

Die Kosten und Risiken der Energiewende¹

Manuel Frondel, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI)

Zusammenfassung:

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass die volkswirtschaftlichen Kosten für den Ausbau der Erneuerbaren weitaus höher liegen als jene, die durch den vorzeitigen Atomausstieg verursacht werden. Die direkten Kosten des Ausbaus der Erneuerbaren bis zum Jahr 2030, welche sich aus der Differenz der Einspeisevergütungen für grünen Strom und dessen Wert, bemessen in Börsenstrompreisen, ergeben, werden von Erdmann (2012:49) auf 238 Mrd. Euro taxiert. Eine der Hauptursachen für diese enormen Kosten ist der in den vergangenen Jahren nahezu exponentiell erfolgende Zubau der Photovoltaikleistung im wenig sonnenverwöhnten Deutschland. Will man die für die Verbraucher neu hinzukommenden Kosten effektiver als bislang begrenzen, dann führt an einer Zubaubeschränkung für Photovoltaik, wie sie der Sachverständigenrat für Umweltfragen seit Jahren fordert, kein Weg vorbei.

1. Einleitung

Ein Jahr nach der sogenannten Energiewende, mit der die deutsche Politik auf die Reaktorkatastrophe im japanischen Fukushima im Jahr 2011 reagierte, sind die Preise für Strom und Kohlendioxid-Zertifikate an der Strombörse in Leipzig niedriger als vor dem die Katastrophe auslösenden Erdbeben. Es stellt sich damit die Frage, ob die Rückkehr Deutschlands zu dem im Jahr 2000 unter der damaligen rot-grünen Bundesregierung vereinbarten Kernenergieausstieg ohne größere finanzielle Konsequenzen für die Verbraucher bleiben wird, wie es von der einen oder anderen Stimme aus der Politik vorschnell propagiert wird.

Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich dieser Beitrag mit den volkswirtschaftlichen Kosten, die mit der Energiewende verbunden sind. Diese setzen sich zum einen aus den Kosten zusammen, die sich aus dem vorzeitigen Abschalten der deutschen Kernkraftwerke ergeben. Diese sollten nach dem Energiekonzept aus dem Jahr 2010 durchschnittlich um 12 Jahre länger laufen, als es der rot-grüne Ausstiegsbeschluss aus dem Jahr 2000 vorsah. Neben dem vorzeitigen Kernenergieausstieg, welcher als die eigentliche Energiewende zu bezeichnen ist, verursacht der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland immense Kosten. Dieser Ausbau wird freilich bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten vorangetrieben, aber dennoch fälschlicherweise häufig als Konsequenz des Umdenkens dargestellt, das durch die Erdbeben- und Flutkatastrophe in Japan ausgelöst wurde.

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass die volkswirtschaftlichen Kosten für den Ausbau der Erneuerbaren weitaus höher liegen als jene, die durch den vorzeitigen Atomausstieg verursacht werden. Diese belaufen sich gemäß der Energieprognose 2009, einer Studie, die

¹ Dieser Beitrag stellt eine Aktualisierung und Adaption des folgenden, in der Zeitschrift für Energiewirtschaft erschienen Artikels dar: Frondel, M., Ritter, N., aus dem Moore, N. Schmidt, C.M., (2011) Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise für private Haushalte. Zeitschrift für Energiewirtschaft 35(3), 195-207.

das RWI im Jahr 2009 in Zusammenarbeit mit anderen Instituten für das Bundeswirtschaftsministerium angefertigt hat, auf weit mehr als 120 Mrd. Euro in heutigen Preisen (Fahl et al. 2010). Um diesen Betrag fällt nach der Energieprognose das deutsche Bruttoinlandsprodukt (BIP) bis zum Jahr 2030 geringer aus als im Falle einer Laufzeitverlängerung der Atommeiler um durchschnittlich acht Jahre. Da die Laufzeiten nach dem Energiekonzept der Bundesregierung vom Herbst 2010 tatsächlich um durchschnittlich 12 Jahre hätten verlängert werden sollen, sollten die Kosten für den Mitte 2011 gesetzlich beschlossenen vorzeitigen Kernenergieausstieg tatsächlich noch deutlich höher liegen. Zweifellos dürften insbesondere die Strompreise infolge der sehr abrupten Wendung in der deutschen Energiepolitik im Frühjahr 2011 höher ausfallen als ohne diesen weltweit viel beachteten Schritt. Dies ist das einhellige Resultat zahlreicher Studien, welche die Folgen der Energiewende abzuschätzen versuchen (Ökoinstitut 2011, IEK-STE 2011).

Weitaus höhere Kosten entstehen der Gesellschaft allerdings durch den völlig unkoordinierten und bislang kaum gebremsten Ausbau der Erneuerbaren. Die direkten Kosten dieses Ausbaus bis zum Jahr 2030, welche sich aus der Differenz der Einspeisevergütungen für grünen Strom und dessen Wert, bemessen in Börsenstrompreisen, ergeben, liegen nach Berechnungen von Erdmann (2012:49) bei 238 Mrd. Euro. Eine der Hauptursachen für diese enormen Kosten ist der in den vergangenen Jahren nahezu exponentiell erfolgende Zubau der Photovoltaik im wenig sonnenverwöhnten Deutschland:² Allein im Jahr 2010 wurden rund 75 % derjenigen Photovoltaikleistung zugebaut, die zuvor in den Jahren von 2000 bis 2009, mithin in einem ganzen Jahrzehnt, in Deutschland installiert wurden (Tabelle 1). Im Jahr 2011 gab es mit rund 7 500 Megawatt (MW) — davon allein rund 3 000 MW im Dezember — einen erneuten Zubaurekord (BNetzA 2012).

Tabelle 1: Installierte Kapazität und jährlicher Zubau an Photovoltaik in Megawatt (MW)

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

Quellen: BMU (2011b)

Daher gilt hier der Abschätzung der Höhe der Subventionierung der Photovoltaik das besondere Augenmerk. Berechnungen zeigen, dass die Förderung der erneuerbaren Energien durch das Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG), welche letztlich vom Stromverbraucher in Form der sogenannten EEG-Umlage mit der Stromrechnung zu bezahlen ist, aller Voraussicht nach auch in den nächsten Jahren deutlich steigen wird — trotz des Versprechens der Bundesregierung, die Umlage für Erneuerbare werde nicht nennenswert über den Wert des Jahres 2011 von rund 3,5 Cent je Kilowattstunde (kWh) ansteigen. Eine Studie der TU Berlin kommt zu einem ganz anderen Schluß: Diese geht von einem zusätzlichen Anstieg der EEG-Umlage um bis zu 2,5 Cent je kWh bis zum Jahr 2025 aus (Erdmann 2011:59). Prognosen der Übertragungsnetzbetreiber gehen gar von deutlich stärkeren Anstiegen aus und lassen für das Jahr 2013 eine EEG-Umlage zwischen 4,8 und 5,3 Cent je kWh erwarten.

² Das RWI warnt seit dem Jahr 2007 vor der nun eingetretenen Kostenexplosion durch den Zubau von Photovoltaik in Deutschland, siehe z. B. Frondel, Ritter, Schmidt (2008) oder Frondel, Ritter, Schmidt, Vance (2010a).

Will man die für die Verbraucher neu hinzukommenden Kosten effektiver als bislang begrenzen, dann führt an einer Zubaubeschränkung für Photovoltaik, wie sie viele andere Länder, wie etwa Spanien, seit Jahren haben, kein Weg vorbei (Bode, Großcurth 2010: 22). So fordert der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Gutachten aus dem Jahr 2011 den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung zu begrenzen (SRU 2011: 448). Olav Hohmeyer, ehemaliges Mitglied dieses Sachverständigenrats, schlug als Obergrenze für die jährlich neu installierte Leistung maximal 1 000 MW vor (Die Zeit 2011).

Eine solche Limitierung des Zubaus als Maßnahme zur Kostendämpfung, welche in den Medien oft auch Deckelung genannt wird, kann nicht durch starke Reduzierungen der Einspeisevergütungen für Photovoltaik ersetzt werden, wie die Erfahrungen aus der Vergangenheit zeigen: Trotz der zusätzlichen unterjährigen Senkungen der spezifischen Vergütungen für Solarstrom ist das Subventionsvolumen für die im Jahr 2010 installierte Anlagengeneration explodiert. Auch der erneute Zubaurekord des Jahres 2011 ist ein weiteres Beispiel dafür, dass durch eine Senkung der Vergütungen für Solarstrom keine wirksame und zielgenaue Steuerung der neu installierten Leistung erreicht werden kann. Statt der im EEG avisierten Zielgröße von 3 500 MW wurden 2011 bekanntlich mehr als das Doppelte an PV-Leistung installiert. Umso bedauerlicher ist, dass mit der jüngsten Novellierung der Photovoltaikförderung im Jahr 2012 einmal mehr auf eine Limitierung des jährlichen Zubaus verzichtet wurde. Welche Konsequenzen dies aller Voraussicht nach für die Konkurrenzsituation der erneuerbaren Energietechnologien untereinander und die Netzstabilität haben wird, wird im Folgenden erläutert.

2. Strompreis treibende Effekte von Erneuerbaren

Wie die Ökosteuern und viele andere Politikmaßnahmen ist die Förderung der alternativen Stromerzeugung – durch das im April 2000 in Kraft getretene EEG – vorwiegend klimapolitisch motiviert. Mit bis zu knapp 25 ct/kWh für Solarstrom fiel die durch das EEG gewährleistete Vergütung zu Beginn des Jahres 2012 noch immer besonders generös aus. 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 geringen Sonnenscheindauer in Deutschland.

Im Jahr 2011 betrug die Vergütung für Solarstrom mit bis zu rund 29 ct/kWh mehr als das Dreifache der Anfangsvergütung von an Land erzeugtem Windstrom. Dieser wird nach dem EEG in den ersten fünf Jahren nach Installation der Anlage mit rund 9 ct vergütet, während je nach Windstromertrag für die restlichen 15 Jahre lediglich 4,2 ct/kWh gewährt werden. Zum Vergleich: Die Preise für Grundlaststrom an der Strombörse in Leipzig lagen im Jahr 2010 unter 5 ct/kWh und befanden sich zu Beginn des Jahres 2012 etwas über diesem Niveau.

Dank der großzügigen Vergütungen und einem aus dem scharfen Wettbewerb mit ausländischen Herstellern resultierenden Preisverfall kam es in den Jahren 2009 und 2010 praktisch jeweils zu einer Verdopplung der jährlich neu installierten Leistung an Photovoltaik: Während die Zubauleistung im Jahr 2008 bei rund 1 950 MW lag, wurden im Jahr 2009 rund 3 800 MW und im Jahr 2010 sogar ca. 7 400 MW an zusätzlicher Photovoltaikleistung in Deutschland installiert (Tabelle 1).

Das exponentielle Wachstum der am großzügigsten geförderten alternativen Stromerzeugungstechnologie konnte nicht ohne gravierende Folgen bleiben und war neben der ebenfalls stark geförderten Stromerzeugung auf Basis von Biomasse in den vergangenen Jahren die Hauptursache für den signifikanten Anstieg der EEG-Umlage. So erhöhte sich die EEG-Umlage, mit der die Einspeisevergütungen auf die Stromrechnungen der Verbraucher

umgelegt werden, – 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. Im Jahr 2011 betrug die EEG-Umlage gar 3,53 ct/kWh und lag damit um rund 70% höher als im Jahr 2010.

Im Jahr 2010 mussten insgesamt rund 12,8 Mrd. € an Vergütungen zur Förderung der Erneuerbaren auf Grundlage des EEG gezahlt werden (Schiffer 2012: 68). Für das Jahr 2011 betragen die Einspeisevergütungen 16,4 Mrd. Euro (ÜNB 2012), etwas weniger als die Prognosen, die gar von 17,1 Mrd € ausgegangen waren (Abbildung 1). Ein solch starker Anstieg verwundert nicht, wenn man bedenkt, dass die Politik bei der Förderung der Erneuerbaren bislang der Kosteneffizienz keine nennenswerte Aufmerksamkeit geschenkt 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 und der dadurch angeregten Installation von Photovoltaikanlagen.

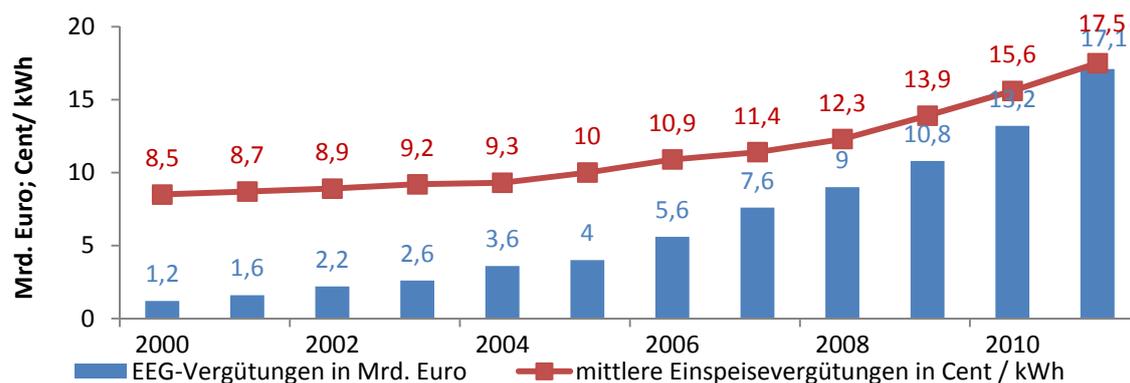


Abbildung 1: Einspeisevergütungen für „grünen Strom“ und durchschnittliche Einspeisevergütung je kWh. Quellen: BDEW (2012), ÜNB (2011)

Mittlerweile machen die jährlichen Vergütungen für Solarstrom bereits etwa 40% der von den Stromverbrauchern letztendlich durch ihre Stromrechnungen zu finanzierenden Einspeisevergütungen für „grünen Strom“ aus (Tabelle 2), obwohl Photovoltaik im Jahr 2010 nur einen Anteil von 14,5% an der per EEG geförderten Stromerzeugung besaß (ÜNB 2011). Mit rund 2% war der Anteil von Solarstrom an der gesamten inländischen Bruttostromerzeugung im Jahr 2010 (Schiffer 2011: 56-57) noch immer gering, obwohl der bis Ende des Jahres 2010 erfolgte Ausbau der Photovoltaik die deutschen Stromverbraucher in Summe und heutigen Preisen bereits knapp 81,5 Mrd. € kostet (Frondel et al. 2011: 201).³ Ein weiteres starkes Anwachsen dieser Summe ist mit der Fortsetzung der bislang unlimitierten Photovoltaikförderung vorprogrammiert. Jüngste Schätzungen des RWI haben ergeben, dass bedingt durch den erneuten Zubaurekord von 7 500 MW im Jahr 2011 für alle zwischen April

³ Die Größenordnung dieser seit mehreren Jahren kontinuierlich vom RWI berechneten Zahlungsverpflichtungen wurde von einer Studie des Wuppertal Instituts (Lechtenbömer, Samadi 2010) nolens volens bestätigt (Frondel et al. 2010b).

2000 und Ende 2011 in Deutschland installierten Photovoltaikanlagen nun insgesamt bereits knapp 100 Mrd. € an Subventionen anfallen (Fronde, Schmidt, Vance 2012).

Angesichts dieser Summen erscheint es wenig verwunderlich, dass selbst der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Sondergutachten „Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung“ den teuren Ausbau der Photovoltaik als eine Gefährdung der nationalen Ziele für erneuerbare Energien betrachtet (SRU 2011). Hierdurch könnte die Akzeptanz der alternativen Technologien zur Stromerzeugung bei der Bevölkerung Schaden nehmen – eine Befürchtung, die auch in einem Appell zur Rettung des EEG von Befürwortern der Förderung von erneuerbaren Energien aus der Wissenschaft im Dezember 2010 geäußert wurde (Erdmann et al. 2010).

In der Tat scheint die EEG-Umlage von 3,59 ct/kWh im Jahr 2012 die Zahlungsbereitschaft der Mehrheit der privaten Haushalte für erneuerbare Energien deutlich zu überschreiten. So lägen nach einer Studie von Grösche und Schröder (2011) die mehrheitsfähige hypothetische EEG-Umlage für einen Anteil an grünem Strom von rund 17%, wie er im Jahr 2010 zu verzeichnen war, bei lediglich 1,3 ct/kWh. Mehrheitsfähig bedeutet, dass die bekundete Zahlungsbereitschaft von 50% der für die Studie befragten Personen unter dem Medianwert von 1,3 ct/kWh liegt.

Hierbei ist zu beachten, dass die Ergebnisse von solchen Studien über bekundete, anstatt tatsächlich offenbarter Präferenzen die wahre Zahlungsbereitschaft der Teilnehmer tendenziell überschätzen, da die Befragten lediglich Willensbekundungen äußern, die mit keinerlei finanziellen Konsequenzen verbunden sind. Es ist davon auszugehen, dass die Zahlungsbereitschaft niedriger ausfällt, wenn sich die Befragten für tatsächlich existierende, in der Regel teure Ökostromangebote entscheiden müssten. Grösche und Schröder (2010: 12) schlussfolgern aus den Resultaten ihrer Studie, dass eine den Wählerwillen berücksichtigende Energiepolitik beim weiteren Ausbau der Erneuerbaren auf Kosteneffizienz achten sollte, eine Empfehlung, die auch Seeliger et al. (2011: 50) in einer vom Bundeswirtschaftsministerium in Auftrag gegebenen Studie über die Ursachen der Kosten für Energie in Deutschland aussprechen.

Tabelle 2: Einspeisevergütungen (Mrd €) und Anteile der bedeutendsten Technologien

(Mrd €)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Windkraft	64,5 %	65,1 %	63,7 %	54,3 %	47,1 %	44,5 %	39,5 %	31,5 %	25,2 %
Biomasse	10,4 %	12,5 %	14,1 %	17,7 %	23,0 %	27,4 %	29,9 %	34,3 %	32,2 %
Photovoltaik	3,7 %	5,9 %	7,8 %	15,1 %	20,3 %	20,2 %	24,6 %	29,3 %	38,6 %
Vergütung	2,23	2,61	3,61	4,40	5,61	7,59	9,02	10,8	13,2

Quellen: für 2002 bis einschließlich 2009: BDEW 2001-2010. Für 2010: ÜNB (2011)

3. Künftige Kostenanstiege infolge des weiteren Ausbaus der Erneuerbaren

Für das Jahr 2012 rechnen Experten mit einer neu installierten Photovoltaikleistung von 8 000 MW und somit mit einem weiteren Rekordjahr. Infolgedessen wird der Kosten-Tsunami weiter anschwellen: Zu den unabwendbaren rund 100 Mrd. € für den bislang ungebremsen Ausbau der Photovoltaik in Deutschland kämen nach jüngsten Berechnungen des RWI weitere 11,7 Mrd. € hinzu, falls sich die Erwartungen für 2012 erfüllen und der jährliche

Zubau, entsprechend der im EEG verankerten Zielgröße, in den übrigen Jahren bis zur Erreichung der jüngst festgelegten Förderobergrenze bei 3 500 MW liegt. Am Ende eines solch vehementen Photovoltaikausbaus läge die in Deutschland im Jahr 2020 insgesamt installierte Photovoltaikleistung bei der Förderobergrenze von 52 000 MW (Abbildung 2), mithin bei mehr als der Hälfte der heutigen 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 60 000 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 im Winter besonders hohen Lastspitze dann weitgehend den konventionellen Kraftwerken überlassen.

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

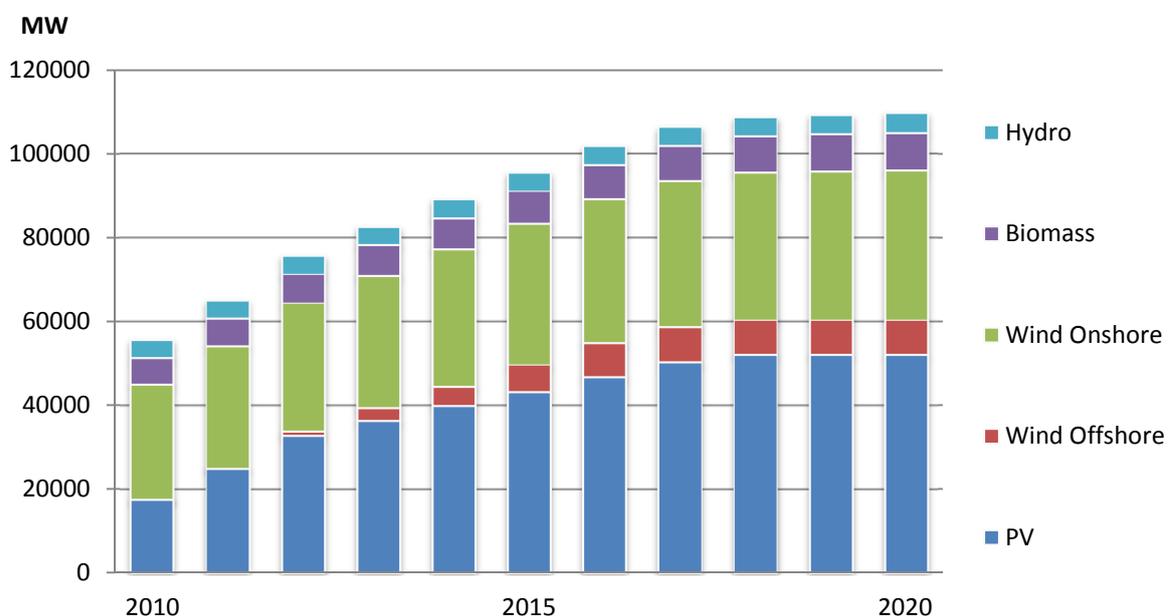


Abbildung 2: Potentieller Kapazitätswachstum an erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien. Quellen: PV und Offshore Wind: eigene Berechnungen, Übrige: BMU Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.

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 zunehmend unattraktiver: Nach Abbildung 2 könnten ab 2013 sämtliche konventionellen Kraftwerke aufgrund des durch das EEG gewährleisteten Vorrangs der Einspeisung von „grünem“ Strom temporär zur Untätigkeit verdammt werden, wenn die gesamte installierte Leistung an Erneuerbaren die zur Deckung der Nachfragenspitzen nötige maximale Kapazität von etwa 75 000-89 000 MW übersteigen würde. Im Jahr 2020 dürften die gesamten Erneuerbarenkapazitäten gar den Umfang des konventionellen Kraftwerksparks von rund 100 000 MW bei weitem überschritten haben (Abbildung 2).

In jüngerer Zeit getätigte Investitionen in schnell reagible und zur Lastsicherung besonders geeignete Erdgaskraftwerke bleiben aufgrund ihrer tendenziell sinkenden Einsatzzeiten nur rentabel, wenn das Strompreisniveau entsprechend ansteigt. Darüber hinaus werden die Kosten für Regelenergie und den Einsatz von Reservekapazitäten bei tendenziell geringer werdenden Einsatzzeiten der Reservekraftwerke ansteigen. Diese ebenfalls hohen Kosten, die in den obigen Kostenschätzungen nicht berücksichtigt sind, werden den Strompreis langfristig in die Höhe treiben. Nur wenn die Strompreise an der Börse künftig deutlich steigen, bleibt das Vorhalten konventioneller Reservekapazitäten attraktiv. Behauptungen, der weitere Ausbau der Erneuerbaren würde bis 2020 einen den Strompreis dämpfenden Effekt haben (Traber et al. 2011), sind daher wenig haltbar (Erdmann 2011).

Hinzu kommen Kosten für den zwingend erforderlichen Stromnetzausbau. Dieser stellt im Vergleich zu anderen Möglichkeiten, etwa der Speicherung von Strom, eine kostengünstigere Variante dar, 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 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).

Entgegen anders lautender Behauptungen muss überdies festgestellt werden, dass der Anstieg der dezentralen Stromversorgung mittels Photovoltaikanlagen keine Einsparungen beim Netzausbau erwarten lässt. Im Gegenteil: Die stark schwankende Einspeisung von Solarstrom wird mit der weiter deutlich zunehmenden Einspeisung von Solarstrom zusätzliche Investitionen in Verteilnetze und die Netzsteuerung erforderlich machen (Bischkowsky et al. 2011: 58). Der starke Zubau an Photovoltaik-Kapazitäten stellt insbesondere die Mittel- und Niederspannungsnetze vor Herausforderungen und erfordert zur Einhaltung der zulässigen Bandbreite von Spannungsschwankungen Netzverstärkungen und den Ausbau dieser Netze (Roland Berger 2010).

Nicht zuletzt nehmen die Konflikte um den Einspeisevorrang der Erneuerbaren zu, welche die Kosten für die Verbraucher zusätzlich in die Höhe treiben: Mit dem starken Ausbau der Kapazitäten wird die Konkurrenzsituation unter den erneuerbaren Technologien von Jahr zu Jahr massiver, etwa wenn bei Sonnenschein und blauem Himmel gleichzeitig der Wind stark weht. Es stellt sich dann die Frage, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall der Vorrang eingeräumt werden soll, um die kurzfristig fixe Nachfrage zu befriedigen, bzw. welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung untersagt werden muss, wenn es an Nachfrage sowie absehbar an Speichertechnologien mangelt und der nötige Stromnetzausbau aller Voraussicht nach bis dahin nicht im erforderlichen Ausmaß erfolgt. Es steht zu befürchten, dass es vorwiegend die größeren Anlagen und Anlagenparks – und somit

die weniger ineffizienten unter den alternativen Stromerzeugern – sein könnten, die in solchen Situationen vom Netz gehen werden, da das Abschalten einer großen Zahl an kleinen, dezentralen Photovoltaikanlagen mit großem Aufwand verbunden sein dürfte.

Im novellierten EEG, das zum Jahr 2012 wirksam wurde, werden Entschädigungen für nichtproduzierten Solarstrom garantiert, falls Photovoltaikanlagen zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität abgeschaltet werden müssen (BMU 2011c). Solche Entschädigungszahlungen, wie sie auch für das Abschalten von Windkraftanlagen zum Zwecke des Netzmanagements festgelegt wurden, haben massive Fehlanreize zur Folge: Dadurch werden tendenziell weitaus mehr Kapazitäten zur Stromerzeugung aufgebaut als in einem unregulierten Strommarkt ohne einen weiteren Ausbau der Erneuerbaren. Das Resultat sind riesige, sehr teuer bezahlte Überkapazitäten.⁴

Damit besteht bei einem weiteren ungebremsten Ausbau der Photovoltaik in einigen wenigen Jahren die Gefahr, dass es zeitweise zu starken Verdrängungseffekten kommt, wie sie heute bereits bei konventionellen und alternativen Technologien beobachtbar sind und sich vermehrt in negativen Strompreisen an der Börse äußern: Anstatt Grundlastkraftwerke abzuschalten, bei denen das An- und Abschalten mit hohen Kosten verbunden ist, kann es für deren Betreiber lohnenswert sein, Strom nicht nur kostenlos abzugeben, sondern für die Abgabe sogar etwas zu bezahlen. Zu den dann an der Strombörse auftretenden negativen Preisen muss aber auch der mit erneuerbaren Technologien erzeugte Strom abgegeben werden. Daraus resultieren weitere Kosten für die Stromverbraucher, die zur EEG-Umlage hinzukommen (Bode 2010: 644).

Alle diese Kosten für den Ausgleich beim Auftreten negativer Preise, für Regelenergie, für den Einsatz von Reservekapazitäten und für den Netzausbau sind relativ schwer quantifizierbar, werden aber mit dem zunehmenden Anteil der Erneuerbaren immer substantieller und sind zu den durch die EEG-Umlage entstehenden Kosten für die Verbraucher hinzuzurechnen. Erdmann (2011) hat diese indirekten Kosten des Ausbaus der Erneuerbaren auf rund 85 Mrd. Euro bis zum Jahr 2030 beziffert. Diese kommen zu den von Erdmann (2012) auf rund 238 Mrd. Euro taxierten direkten Kosten hinzu.

Die Berechnungen von Frondel et al. (2011) zu den Kosten der Photovoltaikförderung bestätigen die Größenordnung der von Erdmann ermittelten direkten Kosten. Wenn beispielsweise sämtliche der bereits genehmigten Wind-Offshore-Parks tatsächlich in Betrieb gehen, kämen nach Berechnungen von Frondel et al. (2011) durch den Ausbau von knapp 8 400 MW an Offshore-Windkapazitäten weitere knapp 19 Mrd. € an realen Kosten auf die Verbraucher hinzu. Möglicherweise aber ist mit einem noch stärkeren Zubau der Windkraft vor Deutschlands Küsten zu rechnen, da die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) neuerdings Kredite im Volumen von insgesamt 5 Mrd. Euro für den Bau von Offshore-Windparks zur Überwindung von Finanzierungsproblemen bereitstellt (BMU 2011d).

Somit werden sich die Strompreise für deutsche Haushalte, welche in der Europäischen Union ohnehin an der Spitze liegen (Eurostat 2011, BMWi 2011a), 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

⁴Dabei wurden auch ohne diese zusätzlichen finanziellen Anreize im vergangenen Jahrzehnt alternative Stromerzeugungskapazitäten im Übermaß gebaut, die bedauerlicherweise wenig zur gesicherten Kraftwerksleistung in Deutschland beitragen. So liegt der sogenannte Leistungskredit der in Deutschland Ende 2010 vorhandenen Windanlagenkapazität von rund 27 000 MW bei etwa 7 %. Das heißt: Es können durch diese Windkraftkapazitäten de facto lediglich auf 1 900 MW an konventioneller Kraftwerksleistung, mithin nur auf 7 % der bis Ende 2010 installierten Windkraftleistung, verzichtet werden (EWEA 2009, 2010).

höchsten Anstieg der Strompreise in der EU hinzunehmen hatten (Fronzel et al. 2011: 204). 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.

4. Schlussfolgerung und Politikempfehlung

Mit der 2012 wirksam werdenden EEG-Novelle wurde das bisherige Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energietechnologien an der Stromerzeugung von rund 17% im Jahr 2010 bis auf 30% im Jahr 2020 zu steigern, ein weiteres Mal erhöht, auf nunmehr 35%. Bis zum Jahr 2050 soll dieser Anteil auf 80% gesteigert werden. Werden diese Ziele mit derselben Vehemenz wie bislang verfolgt – und dies ist als Folge der Energiewende wahrscheinlich –, ist es nur eine Frage weniger Jahre, bis es durch den nach wie vor politisch forcierten Photovoltaik-ausbau und den zur Zielerreichung ebenfalls nötigen Bau von Windparks vor deutschen Küsten zu einer massiven Konkurrenz der Erneuerbaren untereinander kommen wird.

Es stellen sich dann die bislang kaum diskutierten Fragen, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall der Vorrang eingeräumt werden soll bzw. welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung untersagt werden muss und ob das Nichtproduzieren von grünem Strom zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität auch weiterhin finanziell belohnt wird. Darüber hinaus ist bei einem weiteren Ausbau der Erneuerbaren ohne einen ebenso starken Ausbau der Netze und von Speicherkapazitäten mit wachsenden Problemen bei der Aufrechterhaltung der Netzstabilität zu rechnen (BMWi 2011b: 23).

Die Politik wäre daher gut beraten, wenn sie die Ausgangshypothese für die Steigerung des Anteils der Erneuerbaren auf 80 % bis 2050 noch einmal grundlegend überdenkt. Diese Hypothese besteht darin, dass allein mit dem Ausbau der erneuerbaren Energietechnologien die optimale Umstrukturierung unseres Stromversorgungssystems im Hinblick auf seine weitgehende Dekarbonisierung gelingt (Holm-Müller, Weber 2010). Dem ist auf das Heftigste zu widersprechen: Der optimale Weg in Richtung einer weitgehenden Dekarbonisierung unserer Stromversorgung dürfte mit sehr großer Sicherheit in einer technologieoffenen Suche nach einem Stromerzeugungsportfolio bestehen, das aus einem Mix aus kohlendioxidarmen und –freien Technologien besteht. Darin könnte möglicherweise die Kernfusion ebenso ihren Platz haben wie regenerative Stromerzeugungsanlagen. Auch die Kohlestromerzeugung mit Kohlendioxidabscheidung und anschließender Lagerung könnte in einem solchen Mix vertreten sein.

Um ihre Ausgangshypothese und mögliche, dem EEG überlegene Formen der Förderung der Erneuerbaren in Ruhe überdenken zu können, sollte die Politik ein mehrjähriges Moratorium für die Erneuerbaren erlassen und die durch das EEG gewährten Förderanreize für diesen Zeitraum aussetzen. Damit würde sich die Politik Zeit für den unabdingbaren Ausbau der Netz- und Speicherinfrastruktur erkaufen und zugleich der Forderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen entsprechen, die eine Begrenzung des jährlichen Zubaus an Photovoltaikleistung auf einem niedrigerem Niveau verlangt, um so die Kosten für die Verbraucher in Grenzen zu halten und der stark zunehmenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren frühzeitig zu begegnen.

Danksagung

Ich möchte Fabian Scheffer für sehr hilfreiche wissenschaftliche Vorarbeiten und Anna Juschka für das Anfertigen von Graphiken und das Korrekturlesen des Textes sehr herzlich danken.

Referenzen

- 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. (2012), Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2011). Berlin. Internet: [http://bdew.de/internet.nsf/id/3564E959A01B9E66C125796B003CFCCE/\\$file/BDEW_Energie-Info_EE_und_das_EEG_\(2011\)_23012012.pdf](http://bdew.de/internet.nsf/id/3564E959A01B9E66C125796B003CFCCE/$file/BDEW_Energie-Info_EE_und_das_EEG_(2011)_23012012.pdf)
- Bischkowsky, T., Gatzel, C., Perner, J., Schulte, F., Zähringer, M. (2011) Photovoltaik in Deutschland – auf dem Weg zur Netzparität? Energiewirtschaftliche Tagesfragen 61 (4): 55–58.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010), Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009. Internetupdate der Druckausgabe, Stand: Dezember 2010. Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011a), „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Leitstudie 2010)“, Februar 2011. Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011b), „Erneuerbare Energien 2010“, Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010 auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Vorläufige Angaben, Stand 23. März 2011, Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011c), Eckpunkte der EEG-Novelle sowie sonstige Neuerungen für erneuerbare Energien. Stand: 30.06.2011. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/47469/4590/>
- 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.
- BNetzA (2012) Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen sowie Einzelangaben aus der Datenerhebung. Bundesnetzagentur, <http://www.bundesnetzagentur.de/>
- dena – Deutsche Energie Agentur (2010a), Offshore-wind, Übersichtstabelle Windparks. Stand Oktober 2010. Berlin. internet: www.offshore-wind.de.
- dena – Deutsche Energie Agentur (2010b), dena-Netz-Studie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2025. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse durch die Projektsteuerungsgruppe. Deutsche Energie Agentur. Berlin.

- Die Zeit (2011), "Den Ausbau bremsen", Der Flensburger Ökonom und Ökowsche Olav Hohmeyer über den Sonnenstrom und ökogerechte Versorgung, Ausgabe Nr. 5, 27.01.2011, Hamburg.
- Erdmann, G. (2012) Jüngste Trends im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 62 (3): 47–50.
- Erdmann, G. (2011) Kosten des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Studie der Technischen Universität Berlin im Auftrag der Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft (vbw), der Bayrischen Chemieverbände, dem Verband der Bayrischen Papierfabriken und dem Verband der Bayrischen Energie- und Wasserwirtschaft, Juli 2011.
- 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.
- Eurostat (2011), Strompreise für private Haushalte - [ten00115]. Luxemburg. Internet: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.
- EWEA (2009) Integrating Wind – Developing Europe's power market for the large-scale integration of wind power (Tradewind). European Wind Energy Association, Brüssel.
- EWEA (2010) Powering Europe: wind energy and the electricity grid. European Wind Energy Association, Brüssel.
- 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., Ritter, N., aus dem Moore, N. Schmidt, C.M., (2011) Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise für private Haushalte. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 35(3), 195-207.
- Fronde, M., N. Ritter, Ch.M. Schmidt, C. Vance (2010a) Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energy Technologies: The German Experience. *Energy Policy* 36 (4): 4198–4204.
- Fronde, M., Ch.M. Schmidt und N. aus dem Moore (2010b), Eine unbequeme Wahrheit – Die frapierend hohen Kosten der Förderung von Solarstrom durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. RWI Positionen #40. Essen.
- 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., C. M. Schmidt und C. Vance (2012), Germany's Solar Cell Promotion: An Unfolding Disaster. *Ruhr Economic Papers* #353. RWI, RUB.
- 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.
- Holm-Müller, K., Weber, M. (2010) Plädoyer für eine instrumentelle Flankierung des Emissionshandels im Elektrizitätssektor.
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/06_Hintergrundinformationen/2010_06_Emissionshandel_Strom.pdf?__blob=publicationFile

IEK-STE (2011) Transformation des Stromerzeugungssystems mit forciertem Ausstieg aus der Kernenergie – Ein Beitrag zur Diskussion nachhaltiger Energiesysteme nach dem Reaktorunfall in Fukushima. Institut für Energie- und Klimaforschung. Systemforschung und Technologische Entwicklung. STE-Research Report 06/2011, Forschungszentrum Jülich.

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.

Ökoinstitut (2011) Schneller Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland. Kurzfristige Ersatzoptionen, Strom- und CO₂-Preiseffekte. Kurzanalyse für die Umweltstiftung WWF Deutschland.

Roland Berger (2010) Auswirkungen des Photovoltaik-Ausbaus auf die Verteilernetze. Roland Berger Strategy Consultants. Berlin.

Schiffer, H.-W. (2011), Der deutsche Energiemarkt 2010. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 61 (3): 50–63.

Schiffer, H.-W. (2012), Der deutsche Energiemarkt 2011. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 62 (3): 60–73.

Seeliger, A., Perner, J., Riechmann, C., Trhal, N., Fürsch, M., Nagl, S., Lindenberger, D. (2011), Energy Costs in Germany – Developments, Drivers and International Comparison. Zeitschrift für Energiewirtschaft 35: 43-52.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011), Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Berlin.

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.

ÜNB (2011) EEG-Mengentestat 2010 per 31.7.2011 der Übertragungsnetzbetreiber. http://www.eeg-kwk.net/de/file/EEG_2010_Public.pdf

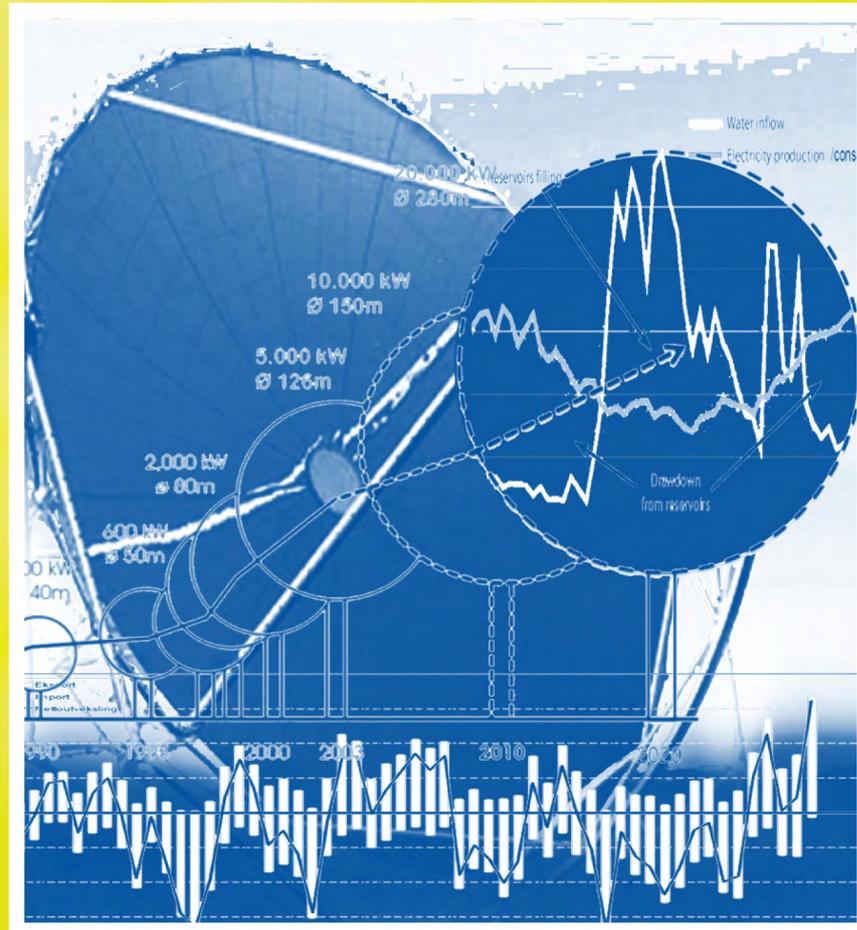
ÜNB (2012) EEG-Jahresabrechnung 2011, Übertragungsnetzbetreiber. http://www.eeg-kwk.net/de/file/EEG-Jahresabrechnung_2011.pdf

Prof. Dr. Manuel Frondel
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI),
Hohenzollernstr. 1-3
45128 Essen,
frondel@rwi-essen.de

Arbeitskreis Energie

Exzerpt aus Tagungsband des AKE, DPG-Tagung 2012 Berlin

home: http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/DPG2012-AKE_Berlin/Links_DPG2012.htm



Energiewende

Aspekte, Optionen, Herausforderungen

Vorträge auf der DPG-Frühjahrstagung in Berlin 2012

Herausgegeben von Hardo Bruhns

Energiewende

Aspekte, Optionen, Herausforderungen

Vorträge auf der DPG-Frühjahrstagung

Arbeitskreis Energie in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Berlin, 26. bis 28. März 2012

Programmgestaltung und Herausgeber: Hardo Bruhns

September 2012

Frühjahrstagung des Arbeitskreises Energie
in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
Berlin, 26. bis 28. März 2012

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Übersicht über die Fachsitzungen	8
Abstracts aller Vorträge	9
Hauptvorträge:	
<i>Wieviel Kohlenstoff braucht der Mensch?</i> , vorgetragen von H. Pütter	24
<i>Virtuelle Großanlagen – ein Ansatz zur systemkompatiblen Integration erneuerbarer Energiequellen in die Energieversorgung</i> , vorgetragen von R. Bitsch	36
<i>Hydro Electricity and Storage Capabilities in Norway – can they be useful for Europe?</i> , presented by W. Rondeel	49
<i>Die Nutzung der Windenergie und erwartete technologische Entwicklungen der nächsten Jahre</i> , vorgetragen von A. Reuter	60
<i>Enhanced Geothermal Systems (EGS) - Potential and Stimulation Treatments</i> , presented by G. Zimmermann	67
<i>Schiefergas: eine unkonventionelle Ressource für den Energiemix der Zukunft?</i> , vorgetragen von A. Hübner	75
<i>Perspektiven für Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel</i> , vorgetragen von B. Hoffschmidt	81
<i>Windstrom und Wasserstoff – Eine Alternative</i> , vorgetragen von D. Stolten	94

<i>Die Kosten und Risiken der Energiewende</i> , vorgetragen von M. Frondel.....	112
<i>Challenge Energy Transition: Managing Volatility and Integrating Renewables into the Energy System</i> , presented by H. Gassner	124
<i>Energieszenarien für Deutschland: Stand der Literatur und methodische Auswertung</i> , vorgetragen von J. Hake	132
<i>Wie Fukushima die Energiepolitik und Energieforschung in Deutschland und international verändert</i> , vorgetragen von J. Knebel.....	167
<i>Entscheidungszwänge in der Weltenergieversorgung und Klimapolitik bei hoher Unsicherheit</i> , vorgetragen von C. Ch. von Weizsäcker	179
<i>Future Mobility in Europe</i> , presented by F. X. Söldner	183

Direkter Link zum AKE - Archiv:

<http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/index.htm>

Direkter Link zum AKE - Archiv, Tagung 2012 -Berlin:

http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/DPG2012-AKE_Berlin/Links_DPG2012.htm

Der vorliegende Band fasst schriftliche Ausarbeitungen von Hauptvorträgen der DPG-AKE Tagung des Jahres 2012 in Berlin zusammen. Die Präsentationsfolien der Hauptvorträge können auf der Webseite des Arbeitskreises über:

<http://www.dpg-physik.de/dpg/organisation/fachlich/ake.html>

(von dort gelangt man zum Archiv des AKE) eingesehen werden. Allen Autoren, die zu diesem Sammelband beigetragen haben, sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt.

Düsseldorf, im September 2012

Hardo Bruhns