



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

**Stellungnahme zur Kritik des RWI an der
„Kurzanalyse zur aktuellen Diskussion um
die mit dem Ausbau der erneuerbaren
Energien in der Stromversorgung
verbundenen Kosten und Nutzen“
des Wuppertal Instituts**

Autoren:

Dr. Stefan Lechtenböhrer
Dipl.-Ökonom Sascha Samadi

Wuppertal, 4. April 2011

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
Postfach 10 04 80
42004 Wuppertal

Stellungnahme

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Weitgehende Einigkeit in der Sache in Bezug auf die Ungenauigkeiten/Vereinfachungen in den RWI-Berechnungen	5
3	Diskussion über Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte in den Kostenberechnungen	7
4	Diskussion um nicht quantifizierbare positive Effekte durch den Fotovoltaik-Ausbau.....	10
5	Fazit	12
6	Literatur	13

1 Vorwort

Im Oktober 2010 veröffentlichte das Wuppertal Institut eine Studie (Lechtenböhrer, Samadi 2010), die sich unter anderem kritisch mit Berechnungen des Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) zu den Kosten der Fotovoltaik-Förderung für deutsche Stromverbraucherinnen und -verbraucher auseinandergesetzt hatte. Die Studie wurde im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien erarbeitet.

Wir freuen uns, dass das RWI durch seine Mitte Dezember erschienene Replik zu unserer Studie (Frondel, Schmidt, aus dem Moore 2010) sowie durch einen auf diese Replik zurückgreifenden Artikel in der Zeitschrift BWK (Frondel, Schmidt, aus dem Moore 2011) die von uns angeregte Diskussion über eine angemessene Berechnung der Förderkosten der Fotovoltaik aufnimmt.

Die RWI-Autoren räumen dabei die von uns kritisierten Ungenauigkeiten bzw. „Vereinfachungen“ in ihren Berechnungen ein (in der folgenden Tabelle als „Korrekturen“ bezeichnet). Sie lehnen aber vehement verschiedene von uns darüber hinaus für sinnvoll erachtete weitergehende Anpassungen ihrer Berechnungen ab (Berücksichtigung zusätzlicher quantifizierbarer Aspekte), die im Ergebnis zu einer deutlichen Verringerung der errechneten Förderkosten der Fotovoltaik führen würden. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenen quantitativen Anpassungen, die wir in unserer Studie gegenüber den ursprünglichen RWI-Berechnungen (Frondel, Ritter, Schmidt, Vance 2010) vorgenommen haben.

	Anpassungen	Änderung (einzeln betrachtet, in Mrd. €2007)	Änderung (kumuliert) gegenüber den vom RWI berechneten Förderkosten
Korrekturen	Berücksichtigung niedrigerer Vergütungssätze für Großanlagen	- 2,6	- 3,9 %
	Korrektur der Stromerzeugung der im Jahr 2007 errichteten Anlagen	- 2,9	- 8,3 %
	Berücksichtigung des Alterungseffekts von Fotovoltaik-Modulen	- 1,0	- 9,8 %
	21-jährige Vergütung und Berücksichtigung der indirekten Kosten	+ 2,7	- 5,6 %
	Korrekturen gesamt	- 3,7	- 5,6 %
Berücksichtigung zusätzlicher (quantifizierbarer) Aspekte	Berücksichtigung des Merit-Order-Effekts (geschätzt)	- 3,4	- 10,8 %
	Berücksichtigung der Stromerzeugung nach Ende des Förderzeitraums	- 3,7	- 16,5 %
	Diskontierung der Förderkosten auf das Jahr 2010 (Diskontrate 3 %)	- 8,7	- 29,8 %
	Zusätzliche Aspekte gesamt (inkl. Korrekturen)	- 19,5	- 29,8 %

Quelle: Lechtenböhrer, Samadi (2010).

In der hier vorliegenden Antwort auf die Replik der RWI-Autoren gehen wir zunächst in Abschnitt 2 auf deren Argumentation ein, dass es sich bei den von uns als „Korrekturen“ bezeichneten Anpassungen (siehe oberer Teil der Tabelle) tatsächlich nicht um Korrekturen handele, da in den ursprünglichen RWI-Berechnungen bewusst Vereinfachungen bzw. absichtliche Abweichungen von der tatsächlichen Situation in Kauf genommen worden wären.

Anschließend beschäftigen wir uns in Abschnitt 3 mit der Kritik der RWI-Autoren an den in unserer Studie angeführten weitergehenden Anpassungen (in der Tabelle als „zusätzliche Aspekte“ bezeichnet). Dabei wollen wir deutlich machen, dass über die genaue Höhe der Anpassungen durchaus (auch wissenschaftlich) diskutiert werden kann, dass es aber nicht zulässig ist sie grundsätzlich in Zweifel zu ziehen, wie dies in der RWI-Replik und in dem darauf basierenden Artikel in der BWK geschieht.

In Abschnitt 4 setzen wir uns mit der Kritik der RWI-Autoren an den von uns aufgeführten nicht bzw. nur schwer quantifizierbaren positiven Effekten eines Fotovoltaik-Ausbaus auseinander. Den Schwerpunkt bildet dabei die Frage, ob der Ausbau der Fotovoltaik – wie auch der Ausbau anderer EEG-geförderter Technologien – tatsächlich keinen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen leistet, wie die Autoren des RWI behaupten.

Grundsätzlich soll einleitend betont werden, dass wir an keiner Stelle in unserer Studie die RWI-Autoren dafür kritisieren, dass ihre Annahmen zum Ausbau der Fotovoltaik in den Jahren 2009 und 2010 nicht dem tatsächlichen Ausbau entsprechen. Der in der RWI-Replik an verschiedenen Stellen formulierte Vorwurf, dass wir in unserer Studie nicht die unvermeidbare Verzögerung zwischen dem Verfassen des von uns kritisierten RWI-Artikels und seiner Veröffentlichung in der referierten Zeitschrift (*Energy Policy*) berücksichtigt hätten, ist daher haltlos. Die quantitativen Korrekturen bzw. Anpassungen, die wir in unserer Studie vorgenommen haben, beruhen auf dem von den RWI-Autoren für 2009 und 2010 angenommenen Ausbau der Fotovoltaik. Anders als vom RWI in ihrer Replik unterstellt ist unsere Kritik an den Ergebnissen der RWI-Berechnungen also unabhängig von der Abweichung zwischen den angenommenen und den tatsächlichen Ausbautzahlen für die vergangenen zwei Jahre.

2 Weitgehende Einigkeit in der Sache in Bezug auf die Ungenauigkeiten/Vereinfachungen in den RWI-Berechnungen

Zunächst räumt die RWI-Replik ein, dass verschiedene durch das Wuppertal Institut durchgeführte Korrekturen, die zu einer Verringerung der insgesamt durch das RWI ausgewiesenen Kosten von rund 6 % führen, angemessen sind. Die RWI-Autoren betonen allerdings den aus ihrer Sicht geringen Effekt auf das Ergebnis und sprechen nicht von Fehlern oder Ungenauigkeiten in ihren ursprünglichen Berechnungen, sondern von „Vereinfachungen“ bzw. in einem Fall von einer absichtlichen Abweichung von vorliegenden Ist-Daten „zur Wahrung der Kontinuität“ (s. u.).

Im Einzelnen beziehen sich die von uns angemerkteten und vom RWI weitgehend eingeräumten Kritikpunkte auf die folgenden vier Aspekte:

a) Berücksichtigung niedrigerer Vergütungssätze für Großanlagen

Wir hatten in unserer Analyse darauf hingewiesen, dass die RWI-Berechnungen implizit davon ausgehen, dass alle Fotovoltaik-Anlagen, die zwischen 2005 und 2010 in Deutschland installiert wurden, ausschließlich kleine Anlagen mit einer Größe von maximal 30 kW_p sind. Diese Anlagen erhalten die höchste Vergütung pro erzeugte Kilowattstunde. Da aber tatsächlich ein nicht unerheblicher Teil der installierten Kapazität aus größeren, niedriger vergüteten Anlagen besteht, führt diese Annahme zu überhöhten Kosten. Das RWI räumt dies ein und argumentiert, dass „[m]angels verlässlicher empirischer Information [...] lediglich Kleinanlagen betrachtet“ wurden.¹ Abgesehen davon, dass es aus unserer Sicht möglich wäre, den Berechnungen plausible Annahmen über die Verteilung der Gesamtkapazität auf Anlagengrößen zu Grunde zu legen, denn für den kumulierten Zubau der Jahre 2000 bis 2008 sind entsprechende Angaben veröffentlicht², hätten wir es zumindest für angemessen gehalten, wenn bereits in den ursprünglichen Veröffentlichungen der RWI-Berechnungen explizit auf diese vereinfachende Annahme hingewiesen worden wäre.

b) Korrektur der Stromerzeugung der im Jahr 2007 errichteten Anlagen

Eine weitere „Korrektur“ durch das Wuppertal Institut betraf die in der RWI-Publikation um rund 50% zu hoch ausgewiesene Stromeinspeisung von neuen Fotovoltaik-Anlagen im Jahr 2007. Hier argumentiert das RWI in seiner Replik, dass diese Abweichung auf eine „zur Wahrung der Kontinuität absichtlich beibehaltene Informationsquelle“ zurückzuführen sei. Tatsächlich hatte das RWI in vorangegangenen Publikationen auf Prognosen für das Jahr 2007 zurückgreifen müssen, die sich aber bereits zum Erstellungszeitpunkt der von uns analysierten RWI-Publikation als zu hoch erwiesen hatten. Wir halten eine mög-

¹ Genau genommen müsste es heißen: „Mangels verlässlicher empirischer Informationen [...] wurde angenommen, dass es sich bei allen installierten Anlagen um Kleinanlagen von maximal 30 kW_p handelt.“

² Bei den Nachrechnungen in unserer Studie greifen wir auf Informationen der Bundesnetzagentur zurück, die für alle bis Ende 2008 in Deutschland im Rahmen des EEG vergüteten Fotovoltaik-Anlagen eine Aufteilung nach Vergütungsklassen ausweist. Demnach entfallen nur 62 % der Gesamtleistung aller Anlagen auf kleine Anlagen bis 30 kW_p. Die RWI-Autoren schreiben dazu in ihrer Replik: „Diesen Anteil zweifeln wir für die Jahre 2005 bis 2007 stark an.“ Da Fotovoltaik-Großanlagen erst in den vergangenen paar Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen haben, mag der Anteil installierter Kleinanlagen zwischen 2005 und 2007 tatsächlich höher gewesen sein als 62 %, allerdings haben wir den gleichen Anteil auch für 2008 bis 2010 unterstellt. In diesen Jahren, in denen auch der Großteil der zwischen 2000 und 2010 installierten und Kosten verursachenden Anlagen errichtet wurde, lag der Anteil von Kleinanlagen dafür wahrscheinlich bei noch weniger als 62 %.

lichst korrekte Berechnung für wichtiger als die „Wahrung der Kontinuität“, denken aber insbesondere, dass bei dem durch das RWI gewählten Vorgehen ein entsprechender Hinweis in der ursprünglichen Publikation angebracht gewesen wäre.

c) Berücksichtigung des Alterungseffekts von Fotovoltaik-Modulen

In unserer Studie haben wir darauf hingewiesen, dass Fotovoltaik-Anlagen über die Jahre hinweg üblicherweise etwas an Leistung verlieren. Eine demnach zu erwartende geringere Erzeugung in den späteren Lebensjahren einer Anlage wurde von den RWI-Autoren in ihren Berechnungen nicht berücksichtigt. Eine entsprechend niedrigere Stromerzeugung würde die Förderkosten reduzieren. Unsere Abschätzung legt eine Verringerung der gesamten Kosten um 1 bis 2 Prozent nahe.

Die RWI-Autoren räumen ein, dass ein solcher Alterungseffekt der Module „in Ermangelung langjähriger valider Erfahrungswerte sowie zur Vereinfachung“ nicht angenommen wurde, dass Fotovoltaik-Anlagen allerdings „höchstwahrscheinlich im Laufe der Jahre in ihrer Fähigkeit zur Solarstromproduktion sukzessive etwas nach[lassen]“.

d) 21-jährige Vergütung und Berücksichtigung der indirekten Kosten

Unter diesen Punkt haben wir zwei „Korrekturen“ zusammengefasst, die im Gegensatz zu den vorhergehenden Korrekturen jeweils zu *höheren* Förderkosten führen als in den ursprünglichen RWI-Berechnungen. Zum einen wurde berücksichtigt, dass die EEG-Förderung über das Startjahr einer Anlage hinaus 20 Jahre gewährt wird, d. h. insgesamt für knapp 21 Jahre (und nicht nur maximal 20 Jahre), zum anderen wurden aus der Literatur Abschätzungen von indirekten Kosten übernommen, die durch den Ausbau erneuerbarer Energien entstehen und letztlich von den Verbraucherinnen und Verbrauchern zu tragen sind. Dabei handelt es sich vor allem um zusätzliche Regel-/Ausgleichsenergie, die bereitgehalten werden muss.

In Zusammenhang mit dem Förderzeitraum sprechen die RWI-Autoren in ihrer Replik von einer „zweckmäßigen Vereinfachung“, die – da sie für sich genommen zu einer Verringerung der berechneten Förderkosten führe – deutlich mache „dass es uns auf eine objektive Abschätzung der durch die Förderung entstehenden Kosten, nicht um die quantitative Untermauerung einer „Botschaft“ geht“.

Die Darstellung der von uns an der RWI-Studie vorgenommenen vier „Korrekturen“ zeigt, dass die Autoren des RWI in ihrer Replik zwar im Wesentlichen die von uns vorgenommenen unmittelbaren Korrekturen (oder Präzisierungen) ihrer Berechnungen als in der Sache korrekt akzeptieren (s. o.). Sie argumentieren aber, dass die sich daraus insgesamt ergebende Abweichung mit rund 6 % bzw. 3,7 Mrd. Euro niedrig ausfalle und „im Rahmen der Schätzunsicherheit“ liege. Eine solche Bewertung ist sicherlich möglich, es würde uns aber freuen, wenn das RWI bei möglichen zukünftigen Berechnungen entsprechende Präzisierungen vornimmt bzw. zumindest Vereinfachungen als solche explizit ausweist, wenn sie zu nicht unerheblichen Abweichungen führen.³

³ Abweichungen von jeweils mindestens einer Milliarde Euro und mehreren Prozent halten wir allerdings für nicht unerheblich.

3 Diskussion über Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte in den Kostenberechnungen

Das RWI akzeptiert in seiner Replik keinen der drei Aspekte, die aus unserer Sicht zusätzlich bei der Berechnung berücksichtigt werden müssten und die zu einer weiteren Absenkung der errechneten Fotovoltaik-Kosten um bis zu etwa einem Drittel führen würden. Dabei geht es um die Berücksichtigung

- a) des so genannten Merit-Order-Effets,
- b) einer wahrscheinlichen Lebensdauer von Fotovoltaik-Modulen von über 21 Jahren und
- c) einer Diskontierung von in Zukunft anfallenden Kosten.

Im Folgenden setzen wir uns mit den Argumenten in der RWI-Replik zu diesen Aspekten auseinander. Dabei sollte deutlich werden, dass zwar über die exakte Quantifizierung dieser zusätzlichen Aspekte diskutiert werden kann, dass es aber gleichzeitig keinen Grund gibt, eine Berücksichtigung dieser Aspekte – wie in der RWI-Replik geschehen – als „nicht stichhaltig oder gar grob fehlerhaft“ zu bezeichnen.

a) Merit-Order-Effekt

Der Merit-Order-Effekt beschreibt die Strompreisbildung an der Börse. Hier hat sich bereits in der Vergangenheit gezeigt, dass die Einspeisung erneuerbarer Energien einen leicht dämpfenden Effekt auf den Börsenpreis hat. Gestützt auf mehrere Studien schätzten wir diesen Effekt vorsichtig auf (kumuliert) ca. 43 Mrd. Euro₂₀₀₇ über den Zeitraum von 2000 bis 2020 für alle erneuerbaren Energien bzw. auf anteilig 3,4 Mrd. Euro₂₀₀₇ für die Fotovoltaik. Die Autoren des RWI argumentieren in ihrer Replik allerdings, dass die durch das zusätzliche Stromangebot durch erneuerbare Energieträger an der Strombörse zu erwartenden fallenden Einkaufspreise – so weit stimmen sie mit uns überein – von den Stromversorgern nicht an die Endkundinnen und -kunden in Form niedrigerer Strompreise weitergereicht werden. Zu Recht weisen die RWI-Autoren darauf hin, dass sowohl die Wettbewerbsintensität auf dem Strommarkt als auch die Nachfrageelastizität der Stromverbraucher relativ gering sind. Wir teilen allerdings nicht ihre Schlussfolgerung daraus, dass daher mit „keiner nennenswerten Weitergabe des Kostenvorteils zu rechnen“ ist. Die Frage nach dem Ausmaß der Weitergabe des Kostenvorteils lässt sich empirisch nicht zuverlässig bestimmen. Entsprechende empirische Studien sind uns auch nicht bekannt. Aber allein auf theoretischer Basis von „keiner nennenswerten Weitergabe“ auszugehen, halten wir nicht für sachgemäß. Bei unserer Nachrechnung haben wir explizit die Gegenposition einer *vollständigen* Weitergabe (im Gegensatz zu *gar keiner* Weitergabe beim RWI) zu Grunde gelegt.

Diese Annahme überschätzt sicherlich die Kostenersparnis der Stromverbraucher infolge des Merit-Order-Effekts. Auf der anderen Seite haben wir bei dem ebenfalls unsicheren gesamten Volumen des Merit-Order-Effekts eher konservative Annahmen getroffen, indem wir angenommen haben, dass dieses Volumen in Zukunft kontinuierlich zurückgeht und bis zum Jahr 2020 auf Null sinkt. Die hohe Unsicherheit bei diesem Effekt auf die Kosten für die Stromverbraucherinnen und -verbraucher ist aus unserer Sicht am besten durch Sensitivitätsanalysen abzubilden.⁴ Wenn aber

⁴ Diese Kritik kann auch für unsere Studie angeführt werden. Auch hier wäre bei dieser und den weiter unten erwähnten Unsicherheiten eine Sensitivitätsanalyse aussagekräftiger gewesen, die zu einer Spannweite der sich durch alle unsere Aspekte ergebenden Abweichung zwischen unserer Berechnung und der des RWI ge-

z. B. aus Gründen der Vereinfachung nur eine bestimmte Weitergabe angenommen wird, so sollte dies explizit erwähnt werden.

b) Lebensdauer von Fotovoltaik-Modulen

In unseren Berechnungen haben wir – unter Verweis auf zwei Aufsätze aus referierten Fachzeitschriften – argumentiert, dass Fotovoltaik-Anlagen im Durchschnitt eine Lebenszeit von mindestens 25 Jahren erreichen, d. h. deutlich länger als die vom RWI implizit zugrunde gelegten 20 Jahre Strom erzeugen, der dann nach Auslaufen der Förderung der jeweiligen Anlage völlig ohne Subventionen zur Verfügung stünde. Die in der RWI-Veröffentlichung ausgewiesenen Fotovoltaik-Kosten würden durch diesen Effekt um weitere drei bis vier Milliarden Euro verringert. Dennoch schreiben die RWI-Autoren in ihrer Replik: „Wie lange die Lebenszeit der Fotovoltaik-Anlagen tatsächlich sein wird, ist mangels empirischer Erfahrung jedoch äußerst ungewiss, denn die durch das EEG geförderten Anlagen sind gerade etwas mehr als zehn Jahre alt.“ Die empirische Untersuchung (Dunlop und Halton 2005), auf die wir in unserer Studie verweisen, hat viele verschiedene Silizium-Fotovoltaik-Anlagen untersucht, die Anfang der 1980er Jahre in Norditalien installiert wurden und auch mehr als 20 Jahre später noch Strom erzeugten. Empirische Erfahrungen liegen also durchaus vor und wir sehen keinen Grund zur Annahme, warum die durch das EEG geförderten, deutlich neueren Anlagen geringere Lebenszeiten aufweisen sollen als Anlagen, die in den 1980er Jahren installiert wurden. So nimmt z. B. eine aktuelle Studie des Beratungsunternehmens A.T. Kearney für Phoenix Solar (A.T. Kearney 2010) Modullebenszeiten von 30 bis 35 Jahren an.⁵

c) Diskontierung von in Zukunft anfallenden Kosten

Schließlich haben wir in unserer Studie die RWI-Berechnungen zusätzlich modifiziert, indem wir eine Diskontierung zukünftig anfallender Kosten vorgenommen haben.⁶ Eine solche Diskontierung bedeutet, dass diejenigen Kosten, die die Stromverbraucherinnen und -verbraucher erst in Zukunft zu leisten haben, gegenüber gegenwärtigen Kosten niedriger gewichtet werden. Grundlage für dieses Vorgehen ist die in der Ökonomie übliche Annahme einer „Zeitpräferenz“: In der Regel bevorzugt ein Konsument es, ein Gut unmittelbar konsumieren zu können und nicht erst in (ferner) Zukunft. Umgekehrt bevorzugt er es, für Kosten erst in Zukunft aufkommen zu müssen und nicht schon heute. Mindestens zwei verschiedene Gründe können für eine solche Zeitpräferenz aufgeführt werden (Weltbank 2009):

- Eine grundsätzliche „Ungeduld“, die dazu führt, dass zeitlich früher genießbarer Nutzen höher bewertet wird als später genießbarer (ansonsten aber identischer) Nutzen.
- Das erwartete reale, d. h. über die Inflationsrate hinausgehende Wirtschaftswachstum in den nächsten Jahrzehnten führt dazu, dass zukünftige Kosten für Verbraucher bzw. Gesellschaft leichter zu tragen sind als heute.⁷

führt hätte. Über solche Sensitivitätsanalysen haben wir während der Bearbeitung der Studie auch nachgedacht, sie aus zeitlichen Gründen allerdings nicht durchgeführt.

⁵ Nicht zuletzt aufgrund dieser im Vergleich zu den RWI-Berechnungen deutlich längeren angenommenen Lebenszeit kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass die ab dem Jahr 2010 in Deutschland zugebauten Fotovoltaik-Anlagen – trotz der Subventionierungen – zu einem volkswirtschaftlichen Gewinn führen.

⁶ Selbstverständlich haben wir dabei nicht die als Barwert ausgedrückte Summe der Kosten diskontiert, sondern die in der Zukunft jährlich anfallenden nominalen Nettokosten der PV-Förderung. Wieso die RWI-Autoren zu einer anderen Vermutung kommen ist uns nicht klar.

⁷ Beispielsweise sind 100 Euro heute für eine Person mit einem monatlichen Einkommen von 1.000 Euro wertvoller als 100 Euro in zwanzig Jahren bei einem monatlichen Einkommen von 1.200 Euro (bei gleichem Geld-

Diese Diskontierung aufgrund von „Zeitpräferenzen“ ist etwas grundsätzlich anderes als eine Diskontierung aufgrund von Inflation.⁸ Da die Vergütungszahlungen im deutschen EEG nicht an die Geldentwertung durch Inflation angepasst werden, sinkt (real) auch die Vergütung bestehender Anlagen im Zeitablauf. Dies hat das RWI in seinen Berechnungen beachtet, indem eine jährliche Inflationsrate von 2 % unterstellt wurde und die zukünftig anfallenden (nominalen) Differenzkosten entsprechend diskontiert wurden, um die tatsächlichen (realen) Kosten abzubilden. Diese Diskontierung durch das RWI berücksichtigt aber noch keine Zeitpräferenz.

Eine genaue Höhe der Diskontrate für Zeitpräferenz ist wissenschaftlich nicht zu bestimmen, eine Festlegung erfordert immer auch normative Bewertungen. In unserer Studie haben wir uns bei dieser Frage an die „Methodenkonvention“ des Umweltbundesamtes gehalten, die für die Diskontierung zukünftiger realer (d. h. bereits inflationsbereinigter) Kosten und Nutzen „[f]ür Zeithorizonte bis zu 20 Jahren [...] standardmäßig eine Diskontrate in Höhe von 3 Prozent“ empfiehlt (UBA 2007).

Der Hinweis der RWI-Autoren, dass gerade Befürworter von frühzeitigem und ambitioniertem Klimaschutz (z. B. Stern 2006) sehr niedrige Diskonraten empfehlen ist zwar korrekt, diese Argumentation bezieht sich aber auf weit in die Zukunft reichende Berechnungen, die mehrere Generationen umfassen. Bei solchen langen Zeiträumen führen hohe Diskonraten dazu, dass weit in der Zukunft liegende Kosten aus heutiger Sicht nahezu unbedeutend erscheinen. Insbesondere bei Kosten infolge des Klimawandels ist es aber sehr fragwürdig, ob diese (z. B. Verlust von Land durch Meeresspiegelanstieg) durch eine vermutete höhere zukünftige Wirtschaftsleistung kompensiert werden können. Außerdem wird bei einer auf mehrere Generationen bezogenen Diskontierung die „Zeitpräferenz“ zwischen verschiedenen Generationen, nicht innerhalb einer Generation angewandt, was ethisch sehr fragwürdig ist. Aus diesen Gründen empfiehlt auch das Umweltbundesamt für Zeiträume über 20 Jahre eine Diskontrate von 1,5 Prozent anzusetzen und bei „intergenerationellen Analysen [...] eine Sensitivitätsrechnung mit einer Diskontrate von Null Prozent durchzuführen.“

wert). Dies gilt zumindest dann, wenn der in den Wirtschaftswissenschaften allgemein akzeptierten Theorie vom abnehmenden Grenznutzen nicht widersprochen wird.

⁸ Das nordirische Department of Finance and Personnel bringt dies auf seiner Internetseite mit dem folgenden Satz auf den Punkt: „Normally people prefer to receive cash sooner rather than later, and pay bills later rather than sooner. This is true even after allowing for inflation.“ (DFP 2010)

4 Diskussion um nicht quantifizierbare positive Effekte durch den Fotovoltaik-Ausbau

Letztlich gehen die RWI-Autoren in ihrer Replik auch auf einige von uns angeführte Aspekte ein, die aus unserer Sicht zwar als Folge des Ausbaus der Fotovoltaik – auch für die Stromverbraucherinnen und -verbraucher – zu Vorteilen führen, die allerdings nicht zuverlässig quantifizierbar sind. Hierzu zählen wir unter anderem die Reduktion von CO₂-Emissionen sowie weiterer Luftschadstoffe, die Reduktion der Importabhängigkeit, die Schonung endlicher Ressourcen sowie – bei einhergehender Reduktion der Nutzung der Atomkraft – eine Verringerung von Großrisiken.

Die Autoren des RWI bestreiten, dass die von uns genannten zusätzlichen, nicht-quantifizierbaren positiven Effekte einer Fotovoltaik-Förderung relevant sind. Insbesondere vertreten Sie in ihrer Replik die folgenden Thesen:

- a) Die Förderung der Fotovoltaik führt nicht zu einer Reduktion von CO₂-Emissionen.
- b) Die Förderung der Fotovoltaik führt nicht zu positiven (Netto-)Beschäftigungseffekten.
- c) Möglicherweise vorhandene andere positive Effekte könnten zu geringeren Kosten realisiert werden, wenn nur die derzeit kostengünstigsten erneuerbaren Energien gefördert würden.

Im Folgenden gehen wir auf diese Thesen im Einzelnen ein.

a) Reduktion von CO₂-Emissionen

Die Autoren des RWI verneinen, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien im deutschen Stromsystem tatsächlich zu CO₂-Emissionsreduktionen führt. Sie argumentieren, dass der bestehende Emissionshandel unabhängig vom Ausbau der erneuerbaren Energien dafür sorgt, dass sich in den relevanten Sektoren (zu denen auch der Stromsektor zählt) ein bestimmtes Emissionsniveau in Höhe der festgelegten Emissionsobergrenze ergibt. Den zentralen Schwachpunkt ihrer Argumentation, dass nämlich die Festlegung dieser Emissions-Obergrenze im EU-Emissionshandelssystem politisch bereits in der Vergangenheit und zwar auf EU-Ebene unter expliziter Berücksichtigung der komplementären Effekte des Ausbaus der erneuerbaren Energien erfolgte und in Zukunft der durch die direkte Förderung erwartete Ausbau der erneuerbaren Energien ebenfalls bei der Festlegung der Emissionsobergrenze berücksichtigt wird, weisen sie zurück: Die Regierungen könnten, so die RWI-Autoren, die spezielle Förderung der erneuerbaren Energien fallen lassen und stattdessen ausschließlich niedrigere Emissionsobergrenzen festlegen. Dies würde es ermöglichen, die Emissionsreduktionen zu geringeren Kosten zu erreichen.

Genau dieser Argumentation haben wir an anderer Stelle unserer Studie für den – aus Sicht des Klimaschutzes notwendigen – Fall langfristig drastischer Emissionsreduktionen ausführlich widersprochen:

- Unsere theoretische Argumentation (s. Abschnitt 4.2 unserer Studie) zeigt, dass der Emissionshandel alleine längerfristig keine kostenoptimalen Emissionsreduktionen erzielen kann, sondern dass es zusätzlich einer technologiespezifischen Förderung bedarf. Das RWI geht auf diese Überlegungen, die sich ebenfalls im kürzlich erschienenen Sondergutachten des Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 2011) finden, nicht ein.

Ebenso wenig wird in der RWI-Replik auf zwei weitere Argumente in unserer Studie eingegangen, die ebenfalls das Argument entkräften, dass die spezifische Förderung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien durch das EEG nicht zu CO₂-Emissionsreduktionen führen würde:

- Die durch das EEG und vergleichbare Förderinstrumente in der EU induzierten Kostensenkungen bei Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien führen zu einem höheren Einsatz dieser Technologien auch in solchen ausländischen Märkten, die keinem CO₂-Emissionshandel unterliegen (z. B. China, Indien, USA).
- Es ist außerdem davon auszugehen, dass die Vorreiterrolle von Ländern wie Deutschland in Verbindung mit den dadurch erzielten Kostensenkungen bei den regenerativen Technologien die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass in Zukunft Länder, die gegenwärtig beim Klimaschutz noch zögerlich sind, eher bereit sein werden, internationalen Verträgen beizutreten und selbst verstärkt Klimaschutz zu betreiben.

b) Schaffung von Arbeitsplätzen

Tatsächlich halten auch wir es – aus den in der RWI-Replik genannten Gründen – für wenig wahrscheinlich, dass die Förderung der Fotovoltaik in Deutschland in der Nettobetrachtung zu positiven Arbeitsplatzeffekten führt. Insofern war unser Hinweis auf die „Schaffung von Arbeitsplätzen“ an der entsprechenden Stelle missverständlich. Wir hatten jedoch in dem Absatz explizit von den positiven Effekten durch die Förderung auch von erneuerbaren Energien „im Allgemeinen“ gesprochen. Für die gesamte Förderung der erneuerbaren Energien durch das EEG belegt z. B. die aktuelle und umfassende Studie von Lehr u. a. (2011), „dass die Arbeitsplatzeffekte auch dann positiv sind, wenn diejenigen direkten und indirekten Effekte der Förderung, die in anderen Bereichen zu Arbeitsplatzverlusten führen, berücksichtigt werden.“⁹

c) Beschränkung der Förderung erneuerbarer Energien auf günstigere Technologien

Sowohl in ihrem Positionspapier als auch in ihrem BWK-Artikel argumentieren die RWI-Autoren, dass anstatt der Fotovoltaik nur die günstigeren Technologien zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gefördert werden sollte, sofern eine Förderung überhaupt erwünscht ist. Auf diese Weise könnten möglicherweise vorhandene positive externe Effekte wie „Reduktion der Importabhängigkeit“ und „Schonung endlicher Ressourcen“ zu deutlich geringeren Kosten erzielt werden. Diese Argumentation verkennt nach unserer Ansicht, dass für ambitionierten globalen Klimaschutz ein möglichst breites Technologieportfolio notwendig sein wird. Aktuelle Klimaschutzenszenarien für Deutschland rechnen durchgängig mit einem Anstieg des Stromanteils der Fotovoltaik von aktuell (2010) rund 2 % (AG Energiebilanzen 2010) auf 5 bis 15 % im Jahr 2050 (WWF 2009; BMU 2010; SRU 2011; BMWi 2010). In globalen Energieszenarien wird ein steigender Anteil der Fotovoltaik an der gesamten Stromerzeugung je nach Klimaschutzenszenario von 0,06 % im Jahr 2008 (IEA 2011) auf 6 bis 16 % bis Mitte des Jahrhunderts erwartet (IEA 2010; EREC, Greenpeace 2010).

Die Fotovoltaik wird also allgemein als wichtiger Baustein einer nachhaltigen Energieversorgung betrachtet. Erst das Investieren in neue Technologien führt über „Lerneffekte“ zur Senkung der spezifischen Kosten, wie dies die tatsächlich bereits eingetretenen signifikanten Kostensenkungen der Fotovoltaik in der Vergangenheit gezeigt haben. Auf Investitionen in bestimmte Technologien

⁹ Hinzu kommt die Tatsache, dass Arbeitsplätze in der Branche der erneuerbaren Energien (insbesondere bei der Fotovoltaik und der Biomasse) zu einem erheblichen Anteil in strukturschwachen Regionen entstehen.

zu verzichten, weil sie heute noch relativ teuer sind, kann deshalb mittel- bis langfristig das Erreichen ambitionierter Klimaschutzziele gefährden oder teurer machen als notwendig (vgl. Kapitel 4.2 in Lechtenböhmer, Samadi 2010).

5 Fazit

Wir begrüßen, dass sich die Autoren des RWI in ihrer im Dezember 2010 veröffentlichten Replik mit unseren Einwänden zu ihren breit publizierten Berechnungen der Kosten der Fotovoltaik auseinandersetzen und dabei Ungenauigkeiten in ihrem Vorgehen einräumen. Wir verstehen aber nicht, dass sie ihre Ungenauigkeiten, die die Kosten der Förderung der Fotovoltaik immerhin in einer Größenordnung von rd. 3,7 Mrd. Euro zu hoch erscheinen lassen, auch in neuesten Veröffentlichungen nicht korrigieren, sondern als im Rahmen der Schätzungenauigkeit vernachlässigbar stehen lassen.

Wir halten daneben – wie dargelegt – die grundsätzliche Ablehnung der durch uns in die Diskussion gebrachten zusätzlichen quantitativen Modifikationen (Merit-Order-Effekt, längere Lebensdauer, Diskontierung zukünftiger Kosten), wie sie in der Replik der RWI-Autoren erfolgt, für nicht überzeugend. Über die genaue Quantifizierung dieser Aspekte kann und sollte sicherlich auf wissenschaftlicher Grundlage diskutiert werden, ihr potenziell signifikanter Einfluss auf die Kosten der Fotovoltaik-Förderung für die Stromverbraucherinnen und -verbraucher steht aus unserer Sicht aber außer Frage.

Aufgrund des großen potenziellen Beitrags der Fotovoltaik für den zukünftigen Klimaschutz in Deutschland und der Welt halten wir kurz- bis mittelfristig entstehende Mehrkosten – die wie wir hier nochmals belegt haben, deutlich niedriger liegen als z. T. angenommen wird¹⁰ – bei den Abnehmerinnen und Abnehmern von Strom für den Ausbau und die technische Fortentwicklung der Fotovoltaik grundsätzlich für akzeptabel. Gleichzeitig vertreten wir die Meinung, dass die im vergangenen Jahr in Deutschland erzielte Ausbaurate der Fotovoltaik in den kommenden Jahren nicht aufrechterhalten werden sollte. Denn mittelfristig ist die Menge der in das Stromsystem integrierbaren Fotovoltaik-Leistung begrenzt und die durch einen sehr starken Ausbau entstehenden Mehrkosten (in Form einer steigenden EEG-Umlage) können die Akzeptanz der gesamten Förderung erneuerbarer Energien gefährden.¹¹

Aus unserer Sicht sollte die politische Antwort aber keine Einstellung der Fotovoltaik-Förderung sein, sondern eine intelligente Anpassung der Förderung innerhalb des EEG, die zwar ggf. das Ausbautempo einzelner Stromerzeugungstechnologie modifiziert, gleichzeitig aber möglichst stabile Rahmenbedingungen für Unternehmen und Investoren beibehält.

¹⁰ AT Kearney (2010) geht sogar davon aus, dass die Förderung der Fotovoltaik bereits heute zu einem volkswirtschaftlichen Gewinn führt.

¹¹ Vgl. hierzu einen Appell mehrerer deutscher Energieforscherinnen und -forscher vom Dezember 2010, der der Politik dringend Maßnahmen zur Begrenzung des jährlichen Fotovoltaik-Ausbaus empfiehlt (Erdmann u. a. 2010).

6 Literatur

- AG Energiebilanzen (2010):** Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen - Primärenergieverbrauch 2010, <http://www.ag-energiebilanzen.de/componenten/download.php?filedata=1292582088.pdf&filename=AGEB-Tagung%20Dez%202010%20Strom.pdf&mimetype=application/pdf>, Stand: 20.02.2011.
- A.T. Kearney (2010):** Wahrer Wert der Fotovoltaik für Deutschland, http://www.phoenixsolar.de/export/sites/de/Presse/Studien/downloads/Zusammenfassung_Studienergebnisse_deutsch.pdf, Stand: 20.02.2011.
- BMU (2010):** Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – „Leitstudie 2010“, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010_bf.pdf, Stand: 20.02.2011.
- BMWi (2010):** Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/studie-energieszenarien-fuer-ein-energiekonzept,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>, Stand: 09.10.2010.
- DFP – Department of Finance and Personnel (2010):** Glossary, <http://www.dfpni.gov.uk/index/finance/eag/eag-glossary.htm>, Stand: 20.02.2011.
- Dunlop, E. D.; Halton, D. (2005):** The performance of crystalline silicon photovoltaic solar modules after 22 years of continuous outdoor exposure, in: Progress in Photovoltaics: Research and Applications, Band 14, S. 53-64.
- EREC; Greenpeace (2010):** Energy [R]evolution – A sustainable world energy outlook, <http://www.energyblueprint.info/>, Stand: 20.02.2011.
- Fischedick, M.; Samadi, S. (2010):** Die grundsätzliche wirtschaftstheoretische Kritik am Erneuerbare-Energien-Gesetz greift zu kurz, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Band 60, S. 122-128.
- Frondel, M.; Ritter, N.; Schmidt, C. M.; Vance, C. (2010):** Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience, in: Energy Policy, Band 38, S. 4048-4056.
- Frondel, M.; Schmidt, C. M.; aus dem Moore, N. (2010):** Eine unbequeme Wahrheit – Die frapierend hohen Kosten der Förderung von Solarstrom durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz, http://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-positionen/Pos_040_Eine-unbequeme-Wahrheit.pdf, Stand: 20.02.2011.

- Fronde, M.; Schmidt, C. M.; aus dem Moore, N. (2011):** Explodierende Kosten – Auswirkungen der Photovoltaik-Förderung in Deutschland, in: BWK, Band 63, S. 63-66.
- IEA (2010):** Energy Technology Perspectives 2010, Paris, 2010.
- IEA (2011):** Electricity/Heat in World in 2008,
http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=29, Stand: 20.02.2011.
- Lechtenböhmer, S.; Samadi, S. (2010):** Kurzanalyse zur aktuellen Diskussion um die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromversorgung verbundenen Kosten und Nutzen,
http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Kosten_und_Nutzen_der_EEG-Foerderung_Endbericht_WI.pdf, Stand: 20.02.2011.
- Lehr, U.; Lutz, C.; Edler, D.; O’Sullivan, M.; Nienhaus, K.; Nitsch, J.; Breitschopf, B.; Bickel, P.; Ottmüller, M. (2011):** Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_arbeitsmarkt_bf.pdf, Stand: 31.03.2011.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011):** Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung, Sondergutachten,
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_Sondergutachten_100Prozent_Erneuerbare.pdf?__blob=publicationFile, Stand: 20.02.2011.
- Stern, N. (2006):** Stern Review – The Economics of Climate Change,
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm, Stand: 20.02.2011.
- UBA – Umweltbundesamt (2007):** Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten,
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3193.pdf>, Stand: 20.02.2011.
- Weltbank (2009):** World development report 2010: development and climate change,
<http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>, Stand: 20.02.2011.
- WWF (2009):** Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050, http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/WWF_Modell_Deutschland_Endbericht.pdf, Stand: 20.02.2011.