

Johann Wackerbauer und Jana Lippelt

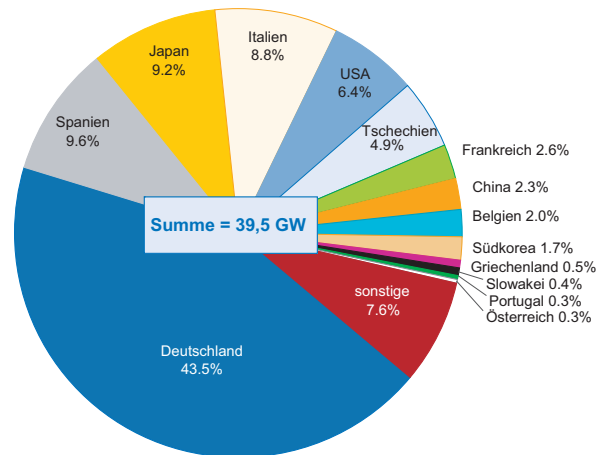
Zu einer Zeit, in der weltweit 2 Millionen Photovoltaikanlagen in Betrieb sind (vgl. EPIA 2011), befindet sich die deutsche Solarstrombranche in einer Phase der Marktbereinigung. Der Sonnenstromboom geht mit Überkapazitäten bei den Herstellern von Solarzellen und Modulen und fallenden Preisen einher. Trotz einer großzügigen Förderung gerät die oftmals als Zukunftsindustrie titulierte deutsche Photovoltaikindustrie in eine Absatzkrise. Wie konnte es dazu kommen?

Bis zum Ende des Jahres 2010 wurden weltweit Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtkapazität von fast 40 Gigawatt installiert, das entspricht etwa der elektrischen Leistung von 80 mittelgroßen Kohlekraftwerken bzw. einem Viertel der Nettokraftwerkskapazität aller deutschen Stromerzeuger.<sup>1</sup> Von diesen 40 Gigawatt (GW) Solarstromkapazität entfielen allein auf Deutschland 17,2 GW bzw. 43,5% der weltweit installierten Leistung. Mit gehörigem Abstand folgten Spanien (3,8 GW bzw. 9,6%), Japan (3,6 GW bzw. 9,2%) und Italien (3,5 GW bzw. 8,8%). Die USA verfügten über eine Photovoltaik-Kapazität von 2,5 GW (6,4%), Tschechien über knapp 2 GW (4,9%) und Frankreich über rund 1 GW (2,6%). China lag mit 893 Megawatt (MW) Leistung (2,3%) noch darunter (vgl. Abb. 1).<sup>2</sup>

Wie an Abbildung 2 zu erkennen ist, war Deutschland in den vorangegangenen fünf Jahren hinsichtlich der jährlich neu installierten Leistung durchgängig führend. Im Jahr 2010 wurde mit einem Ausbau der Kapazitäten um 7,4 GW allein in Deutschland mehr zugebaut als noch 2009 weltweit (7,3 GW). Es folgte Italien mit einer Neuinstallation von 2,3 GW 2010 nach 0,7 GW 2009 und Tschechien, das den Ausbau der Photovoltaik mit 1,5 GW nach nur 0,4 GW in 2009 erheblich forcierte. Japan und die USA, die noch 2006 und 2007 an zweiter bzw. dritter Stelle lagen, fielen 2010 mit knapp 1 GW bzw. 0,9 GW hinter die genannten Länder zurück. Gleichzeitig investierte auch Frank-

Abb. 1

Weltweite Photovoltaik-Kapazität 2010 (MW)



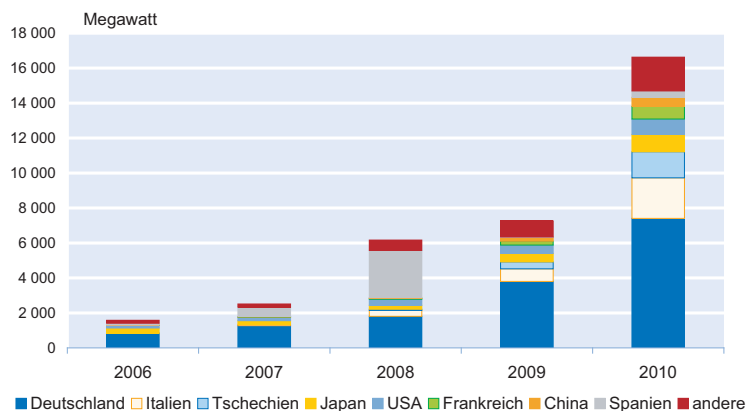
Quelle: Earth Policy Institute (2011).

reich mit 0,7 GW deutlich stärker in die Photovoltaik als noch 2009 mit 0,2 GW. Spanien erreicht dagegen nur noch 369 MW. Hier erfolgte ein starker Einbruch gegenüber 2,7 GW in 2008.

Die natürlichen Voraussetzungen für die Nutzung der Sonnenenergie werden in Abbildung 3 (obere Karte) dargestellt: Danach eignen sich innerhalb der Europäischen Union vor allem die südlichen Länder Portugal und Spanien mit einer durchschnittlichen jährlichen Globalstrahlung<sup>3</sup> von 1 840 kWh/m<sup>2</sup> bzw. 1 812 kWh/m<sup>2</sup> oder Griechenland und Italien mit 1 693 kWh/m<sup>2</sup> bzw. 1 611 kWh/m<sup>2</sup> für die Solarstromerzeugung. In Deutschland liegt der entsprechende Wert dagegen nur bei 1 147 kWh/m<sup>2</sup>, in der Tschechischen Republik bei 1 169 kWh/m<sup>2</sup> und in Frankreich bei 1 386. Die Dichte an Photovoltaik-Leistung, gemessen in Watt Spit-

Abb. 2

Jährlich installierte Photovoltaik-Leistung nach Ländern



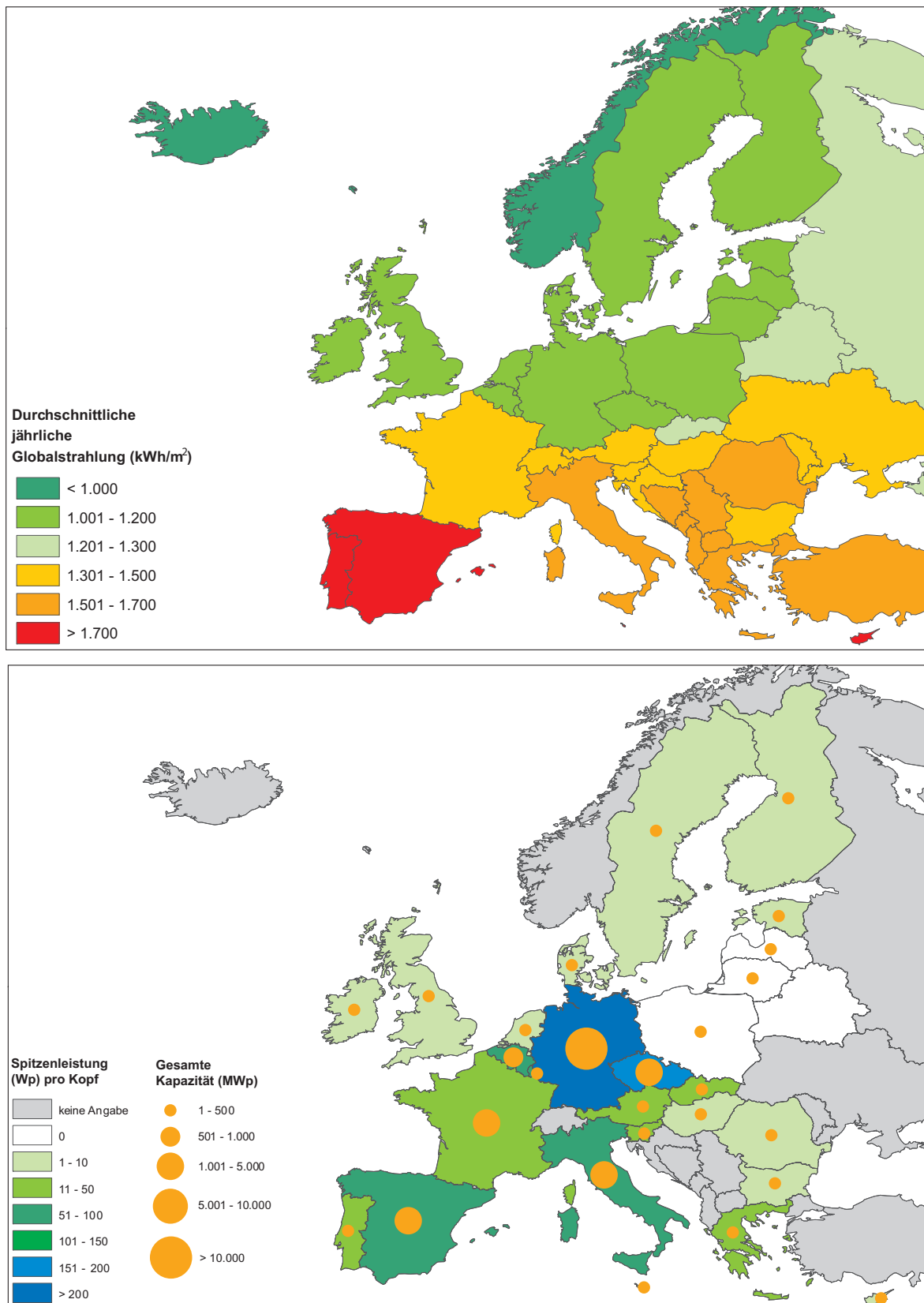
Quelle: Earth Policy Institute (2011).

<sup>1</sup> Stromversorger (einschließlich Deutsche Bahn AG), Industrie und private Stromversorger, vgl. Internetfundstelle [http://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE\\_Energie-daten](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Energie-daten)

<sup>2</sup> Im eigenen Land setzt China vor allem auf die Solarthermie. Dort waren 2009 mit 101,5 GW 59% der weltweiten Solarthermie-Leistung installiert. Europa hatte einen Anteil von 19%, Deutschland 13% (vgl. Erneuerbare Energien 22(2), Februar 2012).

<sup>3</sup> Unter Globalstrahlung versteht man die Summe der auf der Erdoberfläche eintreffenden Solarstrahlung. Sie setzt sich zusammen aus der auf direktem Weg eintreffenden Solarstrahlung, der Direktstrahlung, und der Strahlung, die über Reflexion an Wolken, Wasser- und Staubteilchen die Erdoberfläche erreicht, der Diffusstrahlung (vgl. Internetfundstelle: <http://www.energievisions.de/lexikon/globalstrahlung.html>).

Abb. 3  
Globalstrahlung und Photovoltaik-Leistung 2010



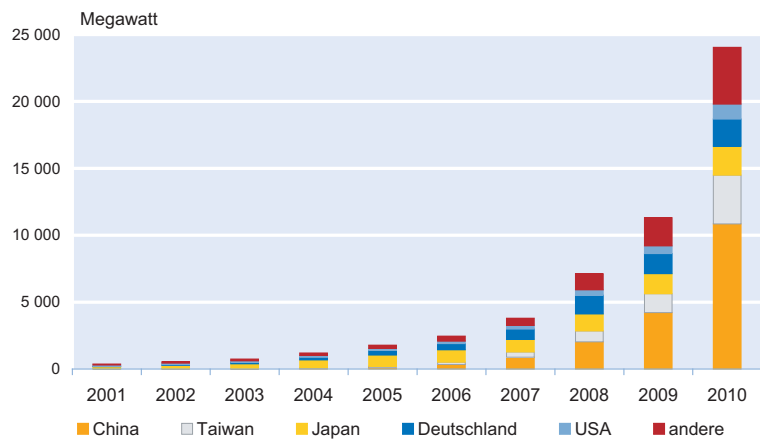
Quelle: EurObserver (2011), Earth Policy Institute (2011) und European Commission (2008).

zenleistung (Wp) pro Einwohner (EW), ist dagegen in Deutschland mit 212 Wp/EW mit Abstand am höchsten. Gleich darauf folgt Tschechien mit 186 Wp/EW, danach Spanien mit 83 Wp/EW. Schon an vierter Stelle liegt das ebenso wenig wie Deutschland von der Sonne verwöhnte Belgien mit einem Wert von 73 Wp/EW und erst an fünfter Stelle mit Italien (58 Wp/EW) ein Land mit viel Sonnenschein (vgl. Abb. 3 unten).

Das Phänomen einer relativ hohen Solarstromnutzung in Regionen mit eher niedriger Sonneneinstrahlung hängt eng mit der in den EU-Mitgliedsländern vorherrschenden Form der Solarförderung zusammen: Die Einspeisevergütungen nach dem deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), die den Solarstrom gegenüber anderen regenerierbaren Energien besonders begünstigen (vgl. Wackerbauer et al. 2011), waren für viele europäische und auch außereuropäische Länder das Vorbild für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Nach dem EEG wird den Investoren in Erneuerbare-Energien-Anlagen eine nach Errichtungsjahr und Größe der Anlagen gestaffelte Einspeisevergütung garantiert, die sich an den teilweise weit über den Marktpreisen liegenden Stromgestehungskosten orientiert und 20 Jahre lang gewährt wird. Mittlerweile haben weltweit mehr als 40 Länder Einspeisevergütungen für Strom aus erneuerbaren Energien und insbesondere aus Photovoltaikanlagen eingeführt, darunter auch die bei der installierten Kapazität führenden EU-Länder Spanien, Italien, Tschechien und Frankreich. In Spanien brach der Markt jedoch 2009 zusammen, nachdem wegen der ausufernden Kostenbelastung durch die Förderung des Solarstroms der jährlich geförderte Zubau auf 500 MW begrenzt wurde (vgl. EPIA 2011).

Die Produktion von Solarzellen und -modulen erfolgt inzwischen überwiegend in Ländern mit geringer Eigenerzeugung von Solarstrom. In China gibt es keine Förderung des Solarstroms auf der nationalen Ebene, sondern nur vereinzelt lokale Einspeisevergütungen (vgl. EPIA 2011). Bei der Solarzellenproduktion ist China dagegen seit 2008 weltweit führend. 2008 produzierten chinesische Photovoltaikunternehmen 2 GW, gefolgt von deutschen Herstellern mit einer Produktion von 1,4 GW und japanischen Unternehmen mit 1,3 GW. 2009 verdoppelte sich die chinesische Produktion auf 4,2 GW, die deutsche und japanische Produktion nahm dagegen nur geringfügig auf jeweils rund 1,5 GW zu, taiwanische Hersteller kamen dem mit 1,4 GW schon sehr nahe. 2010 schließlich stieg sowohl die chinesische als auch die taiwanische Produktion um den Faktor 2,5 und erreichte Spitzenwerte von 10,9 GW bzw. 3,6 GW, weit vor Japan mit 2,1 GW und Deutschland mit 2,0 GW. Doch auch US-

Abb. 4  
Jährliche Photovoltaik-Produktion nach Ländern



Quelle: Earth Policy Institute (2011).

amerikanische Hersteller verdoppelten fast ihre Produktion auf 1,1 GW gegenüber 580 MW 2009 (vgl. Abb. 4). Die größte Diskrepanz zwischen Herstellung und Eigennutzung besteht damit in China: Dort ist die Produktion von Solarzellen zwanzigmal höher als die Installation von Photovoltaikanlagen im eigenen Land. Auch in Japan ist es noch über das Doppelte, in den USA dagegen liegt die Produktion nur um 30% über der Kapazitätserweiterung. In Deutschland wurden dagegen 2010 nur 27% der neu installierten Leistung im eigenen Land produziert. 2009 waren es immerhin noch 39% und 2008 sogar 78%. Damit erweist sich die Förderung des Solarstroms in Deutschland als Konjunkturprogramm für asiatische Hersteller.

2010 war in jeder Hinsicht ein außergewöhnliches Jahr für die Photovoltaik-Industrie: Die weltweite Produktion von Solarzellen und Modulen verdoppelte sich gegenüber dem Vorjahr auf geschätzte 23,9 GW Solarzellen und 20 GW Module. Gleichzeitig verringerten sich die Preise für Solarmodule, die bereits 2009 um 38% gefallen waren, im Gefolge einer rasanten Ausweitung der Produktionskapazitäten für Polysilizium und Wafer in China und weiteren, v.a. asiatischen Ländern, um weitere 14% (vgl. REN 21). Auch die zehn weltweit führenden Solarzellenhersteller konnten ihre Produktion nahezu verdoppeln, von 5 561 MW 2009 auf 10 916 MW 2010. Acht der Top Ten der weltweit führenden Solarzellenhersteller sind nunmehr asiatische Firmen, davon vier aus China und jeweils zwei aus Japan und Taiwan. Als einziges US-amerikanisches Unternehmen ist First Solar in der Spitzengruppe und Q-Cells verbleibt als letzter international führender deutscher Hersteller von Solarzellen unter den Top Ten. Während der im Jahr 2009 noch an erster Stelle liegende US-Produzent First Solar 2010 auf den dritten Platz zurückfiel und Q-Cells vom vierten auf den sechsten Platz

**Tab. 1**  
**Die Top Ten der weltweit führenden Solarzellenhersteller**

| Unternehmen         | Land        | Produktionskapazität (MWp) <sup>a)</sup> |       | Produktionsvolumen (MWp) <sup>a)</sup> |       |
|---------------------|-------------|--|-------|--|-------|
|                     |             | 2010                                     | 2011  | 2009                                   | 2010  |
| Suntech Power       | China       | 1 800                                    | 2 400 | 704                                    | 1 572 |
| JA Solar            | China       | 1 800                                    | 3 000 | 509                                    | 1 460 |
| First Solar         | USA         | 1 502                                    | 2 254 | 1 100                                  | 1 412 |
| Trina Solar         | China       | 1 200                                    | 1 900 | 399                                    | 1 064 |
| Yingli Green Energy | China       | 980                                      | 1 700 | 525                                    | 1 062 |
| Q-Cells             | Deutschland | 1 235                                    | 1 335 | 551                                    | 1 014 |
| Motech Industries   | Taiwan      | 1 200                                    | 1 800 | 360                                    | 945   |
| Sharp               | Japan       | 1 000                                    | 1 400 | 595                                    | 910   |
| Gintech             | Taiwan      | 930                                      | 1 500 | 368                                    | 827   |
| Kyocera             | Japan       | n.a.                                     | 1 000 | 400                                    | 650   |

<sup>a)</sup> Schätzungen.

Quelle: EurObserv'ER (2011).

abrutschte, stieg die chinesische Suntech vom zweiten auf den ersten Platz und JA Solar vom sechsten auf den zweiten Platz (vgl. Tab. 1).

Damit erweist sich die Förderung der Photovoltaik in Deutschland als industriepolitisches Debakel: Während die asiatischen Produzenten gezielt ihre Marktanteile ausbauen, sind einige der ehemals führenden deutschen Solarunternehmen von der Insolvenz bedroht. Auf diese Weise kommen die Nachteile einer Klimaschutzpolitik zum Vorschein, die gemäß dem Gemeinlastprinzip gezielt die Nachfrage nach bestimmten Umwelttechnologien zu steuern versucht statt mit ökonomischen Instrumenten des Verursacherprinzips die externen Kosten der konventionellen Energieversorgung zu internalisieren. Ganz abgesehen davon, dass die CO<sub>2</sub>-Minderungswirkung des EEG grundsätzlich in Frage steht, weil der subventionierte Solarstrom kostengünstigere Emissionsvermeidungsmaßnahmen verdrängt,<sup>4</sup> woraus lediglich eine Verlagerung der Einsparmaßnahmen, aber per saldo überhaupt keine CO<sub>2</sub>-Reduktion resultiert (vgl. Frondel et al. 2007).

Doch die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz hat schon seit geraumer Zeit mehr mit Industriepolitik zu tun als mit Umweltpolitik. Seine Berechtigung zog das EEG nicht zuletzt daraus, dass Deutschland mit seiner Hilfe eine technologische Vorreiterrolle bei der Entwicklung innovativer Verfahren zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien eingenommen hatte, die zu erheblichen Wettbewerbsvorsprüngen mit den damit einhergehenden Arbeits-

platzeffekten führte (vgl. Wackerbauer 2009; Rühl und Wackerbauer 2008). Die jüngsten Entwicklungen lassen jedoch erhebliche Zweifel am Erfolg einer auf Verordnungssubventionen<sup>5</sup> und Nachfragesteuerung basierenden Industriepolitik aufkommen. Während man sich im Lichte eines subventionierten Solarstrombooms sonnte, wurde ignoriert, dass davon in zunehmendem Maße ausländische Konkurrenten profitieren.

## Literatur

- Brösse, U. (1996), *Industriepolitik*, Oldenbourg Verlag, München, Wien.
- Earth Policy Institute (2011), online verfügbar unter: [http://www.earth-policy.org/data\\_center/](http://www.earth-policy.org/data_center/).
- EPIA (European Photovoltaik Industry Association, 2011), *Solar Generation 6 – Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World*, online verfügbar unter: [http://www.epia.org/publications/epia-publications/solar-generation-6.html?tx\\_felogin\\_pi1%5Bforgot%5D=1](http://www.epia.org/publications/epia-publications/solar-generation-6.html?tx_felogin_pi1%5Bforgot%5D=1).
- Erneuerbare Energien 22(2), Februar 2012.
- EurObserv'ER (2011), *Photovoltaic Barometer*, April. Online verfügbar unter: [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat\\_baro/renac/baro202.asp](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/renac/baro202.asp).
- European Commission Joint Research Centre (2008), *Photovoltaic Geographical Information System*, online verfügbar unter: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.
- Frondel, M., N. Ritter und Chr.M. Schmidt (2007), *Photovoltaik: Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten*, RWI, Positionen 18.2 vom 10. Dezember, Essen.
- REN21 (2011), *Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century, Renewables 2011 Global Status Report*, Paris.
- Rühl, V. und J. Wackerbauer (2008), »Struktur und Entwicklungspotential der Photovoltaikindustrie in Deutschland«, *ifo Schnelldienst* 61(14), 14–28.
- Wackerbauer, J. (2009), *Das Erneuerbare-Energien-Gesetz: Instrument der Umweltpolitik oder der Industriepolitik?*, *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 32(2), 165–178.
- Wackerbauer, J., J. Albrecht-Saavedra, M. Gronwald, J. Ketterer, J. Lippelt, J. Pfeiffer, L. Röpke und M. Zimmer (2011), *Bewertung der klimapolitischen Maßnahmen und Instrumente*, ifo Forschungsberichte 51, ifo Institut, München.

<sup>4</sup> Die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten der nach EEG geförderten erneuerbaren Energien lagen 2009 bei der Wasserkraft mit 18 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> am niedrigsten und bei der Photovoltaik mit 675 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> bei Weitem am höchsten. Die Vermeidungskosten der Windenergie betragen 2009 im Durchschnitt 43 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> und die der Stromerzeugung aus Biomasse 148 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Stromerzeugung durch Geothermie schlug mit 493 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> zu Buche. Vgl. Wackerbauer et al. 2011.

<sup>5</sup> Zwar handelt es sich bei den Einspeisevergütungen nicht um Subventionen im finanzwissenschaftlichen Sinn, da sie von den Netzbetreibern auf die Stromkunden umgelegt werden und es sich damit um keine Transferzahlungen des Staates handelt. In allokationstheoretischer Hinsicht wirken die Einspeisevergütungen allerdings wie Subventionen und können damit als »Verordnungssubventionen« (vgl. Brösse 1996) bezeichnet werden.