b:36). Tatsächlich sehen Befürworter der „Erneuerbaren“ die Notwendigkeit, eine bestimmte Menge Energie mit mehr Beschäftigten gewinnen zu müssen, als positiv an, wie Michaels und Murphy (2009) bemerken. Bei dieser Sichtweise wird aber schlicht ignoriert, dass diese Subventionierung das Outputpotential der Volkswirtschaft verringert. Dies ist für die Schaffung von Arbeitsplätzen kontraproduktiv.

Daher ist es nicht weiter verwunderlich, dass sich in der Vergangenheit zahlreiche Studien skeptisch in Bezug auf positive Nettobeschäftigungseffekte der Förderung Erneuerbarer Energien äußerten. Beispielsweise konstatiert das Institut für Wirtschaftsforschung in Halle, dass bei Berücksichtigung der Investitionskosten bzw. der Verdrängung der privaten Verwendung der Investitionsmittel „praktisch keine Beschäftigungseffekte mehr festgestellt werden könnten“ (IWH 2004:72). Ähnlich äußerten sich Fahl et al. (2005), Pfaffenberger (2006) und das RWI (2004). So finden

Erfahrungen aus Deutschland

Hillebrand et al. (2006) nach anfänglich positiven Effekten für die Nettobeschäftigung, die aus den Investitionen in Erneuerbare Energietechnologien resultieren, im Laufe der Zeit bis ins Negative sinkende Beschäftigungswirkungen. Der Grund dafür ist, dass bei Beendigung der Förderung die Investitionen unmittelbar wegfallen, aber die Kosten dafür trotzdem noch 20 Jahre lang von den Stromverbrauchern zu tragen sind. Auch das Bremer Energie Institut (BEI 2003:41) kommt für eine Reihe von Energietechnologien wie Windenergieanlagen oder Photovoltaik zu dem Schluss, dass nach anfänglich positiven Beschäftigungswirkungen der Gesamteffekt über einen Zeitraum von 20 Jahren negativ ausfällt.

Lediglich die vom BMU (2006:107-108) in Auftrag gegebene Studie behauptet, dass durch die EEG-Förderung ab 2020 netto über 56 000 Arbeitsplätze geschaffen werden. Diese positive Schlussfolgerung relativiert indessen die für 2004 in derselben Studie ausgewiesene Bruttobeschäftigung von 157 000 (BMU 2006:89) beträchtlich. Es ist zudem bemerkenswert, dass auch in dieser Studie die Möglichkeit negativer Nettobeschäftigungseffekte nicht ausgeschlossen wird, falls sich die Exporte zur Nutzung Erneuerbarer Technologien nicht so positiv entwickeln, wie dies angenommen wurde (BMU 2006:6): „Eine zentrale Rolle für weitere positive Beschäftigungsimpulse spielt ein erfolgreicher Außenhandel“ (BMU 2006:7). Im Umkehrschluss bedeutet das: Gäbe es keinerlei derartige Exporte, wären negative Nettobeschäftigungseffekte der EEG-Förderung zu befürchten.

Speziell im Fall der Photovoltaik ist es aber um die Exporterfolge nicht so gut bestellt, wie es zur Erreichung positiver Nettobeschäftigungseffekte erforderlich wäre. 2004 stammten 48 % aller Photovoltaikanlagen aus Importen (BMU 2006:62). Diese hatten einen Wert von 1,44 Mrd. Euro, während sich die Exporte lediglich auf knapp 0,2 Mrd. Euro beliefen (BMU 2006:61). 2005 hinkte die deutsche Solarzellenproduktion dem Nachfragewachstum besonders hinterher: Mit einer heimischen Produktion von 312 MW konnten nur rund 32 % der in diesem Jahr in Deutschland installierten Leistung im Inland hergestellt werden (Tabelle 3). In den Jahren 2006 und 2007 wurde beinahe die Hälfte von Deutschlands Nachfrage nach Solarzellen durch Importe gedeckt (Sarasin 2007:19, Tabelle 1), vor allem aus Japan und China. Ein in der deutschen Financial Times erschienener Artikel berichtete jüngst, dass sich die deutsche Photovoltaikindustrie mittlerweile einem noch nie dagewesenen Wettbewerb mit billigeren Importen aus Asien ausgesetzt sieht (FTD 2009).

Kurzum: Ein anderes Resultat als eine negative Nettobeschäftigungsbilanz für die Förderung der Photovoltaik in Deutschland würde vollkommen überraschen. Im Gegensatz dazu ist der Nettobeschäftigungseffekt im Ausland auf jeden Fall positiv, denn Länder wie China oder Japan erleiden weder die durch das EEG ausgelösten Verdrängungs- noch die negativen Einkommenseffekte. Schließlich werden die

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Kosten des EEG nur von den deutschen Stromverbrauchern getragen. Am Ende ist Deutschlands Photovoltaikförderung zu einem Subventionsregime mutiert, bei dem die Subventionen pro Kopf ein sehr hohes Niveau erreicht haben, das den Durchschnittslohn in diesem Sektor wohl bei weitem übersteigen dürfte: Auf Basis der in Tabelle 4 dargestellten Nettokosten von rund 8,4 Mrd. Euro im Jahr 2008 lägen die Subventionen pro Kopf bei 175 000 Euro, wenn man für 2008 von 48 000 Beschäftigten im Photovoltaiksektor ausgeht (BSW Solar 2009).

4.4 Energieversorgungssicherheit

Eine höhere Sicherheit der Energieversorgung durch eine verringerte Abhängigkeit von Energieimporten ist ein weiteres weit verbreitetes Argument für die Förderung Erneuerbarer Energien, das häufig mit der unbegrenzten Verfügbarkeit von Wind und Sonne gerechtfertigt wird. Damit steht es in Deutschland allerdings nicht zum Besten. Vielmehr weht der Wind unstetig und das Land wird weit weniger von der Sonne verwöhnt als etwa Spanien. Um Blackouts bei der Stromversorgung zu vermeiden, müssen folglich konventionelle Kraftwerkskapazitäten in Reserve bereitstehen, um in Sekundenschnelle eingesetzt werden zu können. Dazu eignen sich in erster Linie Erdgaskraftwerke. Nach Schätzungen von Erdmann (2008:32) kostete die Bereitstellung konventioneller Kraftwerke zu diesem Zweck im Jahr 2006 rund 590 Mio. Euro.

Abgesehen davon, dass die spezifischen Kosten für die erforderliche sogenannte Regelernergie bekanntermaßen hoch sind, erhöht die Senkung der Energieimporte durch die Nutzung von Sonne und Wind kurioserweise die Abhängigkeit von Erdgasimporten. Dies lässt bezweifeln, dass mit der Ausweitung des Anteils der Erneuerbaren tatsächlich eine Verbesserung der Energieversorgungssicherheit einhergeht. Schließlich hat Russland, das im Jahr 2007 etwa 36 % zu den Erdgasimporten Deutschlands beisteuerte (Frondel, Schmidt 2009), in den vergangenen Jahren seinen Ruf als zuverlässiger Gaslieferant für Westeuropa nicht unbedingt gefestigt. So gab es jeweils zu Jahresanfang zum Teil wochenlange Lieferunterbrechungen infolge von Zwistigkeiten mit Transitländern wie der Ukraine.

4.5 Innovationswirkungen

Ein ebenfalls unhaltbares Argument bilden vermeintliche langfristige Vorteile, die daraus erwachsen, dass man im weltweiten Markt für Erneuerbare Technologien frühzeitig Fuß fassen kann. So erlaubt die EEG-Förderung jungen Firmen, Produktionskapazitäten zu erstellen und auszuweiten, um dadurch einen möglichen Vorteil (First-Mover Advantage) gegenüber den Wettbewerbern erlangen zu können. Entscheidend für die Realisierung tatsächlicher Wettbewerbsvorteile ist allerdings, dass Anreize bestehen, die für die Entwicklung besserer Technologien förderlich sind.

Erfahrungen aus Deutschland

In dieser Hinsicht versagt das EEG nahezu auf ganzer Linie, da es die Anreize für Innovationen weitgehend dadurch erstickt, dass jede Technologie Subventionen entsprechend ihres Wettbewerbsdefizits erhält. Durch dieses System an höchst differenzierten Vergütungen konnte die Photovoltaik, welche zugleich die wohl teuerste und am meisten geförderte grüne Technologie darstellt, zum großen Gewinner avancieren. Anstatt Solarstrom in drastischem Maße zu privilegieren, wäre es weitaus sinnvoller gewesen, einen einheitlichen Fördersatz für die Kilowattstunde grünen Strom festzulegen. In diesem Fall hätten die Marktkräfte und nicht der Lobbyismus bestimmt, welche Technologien am ehesten mit den konventionellen Stromerzeugungstechnologien konkurrieren können.

Eine zusätzliche Marktverzerrung entsteht durch das degressiv angelegte Vergütungssystem. So sinken die Vergütungen zwar nicht für bereits installierte Anlagen, aber für die neu zu installierenden Anlagen, bei Photovoltaik in der Vergangenheit von Jahr zu Jahr um 5 %. Obwohl die Degression eingeführt wurde, um den Stromverbrauchern Kosten zu ersparen und für Innovationsanreize zu sorgen, hat die jährliche Verringerung der Vergütungssätze gerade im Gegenteil dazu geführt, dass die Investoren die existierende, zumeist noch wenig effiziente Technologie möglichst schnell installiert haben wollen, anstatt geduldig auf einen möglichen technologischen Durchbruch zu warten.

Dass gerade Investoren in Photovoltaikanlagen die Geduld nicht aufbringen, ist sehr verständlich. Schließlich sind Investitionen in herkömmliche Solarmodule nach dem starken Preisverfall nach 2008 sehr attraktiv, wenn man sich die für 2009 geltende hohe Vergütung von 43 Cent je kWh Solarstrom noch rechtzeitig für 20 Jahre in unveränderter Höhe sichern kann.

Eine Manifestierung dieser perversen Anreize sind die in den vergangenen Jahren beobachtbaren Engpässe bei der Erzeugung von qualitativ hochwertigem Silizium, das für die Herstellung von Solarmodulen benötigt wird. Mitunter dadurch sind die Herstellungskosten der herkömmlichen Photovoltaikmodule um ein Vielfaches höher als die der auf der Dünnschichttechnologie beruhenden Solarzellen. Durch die riesige Nachfrage nach herkömmlichen Modulen infolge der hohen Einspeisevergütung bestand für die Hersteller bislang allerdings keine dringende Notwendigkeit, ihre Produktion auf die Herstellung von Dünnschichtmodule umzustellen.

Selbst wenn die Degression die beabsichtigten Wirkungen gezeitigt hätte, haben die bisherigen Novellierungen des EEG in den Jahren 2004 und 2008 die Verringerung der Vergütungen konterkariert. So liegen die Vergütungssätze für Windkraft- und Biomasseanlagen im Jahr 2009 deutlich über denen des Jahres 2000, die Ver-

gütungen für Solarstrom lagen im Jahr 2007 durch die Erhöhung der Vergütungssätze trotz anschließender Degression um jeweils 5 % pro Jahr noch immer auf etwa demselben Niveau wie im Jahr 2000 (Tabelle 1). Die mehrfache Novellierung des EEG hat die damit angeblich verfolgten Bestrebungen, die Kosten für diese Technologien zu senken, wieder zunichte gemacht.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Erneuerbare Energietechnologien spielen mittlerweile eine bedeutende Rolle im Energiemix Deutschlands. Dies ist zweifellos auf die Subventionierung dieser zu meist noch weit von der Wirtschaftlichkeit entfernten Technologien in Form des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) zurückzuführen. Diese Förderung wird üblicherweise mit einer doppelten Dividende für Umwelt und Beschäftigung begründet: Nicht selten wird die EEG-Förderung als Win-Win-Lösung bezeichnet, mit der man der Verantwortung für die Umwelt gerecht würde und zugleich für wirtschaftliche Prosperität und zusätzliche Beschäftigung sorgen könne.

In diesem Artikel wurden Argumente dafür zusammen getragen, dass der deutsche Fördermechanismus in Form technologiespezifischer Einspeisevergütungen in Wahrheit sehr hohe Kosten verursacht, aber keine der beabsichtigten positiven Wirkungen in Bezug auf Beschäftigung, Sicherheit der Energieversorgung, Reduktion des Treibhausgases Kohlendioxid und die Förderung technologischer Innovationen entfaltet. So ergeben sich erstens aufgrund der Koexistenz von EEG und dem seit 2005 existierenden europaweiten Emissionshandel derzeit keine weiteren Emissionsminderungen, als durch den Emissionshandel bereits allein zu erwarten sind: Durch den mittlerweile etablierten Emissionshandel ist die Klimawirkung des EEG europaweit betrachtet unweigerlich Null.

Diese Schlussfolgerung wird durch die numerische Studie von Traber und Kemfert (2009) bestätigt und geht auch aus einem theoretischen Beitrag von Morthorst (2003) hervor. Dieser analysiert anhand eines künstlichen Drei-Länder-Beispiels die Förderung Erneuerbarer Energien durch alternative Instrumente. Nach den Ergebnissen dieser Analyse sind Fördermechanismen wie das deutsche Einspeisevergütungssystem bei gleichzeitigem Vorhandensein des Emissionshandels fragwürdige Klimaschutzinstrumente.

Zweitens: Zahlreiche empirische Studien kommen einhellig zu dem Schluss, dass die langfristigen Beschäftigungseffekte netto betrachtet vernachlässigbar, wenn nicht gar negativ sind. Wesentlicher Grund dafür sind die hohen Opportunitätskosten der Förderung Erneuerbarer Energietechnologien. Tatsächlich ist es höchst wahrscheinlich, dass die dadurch entstandenen Arbeitsplätze allesamt wieder verloren gingen, sobald deren nationale wie auch internationale Subventionierung

Erfahrungen aus Deutschland

gestoppt würde und die heimische Nachfrage wie auch die Exporte versiegen würden.

Drittens: Anstatt für eine höhere Versorgungssicherheit zu sorgen, erhöht die unverzichtbare Absicherung der Erzeugung grünen Stroms durch in Sekundenschnelle einsetzbare Erdgaskraftwerke Deutschlands Abhängigkeit von Gasimporten, von denen bereits heute nahezu 40 % aus Russland stammen. Eine weitere Steigerung dieses Anteils ist mit der Fertigstellung der Ostseepipeline zu erwarten.

Viertens erstickt das System der Einspeisevergütungen den Wettbewerb unter den Erneuerbaren Energietechnologien und sorgt für eklatante Fehlanreize, die zur flächendeckenden Verbreitung technisch bzw. ökonomisch unterlegener Technologien führen. Frappierendes Beispiel ist die massenhafte Verbreitung von herkömmlichen Photovoltaikmodulen, während die wirtschaftlich überlegene Dünnschichttechnologie erst allmählich zum Zuge kommt. Dabei sollte bedacht werden, dass die nicht zuletzt industriepolitisch motivierte Förderung der Erneuerbaren Energietechnologien immer auch eine Diskriminierung anderer technologischer Entwicklungen bedeutet (Kronberger Kreis 2009:34).

Folglich dient die deutsche Art der Förderung der Erneuerbaren Energien, obwohl in den Medien immer wieder hervorgehoben als „leuchtendes Beispiel, das der Menschheit zum Vorteil gereicht“ (The Guardian 2007), eher als eine historische Warnung und als Paradebeispiel für eine extrem verschwenderische Umwelt- und Energiepolitik, die netto und langfristig betrachtet jegliche ökonomischen und ökologischen Vorteile schuldig bleibt. Da viele andere Länder Deutschland nacheifern und ähnliche Fördermechanismen für Erneuerbare Energien etablieren, sollten deren Politiker die Vorteilhaftigkeit der Unterstützung dieser Technologien, die ohne eine hohe Subventionierung nicht am Markt bestehen könnten, überprüfen. Eine solche Überprüfung ist besonders in den USA angebracht, wo es derzeit beinahe 400 bundes- oder einzelstaatliche Programme gibt, die finanzielle Anreize für den Einsatz Erneuerbarer Energietechnologien offerieren (DSIRE 2009).

Nichtsdestotrotz und gerade weil die Mehrheit der Bevölkerung, vor allem in Deutschland, den Einsatz Erneuerbarer Energietechnologien befürwortet, sollten diese mit Hilfe staatlicher Intervention unterstützt werden, jedoch durch Fördermechanismen, die tatsächlich für die Korrektur von Marktversagen wie negativer Umwelteffekte sorgen und dazu möglichst Marktanreize einspannen. Das europäische Emissionshandelssystem ist ein bedeutendes Beispiel eines solchen Instrumentes. Allerdings würden die wenigsten Erneuerbaren Energietechnologien wegen ihrer gravierenden Unwirtschaftlichkeit dadurch gegenwärtig zum Zuge kommen. Mit

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

steigenden CO₂- und Strompreisen und fallenden Herstellungskosten bei den alternativen Technologien muss das aber nicht so bleiben.

Bis der Emissionshandel auch seine Wirkung auf die regenerative Stromerzeugung entfaltet, sollte vorwiegend auf die staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung (F&E) gesetzt werden. Vor allem im frühen Entwicklungsstadium nicht wettbewerbsfähiger Technologien dürfte es wesentlich kosteneffizienter sein, in F&E zu investieren, um diesen zur Wettbewerbsfähigkeit zu verhelfen, als die Massenproduktion der herkömmlichen Technik zu fördern. Dieses Argument erscheint im Falle von Solarzellen besonders angebracht. Deren technologische Effizienz fällt bislang bekanntermaßen noch sehr bescheiden aus. Es erscheint daher ökonomisch weitaus vorteilhafter, mit Hilfe von Forschung und Entwicklung durchaus mögliche Quantensprünge bei den Wirkungsgraden zu erzielen, bevor unter Inkaufnahme von bis zu dreistelligen Milliardenbeträgen ganze Landstriche mit konventionellen Photovoltaikmodulen übersät werden. Dies sieht auch die Internationale Energieagentur so, die vorschlägt, statt Einspeisevergütungen andere Instrumente zur Förderung von Photovoltaik zu benutzen, die vorwiegend die Forschung und Entwicklung dieser Technologie fördern (IEA 2007:74,77).

Erfahrungen aus Deutschland

Anhang

Tabelle A1:

Strompreise und Nettokosten

2000 bis 2020

	Realer Strompreis Cent ₂₀₀₅ /kWh	Nominaler Strompreis Cent/kWh	Einspeisever- gütung PV Cent/kWh	Einspeisever- gütung Wind Cent/kWh
2000	2,90	2,63	50,62	9,10
2001	2,90	2,68	50,62	9,10
2002	2,90	2,73	48,09	9,00
2003	2,90	2,79	45,69	8,90
2004	2,90	2,84	50,58	8,70
2005	4,30	4,30	54,53	8,53
2006	4,42	4,50	51,80	8,36
2007	4,53	4,71	49,21	8,19
2008	4,66	4,93	46,75	8,03
2009	4,78	5,16	43,01	9,20
2010	4,91	5,41	39,57	9,11
2011	5,06	5,68	36,01	9,02
2012	5,21	5,96	32,77	8,93
2013	5,36	6,26	29,82	8,84
2014	5,52	6,57	27,13	8,75
2015	5,69	6,90	24,69	8,66
2016	5,81	7,19	22,47	8,57
2017	5,94	7,49	20,45	8,48
2018	6,07	7,80	18,61	8,40
2019	6,20	8,13	16,93	8,32
2020	6,34	8,47	15,41	8,24

Quellen: Nitsch et al. (2005), EEG (2000, 2004, 2008)

Die spezifischen Nettokosten aus Tabelle A2 wurden ermittelt, indem von den durch das EEG garantierten Einspeisevergütungen der Preis konventionellen Stroms abgezogen wurde. Während die Einspeisevergütungen für jede Kohorte installierter Solarmodule für einen Zeitraum von 20 Jahren konstant sind, verändert sich der Preis konventionellen Stroms. Daher verändern sich ebenfalls die Nettokosten pro kWh. Die kumulativen Nettokosten jeder Kohorte werden in der letzten Zeile angegeben. Sie sind das Produkt der realen Nettokosten pro kWh und der Strommenge, die von den Kohorten produziert wird. Die Nettokosten der Windförderung wurden auf dieselbe Weise ermittelt (Tabelle A3).

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle A2:

Nettokosten in Cent₂₀₀₇ pro kWh pro Kohorte für PV

Für die Kohorten 2000 bis 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2000	55,13										
2001	53,99	53,99									
2002	52,87	52,87	50,08								
2003	51,78	51,78	49,04	46,44							
2004	50,70	50,70	48,02	45,47	50,66						
2005	48,19	48,19	45,56	43,06	48,15	52,26					
2006	47,04	47,04	44,46	42,01	47,00	51,03	48,24				
2007	45,91	45,91	43,38	40,98	45,87	49,82	47,09	44,5			
2008	44,79	44,79	42,31	39,96	44,75	48,62	45,95	43,41	41,00		
2009	43,69	43,69	41,26	38,95	43,65	47,45	44,82	42,34	39,98	36,38	
2010	42,61	42,61	40,22	37,96	42,57	46,29	43,72	41,27	38,96	35,43	32,19
2011	41,52	41,52	39,18	36,97	41,48	45,13	42,61	40,21	37,94	34,49	31,31
2012	40,45	40,45	38,16	35,98	40,41	43,99	41,52	39,17	36,94	33,56	30,44
2013	39,39	39,39	37,15	35,01	39,36	42,86	40,44	38,14	35,95	32,63	29,58
2014	38,35	38,35	36,15	34,06	38,31	41,75	39,37	37,12	34,98	31,72	28,73
2015	37,32	37,32	35,16	33,11	37,28	40,65	38,32	36,11	34,01	30,82	27,88
2016	36,34	36,34	34,23	32,22	36,31	39,61	37,33	35,16	33,34	30,22	27,34
2017	35,38	35,38	33,31	31,34	35,35	38,59	36,35	34,23	32,45	29,38	26,56
2018	34,44	34,44	32,40	30,47	34,40	37,58	35,39	33,55	31,58	28,57	25,80
2019	33,50	33,50	31,51	29,62	33,47	36,59	34,43	32,65	30,71	27,76	25,05
2020		32,58	30,63	28,77	32,55	35,61	33,50	31,76	29,85	26,96	24,30
2021			29,81	27,99	31,70	34,69	32,62	30,88	29,01	26,18	23,57
2022				27,22	30,85	33,79	31,76	30,05	28,23	25,45	22,89
2023					30,02	32,90	30,91	29,25	27,46	24,73	22,22
2024						32,03	30,08	28,45	26,70	24,02	21,57
2025							29,26	27,68	25,95	23,34	20,93
2026								26,90	25,21	22,65	20,28
2027									24,50	21,98	19,66
2028										21,32	19,05
2029											18,45
Mrd. kWh	0,064	0,052	0,072	0,125	0,244	0,725	0,938	1,280	1,310	1,600	1,880
Mrd. €	0,559	0,442	0,563	0,897	1,913	6,027	7,164	8,969	8,409	9,032	9,296

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A3:

Nettokosten in € Cent₂₀₀₇ pro kWh pro Kohorte für Wind, falls die erhöhte Vergütung für sämtliche Anlagen für 20 Jahre gewährt wird

Für die Kohorten 2000 bis 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2000	7,44										
2001	7,23	7,23									
2002	7,03	7,03	6,92								
2003	6,83	6,83	6,72	6,62							
2004	6,64	6,64	6,53	6,43	6,22						
2005	4,99	4,99	4,89	4,79	4,58	4,40					
2006	4,69	4,69	4,59	4,49	4,28	4,11	3,94				
2007	4,39	4,39	4,29	4,19	3,99	3,82	3,65	3,48			
2008	4,08	4,08	3,99	3,89	3,69	3,53	3,36	3,19	3,04		
2009	3,78	3,78	3,69	3,59	3,40	3,23	3,07	2,91	2,75	3,88	
2010	3,48	3,48	3,39	3,29	3,10	2,94	2,78	2,62	2,47	3,57	3,49
2011	3,16	3,16	3,07	2,98	2,79	2,64	2,48	2,32	2,17	3,25	3,17
2012	2,84	2,84	2,75	2,66	2,48	2,33	2,17	2,02	1,87	2,93	2,85
2013	2,52	2,52	2,43	2,35	2,17	2,02	1,87	1,72	1,57	2,61	2,53
2014	2,20	2,20	2,11	2,03	1,85	1,71	1,56	1,41	1,27	2,29	2,21
2015	1,88	1,88	1,79	1,71	1,54	1,39	1,25	1,10	0,97	1,96	1,89
2016	1,60	1,60	1,52	1,43	1,27	1,12	0,98	0,84	0,71	1,40	1,61
2017	1,32	1,32	1,24	1,16	0,99	0,85	0,72	0,58	0,44	1,12	1,33
2018	1,04	1,04	0,96	0,88	0,72	0,59	0,45	0,31	0,18	0,84	1,05
2019	0,77	0,77	0,69	0,61	0,45	0,32	0,18	0,00	0,00	0,57	0,77
2020		0,49	0,41	0,33	0,18	0,05	0,00	0,00	0,00	0,34	0,50
2021			0,18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,27
2022				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
2023					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2026								0,00	0,00	0,00	0,00
2027									0,00	0,00	0,00
2028										0,00	0,00
2029											0,00
Mrd. kWh	7,55	2,96	5,28	3,07	6,65	1,72	3,48	8,79	2,23	1,69	1,38
Mrd. €	5,884	2,100	3,281	1,645	2,906	0,603	0,990	1,982	0,389	0,450	0,299

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle A4:

Nettokosten in € Cent₂₀₀₇ pro kWh pro Kohorte für Wind, falls die hohe Anfangsvergütung für sämtliche Anlagen nur für 5 Jahre gewährt wird.

Für die Kohorten 2000 bis 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2000	7,44										
2001	7,23	7,23									
2002	7,03	7,03	6,92								
2003	6,83	6,83	6,72	6,62							
2004	6,64	6,64	6,53	6,43	6,22						
2005	1,97	4,99	4,89	4,79	4,58	4,40					
2006	1,72	1,72	4,59	4,49	4,28	4,11	3,94				
2007	1,48	1,48	1,39	4,19	3,99	3,82	3,65	3,48			
2008	1,23	1,23	1,14	1,05	3,69	3,53	3,36	3,19	3,04		
2009	0,99	0,99	0,90	0,80	0,32	3,23	3,07	2,91	2,75	3,88	
2010	0,74	0,74	0,65	0,56	0,09	0,00	2,78	2,62	2,47	3,57	3,49
2011	0,47	0,47	0,39	0,30	0,00	0,00	0,00	2,32	2,17	3,25	3,17
2012	0,21	0,21	0,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	2,93	2,85
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61	2,53
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2022				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2026								0,00	0,00	0,00	0,00
2027									0,00	0,00	0,00
2028										0,00	0,00
2029											0,00
Bn kWh	7,55	2,96	5,28	3,07	6,65	1,72	3,48	8,79	2,23	1,69	1,38
Bn €	3,32	1,17	1,81	0,90	1,54	0,33	0,59	1,28	0,27	0,28	0,20

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A5:

Jährliche Nettokosten in Mrd. €₂₀₀₇ je Kohorte für PV

Für die Kohorten 2000 bis 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Gesamt
2000	0,04											0,04
2001	0,03	0,03										0,06
2002	0,03	0,03	0,04									0,10
2003	0,03	0,03	0,04	0,06								0,15
2004	0,03	0,03	0,03	0,06	0,12							0,27
2005	0,03	0,03	0,03	0,05	0,12	0,38						0,64
2006	0,03	0,02	0,03	0,05	0,11	0,37	0,45					1,08
2007	0,03	0,02	0,03	0,05	0,11	0,36	0,44	0,57				1,62
2008	0,03	0,02	0,03	0,05	0,11	0,35	0,43	0,56	0,54			2,12
2009	0,03	0,02	0,03	0,05	0,11	0,34	0,42	0,54	0,52	0,58		2,65
2010	0,03	0,02	0,03	0,05	0,10	0,34	0,41	0,53	0,51	0,57	0,61	3,19
2011	0,03	0,02	0,03	0,05	0,10	0,33	0,40	0,51	0,50	0,55	0,59	3,10
2012	0,03	0,02	0,03	0,04	0,10	0,32	0,39	0,50	0,48	0,54	0,57	3,02
2013	0,03	0,02	0,03	0,04	0,10	0,31	0,38	0,49	0,47	0,52	0,56	2,94
2014	0,02	0,02	0,03	0,04	0,09	0,30	0,37	0,48	0,46	0,51	0,54	2,86
2015	0,02	0,02	0,03	0,04	0,09	0,29	0,36	0,46	0,45	0,49	0,52	2,78
2016	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,29	0,35	0,45	0,44	0,48	0,51	2,73
2017	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,28	0,34	0,44	0,43	0,47	0,50	2,65
2018	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08	0,27	0,33	0,43	0,41	0,46	0,49	2,58
2019	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08	0,27	0,33	0,42	0,40	0,44	0,47	2,51
2020		0,02	0,02	0,04	0,08	0,26	0,32	0,41	0,39	0,43	0,46	2,42
2021			0,02	0,04	0,08	0,25	0,31	0,40	0,38	0,42	0,44	2,33
2022				0,03	0,08	0,25	0,30	0,38	0,37	0,41	0,43	2,25
2023					0,07	0,24	0,29	0,37	0,36	0,40	0,42	2,15
2024						0,23	0,28	0,36	0,35	0,38	0,41	2,02
2025							0,28	0,35	0,34	0,37	0,39	1,74
2026								0,34	0,33	0,36	0,38	1,42
2027									0,32	0,35	0,37	1,04
2028										0,34	0,36	0,70
2029											0,35	0,35
Gesamt	0,56	0,44	0,56	0,90	1,91	6,03	7,16	8,97	8,41	9,03	9,30	53,27

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Die Spalten der Tabelle A4 zeigen die realen Nettokosten pro Kohorte installierter Module, während die Zeilen die realen jährlichen Nettokosten angeben. Tabelle A4 zeigt dabei besonders deutlich auf, dass die Kohorten ab 2005 enorme Nettokosten in Höhe mehrerer Milliarden Euro verursachen. Die jährlichen Nettokosten der Windförderung werden ebenso dargestellt (Tabelle A5).

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A6:

Jährliche Nettokosten in Mrd. €₂₀₀₇ je Kohorte für Wind, falls die erhöhte Vergütung für sämtliche Anlagen für 20 Jahre gewährt wird

Für die Kohorten 2000 through 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Gesamt
2000	0,56											0,56
2001	0,55	0,21										0,76
2002	0,53	0,21	0,37									1,10
2003	0,52	0,20	0,35	0,20								1,28
2004	0,50	0,20	0,34	0,20	0,41							1,65
2005	0,38	0,15	0,26	0,15	0,30	0,08						1,31
2006	0,35	0,14	0,24	0,14	0,28	0,07	0,14					1,37
2007	0,33	0,13	0,23	0,13	0,27	0,07	0,13	0,31				1,58
2008	0,31	0,12	0,21	0,12	0,25	0,06	0,12	0,28	0,07			1,53
2009	0,29	0,11	0,19	0,11	0,23	0,06	0,11	0,26	0,06	0,07		1,47
2010	0,26	0,10	0,18	0,10	0,21	0,05	0,10	0,23	0,06	0,06	0,05	1,39
2011	0,24	0,09	0,16	0,09	0,19	0,05	0,09	0,20	0,05	0,06	0,04	1,25
2012	0,21	0,08	0,15	0,08	0,17	0,04	0,08	0,18	0,04	0,05	0,04	1,11
2013	0,19	0,07	0,13	0,07	0,14	0,03	0,06	0,15	0,04	0,04	0,03	0,97
2014	0,17	0,07	0,11	0,06	0,12	0,03	0,05	0,12	0,03	0,04	0,03	0,83
2015	0,14	0,06	0,09	0,05	0,10	0,02	0,04	0,10	0,02	0,03	0,03	0,69
2016	0,12	0,05	0,08	0,04	0,08	0,02	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,57
2017	0,10	0,04	0,07	0,04	0,07	0,01	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,45
2018	0,08	0,03	0,05	0,03	0,05	0,01	0,02	0,03	0,00	0,02	0,01	0,33
2019	0,06	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,21
2020		0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,08
2021			0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
2022				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2026								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2027									0,00	0,00	0,00	0,00
2028										0,00	0,00	0,00
2029											0,00	0,00
Gesamt	5,88	2,10	3,28	1,65	2,91	0,60	0,99	1,98	0,39	0,45	0,30	20,53

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle A6 zeigt die Höhe der Einspeisevergütungen für erneuerbare Energien in Cent pro kWh für die Jahre 2000 bis 2008. Diese wurden ermittelt, indem die Einspeisevergütungen auf den Bruttostromverbrauch umgelegt wurden.

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A7:

Jährliche Nettokosten in Mrd. €₂₀₀₇ je Kohorte für Wind, falls die erhöhte Vergütung für sämtliche Anlagen für 5 Jahre gewährt wird

For the cohorts 2000 through 2010

Kohorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Gesamt
2000	0,56											0,56
2001	0,55	0,21										0,76
2002	0,53	0,21	0,37									1,10
2003	0,52	0,20	0,35	0,20								1,28
2004	0,50	0,20	0,34	0,20	0,41							1,65
2005	0,15	0,15	0,26	0,15	0,30	0,08						1,08
2006	0,13	0,05	0,24	0,14	0,28	0,07	0,14					1,05
2007	0,11	0,04	0,07	0,13	0,27	0,07	0,13	0,31				1,12
2008	0,09	0,04	0,06	0,03	0,25	0,06	0,12	0,28	0,07			0,99
2009	0,07	0,03	0,05	0,02	0,02	0,06	0,11	0,26	0,06	0,07		0,74
2010	0,06	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,10	0,23	0,06	0,06	0,05	0,63
2011	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20	0,05	0,06	0,04	0,43
2012	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,04	0,16
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,08
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2022				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2026								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2027									0,00	0,00	0,00	0,00
2028										0,00	0,00	0,00
2029											0,00	0,00
Gesamt	3,32	1,17	1,81	0,90	1,54	0,33	0,58	1,28	0,27	0,28	0,20	11,67

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle A8:

Einfluss der Einspeisevergütungen auf den Strompreis

2000 bis 2008

	Bruttostromverbrauch	Einspeisevergütungen	Einspeisevergütungen
	Mrd. kWh	Mrd. Euro	Cent/kWh
2000	579,6	0,87	0,15
2001	585,1	1,58	0,27
2002	587,4	2,23	0,38
2003	598,6	2,61	0,44
2004	608,0	3,61	0,59
2005	612,1	4,40	0,72
2006	617,0	5,61	0,91
2007	618,4	7,59	1,23
2008	616,6	9,02	1,46

Quellen: AGEB (2009), BDEW (2001 bis 2009)

Die gesamten Einspeisevergütungen für jede Kohorte neu installierter PV und Wind Anlagen sind in der letzten Spalte der Tabellen A7 und A8 dargestellt. Sie wurden unter der Annahme ermittelt, dass die Erneuerbare-Energien-Anlagen über den gesamten Förderzeitraum von 20 Jahren jedes Jahr dieselbe Menge an Strom produzieren.

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A9:

Einspeisevergütungen für PV

Für die Kohorten 2000 bis 2010

	Jährlicher Zuwachs,	Einspeisever- gütung	Jährliche Einspei- severgütung	Kumulierte Einspeisever- gütung über 20 Jahre	
	Mio kWh	Cent/kWh	Mio €	Mrd. €	Mrd. € ₂₀₀₇
2000	64	50,62	32,4	0,648	0,671
2001	52	50,62	26,3	0,526	0,494
2002	72	48,09	34,6	0,692	0,638
2003	125	45,69	57,1	1,142	1,031
2004	244	50,58	123,4	2,468	2,184
2005	725	54,53	395,3	7,906	6,680
2006	938	51,80	485,9	9,717	8,266
2007	1.280	49,21	629,9	12,598	10,506
2008	1.310	46,75	612,4	12,248	10,014
Vergütungen für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:				47,945	40,484
2009	1.600	43,01	688,2	13,764	11,032
2010	1.880	39,57	743,9	14,878	11,692
Vergütungen für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:				76,587	63,208
Anmerkungen: Quellen für Spalte 1: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007). Spalte 2: EEG 2000, 2004, 2009. Spalte 3: jährliche Einspeisevergütungen in Mio. €, Spalte 4: jährliche Einspeisevergütung mal zwanzig, Spalte 5: kumulierte reale Einspeisevergütungen über 20 Jahre bei einer Inflation von 2% pro Jahr.					

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Tabelle A10:

Einspeisevergütungen für Wind, falls die erhöhte Vergütung für sämtliche Anlagen für 20 Jahre gewährt wird

Für die Kohorten 2000 bis 2010

	jährlicher Zuwachs	Einspeisevergütungen	Kumulierte Einspeisevergütungen über 20 Jahre	
			Mio kWh	Cent/kWh
2000	7,55	9,10	13,74	13,16
2001	2,96	9,10	5,39	5,06
2002	5,28	9,00	9,50	8,75
2003	3,07	8,90	5,47	4,94
2004	6,65	8,70	11,57	10,24
2005	1,72	8,53	2,93	2,55
2006	3,48	8,36	5,82	4,95
2007	8,79	8,19	14,40	12,01
2008	2,23	8,03	3,58	2,93
Vergütungen für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:			72,40	64,59
2009	1,69	9,20	3,12	2,50
2010	1,38	9,11	2,51	1,97
Vergütungen für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:			78,03	69,06

Anmerkungen: Quellen für Spalte 1: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007). Spalte 2: EEG 2000, 2004, 2009. Spalte 3: jährliche Einspeisevergütungen in Mio. €, Spalte 4: jährliche Einspeisevergütung mal zwanzig, Spalte 5: kumulierte reale Einspeisevergütungen über 20 Jahre bei einer Inflation von 2% pro Jahr.

Erfahrungen aus Deutschland

Tabelle A11:

Einspeisevergütungen für Wind, falls die erhöhte Vergütung für sämtliche Anlagen für 5 Jahre gewährt wird

Für die Kohorten 2000 bis 2010

	Jährlicher Zuwachs	Einspeisevergütung in den ersten 5 Jahren	Einspeisevergütung in den letzten 15 Jahren	Kumulierte Vergütung über 20 Jahre	
	Mio kWh	Cent/kWh	Cent/kWh	Mrd. €	Mrd. € ₂₀₀₇
2000	7,55	9,10	6,19	10,45	10,17
2001	2,96	9,10	6,19	4,09	3,91
2002	5,28	9,00	6,10	7,20	6,74
2003	3,07	8,90	6,00	4,13	3,79
2004	6,65	8,70	5,50	8,38	7,56
2005	1,72	8,53	5,39	2,12	1,88
2006	3,48	8,36	5,28	4,21	3,65
2007	8,79	8,19	5,17	10,42	8,86
2008	2,23	8,03	5,07	2,59	2,16
Vergütungen für alle bis einschließlich 2008 errichteten Anlagen:				53,59	48,72
2009	1,69	9,20	5,02	2,05	1,69
2010	1,38	9,11	4,97	1,65	1,33
Vergütungen für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen:				57,29	51,74

Anmerkungen: Quellen für Spalte 1: BMU (2009a), 2009-2010: Sarasin (2007). Spalte 2: EEG 2000, 2004, 2009. Spalte 3: jährliche Einspeisevergütungen in Mio. €, Spalte 4: jährliche Einspeisevergütung mal zwanzig, Spalte 5: kumulierte reale Einspeisevergütungen über 20 Jahre bei einer Inflation von 2% pro Jahr.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Literaturverzeichnis

AGEB (2009) Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2008, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin.

BDEW (2001 bis 2009) EEG Jahresabrechnungen, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin.

BEI (2003) Ermittlung der Arbeitsplätze und Beschäftigungswirkungen im Bereich der Erneuerbaren Energien, Bremer Energie Institut, Bremen.

BMWA (2004) Zur Förderung erneuerbarer Energien, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Berlin.

BMU (2006) Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte, Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Kurz- und Langfassung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMU (2008a) Leitstudie 2008 – Weiterentwicklung der “Ausbaustrategie Erneuerbarer Energien vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

BMU (2008b) Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMU (2009a) Erneuerbare Energien im Jahr 2008, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMU (2009b) Umweltwirtschaftsbericht 2009, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMWi (2009) Energiestatistiken, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>, Berlin.

BSW (2009) Statistics for the German solar power industry (photovoltaics), May 2009, Bundesverband Solarwirtschaft, www.bsw-solar.de.

Bonus, H. (1998) Umweltzertifikate. Der steinige Weg zur Marktwirtschaft. Herausgeber des Sonderheftes 9, Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung.

DSIRE (2009) Database of State Incentives for Renewables & Efficiency, www.dsireusa.org, North Carolina Solar Center, North Carolina, USA.

EEG (2000 / 2004 / 2008) Erneuerbare Energien Gesetz, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 31. März 2000 / Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2004

Erfahrungen aus Deutschland

/ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 49, ausgegeben zu Bonn am 31. Oktober 2008.

EC (2009) DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Brüssel.

EPIA (2009) "Global Market Outlook for Photovoltaics until 2013", European Photovoltaic Industry Association, March 2009, Brüssel.

Erdmann (2008) Indirekte Kosten der EEG-Förderung, Kurz-Studie im Auftrag der WirtschaftsvereinigungMetalle (WVM), August 2008, Berlin.

Fahl, U., Küster, R., Ellersdorfer, I. (2005) Jobmotor Ökostrom? Beschäftigungseffekte der Förderung von erneuerbaren Energien in Deutschland. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 55 (7), 476-481.

Frondel, M., Ritter, N., Schmidt, C. M. (2008) Photovoltaik: Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten, *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik*, 34 (1), 28-44.

Frondel, M., Schmidt, C. M. (2009) Measuring Energy Security: A Conceptual Note, forthcoming in *Energy Economics*.

FTD (2009) Solarsubventionen sprengen den Rahmen, *Financial Times Deutschland*, Hamburg.

Hillebrand, B., H.-G. Buttermann, M. Bleuel und J.- M. Behringer (2006), The Expansion of Renewable Energies and Employment Effects in Germany, *Energy Policy* 34 (18), 3484-3494.

IEA (2007) Energy Policies of IEA Countries: Germany, 2007 Review. Internationale Energie Agentur, OECD, Paris.

IWH (2004), Beschäftigungseffekte durch den Ausbau Erneuerbarer Energien. Steffen Hentrich, Jürgen Wiemers, Joachim Ragnitz. Sonderheft 1/2004, Institut für Wirtschaftsforschung Halle, Halle.

Kronberger Kreis (2009) Für einen wirksamen Klimaschutz. Band 49 der Schriftenreihe der Stiftung Marktwirtschaft. Wissenschaftlicher Beirat der Stiftung Marktwirtschaft ist der Kronberger Kreis, dem Juergen B. Donges, Johann Eekhoff, Lars P. Feld, Werner Möschel und Manfred J. M. Neumann angehören.

Michaels, R., Murphy, R.P. (2009) Green Jobs: Fact or Fiction? Institute for Energy Research, January 2009, Washington DC.

Ökonomische Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien

Morthorst, P. (2003) National environmental targets and international emission reduction instruments. *Energy Policy* 31 (1), 73-83.

Nitsch, J., Staiss, F., Wenzel, B., Fishedick, M. (2005) Ausbau der Erneuerbare Energien im Stromsektor bis 2020: Vergütungszahlen und Differenzkosten durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz, Stuttgart, Wuppertal.

O'Sullivan, M., Edler, D., Ottmüller, M., Lehr, U. (2009) Gross Employment from Renewable Energy in Germany in the Year 2008 - A first estimate, March 2009, Berlin.

Pfaffenberger, W. (2006) Wertschöpfung und Beschäftigung durch grüne Energieproduktion? *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 56 (9), 22-26.

REN21 (2009), Renewables Global Status Report 2009 Update, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris.

RWE (2009), Bericht über das erste Quartal 2009, RWE, Essen.

RWI (2004), Gesamtwirtschaftliche, sektorale und ökologische Auswirkungen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG), Energiewirtschaftlichen Institut (EWI) der Universität Köln, Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA).

Sarasin (2007) Bank Sarasin & Cie AG, Nachhaltigkeitsstudie: Solarenergie 2007, Der Höhenflug der Solarindustrie hält an, November 2007, Basel.

Schiffer, H.W. (2009) Deutscher Energiemarkt 2008. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 59 (3), 52-66.

The Guardian (2007) Germany sets shining example in providing a harvest for the world, Ashley Seager, *The Guardian*, 23th July 2007, Manchester, U.K.

Traber, T., Kemfert, C. (2009) Impacts of the German Support for Renewable Energy on Electricity Prices, Emissions, and Firms. *The Energy Journal*, 30(3), 155-178.

U.S. Senate Committee on Environment and Public Works. Hearing: Clean Energy Jobs, Climate-Related Policies and Economic Growth - State and Local Views, July 21, 2009,

http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Majority.PressReleases&ContentRecord_id=9eb980fe-802a-23ad-47e4-8d3aa69ed99b&Region_id=&Issue_id=. Retrieved August 2009.

Erfahrungen aus Deutschland

Voosen, P. (2009) A cautionary tale about feed-in tariffs, Environment & Energy Publishing, <http://www.eenews.net/public/Greenwire/print/2009/08/18/1>. Retrieved August 2009.

Weißes Haus (2009) Energy & Environment, Retrieved August 2009, Washington, www.whitehouse.gov/issues/energy_and_environment. Retrieved August 2009.

DIE ZEIT (2009) Viele Milliarden für wenig Strom by Fritz Vorholz, Die Zeit, 13. August 2009, Hamburg.