

## 2 Bestandsaufnahme der Photovoltaik in Deutschland<sup>5</sup>

Seit am 28.09.1983 zum ersten Mal in Deutschland eine Photovoltaikanlage Strom in das Stromnetz einspeiste (Janzing 2011, S. 59), hat die Photovoltaik in diesem Land einen weiten Weg zurückgelegt. Mittlerweile genießt der Ausbau erneuerbarer Energien und damit auch der Photovoltaik in Zusammenhang mit Klimawandel, Energiewende und Energiesicherheit hohe politische Priorität, was sich nicht zuletzt im Energiekonzept der Bundesregierung widerspiegelt. Das aktuelle Energiekonzept sieht eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung auf 35 % im Jahr 2020 vor. Bis zum Jahr 2050 soll der Anteil sogar auf 80 % erhöht werden (2030: 50 %; 2040: 80 %) (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt 2011, S. 5). Dies bedeutet, dass auch in Zukunft ein massiver Ausbau der Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien vorgesehen ist.

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über den bisherigen und zukünftig erwarteten Ausbau der Photovoltaik in Deutschland sowie über die damit zusammenhängen Begleitumstände, wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz.

### 2.1 Stromeinspeisungsgesetz und Erneuerbare-Energien-Gesetz

Den Grundstein für die staatliche Förderung erneuerbarer Energien legte das so genannte Stromeinspeisungsgesetz (Deutscher Bundestag 07.12.1990) vom 07.12.1990, das am 01.01.1991 in Kraft trat. Es verpflichtete die Netzbetreiber, Strom aus erneuerbaren Energien ins Verbundnetz einzuspeisen und mit einem bestimmten Mindestbetrag zu vergüten. Dieses Gesetz führte zunächst insbesondere im Bereich der Windenergie zu einem starken Wachstum, da hier bereits damals durch die Einspeisevergütung eine ungefähre Kostendeckung erreicht wurde (Hennicke und Fishedick 2007, S. 52).

---

<sup>5</sup> Die hier vorgestellten Daten reichen bis höchstens ins Jahr 2012, da alle im Rahmen dieser Studie interviewten Personen ihre Entscheidung für oder gegen eine Photovoltaikanlage im Jahr 2011 oder früher getroffen haben. Es soll daher genügen, die Entwicklungen im Photovoltaikbereich bis 2012 darzustellen.

Ein nächster Meilenstein der Photovoltaikförderung war das so genannte 100.000-Dächer-Programm, das am 01.01.1999 in Kraft trat und an das bereits im September 1990 gestartete 1.000-Dächer-Programm anknüpfte. Das 100.000-Dächer-Programm hatte zum Ziel, durch die Gewährung staatlicher Zuschüsse (zinslose Kredite für den Erwerb einer Photovoltaikanlage), die Installation von Photovoltaikanlagen voranzutreiben. Mithilfe des Programms sollte binnen sechs Jahren die gesamte deutsche Photovoltaikleistung von 45 Megawatt im Jahr 1998 auf 300 Megawatt ausgebaut werden (Janzing 2011, S. 103, 133–134).

Am 01.04.2000 wurde das Stromeinspeisungsgesetz durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz abgelöst (Deutscher Bundestag 29.03.2000). Weltweit haben bis heute fast 50 Länder Gesetze erlassen, die mehr oder minder auf dem deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetz beruhen (Janzing 2011, S. 140). Das Erneuerbare-Energien-Gesetz beinhaltet ebenso wie das Stromeinspeisungsgesetz von 1991 die Anschluss- und Abnahmepflicht für die Netzbetreiber sowie veränderte, für 20 Jahre garantierte Mindestvergütungssätze, die per Umlage von den Stromkunden bezahlt werden. Die Mindestvergütungssätze variieren je nach Größe der Anlage und Art der Energiequelle (Biomasse, Wasserkraft, Deponiegas, Grubengas, Klärgas, Geothermie, Windkraft, Photovoltaik). Darüber hinaus beinhaltet das Gesetz eine jährliche Degression der Mindestvergütungssätze. Ziel des Gesetzes war es, bis 2010 mindestens eine Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch zu erreichen. Eine erste Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (Deutscher Bundestag 21.07.2004), die am 01.08.2004 in Kraft trat, enthielt u. a. eine Anpassung der Vergütungssätze für photovoltaischen Strom aufgrund des Auslaufens des 100.000-Dächer-Programms. Eine zweite Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes trat am 01.01.2009 in Kraft. Ziel dieser Novellierung war es, „[...] den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 30 % und danach kontinuierlich weiter zu erhöhen“ (Deutscher Bundestag 25.10.2008, S. 2075). Auch hier fand wieder eine Anpassung der Vergütungssätze statt, wobei es bei photovoltaischem Strom zu stärkeren Kürzungen als bis dato geplant kam. Darüber hinaus wurde eine gleitende Degression der Vergütungssätze für photovoltaischen Strom, die sich am Zubau von Photovoltaikanlagen orientierte, sowie eine Selbstverbrauchsvergütung für Photovoltaikanlagen bis 30 Kilowatt eingeführt. Ergänzend zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz trat 2009 das so genannte Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in Kraft (Deutscher Bundestag 07.08.2008). Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz regelt die Verwendung von erneuerbaren Energien im Wärmebereich und hat zum Ziel, den Anteil erneuerbarer Energie im Wärmebereich bis 2020 auf 14 % zu erhöhen. Eine dritte Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes mit weiteren Kürzungen der Vergütungssätze trat am 01.01.2012 in

Kraft (Deutscher Bundestag 28.07.2011). Rückwirkend zum 01.04.2012 wurde dann die vorerst letzte Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die so genannte Photovoltaik-Novelle, wirksam (Deutscher Bundestag 17.08.2012). Die Photovoltaik-Novelle beinhaltet u. a. eine Begrenzung des Ausbaus der geförderten Photovoltaik auf 52 Gigawatt. Der Ausbau soll sich in einem jährlichen Korridor von 2,5 bis 3,5 Gigawatt vollziehen. Die Degression der Vergütungssätze wird an den Ausbaukorridor gekoppelt, sodass bei Überschreiten des Ausbaukorridors stärkere Kürzungen vorgesehen sind und vice versa. Darüber hinaus beinhaltet das Gesetz eine Neugestaltung der Vergütungsklassen sowie eine erneute Einmalabsenkung des Vergütungssatzes für photovoltaischen Strom um 15 %.

Gemessen am Ausbau der erneuerbaren Energien kann das Erneuerbare-Energien-Gesetz als Erfolg betrachtet werden (Huber 2011, S. 223). Allerdings bestehen sowohl politische als auch wissenschaftliche Auseinandersetzungen über dessen Folgekosten. Insbesondere die Photovoltaikförderung steht hier immer wieder in der Kritik. Das Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) errechnete in einer Studie über die Förderung von Solarstrom Nettokosten von 65,5 Mrd. Euro für die zwischen 2000 und 2010 installierten Photovoltaikmodule (Frondel et al. 2010a)<sup>6</sup>. Im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien erstellte das Wuppertal Institut eine Analyse zu dieser Studie, in der es zu dem Schluss kam, dass die vom RWI errechneten Kosten um 42 % zu hoch angesetzt seien (Lechtenböhmer und Samadi 2010). Hieraus entstand eine wissenschaftliche Debatte über die tatsächliche Höhe der Förderkosten sowie über die adäquate Methode zu deren Berechnung (Frondel et al. 2010b; Lechtenböhmer und Samadi 2011). Unabhängig davon, wie hoch letztendlich die Folgekosten der Photovoltaikförderung zu beziffern sein mögen, steht hinsichtlich Nachhaltigkeitsgesichtspunkten die Frage im Raum, inwiefern es zielführend ist, eine Technologie zu fördern, die im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energietechnologien relativ hohe CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten aufweist. So lag im Jahr 2010 der Anteil des photovoltaischen Stroms am Gesamtvolumen des Stroms aus erneuerbaren Energien bei 9 %, wobei die Photovoltaik allerdings 40 % der EEG-Differenzkosten (d. h. direkte Kosten der EEG-Umlage) verursachte (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt 2011, S. 8).

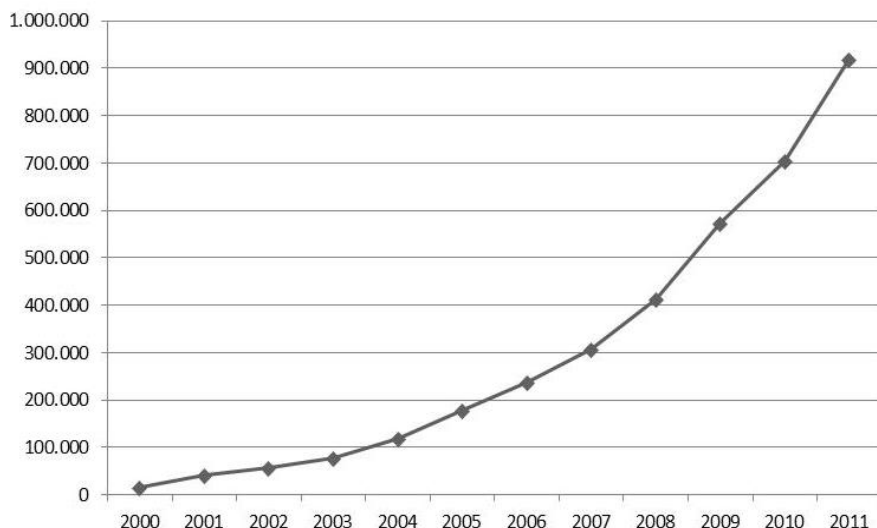
---

<sup>6</sup> Weitere Kritik an der Photovoltaikförderung seitens des Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) findet sich bei: Frondel et al. 2011 und 2012.

## 2.2 Bisherige Entwicklungen

Insbesondere das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit seiner deutlichen Erhöhung der Einspeisevergütung hatte einen kontinuierlichen Anstieg der Zahl der in Deutschland installierten Photovoltaikanlagen zur Folge. Waren im Jahr 2000 in Deutschland gerade einmal ungefähr 16.000 Photovoltaikanlagen installiert, hatte sich ihre Zahl 2001 bereits auf 40.000 Anlagen mehr als verdoppelt. Im Jahr 2011 wurde ein Bestand von ungefähr 920.000 Photovoltaikanlagen erreicht. Abbildung 1 gibt die ungefähre Entwicklung seit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2000 bis 2011 wieder.

Abbildung 1: Entwicklung der Zahl der Photovoltaikanlagen in Deutschland seit 2000<sup>7</sup>



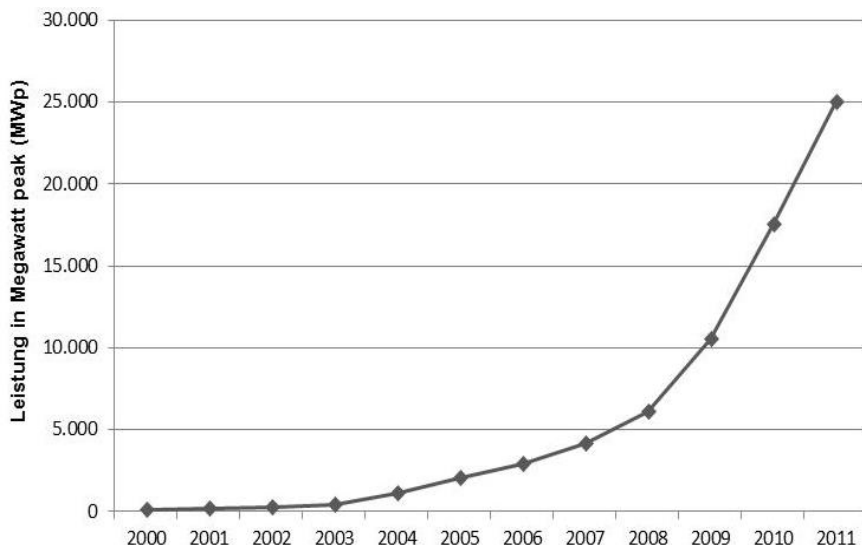
Quelle: Eigene Darstellung, Daten von der Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: <http://www.eeg-kwk.net/de/Anlagenstammdaten.htm> (Link zuletzt geprüft am 16.05.2013)<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Hierbei handelt es sich um eine grobe Abschätzung auf Basis der veröffentlichten Anlagenstammdaten der vier Übertragungsnetzbetreiber 50 Hertz, Amprion, EnBW (Transnet BW) und TenneT.

<sup>8</sup> Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz sind Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH, Amprion GmbH, 50Hertz Transmission GmbH und EnBW Transportnetze AG (seit 02. März 2012 TransnetBW GmbH) dazu gezwungen, die Stammdaten der Anlagen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien zu veröffentlichen. Aus diesen Daten kann die Zahl der in Deutschland betriebenen Photovoltaikanlagen errechnet werden.

Parallel zur Zahl der Photovoltaikanlagen stieg auch die installierte Leistung aus Photovoltaik zur Strombereitstellung von 76 Megawatt peak im Jahr 2000 auf ca. 25.000 Megawatt peak im Jahr 2011 (siehe Abbildung 2).

*Abbildung 2:* Entwicklung der installierten Leistung aus Photovoltaik zur Strombereitstellung seit 2000

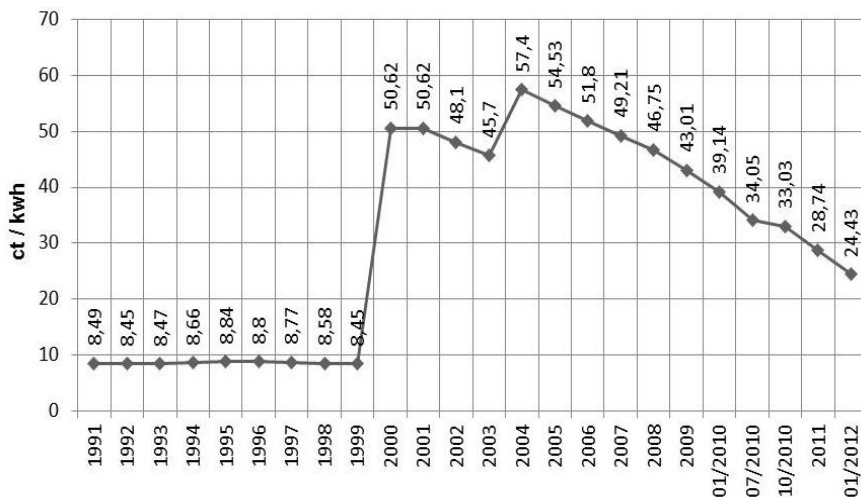


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Bundesministerium für Umwelt 2012a: 13

Auch das stetige Absenken der Einspeisevergütung konnte diese rasante Entwicklung nicht beenden, da sie durch einen kontinuierlichen Preisverfall der Photovoltaikmodule begleitet war. Momentan (zu Vergütungssätzen von 2012) ist für Photovoltaikanlagen bis zu 30 Kilowatt eine Rendite von 4,5 bis 8,7 % (abhängig vom Standort) zu erwarten (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2012, S. 16), was die Installation durchaus zu einer lukrativen Investition macht. Mit der Verabschiedung des Stromeinspeisungsgesetzes wurde zunächst eine Einspeisungsvergütung von 8,49 Cent pro Kilowattstunde festgeschrieben. Diese veränderte sich bis ins Jahr 2000 kaum. Mit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes kam es dann zu einer massiven Erhöhung der Vergütungssätze auf 50,62 Cent pro Kilowattstunde. Spitzensätze für Photovoltaikanlagen bis 30 Kilowatt wurden im Jahr 2004 mit 57,40 Cent pro Kilowattstunde erreicht. Von da an fand eine kontinuierliche Absenkung der Vergütungs-

sätze statt. Abbildung 3 zeigt die genaue Entwicklung der Einspeisevergütung für Solarstrom von 1991 bis April 2012<sup>9</sup>.

*Abbildung 3:* Entwicklung der Einspeisevergütung für Solarstrom aus Dachanlagen von 1991 bis April 2012<sup>10</sup>



Quelle: Eigene Darstellung, Daten für 1991 bis 2003 von Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR): [http://www.iwr.de/re/wf/E\\_preis.html](http://www.iwr.de/re/wf/E_preis.html) (Link zuletzt geprüft am 16.05.2013), Daten von 2003 bis April 2012 von Prof. Volker Quaschnig: <http://www.volker-quaschnig.de/datserv/EEG-PV/index.php> (Link zuletzt geprüft am 16.05.2013)

## 2.3 Zukünftige Szenarien

Die zukünftige Ausbreitung der Photovoltaik in Deutschland hängt nicht zuletzt von der Entwicklung der Erzeugungskosten pro Kilowattstunde Strom ab. Im

<sup>9</sup> Seit April 2012 findet aufgrund der Photovoltaik-Novelle eine monatliche Absenkung der Vergütungssätze statt. Darüber hinaus wurden in der Photovoltaik-Novelle die Vergütungsklassen neu geregelt (Deutscher Bundestag 17.08.2012). Die Veränderungen aufgrund der Photovoltaik-Novelle sind in Abbildung 3 nicht mehr enthalten, da alle in dieser Studie befragten Photovoltaikanlagenbesitzer ihre Anlagen vor 2012 in Betrieb genommen hatten.

<sup>10</sup> Seit der ersten Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2004 wurden unterschiedliche Vergütungssätze in Abhängigkeit von der Größe der Photovoltaikanlage unterschieden. In Abbildung 3 sind ab 2004 die Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen bis 30 Kilowatt abgetragen, da Privatpersonen üblicherweise keine Anlagen mit mehr als 30 Kilowatt betreiben.

Vergleich zu Wind (onshore und offshore), Biomasse, Wasserkraft und Geothermie werden laut dem Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) die Erzeugungskosten pro Kilowattstunde Strom bei Photovoltaik am stärksten fallen. Im Jahr 2012 erreichte der Strom aus neu installierten, kleinen Aufdach-Photovoltaikanlagen die so genannte Netzparität, d. h. die Kosten der eigenen Erzeugung photovoltaischen Stroms entsprechen denen des Stromeinkaufs beim Netzbetreiber. Bei großen Anlagen war dies bereits 2011 der Fall (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2012, S. 8). Für die Zukunft wird eine Entwicklung der Erzeugungskosten von photovoltaischem Strom von 0,44 € pro Kilowatt im Jahr 2010 bis hin zu 0,09 € pro Kilowatt im Jahr 2050 angenommen (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2010, S. 13)<sup>11</sup>. Allerdings liegen momentan die Erzeugungskosten für photovoltaischen Strom deutlich über denen des Stroms aus anderen erneuerbaren Energiequellen. Auch im Jahr 2050 werden laut des SRU trotz aller positiven Entwicklungen die Erzeugungskosten der Photovoltaik noch immer über denen von Wind und Wasserkraft (ungefähr 0,05 € pro Kilowattstunde im Jahr 2050) liegen.

Im Jahr lag der Anteil photovoltaischen Stroms an der gesamten deutschen Stromerzeugung bei 3,2 % (19,3 Gigawatt) (Bundesministerium für Umwelt 2012b, S. 14). Das Umweltbundesamt (UBA) kommt bei einer konservativen Abschätzung des Potenzials photovoltaischer Stromerzeugung in Deutschland auf 275 Gigawatt für das Jahr 2050 (Umweltbundesamt (UBA) 2010, S. 48). Hennicke et al. schätzen die nutzbare Fläche für Photovoltaikmodule in Deutschland auf 700 km<sup>2</sup>, wobei 200 km<sup>2</sup> auf geeignete Dachflächen, 150 km<sup>2</sup> auf geeignete Fassadenflächen und 350 km<sup>2</sup> auf geeignete Stellen innerhalb von Siedlungsflächen entfallen (Hennicke und Fishedick 2007, S. 38). Verschiedene Szenarien zur Entwicklung der deutschen Stromproduktion gehen daher von einer deutlichen Steigerung des Anteils der Photovoltaik an der Stromproduktion bis zum Jahr 2050 aus. So nimmt der SRU in einem Szenario zur deutschen Stromversorgung mit 100 % erneuerbaren Energien im Jahr 2050 einen Anteil von ungefähr 18 % photovoltaischen Stroms an (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2010). Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) legt in einem Szenario zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energien für das Jahr 2050 sogar einen Anteil der Photovoltaik von 30 % zugrunde (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2012, S. 28). Unabhängig davon wie hoch der Anteil photovoltaischen Stroms in der Zukunft ausfallen wird, kann

---

<sup>11</sup> Angenommene Entwicklung der Erzeugungskosten der anderen regenerativen Energiequellen: Geothermie: 0,22 € (2010) und 0,19 € (2050); Biomasse: 0,11 € (2010) und 0,10 € (2050); Wind offshore: 0,12 € (2010) und 0,04 € (2050); Wind onshore: 0,09 € (2010) und 0,05 € (2050); Wasserkraft: 0,04 € (2010) und 0,05 € (2050) (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2010, S. 13).

– sofern drastische Änderungen am Erneuerbare-Energien-Gesetz ausbleiben – von einer Steigerung ausgegangen werden.

## 2.4 Die deutsche Bevölkerung und erneuerbare Energien

Mit ihren Einstellungen zum Thema erneuerbare Energien ist die deutsche Bevölkerung ein entscheidender Faktor für deren weiteren Ausbau. Privatpersonen haben einen bedeutenden Anteil am Ausbau erneuerbarer Energie, wie die folgenden Zahlen zeigen: Laut einer Studie von trend research, die im Auftrag der Agentur für erneuerbare Energien durchgeführt wurde, stammten 40 % der im Jahr 2010 in Deutschland installierten Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von Privatpersonen. Weitere 11 % waren in der Hand von Landwirten. Die restlichen 49 % stammten von Projektierern, Energieversorgern, Fonds, Banken sowie sonstigem Gewerbe (Agentur für Erneuerbare Energien 2011a, S. 1). Im Jahr 2011 besaß jeder fünfte deutsche Haushalt eine Erneuerbare-Energien-Anlage (Agentur für Erneuerbare Energien 2011b, S. 3). Diese Zahlen verdeutlichen den enormen Einfluss der deutschen Bevölkerung auf den Wandel im Energiesystem. Es stellt sich hier jedoch die Frage, was die restlichen 80 % der Bevölkerung davon abhält, in erneuerbare Energien zu investieren. Laut einer Studie von TNS Infratest waren die häufigsten Gründe, warum ein Haushalt bisher keine Erneuerbare-Energie-Anlage installiert hatte, die folgenden (Agentur für Erneuerbare Energien 2011b, S. 3)<sup>12</sup>:

- Keine bauliche oder rechtliche Möglichkeit (54 %),
- Probleme mit der Finanzierung (36 %),
- hoher bürokratischer Aufwand (29 %),
- gesetzliche Regelungen, z. B. Bau- und Planungsrecht (29%),
- Unklarheit bzgl. der Förderung (27 %),
- Mangel an Information (19 %) und
- Vorbehalte der Nachbarn (9 %).

Insgesamt findet der Ausbau erneuerbarer Energien große Zustimmung in der deutschen Bevölkerung. So erachten 70 % die Nutzung und den Ausbau erneuerbarer Energien für sehr oder außerordentlich wichtig. Weitere 24 % halten den Ausbau für wichtig, während nur 6 % diesem eine geringe oder keine Relevanz beimessen (Agentur für Erneuerbare Energien 2012, S. 1)<sup>13</sup>. Diese Zustimmung darf allerdings nicht mit einer Zustimmung zu konkreten Bauprojekten wie

---

<sup>12</sup> Repräsentativbefragung mit 1.002 Befragten, durchgeführt von TNS Infratest im Jahr 2011.

<sup>13</sup> Repräsentativbefragung mit 3.798 Befragten, durchgeführt von TNS Infratest im Jahr 2012.



Stromtrassen, Windparks etc. in unmittelbarer Umgebung verwechselt werden. In den Augen der deutschen Bevölkerung sind erneuerbare Energien vor allem aus den folgenden Gründen wichtig (Agentur für Erneuerbare Energien 2012, S. 2)<sup>14</sup>:

- Tragen zu einer sicheren Zukunft unserer Kinder und Enkel bei (74 %),
- Klimaschutz (70 %),
- machen Deutschland unabhängiger gegenüber Importen aus dem Ausland (61 %),
- bieten den Bürgern die Chance, sich an der Energieversorgung zu beteiligen (54 %),
- sorgen für mehr Wettbewerb auf dem Strommarkt (52 %),
- stärken die mittelständische Industrie (46 %) und
- senken langfristig die Kosten für die Verbraucher (32 %).

Während der Ausbau erneuerbarer Energien generell als positiv und vor allem im Hinblick auf Umweltaspekte als wünschenswert erachtet wird, sieht die deutsche Bevölkerung die Erhöhung der EEG-Umlage eher kritisch. Auf die Frage, wie der Anstieg der EEG-Umlage von 3,59 Cent auf 5 Cent zu beurteilen sei, antworteten 44 %, dass sie diesen Anstieg für angemessen erachten. 51 % der Befragten hielten diesen Anstieg allerdings für zu hoch (Agentur für Erneuerbare Energien 2012, S. 3)<sup>15</sup>. Letztendlich trifft damit eine weitestgehend positive Einstellung gegenüber erneuerbaren Energien auf eine zumindest verhaltene Zahlungsbereitschaft seitens der deutschen Bevölkerung für deren weiteren Ausbau.

---

<sup>14</sup> Repräsentativbefragung mit 3.798 Befragten, durchgeführt von TNS Infratest im Jahr 2012.

<sup>15</sup> Repräsentativbefragung mit 3.798 Befragten, durchgeführt von TNS Infratest im Jahr 2012.

Der Erwerb von Photovoltaikanlagen in  
Privathaushalten

Eine empirische Untersuchung der Handlungsmotive,  
Treiber und Hemmnisse

Sonnberger, M.

2015, XIV, 337 S. 16 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-07793-8