

# GAIA

20  
Years of  
GAIA

4 | 2012

ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT  
ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY



- ENERGIEWENDE IN DEUTSCHLAND
- SUSTAINABLE USE OF SCARCE METALS
- NACHHALTIGKEITSKOMMUNIKATION

# Die deutsche Energiewende: gesellschaftliches Experiment und sozialer Lernprozess

*Reaktion auf E. Gawel et al. 2012. Die deutsche Energiewende – ein Skandalon? Falscher Alarm! Durch die Energiewende drohen weder Planwirtschaft noch „Kosten-Tsunami“. GAIA 21/4: 278–283*

Michael Pahle, Brigitte Knopf,  
Ottmar Edenhofer

**The German Energy Transition: Societal Experiment and Social Learning Process**

GAIA 21/4 (2012): 284–287 | **Keywords:** co-benefits, conflict of goals, energy policy

In ihrem Artikel *Die deutsche Energiewende – ein Skandalon?* setzen sich Gawel et al. (2012) mit der vor allem von Ökonom(innen) geäußerten Kritik zur deutschen Energiewende und deren Kosten auseinander. Sie orientieren sich dabei an zwei Fragen: 1. Ist die Energiewende ein ökonomisch vertretbares Ziel? 2. Wird die Energiewende mit kostenminimalen Mitteln beziehungsweise Instrumenten umgesetzt? Die Bandbreite der ökonomischen Kritik ist dadurch gekennzeichnet, dass sie entweder eine oder beide Fragen mit Nein beantwortet. Die Autoren kommen sinngemäß zu dem Schluss, dass die Kritik an der Energiewende nicht haltbar und die von ihnen zu beobachtende Skandalisierung wohl auch durch ein „rent seeking“ zugunsten alter, hochprofitabler Strukturen“ motiviert sei. Sie stellen darüber hinaus fest, dass für niedrigere Strompreise in erster Linie mehr Wettbewerb notwendig sei, dass aber selbst hohe Strompreise noch Anreize zu Energieeinsparungen böten und damit zu „marktwirtschaftlicher Verantwortung (...) auch auf der Nachfrageseite“ führten. Ihr Fazit legt insgesamt nahe, dass die Autoren die Energiewende nicht als skandalös empfinden und die Kritik der Ökonom(innen) als verkürzt und unzutreffend beurteilen.

Es ist nachvollziehbar, dass Gawel et al. eine Notwendigkeit sehen, sich mit der ökonomischen Kritik auseinanderzusetzen – nicht zuletzt weil die verwendete politische Extremwetterereignis-Rhetorik („Kosten-Tsunami“) provokativ und alles andere als

sachlich ist. Doch der von Gawel et al. gewählte Ansatz beschäftigt sich nur vordergründig mit den Kosten der Energiewende. Zwar relativieren sie die These, die Energiewende sei insgesamt zu teuer. Die Autoren argumentieren jedoch in einer Weise, die nahelegt, dass sie diese vor allem aus umweltpolitischen Gründen für richtig und gerechtfertigt halten, während sie wirtschaftlichen Aspekten nur geringes Gewicht beimessen. Es bedarf aber einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive, um zielführend und konstruktiv über soziale Kosten und Nutzen und vor allem deren Implikationen für politische Entscheidungsprozesse diskutieren zu können. Dies wiederum erfordert eine Diskussion über die relevanten Ziele der Energiewende und ihre Gewichtung.

## Energiewende und politische Ziele

Die Diskussion wird dadurch erschwert, dass die Ziele der Energiewende nicht hinreichend geklärt sind. Tatsächlich ist die Lage verwirrend – Sigmar Gabriel spricht gar von einem Zielfinferno (Reeh 2011). Gesetzt sind sicherlich die Kernziele des energiepolitischen Zieldreiecks: Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit. Diese finden sich beispielsweise im aktuellen *Energiekonzept* der Bundesregierung (2010).<sup>1</sup> Darüber hinaus werden weitere Ziele in der politischen Debatte diskutiert. Gawel und Lehmann (2011) nennen etwa an anderer Stelle und mit Bezug auf die Förderung der erneuerbaren Energien (EE) auch Luftreinhaltung und Ressourcenschutz sowie regionale Entwicklung und Beschäftigung. In der aktuellen Fassung des *Erneuerbare-Energien-Gesetzes* (EEG 2012) finden sich in Paragraph 1 zum Zweck des Gesetzes zwar keine Hinweise darauf, aber über die Erweiterung des energiepolitischen Zieldreiecks wird zumindest in der öffentlichen Arena diskutiert.

**Kontakt:** Dr. Michael Pahle (korrespondierender Autor) |  
Tel: +49 331 2882465 | E-Mail: michael.pahle@pik-potsdam.de

Dr. Brigitte Knopf | E-Mail: brigitte.knopf@pik-potsdam.de

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer | Mercator Research Institute on  
Global Commons and Climate Change (MCC) | Berlin | Deutschland |  
E-Mail: ottmar.edenhofer@pik-potsdam.de

alle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) | Postfach 601203 |  
14412 Potsdam | Deutschland

© 2012 M. Pahle et al.; licensee oekom verlag.  
This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License  
(<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), which permits unrestricted use, distribution,  
and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<sup>1</sup> Im ersten Satz heißt es: „Die Sicherstellung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts“ (S. 3).

Erweitert man den Kreis der Kernziele allerdings, muss man die im Rahmen der Förderung der EE anfallenden entsprechenden Wirkungen als *co-benefits* verstehen. Diese treten auf, weil es mehr Ziele als politische Instrumente gibt. In diesem Zusammenhang heißt das, dass etwa für Luftreinhaltung und Ressourcenschutz bisher noch keine eigenen politischen Instrumente entwickelt wurden. Mehr noch: Es ist damit nicht gezeigt, dass es für diese Ziele nicht auch bessere Instrumente geben könnte. *Co-benefits* sind also nur dann ein sinnvolles Konzept, wenn man davon ausgehen muss, dass solche Instrumente generell fehlen oder sich nicht implementieren lassen. Wirtschaftswissenschaftlich bedeutet das, dass man sich diesbezüglich in einer *second-best* Welt befindet. Dafür mag es Gründe geben, aber diese müssen überzeugend dargelegt werden, weil sonst einer strukturierten Diskussion über die Sinnhaftigkeit entsprechender Maßnahmen der Boden entzogen wird.

Andererseits gilt aber auch für die *first-best* Welt vieler Ökonom(inn)en, dass sich diese an den politischen Realitäten messen lassen muss. Der Verweis von Gawel et al. auf die Gesamtemissionsmenge, das sogenannte *Cap*, des Emissionshandels als „interessenpolitische Variable“ mag zwar politökonomisch überspitzt sein, deutet aber im Kern durchaus berechtigt auf die Limitationen des politisch Machbaren hin. Gelingt es der Politik nämlich nicht – aus welchen Gründen auch immer –, eine langfristig glaubwürdige Obergrenze für Emissionen zu implementieren, ist die dynamische Effizienz des Instruments nicht mehr gewährleistet. Ein solches „Politikversagen“, das man analog zum Marktversagen der Ökonomie verstehen kann, könnte dazu führen, dass ein Portfolio aus Emissionshandel und komplementärer Förderung der EE eine höhere Effizienz erreicht als nur der Emissionshandel allein. Auch in dieser Hinsicht gibt es also *second-best* Welten, über deren Ursachen und Gründe man ebenfalls diskutieren muss, wenn man zu brauchbaren Lösungsvorschlägen kommen will. Auf dieser Basis sollte man ähnlich wie für Marktversagen (vergleiche Fischer und Newell 2008) genauer untersuchen, welches Portfolio an Instrumenten am effizientesten ist, um auch hier der Diskussion über die Sinnhaftigkeit politischer Maßnahmen nicht den Boden zu entziehen.

Beschränkt man sich auf das energiepolitische Zieldreieck und analysiert Kritik und Gegenkritik, stellt man wie schon angedeutet fest, dass im Kern um die Gewichtung der Ziele gestritten wird. Gawel et al. argumentieren nahezu ausschließlich im Hinblick auf Umweltverträglichkeit. Sie plädieren vom Grundgedanken her für Effektivität in dem Sinn, dass sich die Mittel und Wege zur Umsetzung der Energiewende zuvorderst an der tatsächlichen und ungefährdeten Erreichung des EE-Ausbaus orientieren müssten. Die ökonomische Kritik hingegen argumentiert im Wesentlichen für Wirtschaftlichkeit und Effizienz in dem Sinn, dass der Ausbau zu minimalen Kosten erfolgen müsse. Die Ausbauziele für EE selbst beziehungsweise die Energiewende als Ganzes werden dabei zwar nicht unbedingt infrage gestellt, aber eben auch nicht „garantiert“. Beide Standpunkte priorisieren in ihren Betrachtungen und entsprechenden Forderungen also jeweils nur ein Ziel.

Für die Gesamtausrichtung der Energiewende und die damit verbundenen politischen Entscheidungsprozesse ist dies nur bedingt hilfreich. Einerseits ist es zweifelhaft, ob angesichts der verhärteten Positionen und Gegenpositionen wirklich eine Synthese entstehen kann. Vor allem aber bleibt die Frage offen, welcher Preis für eine einseitige Gewichtung des Zieldreiecks zu zahlen ist. Dazu muss man sich darüber klar werden, in welchem Umfang die Ziele komplementär oder substitutiv zueinander sind. Mitunter können nämlich die einen nur auf Kosten der anderen erreicht werden. Solche Zielkonflikte müssen identifiziert, quantifiziert und abgewogen werden. Ein Konsens auf dieser Ebene jedoch dürfte weitaus einfacher zu erreichen sein als im Fall eines Grundsatzstreits über das „richtige“ Ziel oder Zielsystem.

Eine besondere Herausforderung der Konsensfindung gerade bei der Energiewende ist, dass die entsprechenden Ziele häufig erst bei der Wahl der Mittel zur Umsetzung deutlich werden. Diese Mittel sind einerseits die politischen Instrumente, allen voran das zur Förderung der EE. Davon zeugen die in letzter Zeit intensiv geführten Debatten um die Zukunft des EEG. Andererseits kann man aber auch die EE-Technologien selbst als Mittel ansehen, für die durchaus auch andere Ziele beziehungsweise Bewertungskriterien gelten, wie die unterschiedliche Akzeptanz unterschiedlicher Stromerzeugungstechnologien zeigt. So stellen empirische Studien wie Scheer et al. (2012) fest, dass Wind *offshore* die „beste“ und Biomasse die „schlechteste“ EE-Technologie ist. Diese Einschätzungen zeigen, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von Technologien Zielcharakter haben kann. Man denke in diesem Zusammenhang auch an die Atomenergie, die als risikobehaftete Großtechnologie ein erklärtes „Nicht-Ziel“ verschiedener gesellschaftlicher Gruppen ist.

Die angesprochenen Zielkonflikte ließen sich hypothetisch vollständig auflösen, wenn man für alle Ziele auch voneinander unabhängige Mittel jedweder Form zur Verfügung hätte. Diese „Tinbergen-Regel“ (Tinbergen 1952) trifft leider auf die Realität nur selten zu – insbesondere nicht auf die Energiewende. Hier verschränken sich Instrumente und Technologien insofern, als dass sie sich auf die Erreichung aller drei energiepolitischen Ziele gleichzeitig und fallweise sogar in unterschiedlicher Richtung auswirken. Der Streit um die „Technologieneutralität“ der EE-Förderung beziehungsweise die Rolle der Solarenergie zeigt, warum beide Seiten mit großer Verve und Leidenschaft aneinander vorbeireden: Viele Ökonom(inn)en fordern die aus reinen Effizienzgründen nötige Technologieneutralität und kritisieren in diesem Kontext die Förderung der Solarenergie, weil sie bei relativ hohen Kosten im Vergleich zu anderen EE-Technologien nur einen geringen Anteil an der EE-Stromerzeugung ausmacht (siehe dazu auch das Interview mit G. Eisenbeiß und A. Goetzberger 2011). Gawel et al. hingegen plädieren implizit für eine weitere Förderung der Solarenergie unter Verweis auf die nationale Versorgungssicherheit beziehungsweise die Anteile am Strommix in verschiedenen Zukunftsszenarien (siehe unten).

Die unterschiedlichen Standpunkte und ihre Einordnung in das politische Zielsystem liegen damit also auf dem Tisch. Doch welchen Beitrag kann die Wissenschaft jetzt diesbezüglich leis-



ten? Sie muss der Frage nachgehen, welche Zielkonflikte bestehen und wie hoch deren Opportunitätskosten sind. In diesem Prozess können auch verdeckte Konflikte sichtbar werden. Auf dieser Basis können dann Entscheidungsträger(innen) ihre Ziele gewichten. An der Kontroverse um die Solarenergie lassen sich diese Aspekte gut verdeutlichen.

**TABELLE:** Auf das energiepolitische Zieldreieck bezogener normativer Rahmen ausgewählter Szenarien zur Energiewende.

Ziel Szenario	Umwelt- verträglichkeit (EE-Ausbauziel 2050)	Wirtschaft- lichkeit (Ausbau EE)	Versorgungs- sicherheit (Stromimport/-export)
EWI et al. (2010)	ja	ja	EU-weit
Nitsch et al. (2012)	ja	nein	EU-weit
SRU (2011)	ja	ja	national/regional/EU-weit

## Die Zielkonflikte um die Solarenergie

Für die Betrachtung der Rolle der Solarenergie für die Energiewende werden die auch von Gawel et al. herangezogenen Studien EWI et al. (2010), SRU (2011) und Nitsch et al. (2012) verwendet. Bezugspunkt ist das Jahr 2050. Allen Szenarien ist gemein, dass das EE-Ausbauziel erreicht und die Versorgungssicherheit gewährleistet wird. Es existieren allerdings Unterschiede, ob dies auf rein nationaler oder durch zusätzliche Importe/Exporte auf europäischer Ebene erfolgt. Ein weiterer Unterschied besteht bezüglich der Wirtschaftlichkeit, die zwei der Szenarien erfüllen. Eine Übersicht gibt die Tabelle.

Ein erster Blick auf die Ergebnisse zeigt, dass die Solarenergie im Vergleich der Studien langfristig einen recht unterschiedlichen Anteil am Energiemix einnimmt. Für 2050 findet man bei EWI et al. (2010) eine installierte Kapazität von 39 Gigawatt, bei Nitsch et al. (2012) 67 Gigawatt für das Szenario 2011a und bei SRU (2011) 0 bis 86 Gigawatt je nach Szenario<sup>2</sup>. Die konkreten Zahlen sind natürlich von weiteren Annahmen und Rahmenbedingungen der verwendeten Modelle abhängig und zwischen den Studien daher nur eingeschränkt entlang des zielbezogenen normativen Rahmens vergleichbar (siehe dazu Pahle et al. 2012). Dennoch ist zumindest eine Abschätzung der Größenordnungen möglich, die eine Identifizierung qualitativer Unterschiede erlaubt.

Ein Unterschied in den Szenarien besteht zunächst darin, welches Gewicht sie dem Ziel der Wirtschaftlichkeit beimessen; einen geeigneten Vergleich liefern EWI et al. (2010) und Nitsch et al. (2012). Beide Szenarien erreichen das nationale EE-Ziel bei einem ähnlichen Umfang von EE-Importen aus dem europäischen Ausland in Höhe von 15 Prozent beziehungsweise elf Prozent. Die zusätzliche Wirtschaftlichkeit des EE-Ausbaus bei EWI et al. (2010) führt jedoch zu einem deutlich geringeren Ausbau gegenüber Nitsch et al. (2012), wo dieses Ziel nicht berücksichtigt wird. Einen noch größeren Einfluss auf den Anteil der Solarenergie am Strommix hat allerdings die regionale Dimension des Ziels Versorgungssicherheit. Darauf weisen die Ergebnisse der Szenarien des SRU (2011) hin: Dort wird das Maximum der oben genannten Spanne (86 Gigawatt) im Fall der vollständigen Selbstversorgung erreicht (Szenario 1a). Wird zusätzlich eine Nutzung skandinavischer Speicher zum Austausch ermöglicht, wird nur rund die Hälfte (42 Gigawatt) ausgebaut (Szenario 2.1a). In den Szenarien, die die Möglichkeit europäischer EE-Importe berück-

sichtigen, wird im Jahr 2050 gar keine Solarenergie in Deutschland mehr benötigt.

Das zugrunde gelegte Zielsystem ist also für den Ausbaupfad der Solarenergie von entscheidender Bedeutung. Verlangt man Wirtschaftlichkeit und denkt Versorgungssicherheit europäisch, so kommt es nur zu einem vergleichsweise geringen Ausbau in Deutschland. Verlangt man nationale Autarkie und fordert Wirtschaftlichkeit nicht, kommt ein vergleichsweise umfangreicher Ausbau in Deutschland zustande. Tatsächlich ist also die Kontroverse zwischen Gawel et al. und Teilen der ökonomischen Zunft auf eine unterschiedliche Auffassung über die Priorität energiepolitischer Ziele zurückzuführen. Was aber bedeutet dies für die politische Entscheidungsfindung und die Rolle der Wissenschaft im Rahmen der Energiewende?

## Die Iteration von Zielen und Mitteln als sozialer Lernprozess

Eine Antwort auf diese Frage bietet die Berechnung der Opportunitätskosten verschiedener Ziele beziehungsweise Zielkonstellationen. Dazu gehört auch, dass alle Seiten die für sie relevanten Ziele konkret darlegen. Solche Rechnungen können aufzeigen, wie teuer Alternativen im Vergleich sind. Was würde es zum Beispiel kosten, wenn man die Versorgungssicherheit nicht europäisch, sondern national sicherstellt? Und was würde es zusätzlich kosten, wenn der EE-Ausbau nicht kostenoptimal, sondern nach etwaigen anderen Prinzipien erfolgt? Opportunitätskosten stellen also ein Kriterium dar, mit dem man zwischen politischen Alternativen entscheiden oder sie zumindest abwägen kann.

Solche Berechnungen findet man in der wissenschaftlichen Politikberatung jedoch nur selten. Eine Ausnahme sind die Szenarien des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU 2011), die zumindest mehrere gleichwertige Alternativen für das Ziel Versorgungssicherheit untersuchen. Auch die Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung zum Atomausstieg (Knopf et al. 2011) hat verschiedene Ausstiegsszenarien auf Basis unterschiedlicher gesellschaftlicher Positionen exploriert und so versucht, deren jeweilige Zielsysteme einfließen zu lassen. Problematisch für die wissen-

<sup>2</sup> Bei Einschränkung auf die Szenarienfamilie a mit einer Stromnachfrage von 500 Terawattstunden im Jahr 2050.

schaftliche Politikberatung sind allerdings Szenarien, die nur einen und daher scheinbar alternativlosen Pfad beschreiben. Dieser Ansatz mag der politischen Durchschlagskraft von Vorschlägen zuträglich sein – zur Offenlegung der Zielkonflikte und zur Transparenz der Entscheidungen trägt er nicht bei.

Die deutsche Energiewende ist ein gesellschaftliches Experiment von erheblicher Tragweite; der Streit um Ziele und Mittel ist gerade dann sinnvoll, wenn er einen sozialen Lernprozess initiiert (vergleiche Edenhofer und Kowarsch 2012). Dass dabei die Politik die Ziele nicht ein für alle Mal fixiert und die Wissenschaft die optimale „Erreichung“ dazu auslotet, liegt auf der Hand, da die Ziele neu bewertet werden müssen, wenn die Wahl der Mittel ihre Erreichung unterminiert. Ein besonders relevantes Beispiel dafür ist die Biomasse, für die unter dem Aspekt „Teller oder Tank“ ein essenzieller Konflikt bestehen kann (vergleiche Leopoldina 2012).

Für die deutsche Energiewende gibt es also mehrere gangbare Pfade. Es wäre nun Aufgabe der Wissenschaft, entsprechend den Zielen die Alternativen für die Förderung der EE ebenso auszuloten wie das Design eines zukünftigen Strommarkts und die Bedeutung des Emissionshandels – auf diese Weise kann Politikberatung relevant sein, ohne politische Entscheidungen vorwegzunehmen. Es wäre gut, wenn die an dem Streit Beteiligten nicht aneinander vorbei argumentieren, sondern die Lösungsmöglichkeiten ausloten und ihre Bewertungskriterien auf den Tisch legen würden. Zu diesem Zweck sollte die Kritik an der mangelnden Wirtschaftlichkeit der Energiewende ernst genommen werden. Aber auch die auf Kosteneffizienz konzentrierten Ökonom(inn)en sollten akzeptieren, dass Zielsysteme erweiterbar und nicht ein für alle Mal festgelegt sind. Diese Debatte könnte auf beiden Seiten einen Lernprozess auslösen, von dem das Projekt Energiewende erheblich profitieren könnte.

## Literatur

- Bundesregierung. 2010. *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. [www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/Energiekonzept/dokumente.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/Energiekonzept/dokumente.html) (abgerufen 05.11.2012).
- Edenhofer, O., M. Kowarsch. 2012. *A pragmatist approach to the science-policy interface*. Working Paper. Berlin: Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC). [www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/pdf/Edenhofer\\_Kowarsch\\_PEM\\_Manuscript\\_2012.pdf](http://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/pdf/Edenhofer_Kowarsch_PEM_Manuscript_2012.pdf) (abgerufen 05.11.2012).
- EEG. 2012. *Gesetz zur Neuordnung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vom 28. Juli 2011*. Bundesgesetzblatt, Teil I/42: 1634–1678.
- Eisenbeiß, G., A. Goetzberger. 2011. Von klugen Köpfen und Katastrophen: Die Entwicklung der Photovoltaik in Deutschland. Interview. *GAIA* 20/4: 236–242.
- EWI (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln), GWS (Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH), Prognos (Prognos AG). 2010. *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Projekt 12/10 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin*. Basel: EWI, GWS, Prognos. [www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Studien/Politik\\_und\\_Gesellschaft/2010/EWI\\_2010-08-30\\_Energieszenarien-Studie.pdf](http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Studien/Politik_und_Gesellschaft/2010/EWI_2010-08-30_Energieszenarien-Studie.pdf) (abgerufen 05.11.2012).
- Fischer, C., R. G. Newell. 2008. Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management* 55: 142–162.
- Gawel, E., P. Lehmann. 2011. Macht der Emissionshandel die Förderung erneuerbarer Energien überflüssig? *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 61/3: 24–28.
- Gawel, E., K. Korte, P. Lehmann, S. Strunz. 2012. Die deutsche Energiewende – ein Skandalon? Falscher Alarm! Durch die Energiewende drohen weder Planwirtschaft noch „Kosten-Tsunami“. *GAIA* 21/4: 278–283.
- Knopf, B., H. Kondziella, M. Pahle, M. Götz, T. Bruckner, O. Edenhofer. 2011. *Der Einstieg in den Ausstieg. Energiepolitische Szenarien für einen Atomausstieg in Deutschland*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung. [library.fes.de/pdf-files/wiso/08340.pdf](http://library.fes.de/pdf-files/wiso/08340.pdf) (abgerufen 05.11.2012).
- Leopoldina (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften). 2012. *Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen. Empfehlungen*. Halle: Leopoldina.
- Nitsch, J. et al. 2012. *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – Schlussbericht*. Stuttgart: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Ingenieurbüro für neue Energien. [www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2011\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2011_bf.pdf) (abgerufen 05.11.2012).
- Pahle, M., B. Knopf, O. Tietjen, E. Schmid. 2012. *Kosten des Ausbaus erneuerbarer Energien. Eine Metaanalyse von Szenarien*. *Climate Change* 23/2012. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4351.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4351.pdf) (abgerufen 05.11.2012).
- Reeh, M. 2011. Atomausstieg. Die Vorsicht der SPD. *Klimaretter.info* 10.06.2011. [www.klimaretter.info/politik/hintergrund/8795-atomausstieg-die-vorsicht-der-spd](http://www.klimaretter.info/politik/hintergrund/8795-atomausstieg-die-vorsicht-der-spd) (abgerufen 24.10.2012).
- Scheer, D., S. Wassermann, O. Scheel. 2012. Stromerzeugungstechnologien auf dem gesellschaftlichen Prüfstand. Zur Akzeptanz der CCS-Technologien. In: *Akzeptanzforschung zu CCS in Deutschland. Aktuelle Ergebnisse, Praxisrelevanz und Perspektiven*. Herausgegeben von K. Pietzner, D. Schumann. München: oekom. 86–106.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen). 2011. *Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten Januar 2011*. Berlin: Erich Schmidt.
- Tinbergen, J. 1952. *On the theory of economic policy*. Amsterdam: North-Holland.

Eingegangen am 5. Oktober 2012; überarbeitete Fassung  
angenommen am 6. November 2012.

### Michael Pahle



Geboren 1975 in Mainz. Studium der Physik und Sozialwissenschaft. Promotion in Ökonomie zu Investitionen im deutschen Strommarkt. 2011 Research Associate an der Hertie School of Governance. Seit 2012 Projektleiter in der Arbeitsgruppe Energiestrategien Europa und Deutschland am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK).

### Brigitte Knopf



Geboren 1973 in Bonn. Studium der Physik in Marburg, Promotion 2006. Stellvertretende Leiterin des Forschungsbereichs III Nachhaltige Lösungsstrategien und Leiterin der Arbeitsgruppe Energiestrategien Europa und Deutschland am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK).

### Ottmar Edenhofer



Geboren 1961 in Gangkofen, Bayern. Studium der Volkswirtschaftslehre und Philosophie in München. 1999 Promotion in Ökonomie. Chefökonom am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Professor an der TU Berlin, Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe III des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Direktor des Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC), Berlin.