

*Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien
- Impact of Renewable Energy Sources -*



Untersuchung im Rahmen des Projekts

„Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“,
gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Monitoring der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Jahr 2013

Bearbeiter:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe,
Barbara Breitschopf, Marian Klobasa, Luisa Sievers, Jan Steinbach, Frank Sensfuß,

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Berlin,

Jochen Diekmann

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS), Osnabrück,

Ulrike Lehr

Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Saarbrücken,

Juri Horst

Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Saarbrücken, 30. August 2014

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Überblick über Kosten- und Nutzenwirkungen.....	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse für 2013	3
2	Einzelne Kosten- und Nutzenwirkungen.....	6
2.1	Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen	6
2.1.1	Direkte Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich	6
2.1.1.1	Strombereich	7
2.1.1.2	Wärmebereich	7
2.1.1.3	Verkehrsbereich	8
2.1.2	Regel- und Ausgleichsenergiekosten im Strombereich	9
2.1.3	Netzausbaukosten.....	11
2.1.4	Vermiedene Umweltschäden	12
2.1.4.1	Strom- und Wärmebereich.....	13
2.1.4.2	Verkehrsbereich	14
2.2	Verteilungs- und Preiseffekte.....	15
2.2.1	Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr- oder Minderkosten im Strom- und Wärmebereich.....	15
2.2.1.1	Strombereich	15
2.2.1.2	Wärmebereich	16
2.2.2	Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich.....	17
2.2.3	Preiseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strombereich	19
2.2.4	Öffentliche Fördermittel	20
2.2.5	Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien	22
2.3	Makroökonomische Wirkungen.....	23
2.3.1	Verringerung fossiler Brennstoffimporte.....	23
2.3.2	Investitionen	24

2.3.3	Inlandsumsätze	25
2.3.4	Bruttobeschäftigung	26
3	Ausblick auf sonstige Wirkungen und weitere Arbeiten	28
4	Referenzen.....	29

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1:	Kosten- und Nutzenkategorien des Ausbaus EE..... 2
Abbildung 2:	Systemanalytische Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich, in Mrd. € 6
Abbildung 3:	Ausgleichs- und Regelenergiekosten der ÜNBs im Strombereich durch Prognosefehler, in Mio. €..... 10
.Abbildung 4:	Netzausbaukosten für Übertragungsnetze und die Anbindung von Offshore-Windkraftanlagen, in Mio. €..... 12
Abbildung 5:	Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen von 2008 bis 2013, in Mrd. €..... 13
Abbildung 6:	Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten im Strombereich, in Mrd. €..... 16
Abbildung 7:	Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten der Wärmeerzeugung, in Mrd.€..... 17
Abbildung 8:	Begünstigung privilegierter Stromendabnehmer aufgrund der Besonderen Ausgleichsregelung nach Wirtschaftszweigen seit 2008, in Mio. € 18
Abbildung 9:	Wirkung der Besonderen Ausgleichsregelung auf die Kostenbelastung der nicht begünstigten Stromletztverbraucher-Gruppen 19
Abbildung 10:	Merit-Order-Effekt durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in Mrd. €..... 20
Abbildung 11:	Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien, in Mrd. €..... 21
Abbildung 12:	Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien, in Mrd. €..... 23
Abbildung 13:	Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom mit erneuerbaren Energien, in Mrd. € 25
Abbildung 14:	Umsätze der Hersteller von EE-Anlagen und Komponenten sowie der Anbieter von Biomasse in Deutschland, in Mrd. €..... 26
Abbildung 15:	Bruttobeschäftigung durch Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland (einschließlich Exporttätigkeit)..... 27

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Quantifizierte Kosten- und Nutzenwirkungen im Jahr 2013 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen.....	4
Tabelle 2: Monetäre Bewertung vermiedener Umweltschäden durch Biokraftstoffe (ohne Biomethan) in 2013, in Mio.€.....	15
Tabelle 3: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien im Jahr 2013, in Mio. €.....	22
Tabelle 4: Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen).....	22
Tabelle 5: Verringerung fossiler importierter Brennstoffe (netto), in Mrd. €.....	24

1 Überblick über Kosten- und Nutzenwirkungen

1.1 Hintergrund

Die vorliegende Darstellung der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (EE) erfolgt im Rahmen des Forschungsvorhabens „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“, das vom BMWi gefördert wird. Sie beruht methodisch auf einer umfassenden Studie zur Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt (KNEE) im Auftrag des BMU (ISI, GWS, IZES, DIW 2010a).

Der konzeptionelle Rahmen zur Abschätzung der Kosten- und Nutzenwirkungen soll eine Gesamtbewertung der Effekte ohne Doppelzählungen oder Lücken ermöglichen. Dabei werden drei Wirkungskategorien unterschieden (Abbildung 1):

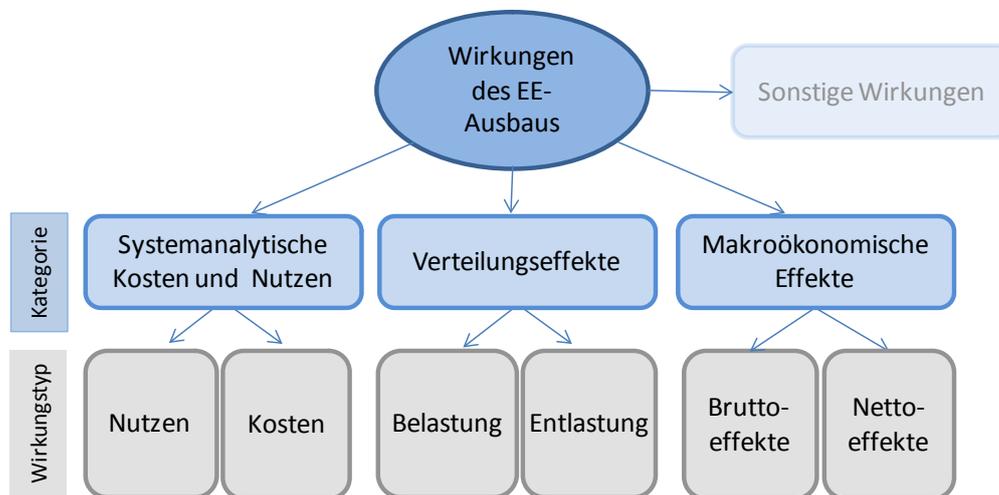
- *Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen* umfassen alle direkten und indirekten Kosten des Ausbaus EE, denen ein unmittelbarer oder mittelbarer Ressourcenverbrauch gegenübersteht. Die direkten Kosten erfassen die zur Erstellung und zum Betrieb einer Anlage benötigten Ressourcen, während die indirekten Kosten Folgekosten der Anlagenerstellung oder des Anlagenbetriebs darstellen, insbesondere Infrastrukturkosten (Netze, Speicher). Die systemanalytischen Kosten- und Nutzenwirkungen erneuerbarer Energien werden grundsätzlich im Vergleich zu einer Energieversorgung ohne eines forcierten Ausbaus EE bilanziert und unabhängig davon ermittelt, welche Akteure damit belastet werden. Sie lassen sich aggregiert in einer Größe erfassen und den Nutzenwirkungen gegenüberstellen. Nutzenkomponenten ergeben sich dabei insbesondere aus der Ressourcenschonung und vermiedenen Umweltschäden.¹
- *Verteilungs- und Preiseffekte* stellen für sich genommen keinen gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch dar, sondern zeigen die bei einzelnen Akteuren verbleibenden Kosten des Ausbaus EE auf. Die Verteilungswirkungen können als Be- und Entlastungen einzelner Akteursgruppen bzw. des Staates dargestellt werden, sie lassen sich aber nicht ohne weiteres zu einer Gesamtgröße zusammenfassen. Nachfolgend werden diese verbleibenden Kosten auch als einzelwirtschaftliche Mehr- oder Minderkosten der Nutzung EE bezeichnet. Darüber hinaus löst der Einsatz EE in der Strom- und Wärmeerzeugung Preiseffekte aus, die verschiedene Akteure unterschiedlich stark betreffen.

¹ Zum Unterschied zwischen den systemanalytischen Differenzkosten und der EEG-Umlage vgl. ISI, GWS, IZES, DIW (2010a), Seite 3.

- Makroökonomische Effekte** umfassen Indikatoren, die nach Brutto- und Nettoeffekten differenziert betrachtet werden. Bruttoeffekte umfassen Investitionen, Umsatz, Importe, Beschäftigung aller Akteure, die im Bereich erneuerbarer Energien Produkte herstellen oder Dienstleistungen erbringen. Diese Bruttoeffekte erlauben jedoch keine Aussagen über die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen des Ausbaus EE. Hierfür müssen Nettoeffekte, z. B. Nettobeschäftigung abgeschätzt werden, die alle positiven und negativen Wirkungen in allen Sektoren einer Volkswirtschaft berücksichtigen. Zur Abschätzung dieser makroökonomischen Nettoeffekte des EE-Ausbaus sind neben Statistiken und Erhebungen bei Unternehmen gesamtwirtschaftliche Modelle nötig, welche die vielfältigen wirtschaftlichen Verflechtungen zwischen Akteuren und Wirtschaftszweigen möglichst umfassend abbilden sollen. Aufgrund der Komplexität muss dabei jedoch vereinfachend mehr oder weniger stark von der Realität abstrahiert werden, so dass in diesen Modellen nicht immer sämtliche Systemkostenänderungen bzw. Be- und Entlastungen einzelner Akteursgruppen vollständig erfasst werden können.

Darüber hinaus sind mit dem EE-Ausbau sonstige Wirkungen (z. B. technologische Entwicklungen, Innovationen und Versorgungssicherheit) verbunden, die im Rahmen dieses Berichts nicht quantifiziert werden.

Abbildung 1: Kosten- und Nutzenkategorien des Ausbaus EE



Der vorliegende Monitoringbericht für das Jahr 2013 ist eine Fortführung der bisherigen Berichte für 2009, 2010, 2011 und 2012 (ISI GWS, IZES, DIW, 2010b, 2011, 2012, 2013). Er enthält für die Jahre 2008 bis 2013 Angaben zu den Kosten- und Nutzenwirkungen zu jeweiligen Preisen (Ausnahme vermiedene Umweltschäden: Preisbasis 2010), wobei die Angaben für das Jahr 2013 teilweise noch auf vorläufigen Schätzungen basieren. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse für 2013 ist nachfolgend darge-

stellt. Anschließend findet eine kurze Darlegung der Einzelergebnisse in den nachfolgenden Kapiteln statt, wobei auf eventuelle methodische Veränderungen hingewiesen wird.

1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse für 2013

Die quantifizierten Effekte sind in Tabelle 1 nach Wirkungskategorien zusammengefasst. Eine Aggregation ist grundsätzlich nur bei völliger Übereinstimmung der Wirkungstypen, des Analysegegenstands sowie der Einheiten möglich.

Unter systemanalytischen Kosten- und Nutzenwirkungen lassen sich die gesamten Kosten aufsummieren und dem quantifizierten Nutzen gegenüberstellen, wobei in den ermittelten Nutzengrößen die vermiedenen Umweltschäden berücksichtigt werden und die Kosten zunächst ohne CO₂-Preis-Effekte berechnet werden.² Für das Jahr 2013 werden systemanalytische Differenzkosten in Höhe von ca. 14,8 Mrd. € ermittelt, denen ein Nutzen von ca. 11 Mrd. € gegenüber steht. Bereinigt um die in den Systemdifferenzkosten eingerechnete Teilinternalisierung der CO₂-Zertifikatskosten beträgt der Nettonutzen rund 10,4 Mrd. €. Dieser Nutzen beruht allein auf vermiedenen Emissionen der gegenwärtigen EE-Endenergieerzeugung. Bei den systemanalytischen Differenzkosten dominieren die direkten Differenzkosten, während die indirekten Differenzkosten bisher noch relativ gering sind: Die Ausgleichs-, Regelenergie- und Netzausbaukosten liegen zusammen bei knapp 0,66 Mrd. €. Dieser statischen Kostenbetrachtung für das Jahr 2013 stehen weitere, insbesondere auch dynamische Nutzenwirkungen wie Spillover-Effekte von Politik und FuE-Aktivitäten, technische Entwicklungen, vermindertes Risiko nuklearer Unfälle und erhöhte Versorgungssicherheit gegenüber, die allerdings bisher nicht monetär quantifiziert sind.

Bezüglich der Verteilungsaspekte ist eine vollständige Erfassung und Zuordnung von Ent- oder Belastungen nach einzelnen Wirtschaftsakteuren noch nicht möglich. Die Stromverbraucher insgesamt sehen sich 2013 durch die EEG-Umlage einer Belastung von rund 16 Mrd. € ausgesetzt. Durch den Merit-Order-Effekt hatte sich 2013 auf dem Großhandelsmarkt eine Preissenkung im Wert von 3,3 Mrd. € ergeben.³ Sofern solche Preissenkungen vollständig an die Stromverbraucher durchgereicht werden, stünden ihren Belastungen durch die EEG-Umlage Entlastungen in einer Größenordnung von über 0,6 Ct/kWh gegenüber. Durch den Merit-Order-Effekt dürfte sich für Unternehmen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung des EEG fallen (Begrenzung der EEG-Umlage 2013 auf 0,05 bis 0,5 ct/kWh), sogar netto eine Entlastung ergeben. Wei-

² Vgl. Breitschopf, Diekmann (2010).

³ Vorläufige Ergebnisse ohne Berücksichtigung eventueller MOE-Effekte auf anderen europäischen Märkten, die Strom von Deutschland importieren.

tere Verteilungseffekte ergeben sich – zu Lasten öffentlicher Haushalte bzw. der Steuerzahler – aus Fördermitteln für Forschung und Entwicklung sowie für die Marktentwicklung (insbesondere Marktanreizprogramm), von denen spiegelbildlich Unternehmen und Anlagenbetreiber profitieren.

Tabelle 1: Quantifizierte Kosten und Nutzenwirkungen im Jahr 2013 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen

Wirkungskategorien	Analysebereiche	Strom in Mrd. €	Wärme in Mrd. €	Verkehr in Mrd. €	Gesamt EE in Mrd. €
System-analytische Wirkungen	Direkte Differenzkosten	11,1	1,9	1,2	14,2
	Regel/Ausgleichsenergiekosten	0,12			0,1
	Netzausbaukosten	0,54			0,5
	Gesamte Differenzkosten	11,8	1,9	1,2	14,8
	Vermiedene Umweltschäden	9,7	1,2	0,1	11,0
Verteilungs- und Preiseffekte	einzelwirtschaftliche Mehrkosten (EE-Diff.*...)	16	1,7		17,7
	<i>annuierte Förderung MAP-Anlagen</i>	-	0,2		
	Besondere Ausgleichsregelung	4,0			4,0
	Merit-Order-Effekt	3,3			3,3
	Öffentliche Fördermittel				0,7
	Marktförderung				0,4
	FuE-Förderung				0,3
	Besteuerung von EE-Strom**	1,9			1,9
Makro-ökonomische Effekte	Vermiedener Einsatz fossiler importierter Brennstoffe***	3,8	4,3	1,0	9,1
	Investitionen (<i>in Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen</i>)				16,1
	Umsätze (<i>Hersteller von Anlagen und Komponenten</i>)				22,8
	Bruttobeschäftigung (in Personen)				371.400
Weitere, nicht quantifizierte Effekte	Versorgungssicherheit, technologische Entwicklung, Risiko eines nuklearen Unfalls, Spill-over von FuE, Vorbildcharakter Politik und Gesellschaft				n.a.

Quelle: eigene Zusammenstellung, Angaben zu laufenden Preisen, außer Umweltschäden: Preisbasis 2010
Anmerkungen: Vorläufige Angaben, * gerundeter Prognosewert Strom;** Mittelwert; ***Summe hier ohne Bereinigung um biogene Brennstoffimporte.

Wie schon 2011 zeigt die Bilanz der quantifizierten systemanalytischen Effekte für 2013 einen leicht negativen Saldo, dies ist insbesondere dem starken Ausbau der Photovoltaik und den niedrigen Strommarktpreisen geschuldet. Zu beachten ist allerdings, dass diese statische Betrachtung wesentliche Nutzeneffekte noch unberücksichtigt lässt. So trug die starke Stellung deutscher Unternehmen auf dem Leitmarkt „erneuer-

bare Energien“ 2013 nach wie vor zu ausgeprägten Exporterfolgen bei, die sich in den Umsätzen widerspiegeln. In den verschiedenen Unternehmen dieses Sektors sind 2013 insgesamt 371.4000 Personen beschäftigt, was gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang von knapp 8% bedeutet (Rückgang in der Photovoltaik-Branche) aber im Vergleich zur ersten Messung für das Jahr 2004 (160.500 Beschäftigte) einem Anstieg um rund 131% gleichkommt. Auch die Umsätze der Branche haben mit rund 22,8 Mrd. € eine erhebliche gesamtwirtschaftliche Bedeutung.

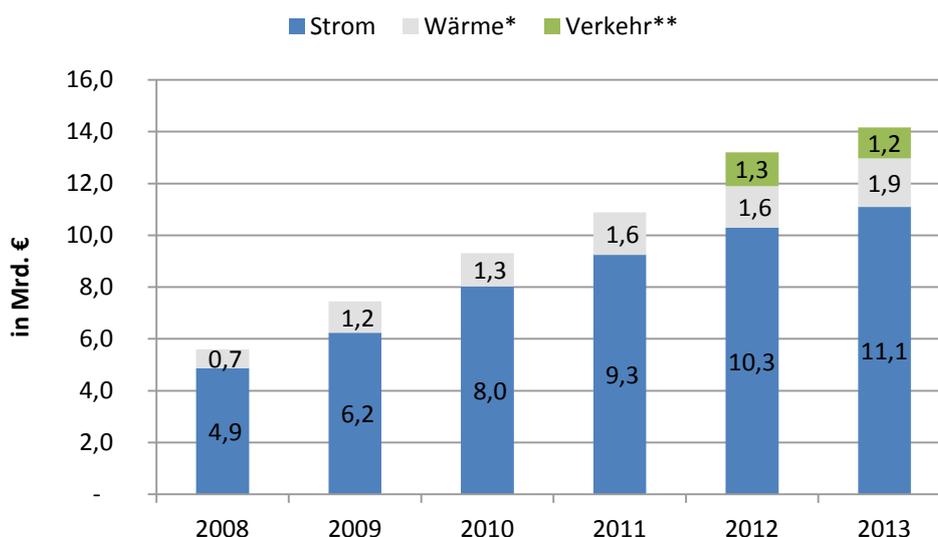
2 Einzelne Kosten- und Nutzenwirkungen

2.1 Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen

2.1.1 Direkte Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich

Die direkten systemanalytischen Differenzkosten ergeben sich aus der Differenz zwischen den Gestehungskosten für Strom, Wärme und Kraftstoffe aus erneuerbaren und aus fossilen Referenztechnologien. Sie berechnen sich jeweils aus den annuitätischen Investitions- und Betriebskosten und ggf. Brennstoffkosten, unabhängig davon, ob die Investitionen in EE aufgrund gesetzlicher Vorgaben (etwa im Rahmen des EEWärmeG) oder aufgrund anderer Anreize erfolgen. Auch möglicherweise gewährte Fördermittel oder die auf fossile Brennstoffe erhobenen Energiesteuern bleiben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt.

Abbildung 2: Systemanalytische Differenzkosten im Strom-, Wärme⁴ - und Verkehrsbereich, in Mrd. €



Quelle: Berechnungen von Fraunhofer ISI und GWS

Anmerkung: * Differenzkosten im Bereich Wärme ab 2012 nach neuer Berechnungsmethode, in 2013 rückwirkende Anpassung bei AGEE-Stat Daten; ** Differenzkosten für Verkehr erstmalig für 2012 berechnet, rückwirkende Anpassung der Preise um Energiesteuer in 2013.

Die systemanalytischen Differenzkosten ermöglichen Aussagen über die gesamtwirtschaftlichen Kosten von Energien aus erneuerbaren Quellen im Vergleich zu konventionellen Energien. Diese Differenzkosten können grundsätzlich positiv oder negativ sein. In Abbildung 2 sind die Differenzkosten für die Bereiche Strom, Wärme und Ver-

⁴ In ISI et al. (2010a, 2010b, 2011) wurden die Differenzkosten im Wärmebereich bisher auf Preisbasis 2005 angegeben, in ISI et al. (2012) und diesem Bericht nun zu jeweiligen Preisen.

kehr dargestellt, wobei für den Verkehrsbereich zurzeit ausschließlich Berechnungen bezüglich flüssiger Kraftstoffe ab dem Jahr 2012 vorliegen.

2.1.1.1 Strombereich

In der systemanalytischen Betrachtung werden zunächst die Gestehungskosten für Strom aus erneuerbaren und anderen Energieträgern verglichen. Werden in die Gestehungskosten CO₂-Zertifikatspreise einberechnet, müssen sie bei der Bilanzierung mit dem Nutzen durch vermiedene Emissionen gesondert berücksichtigt werden. Die systemanalytischen Differenzkosten ermöglichen Aussagen über die gesamtwirtschaftlichen Nettokosten von Energien aus erneuerbaren Quellen, im Vergleich zu konventionellen Energien. Diese Differenzkosten können grundsätzlich positiv oder negativ sein.

Die direkten systemanalytischen Differenzkosten für Strom lagen mit 11,1 Mrd. € in 2013 höher als im Vorjahr. Eine Reihe von Faktoren wirkt sich auf die Höhe der systemanalytischen Differenzkosten aus. Zunächst spielen die Kosten des Zugangs an installierter EE-Leistung für 2013 eine Rolle. Insgesamt wurden 16,1 Mrd. Euro in Deutschland in den Ausbau der erneuerbaren Energien investiert. Auf Technologien zur Stromerzeugung entfallen hiervon 80,4 %.

Die zweite wichtige Komponente sind die anlegbaren Preise, d.h. die Stromgestehungskosten bei fossiler Erzeugung. Eine bedeutende Rolle spielen hierbei die Importpreise für Steinkohle, Öl und Gas. Die Steinkohlenpreise fallen bereits seit 2011 leicht, Öl- und Gaspreise sind ebenfalls im vergangenen Jahr leicht gefallen. Dies vergrößert den Abstand zwischen den Stromgestehungskosten für fossile und EE-basierte Erzeugung. Die Differenzkosten sind daher stärker gestiegen als der EE-Ausbau.

2.1.1.2 Wärmebereich

Der Ansatz im Wärmebereich basiert ebenfalls auf einer systemanalytischen Berechnung, die die Wärmebereitstellungskosten der EE-Technologien mit denen fossiler Technologien vergleicht. Die Ermittlung der Kosten im Wärmebereich ist dabei komplexer als im Strombereich, da überwiegend dezentrale Systeme in Wohn- und Nichtwohngebäuden die Versorgung übernehmen. Insofern sind neben den Verbrauchskosten auch Investitionen und Betriebskosten der jeweiligen Wärmetechnologien zu berücksichtigen, die sich nicht nur systembedingt, sondern auch nach Art der zu versorgenden Gebäude unterscheiden.

Die systemanalytischen Differenzkosten im Wärmebereich sind damit als annuitätische Erzeugungsmehr- oder -minderkosten der EE-Wärmetechnologien gegenüber den fossilen Heizsystemen auf Vollkostenbasis definiert. Entlastungen durch Fördermaßnah-

men sind dabei in der Berechnung nicht berücksichtigt, wie auch Umsatz- und Energiesteuer. Neben den technologiespezifischen Parametern sind auch gebäudespezifische Kennwerte, wie Wärmebedarf und Wärmeverlust zu berücksichtigen. Für die Berechnung der Differenzkosten wird daher eine Gebäudetypologie herangezogen, die einen Kostenvergleich der Technologien innerhalb eines Gebäudetyps ermöglicht. Dieser Ansatz wird sowohl auf Wohngebäude als auch auf Nichtwohngebäude angewendet.

Die Differenzkosten der gesamten EE-Nutzung im Wärmebereich betragen nach der dargestellten Berechnung im Jahr 2013 1,64_[2005] Mrd. € bzw. rund 1,9_[2013] Mrd. €. Die Berechnung berücksichtigt die nachträgliche Anpassung der EE Statistik aus dem Jahr 2014 (AGEE-Stat 2014), wodurch sich auch für die vergangene Jahre Änderungen in den Differenzkosten im Vergleich zu der letzten Berechnung aus dem Jahr 2013 (*Referenz zu letzten Monitoring Bericht*) ergeben. Mit der statistischen Anpassung ist der EE-Wärme Beitrag für die Jahre 2008 bis 2012 um zusammen 68 TWh nach unten korrigiert worden, für das Jahr 2012 beträgt die nachträgliche Korrektur rund 16 TWh ((AGEE-Stat 2013, AGEE-Stat 2014). Die Differenzkosten für das Jahr 2012 betragen demnach 1,41_[2005] Mrd. € – auf Basis der statistischen Grundlage aus dem Jahr 2013, waren noch 1,7_[2005] Mrd. € ermittelt worden.

Im Jahr 2013 sind die Differenzkosten im Wärmebereich demnach um 203_[2005] Millionen € gestiegen, wobei sich der Zubau der EE gegenüber dem Vorjahr ebenfalls sehr moderate darstellt und ein Teil der in der Statistik ausgewiesenen zusätzlichen EE Nutzung auf das gegenüber 2012 kältere Jahr 2013 zurückzuführen ist.

2.1.1.3 Verkehrsbereich

Die Differenzkosten im Verkehrsbereich ergeben sich aus dem Unterschied der Herstellerpreise von Biokraftstoffen (ohne Biomethan) und den jeweiligen fossilen Äquivalenten⁵. Für die verwandte Menge Bioethanol wird unter Berücksichtigung des Energiegehalts die Menge des ersetzten Benzins errechnet, analog substituieren Biodiesel und Pflanzenöl fossilen Dieselkraftstoff.⁶ Bei anderen Treibstoffen z. B. in Schifffahrt und Flugverkehr spielen Biokraftstoffe derzeit noch keine nennenswerte Rolle. Der im

5 Die zur Berechnung verwendeten Großhandelspreise für Biokraftstoffe (Monatsdurchschnitt) wurden von der Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe zusammengestellt, wobei auf Daten von CBOT, Starsupply und AMI zurückgegriffen wurde (FNR 2014). Die entsprechenden Preise für die fossilen Kraftstoffe wurden vom Mineralölwirtschaftsverband zusammengestellt auf Grundlage von Daten des statistischen Bundesamts und des Energieinformationsdiensts (MWV 2014).

6 Die Mengenangaben in Bezug auf die in Deutschland verbrauchten Biokraftstoffe stammen aus den monatlich herausgegebenen amtlichen Mineralölstatistiken der BAFA (2014). Für die Ermittlung der entsprechend benötigten Mengen an fossilen Treibstoffen wurde ein Substitutionsfaktor von 1 bezogen auf den Energiegehalt angenommen, d.h. 1MJ Bioethanol ersetzt 1MJ Benzin und 1 MJ Biodiesel bzw. Pflanzenöl ersetzen 1 MJ mineralischen Diesel (nach UBA 2009, Emissionsbilanz EE 2007), wobei die entsprechenden Heizwerte und Dichten von der FNR (2012) stammen.

Verkehrsbereich verbrauchte Strom ist bei den Differenzkosten des Strombereichs berücksichtigt.

In Summe ergeben sich für 2013 Differenzkosten in Höhe von 1,16 Mrd. €, wobei etwa 33 % auf Bioethanol entfallen und knapp 67 % auf Biodiesel. Im Vergleich zu 2012 (1,31 Mrd. €⁷) sind die Differenzkosten leicht gefallen. Dies lässt sich in erster Linie durch gesunkene spezifische Differenzkosten bei Biodiesel (3,4°ct statt 4,0°ct pro kWh) erklären.

2.1.2 Regel- und Ausgleichsenergiekosten im Strombereich

Die Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie, die zur Integration Erneuerbarer Energien angefallen sind, haben sich in 2013 weiter reduziert und wurden auf ca. 117 Mio. €/a geschätzt. Diese Kosten umfassen allerdings nur Aufwendungen, die bei den Übertragungsnetzbetreibern angefallen sind. Seit 2012 ist zusätzlich zum Grünstromprivileg die Marktprämie als Instrument der Direktvermarktung Erneuerbarer Energien eingeführt worden. Nachdem in 2010 nur einige hundert MW bzw. in 2011 bis zu knapp 5 GW über das Grünstromprivileg direkt vermarktet worden sind, ist mit der Einführung der Marktprämie der Anteil direktvermarkteter Einspeisung deutlich angestiegen. So lag der Anteil direktvermarkteter EEG-Einspeisung in 2011 bei ca. 11 % und ist in 2012 auf ca. 44 % angestiegen. Die direktvermarktete Leistung ist von ca. 29,3 GW Ende 2012 in 2013 auf 36,4 GW (Status Ende 2013) weiter angestiegen. Kosten, die für die Integration dieser Strommengen angefallen sind, werden über die Managementprämie vergütet und sind in den hier aufgeführten Kosten nicht enthalten.

Die hier aufgeführten Kosten fallen bei den Übertragungsnetzbetreibern für die Integration der nicht direktvermarkteten EEG-Einspeisung an. Diese verbleibenden Mengen bei den ÜNBs sinken seit 2011, so dass der Rückgang der Kosten hier auch auf einen Rückgang der Einspeisemengen zurückzuführen ist. Zunächst sind die Kosten mit der Umstellung von der physischen auf die finanzielle Wälzung im Jahr 2010 deutlich zurückgegangen. Die aufgeführten Kosten enthalten die folgenden Kostenpositionen, wobei ein Großteil der Kosten für den Ausgleich von Prognosefehlern der Wind- und PV-Einspeisung anfällt:

- Kosten für die untertägige Vermarktung der EEG-Strommengen zur Anpassung an Prognosefehler,
- Kosten aus der Beschaffung bzw. dem Verkauf von Ausgleichsenergie zur Glättstellung des EEG-Bilanzkreises,

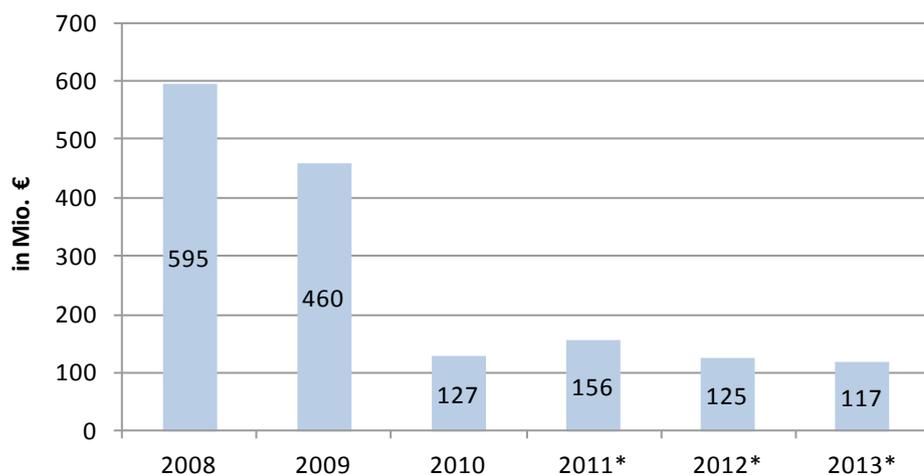
⁷ Wert aus Monitoring-Bericht 2012 wurde angepasst, da Energiesteuer bei Bioethanol enthalten war.

- Erstellung von Day-ahead- und kurzfristigeren Prognosen der EEG-Einspeisung,
- Kosten für die Börsenzulassung und die Handelsanbindung.

Weitere Kosten, die einen deutlich geringeren Umfang haben, fallen für die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und die Ermittlung und Prognose der EEG-Umlage an.

Die Kostenangaben basieren auf Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2012) sowie für 2012 und 2013 auf eigenen Schätzungen auf Basis von Veröffentlichungen der ÜNBs zu den EEG-Handelsgeschäften im Intra-Day und Ausgleichsenergiemarkt (ÜNB 2014). Die Preise für die Intra-Day Handelsgeschäfte der ÜNBs sind nicht bekannt, so dass die angegebenen Kosten nur eine grobe Schätzung der Kosten darstellen. Hier wurde mit den mittleren Intra-Day Preisen der jeweiligen Stunden gerechnet.

Abbildung 3: Ausgleichs- und Regelenergiekosten der ÜNBs im Strombereich durch Prognosefehler, in Mio. €



Quelle: Evaluierungsbericht AusgleichMechV (BNetzA 2012a), www.netztransparenz.de; Anmerkung: * vorläufige Daten, eigene Schätzung Fraunhofer ISI

Die absoluten Kosten für die EEG-Vermarktung der ÜNBs für Ausgleichs- und Regelenergie sind mit Ausnahme von 2011 kontinuierlich zurückgegangen. Dies ist zum einen auf eine effizientere Vermarktung und ab 2012 auf einen Rückgang der vermarkteten Strommengen durch die ÜNBs zurückzuführen. Die spezifischen Kosten pro eingespeister kWh lagen 2011 bei ca. 2,5 €/MWh. Rechnet man mit diesen spezifischen Kosten für die gesamte Wind- und PV-Einspeisung (ÜNBs und Direktvermarkter) dann liegen die Kosten der EEG-Vermarktung für Regel- und Ausgleichsenergie bei ca. 177 Mio. € in 2012 und bei ca. 187 Mio. € in 2013.

2.1.3 Netzausbaukosten

Zur Abschätzung der bisherigen Netzausbaukosten, die durch den Ausbau Erneuerbarer Energien entstanden sind, werden die Kosten bisher realisierte Projekte im Onshore- und Offshorebereich zugrunde gelegt. Maßnahmen im Übertragungsnetz umfassen insbesondere die im EnLAG definierten Maßnahmen (EnLAG 2014). Netzinvestitionen im Verteilnetz sind in den Kosten nicht berücksichtigt.

- Thüringer Strombrücke (Lauchstädt – Redwitz)
- Windsammelschiene (Krümmel – Schwerin)
- Dauersberg – Hünfelden
- Bergkamen – Gersteinwerk
- Osterath – Weißenthurm
- Lüstringen – Westerkappeln
- Marxheim – Kelsterbach
- Gütersloh – Bechterdissen

Bei der Offshore-Netzanbindung von Windenergieanlagen wurden bisher folgenden Netzausbaumaßnahmen umgesetzt oder sind im Bau (O-NEP 2014, 50 Hertz 2014, Tennet 2014):

Nordsee

- Alpha Ventus, realisiert
- BorWin 1, realisiert
- Riffgat, realisiert
- HelWin 1,2, im Bau
- BorWin 2, im Bau
- SyWin 1, im Bau
- DoWin 1, 2, 3, im Bau

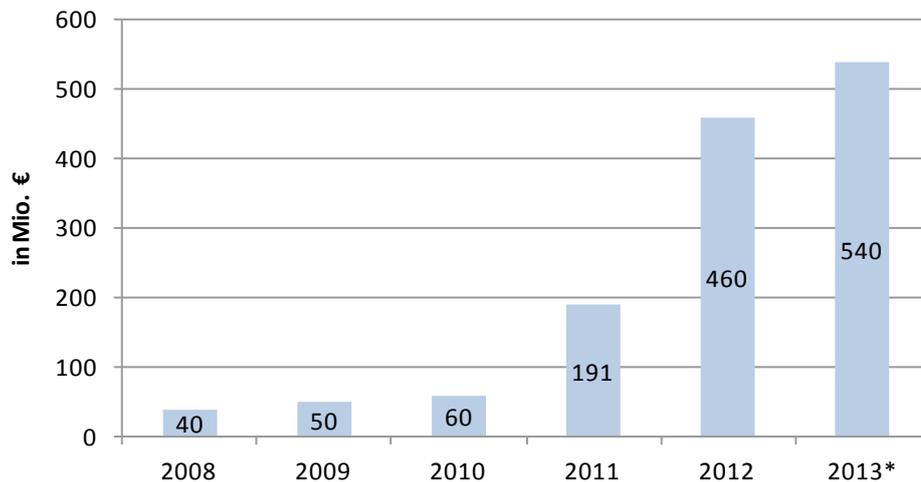
Ostsee

- Baltic 1, realisiert
- Baltic 2, im Bau

Das gesamte Offshore-Startnetz sowie die bereits realisierten Projekte haben ein Investitionsvolumen von ca. 12 Mrd. € (ONEP 2014). Die bisher getätigten Investitionen für Offshore-Netzanschlussprojekte werden auf über 6 Mrd. € bis 2013 geschätzt. Für 2013 wird mit einem kumulierten Investitionsvolumen von über 7 Mrd. € gerechnet, aus dem die jährlichen Kosten des Netzausbaus ermittelt werden. Die Abschreibungsdauer sowie der Zinssatz betragen hierfür 40 Jahre und 6,5 % p. a. Die sich daraus ergebenden

den jährlichen Kosten für den Netzausbau beliefen sich 2012 auf rund 460 Mio. € und erreichen 2013 voraussichtlich rund 540 Mio. €.

.Abbildung 4: Netzausbaukosten für Übertragungsnetze und die Anbindung von Offshore-Windkraftanlagen, in Mio. €



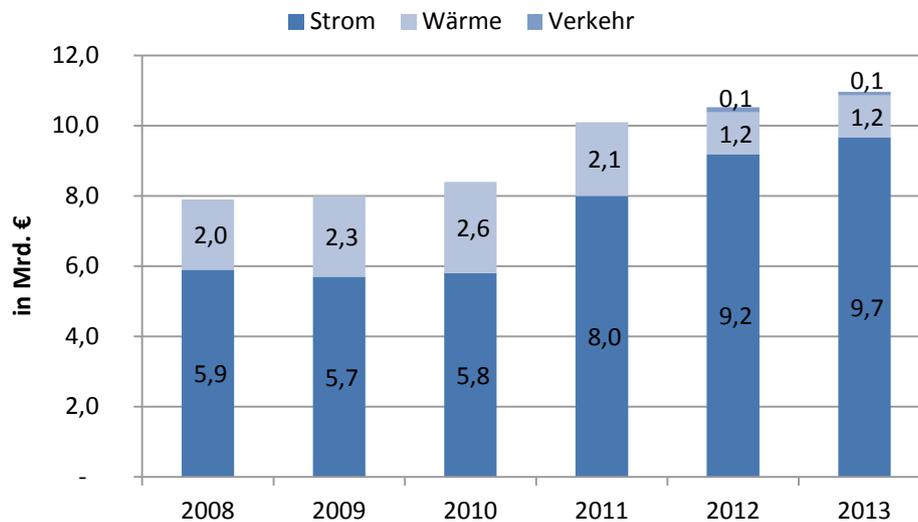
Quelle: Abschätzungen auf Basis von Angaben der Übertragungsnetzbetreiber

Anmerkung: * vorläufige Daten, eigene Schätzung Fraunhofer ISI

2.1.4 Vermiedene Umweltschäden

Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien erbringt Deutschland einen wesentlichen Beitrag zum globalen Klimaschutz. Die vermiedenen Umweltschäden stellen folglich eine bedeutende Nutzenkategorie des Ausbaus erneuerbarer Energien dar. Sie werden für die Bereiche Strom, Wärme und ab 2012 auch für den Bereich Verkehr (Kraftstoffe) ausgewiesen. Allerdings ist zu beachten, dass die Abschätzung der vermiedenen Umweltschäden auf durchschnittlichen Daten zu Emissionen beruht und die angelegten monetären Ansätze im Mittelfeld der angegebenen Schadensbandbreiten liegen. Dies bedeutet, dass die hier dargestellten Nutzenwirkungen eine gewisse Unschärfe ausweisen.

Abbildung 5: Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen von 2008 bis 2013, in Mrd. €



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von UBA 2012, BMU 2012a, UBA 2011

Anmerkung: Anpassung der Emissionsfaktoren und Substitutionsfaktoren für 2012 (UBA 2013)

2.1.4.1 Strom- und Wärmebereich

Zur Berechnung der durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermiedenen Umweltschäden im Strom- und Wärmebereich wird auf Emissions- und Substitutionsfaktoren (UBA 2013) und Daten zur Bereitstellung der Endenergie aus erneuerbaren Energien (BMWi 2014) zurückgegriffen sowie wie im Vorjahr für die Berechnung der Emissionen die Kostenansätze des UBA (2012) angelegt (Schadenskostenansatz für CO₂: 80 €/t CO₂). Da eine Abschätzung der Schadenskostenansätze für Luftschadstoffe und Treibhausgase eine Reihe von Annahmen erfordert, hängt die Höhe der vermiedenen Umweltschäden u.a. von den getroffenen Annahmen ab.⁸

Die monetäre Bewertung der vermiedenen Emissionen im Strom- und Wärmebereich führt zu vermiedenen Umweltschäden in Höhe von insgesamt rund 10,9 Mrd. € (2013). Diese Nutzenwirkung basiert überwiegend auf der Vermeidung von Treibhausgasemissionen (insbesondere von CO₂), die einen dominierenden positiven Beitrag liefern, während sich die Emissionen von Luftschadstoffen nur geringfügig bemerkbar machen. Die vermiedenen Umweltschäden stellen einen „Brutto“-Nutzen dar, bei dem erfolgte (Teil-)Internalisierungen von Umweltkosten (z. B. CO₂-Zertifikatspreise) oder Wechselwirkungen mit politischen Instrumenten des Klima- und Umweltschutzes nicht eingerechnet sind. Unter Berücksichtigung der CO₂-Zertifikatspreise (siehe Breit-

⁸ Zur Berechnungsmethodik der monetären Bewertung siehe Breitschopf (2012) und UBA (2012).

schoopf/Diekmann 2010; DEHSt 2014) vermindern sich die vermiedenen Umweltschäden im Strom- und Wärmebereich auf rund 10,4 Mrd. € (2013).⁹

2.1.4.2 Verkehrsbereich

Durch den Einsatz von Biokraftstoffen anstelle von fossilen Treibstoffen werden Emissionen vermindert (hauptsächlich CO₂), aber teilweise auch erhöht (dies ist der Fall bei den Luftschadstoffen SO₂ und NO_x und Feinstaub sowie den Treibhausgasen CH₄ und N₂O). Die Grundlage der Berechnungen für das Jahr 2012 bildet die Emissionsbilanz Erneuerbare Energien (UBA 2013). Die Methodik ist dort ausführlich beschrieben. Es ist anzumerken, dass direkte und indirekte Landnutzungsänderungen aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit in den hier verwendeten Emissionsfaktoren nicht berücksichtigt wurden, obwohl sie für die Bilanzierung von Biokraftstoffen große Relevanz haben.¹⁰ Auch die Berechnungen in 2013 orientieren sich an dieser Methodik, orientieren sich aber für den Rohstoffmix an Verbandsangaben (VDB 2014 und BDBe 2014)¹¹. Die zusätzlichen bzw. vermiedenen Emissionen werden für die monetäre Bewertung mit Kostensätzen aus der UBA-Methodenkonvention (vgl. Breitschoopf, 2012) multipliziert. Es wurde dabei mit jeweils durchschnittlichen Kostensätzen für die einzelnen Treibhausgase bzw. Luftschadstoffen gearbeitet.¹²

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, vermeidet der Einsatz von Bioethanol und Biodiesel zwar jeweils CO₂, die spezifischen CO₂ Emissionen bei der Herstellung von Bioethanol sind jedoch höher als bei Biodiesel. Da jedoch in erster Linie CO₂ einen wesentlichen Beitrag zu vermiedenen Umweltschäden leistet, während die meisten anderen betrachteten Schadstoffe und Klimagase sogar vermehrt emittiert werden, führt dies in Summe zu einem positiven Ergebnis für Biodiesel und zu einem leicht negativen Ergebnis für Bioethanol. Insgesamt zeigen die Berechnungen für 2013 ein in der Summe positives Ergebnis von 52 Mio. € durch vermiedene Umweltschäden. Dieser Wert ist deutlich

⁹ In den systemanalytischen Differenzkosten sind die Kosten für CO₂-Zertifikate enthalten. Um Doppelzählungen zu vermeiden, sind daher die CO₂-Zertifikatspreise beim Schadenskostenansatz für CO₂ zu berücksichtigen, d.h. der Schadenskostenansatz für CO₂ vermindert sich bei den betroffenen Industrien (z. B. bei Stromerzeugung) entsprechend. Die CO₂-Zertifikate stellen eine Teilinternalisierung dar.

¹⁰ Die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung schließt seit 2011 direkte Landnutzungsänderungen praktisch aus. Zur Abschätzung der Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen werden derzeit z. B. von der Europäischen Kommission Methoden entwickelt (Hiederer et al 2010). Djomo und Ceulemans (2012) analysierten 15 Studien, die sich innerhalb der letzten Jahre mit der Quantifizierung von Emissionen aus der indirekten Landnutzungsänderung befassten. Das breite Spektrum von 0 bis 327 g CO₂ pro MJ Bioethanol bzw. 0 bis 1434 g CO₂ pro MJ Biodiesel zeigt den hohen wissenschaftlichen Diskussionsbedarf.

¹¹ UBA (2013) orientiert sich für den Rohstoffmix am Bericht zur Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (BLE, 2013). Dieser liegt für das Jahr 2013 jedoch noch nicht vor.

¹² Eine detailliertere Betrachtung würde erfordern den genauen Ort (Stadt, Land, Höhe) und Umstände (Großwetterlage etc.) der Emissionen zu kennen (UBA, 2012). Diese Zahlen sind jedoch im Rahmen dieser Studie nicht zu ermitteln.

geringer als für das Jahr 2012 (140 Mio. €), was auf den unterschiedlichen Rohstoffmix zurückzuführen ist.

Tabelle 2: Monetäre Bewertung vermiedener Umweltschäden durch Biokraftstoffe (ohne Biomethan) in 2013, in Mio.€

		CO2	CH4	N2O	Nox	SO2	PM10	NM VOC	Summe
Biodiesel	Mio Euro	391	-13,0	-105	-123	-27,0	-23,0	0,54	99,7
Pflanzenöl	Mio Euro	0,25	-0,002	-0,079	-0,035	0,008	-0,010	0,001	0,13
Bioethanol	Mio Euro	154	-2,42	-23,5	-121	-30,5	-30,3	5,84	-47,6
Biokraftstoffe	Mio Euro	545	-15,4	-129	-244	-57,5	-53,3	6,38	52,2

Quellen: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von UBA (2013), BDBe (2014), VDB (2014) und Breitschopf (2012)

2.2 Verteilungs- und Preiseffekte

2.2.1 Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr- oder Minderkosten im Strom- und Wärmebereich

Die einzelwirtschaftlich verbleibenden Mehr- oder Minderkosten stellen die resultierenden Belastungen oder Entlastungen der einzelnen Akteure dar, die nach Abzug aller Zahlungen (z. B. Förderungen im Wärmebereich, Umlagezahlungen im Strombereich) bei diesen verbleiben. Sie werden nachfolgend für den Strom- und Wärmebereich aufgezeigt. Im Bereich Verkehr ergeben sich nur aufgrund der Besteuerung Unterschiede zu den systemanalytischen Differenzkosten.

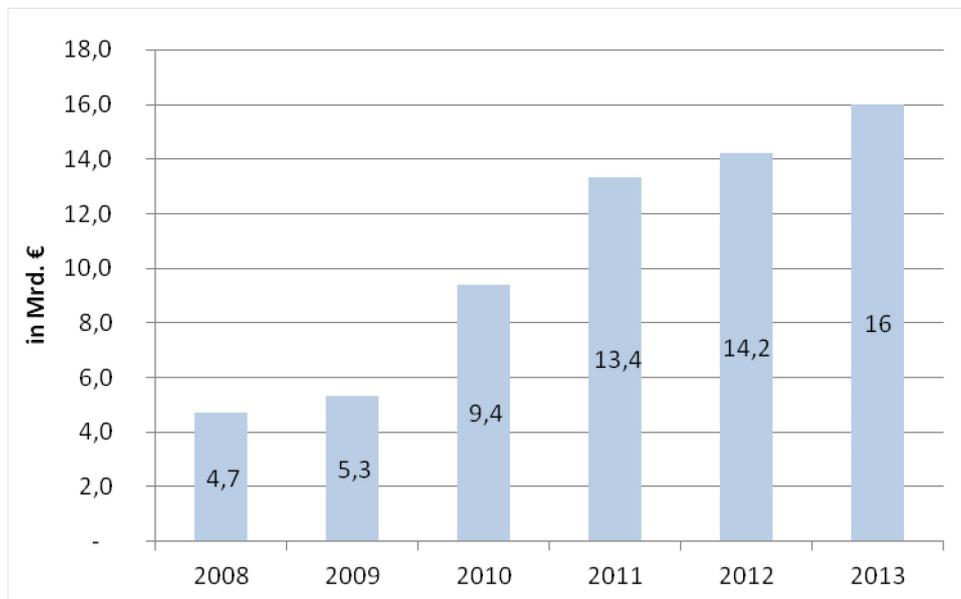
2.2.1.1 Strombereich

Die verteilungspolitisch relevanten einzelwirtschaftlichen Mehr/Minderkosten, die sog. EEG-Differenzkosten im Strombereich ergeben sich im Wesentlichen aus der Differenz zwischen EEG-Vergütungen und den Einnahmen der Netzbetreiber aus dem Verkauf des EEG-Stroms. In der Systematik der vorliegenden Untersuchung zählen die Zahlungen von Vergütungen und Prämien einerseits und die Verteilung der Umlage auf die Stromkunden zu den Umverteilungsmechanismen. Durch den Anstieg des Umlagebetrags insgesamt, insbesondere jedoch durch den Anstieg der Umlage bezogen auf die Stromendnachfrage hat dieser Aspekt des Ausbaus erneuerbarer Energien erheblich für Aufmerksamkeit gesorgt.

Für das Jahr 2013 lag die *Prognose* der ÜNB für die „Deckungslücke“ des EEG-Kontos, die sich aus den Auszahlungen an Anlagenbetreiber 2012, den Einnahmen aus der Vermarktung, dem Profilserviceaufwand, den Kosten für Börsenzulassung und

Zinsen sowie den Einnahmen für privilegierten Letztverbrauch ergibt, bei rund 16 Mrd. €. ¹³ Die Jahresabrechnung steht noch aus.

Abbildung 6: Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten im Strombereich, in Mrd. €



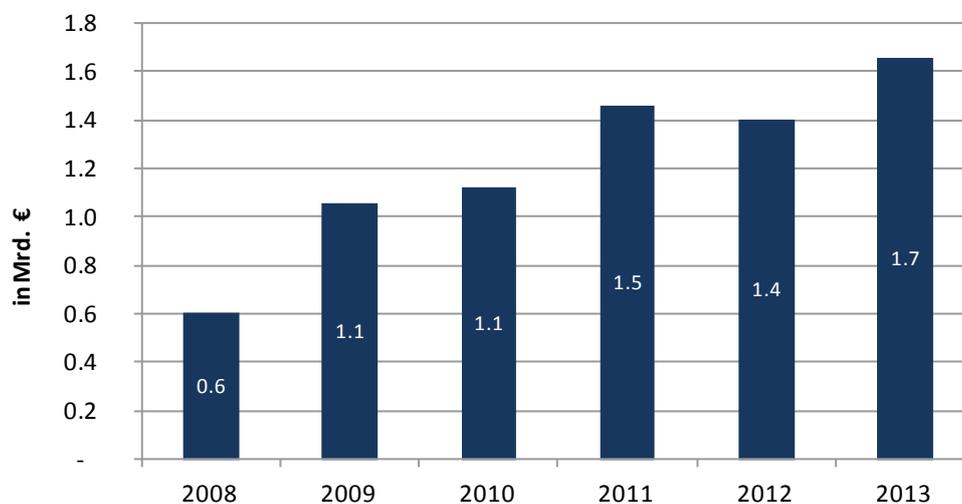
Quelle: Zusammenstellung/Berechnungen der GWS. Anmerkung: 2013 prognostizierte Werte

2.2.1.2 Wärmebereich

Im Wärmebereich entsprechen die einzelwirtschaftlich verbleibenden Mehr- oder Minderkosten den annuisierten Erzeugungsmehr- oder -minderkosten einer EE-Wärmeerzeugung gegenüber der fossilen Wärmeerzeugung abzüglich der annuisierten Förderung (im Rahmen des Marktanzreizprogramms) (ISI et. al. 2011). Knapp 0,2 Mrd. € der systemanalytischen Differenzkosten wurden durch das Marktanzreizprogramm kompensiert, so dass sich die einzelwirtschaftlich verbleibenden Mehrkosten in 2013 für die Wärmeerzeugung mit EE auf knapp 1,7 Mrd. € belaufen und damit gegenüber 2012 zugenommen haben (näher zur Methodik und möglichen alternativen Abgrenzungen: ISI/DIW/IZES/GWS 2011).

¹³ Genauer Prognosewert 16,2 Mrd. €, hier abgerundet.

Abbildung 7: Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten der Wärmeerzeugung, in Mrd.€



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI, vorläufige Abschätzung

Anmerkung: Werte ab 2012 wurden aufgrund einer neuen Berechnungsmethode (Bereinigung um temperaturbedingten Verbrauch) sowie statistischer Korrekturen in 2014 leicht angepasst.

2.2.2 Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich

Die Besondere Ausgleichsregelung (§§ 40 ff. EEG 2012), kurz BesAR, zielt darauf ab, die internationale Wettbewerbsfähigkeit stromintensiver Unternehmen sowie die intermodale Wettbewerbsfähigkeit von Schienenbahnen durch die EEG-Umlage nicht zu beeinträchtigen. Mit der Regelung bekommen Unternehmen, deren Wettbewerbsfähigkeit durch die EEG-Umlage gefährdet sein könnte, einen Teil der EEG-Umlage per Antrag erlassen (begünstigte Strommengen). Die Kosten, um die diese Unternehmen entlastet werden, sind von allen anderen Stromverbrauchern zu tragen. Durch den Anstieg der EEG-Umlage überschreiten immer mehr Unternehmen die vom Gesetzgeber definierten Begünstigungsschwellen. Entsprechend steigt das Umverteilungsvolumen zwischen den BesAR begünstigten und nichtbegünstigten Stromletztverbrauchern. Letztere zahlen mit steigender Begünstigung einen immer höheren Anteil an den EEG-Differenzkosten.

Die nachfolgenden Angaben zur Höhe der Begünstigung zeigen die Differenz zwischen einer EEG-Umlage, die sich ohne die BesAR ergeben würde, und dem verbleibenden Anteil der EEG-Umlagezahlung, welche die begünstigten Unternehmen letztendlich noch tragen. Bei dieser Art der Betrachtung ist aufgrund der niedrigeren EEG-Umlage die Begünstigung der Industrie niedriger, als sie sich aus Sicht eines einzelnen Unternehmens ergibt, welches einzelwirtschaftlich die Begünstigung zwischen dem zu tragenden Anteil und der seitens der Übertragungsnetzbetreiber festgelegten EEG-Umlage erhält. Wäre dieses Unternehmen allerdings nicht begünstigt, so würde die EEG-Umlage für alle Letztabnehmer niedriger ausfallen. Dieser Zusammenhang wird

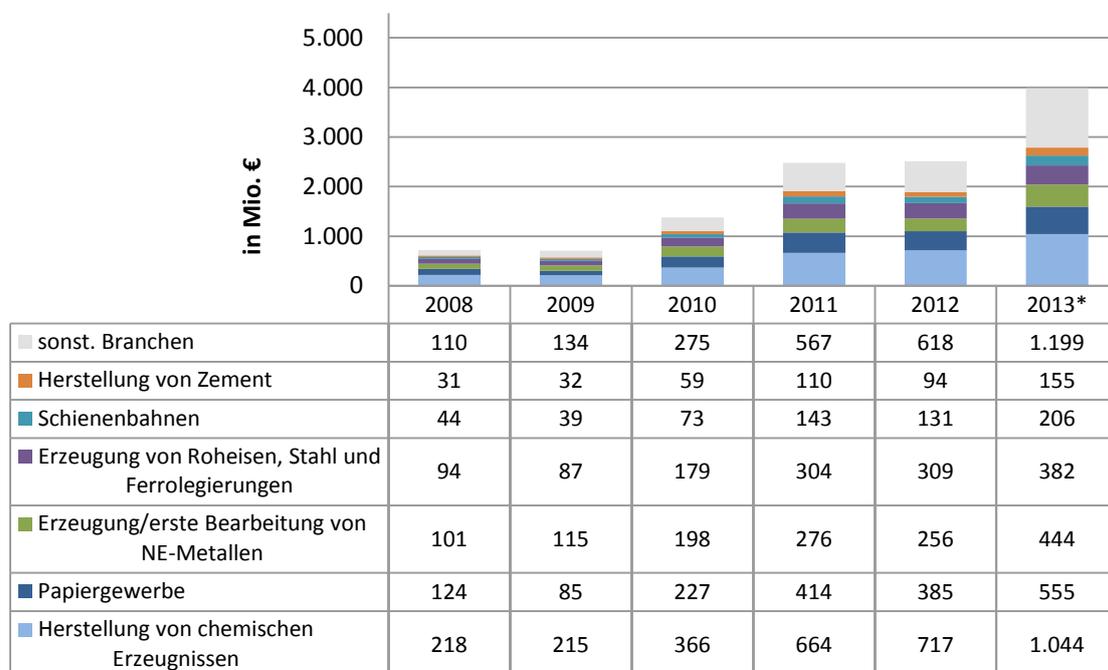
durch die volkswirtschaftliche Betrachtung einer EEG-Umlage ohne BesAR berücksichtigt. Auf dieser Basis berechnen sich die Umverteilungsvolumina.

Für die Jahre 2008 bis 2012 wurden die tatsächlich verbrauchten privilegierten Strommengen, die durch einen Wirtschaftsprüfer testiert wurden, herangezogen. Für die Jahre 2013 und 2014 werden dagegen noch die Einschätzungen der Übertragungsnetzbetreiber zu den begünstigten Strommengen übernommen.

Für 2012 führt dies wie im Vorjahr zu einer Ersparnis bei den privilegierten Unternehmen von rund 2,5 Mrd. €. Für das Jahr 2013 wird mit einer deutlichen Zunahme um rund 1,5 Mrd. € auf knapp 4 Mrd. € gerechnet (Abbildung 8). Diese begründet sich vor allem aus der gestiegenen EEG-Umlagezahlung. Dabei trägt der Zubau Erneuerbarer Energien nur einen Teil zur Erhöhung bei. Wesentliche Kostengröße bilden die verminderten prognostizierten Einnahmen, die Erhöhung der Liquiditätsreserve auf 10 % sowie der Abbau des Defizits auf dem EEG-Konto (aus 2011). Für 2014 wird eine weitere Erhöhung der Umverteilung auf fast 5,1 Mrd. € erwartet.

Diese Ersparnisse für die privilegierten Unternehmen bedeuten für alle übrigen Stromabnehmer eine Mehrbelastung (Abbildung 9), die insbesondere das übrige, nichtprivilegierte produzierende Gewerbe, die Haushalte sowie der Sektor Handel, Gewerbe und Dienstleistungen tragen.

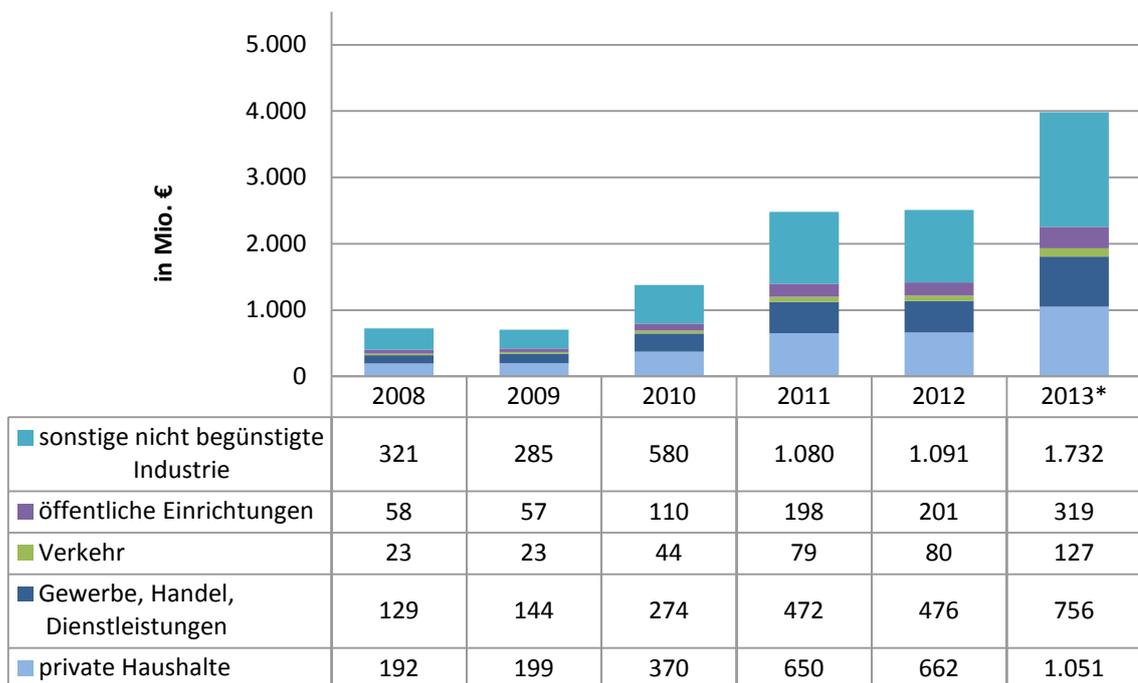
Abbildung 8: Begünstigung privilegierter Stromendabnehmer aufgrund der Besonderen Ausgleichsregelung nach Wirtschaftszweigen seit 2008, in Mio. €



Quelle: Berechnungen der IZES gGmbH.

Anmerkung: 2008 bis 2012 entsprechend der Verifizierung durch den Wirtschaftsprüfer überarbeitet. *Für 2013 liegen noch keine WP-Daten vor, hier Annahmen des ÜNB

Abbildung 9: Wirkung der Besonderen Ausgleichsregelung auf die Kostenbelastung der nicht begünstigten Stromletztverbraucher-Gruppen



Quelle: Berechnungen der IZES gGmbH

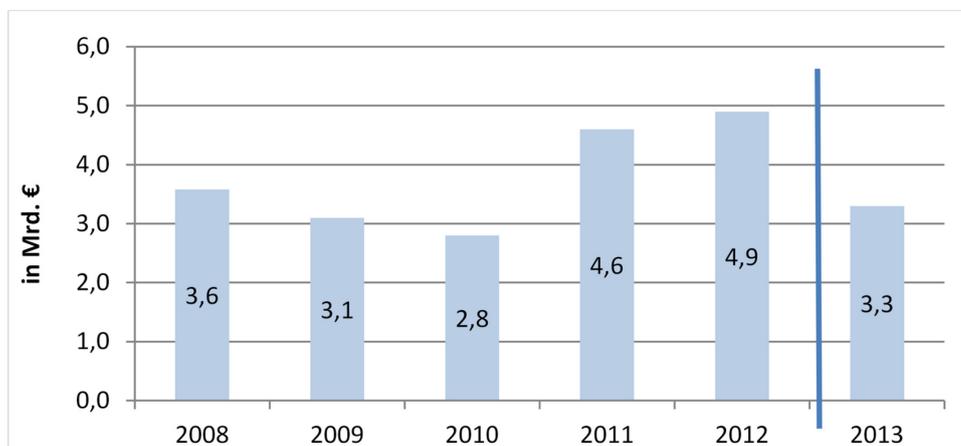
Anmerkung: 2008 bis 2012 entsprechend der Verifizierung durch den Wirtschaftsprüfer überarbeitet. * Für 2013 liegen noch keine WP-Daten vor, hier Annahmen des ÜNB

2.2.3 Preiseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strombereich

Vereinfachend kann die Wirkung der Stromerzeugung aus erneuerbaren, fossilen und nuklearen Energieträgern bei unveränderter Nachfrage nach Strom an der Börse durch eine Verschiebung der Angebotskurve nach rechts abgebildet werden. Diese Verschiebung führt bei unveränderter Nachfrage zu einer Absenkung der Strompreise (Sensfuß 2014). Dieser sogenannte Merit-Order-Effekt stellt einen Preis- und Verteilungseffekt dar, der die Einnahmen der Erzeuger reduziert und die Kosten für Stromlieferanten bzw. -verbraucher senkt.

Für die Berechnung des Merit-Order-Effektes werden die Strompreise für das zu analysierende Jahr jeweils mit und ohne EEG-Stromerzeugung (Counterfactual-Szenario) simuliert. Das Gesamtvolumen des Merit-Order-Effektes lässt sich berechnen, indem die Preisdifferenz zwischen den beiden Szenarien für jede einzelne Stunde mit der jeweiligen Nachfrage multipliziert und das Ergebnis für das ganze Jahr aufsummiert wird. Die Preisbildung erfolgt dabei stundenscharf nach Grenzkosten unter Berücksichtigung der An- und Abfahrkosten. Kraftwerksausfälle werden stochastisch berücksichtigt. Große Wasserkraftanlagen werden bei den Berechnungen nicht gesondert berücksichtigt, da ihr Ausbau schon vor Einführung des EEG weit vorangeschritten war.

Abbildung 10: Merit-Order-Effekt durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in Mrd. €



Quelle: Sensfuß 2014

Ab dem Jahr 2007 werden im Counterfactual-Szenario zusätzliche konventionelle Kraftwerkskapazitäten unterstellt. Diese Vorgehensweise führte bis einschließlich 2010 zu einem sinkenden Merit-Order-Effekt. Zwischen 2010 und 2012 stieg der Merit-Order-Effekt hingegen deutlich von 2,8 Mrd. € auf 4,9 Mrd. € an. So belief sich 2012 die Absenkung des durchschnittlichen Preises durch den Merit-Order-Effekt auf ca. 8,9 €/MWh. Aufgrund der steigenden Stromexporte wurde für das Jahr 2013 das Berechnungsverfahren umgestellt, so dass die Wirkung des internationalen Stromausstausches im Modell berücksichtigt werden kann¹⁴. Dadurch ist mit rund 6,2 €/MWh ein deutlich geringerer Merit-Order-Effekt in Deutschland festzustellen.

2.2.4 Öffentliche Fördermittel

Erneuerbare Energien werden in Deutschland in einer Reihe unterschiedlicher Programme mit öffentlichen Mitteln finanziell gefördert. Dabei sind die Förderung von Forschung und Entwicklung und die Förderung der Marktentwicklung zu unterscheiden.

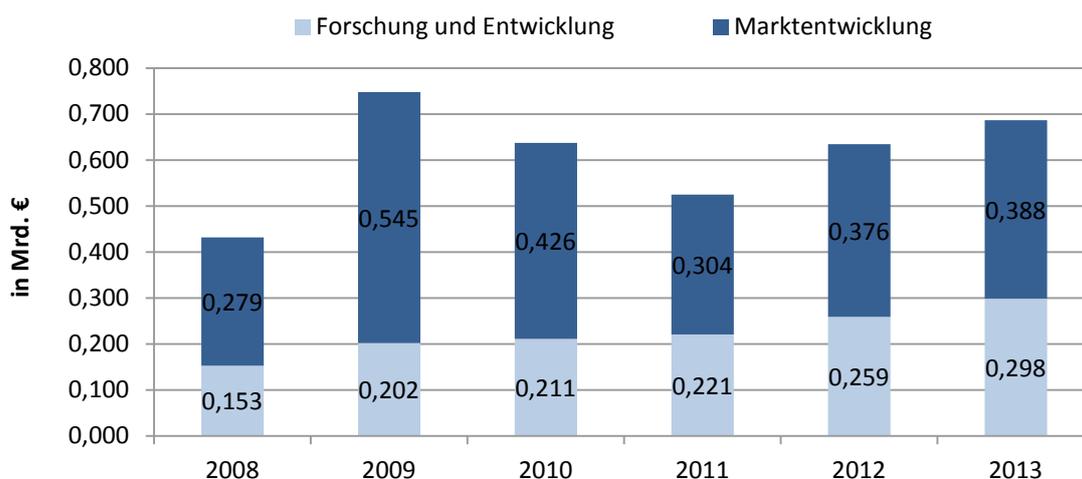
Im Jahr 2013 hat der Bund für die Förderung von **Forschung und Entwicklung** auf dem Gebiet erneuerbarer Energien 298 Mio. € ausgegeben.¹⁵ Hiervon entfallen auf die institutionelle Förderung der Ressorts Forschung (BMBF) und Wirtschaft (BMWi) für

¹⁴ Die Details dieser Umstellung werden in einem gesonderten Arbeitspapier dargestellt. Die Berechnung berücksichtigt nun veränderte Stromhandelsflüsse zwischen Deutschland und seinen Nachbarländern für das Counterfactual-Szenario ohne erneuerbare Energien.

¹⁵ Die Angaben zu Forschungsausgaben sind aufgrund geänderter Erfassungssystematik nicht unmittelbar mit den Angaben in früheren Monitoringberichten vergleichbar. Die Angaben für die Vorjahre wurden dementsprechend revidiert.

die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) einschl. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) 54 Mio. €. Die Mittel für die Projektförderung im Forschungsbereich erneuerbarer Energien betragen (aus dem Bundeshaushalt und dem Sondervermögen Energie- und Klimafonds) rund 244 Mio. €. Dabei handelt es sich überwiegend um die Projektförderung durch das BMU. Hinzu kommen Projektmittel der Ressorts Forschung (BMBF) und Landwirtschaft (BMELV).¹⁶

Abbildung 11: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien, in Mrd. €



Quellen: BMF: Bundeshaushalte; BMWi: Bundesbericht Energieforschung 2014; Angaben des BMWi Mai 2014 (2013 z.T. vorläufig), Berechnungen des DIW Berlin

Für die **Marktentwicklung** im Bereich erneuerbarer Energien hat der Bund im Jahr 2013 insgesamt 388 Mio. € verausgabt. Davon entfallen 292 Mio. € auf den Haushaltstitel „Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“. Für das Marktanreizprogramm (MAP), mit dem schwerpunktmäßig erneuerbare Energien im Wärmebereich gefördert werden, entfielen hiervon 238 Mio. €. Zusammen mit zusätzlichen Mitteln aus dem Energie- und Klimafonds von 83 Mio. €¹⁷ betragen die gesamten Ausgaben für das MAP im Jahr 2013 rund 321 Mio. €. Darüber hinaus wurden 0,4 Mio. € für das (im Jahr 2003 ausgelaufene) 100.000 Dächer-Solarstromprogramm und knapp 13 Mio. € für die Unterstützung des Exports ausgegeben.

¹⁶ Neben dem Bund fördern auch die Bundesländer und die EU die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet erneuerbarer Energien. Die Bundesländer haben hierfür im Jahr 2012 insgesamt 108 Mio. € ausgegeben (PTJ 2014).

¹⁷ In den Jahren 2011 und 2012 gab es keinen Mittelabfluss aus dem EKF für das MAP.

Tabelle 3 Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien im Jahr 2013, in Mio. €

Forschung	298,1
Institutionelle Förderung (Helmholtz)	53,7
Projektförderung (einschl. EKF)	244,4
Marktentwicklung	388,3
Förderung von Einzelmaßnahmen EE	291,7
darunter: Marktanzreizprogramm (MAP)	237,9
Mittel aus dem EKF für das MAP	83,4
100.000 Dächer-Solarstrom-Programm	0,4
Unterstützung des Exports	12,8
Insgesamt	686,4

EKF = Energie- und Klimafonds

Quellen: BMWi: Bundesbericht Energieforschung 2014, Angaben des BMWi Mai 2014 (z.T. vorläufig), Berechnungen des DIW Berlin

Die **Darlehenszusagen der KfW** für erneuerbare Energien haben sich im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr deutlich vermindert (Tabelle 4). Insgesamt wurden 16.071 Darlehen mit einer Darlehenssumme von 4,875 Mrd. € zugesagt. Größte Bedeutung hat dabei der Programmteil „Standard“, mit dem im Inland überwiegend Windkraft- und Photovoltaikanlagen finanziert werden. Die Darlehenssumme im KfW-Programmteil „Premium“ (Marktanzreizprogramm) hat sich 2013 auf 0,282 Mrd. € vermindert.

Tabelle 4 Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen)

	Anzahl						Mio. Euro					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Standard Inland	25.926	36.485	63.080	34.768	25.576	13.299	2.442	4.276	8.183	5.789	6.770	3.650
Standard Ausland	91	71	134	128	87	75	334	333	685	728	804	749
Standard gesamt	26.017	36.556	63.214	34.896	25.663	13.374	2.776	4.609	8.868	6.517	7.574	4.399
Ergänzung	-	29	18	-	-	-	-	601	386	-	-	-
Premium	434	2.137	2.264	2.842	2.724	2.695	48	298	337	500	363	282
Offshore-Windenergie	-	-	-	4	-	2	-	-	-	542	-	194
Insgesamt	26.451	38.722	65.496	37.742	28.387	16.071	2.824	5.508	9.591	7.559	7.937	4.875

Quellen: KfW (2014), Berechnungen des DIW Berlin

2.2.5 Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien

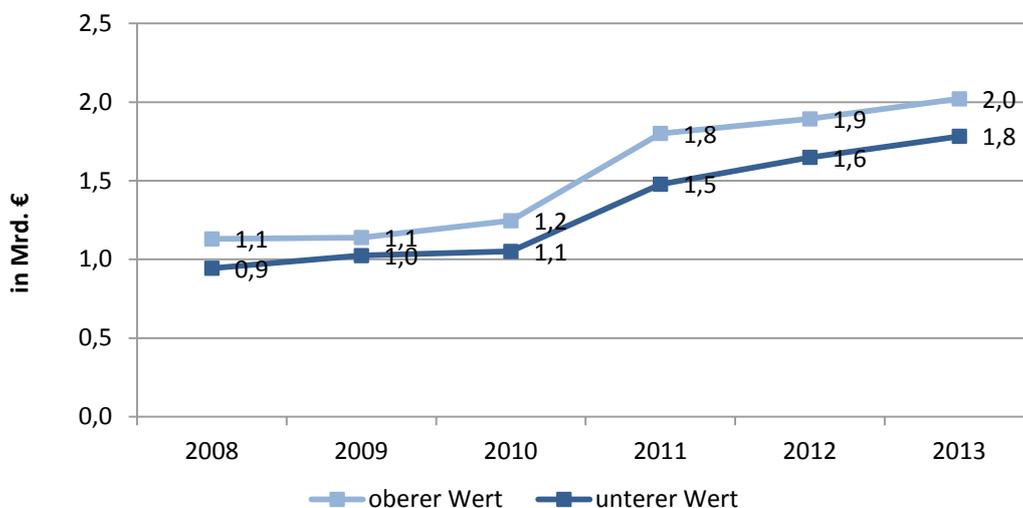
Mit der Ökologischen Steuerreform wurde 1999 eine Stromsteuer eingeführt, deren Regelsatz seit 2003 2,05 ct/kWh beträgt. Dabei wird Strom aus erneuerbaren Energien im Wesentlichen ebenso besteuert wie Strom aus fossilen und nuklearen Energien. Im Gegenzug ist das Marktanzreizprogramm, mit dem überwiegend erneuerbare Energien im Wärmebereich gefördert werden, teilweise aus dem Stromsteueraufkommen finanziert worden.

Das Aufkommen der Stromsteuer betrug im Jahr 2013 insgesamt 7,009 Mrd. €. Sonderregelungen insbesondere für Unternehmen des produzierenden Gewerbes bewirkten Steuermindereinnahmen von 3,840 Mrd. € pro Jahr, die nicht eindeutig den einge-

setzten Energieträgern zugeordnet werden können. Der im Jahr 2013 auf Strom aus erneuerbaren Energien entfallende Anteil der Stromsteuer wird in zwei unterschiedlichen Ansätzen auf 1,783 Mrd. € bzw. 2,021 Mrd. € geschätzt; von 1999 bis 2013 waren es preisbereinigt insgesamt 13,063 bzw. 15.438 Mrd. € (2013).

Im Rahmen einer Bilanzierung von Kosten und Nutzen erneuerbarer Energien ist zu beachten, dass die Stromsteuer nicht zu einer differenzierten Internalisierung externer Effekte der Stromerzeugung beiträgt.

Abbildung 12: Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien, in Mrd. €



Quellen: AGEB, BMF, BMWi, Berechnungen des DIW Berlin

2.3 Makroökonomische Wirkungen

2.3.1 Verringerung fossiler Brennstoffimporte

Die Primärenergieeinsparungen durch EE führen durch Multiplikation mit den Importanteilen des jeweiligen Energieträgers zu den mengenmäßigen Verminderungen von Energieimporten und durch Multiplikation mit den jeweiligen Importpreisen zu den monetären Werten der eingesparten Rohstoffe. Neben mengenmäßigen Einsparungen trägt die Entwicklung der Energiepreise ganz erheblich zu der monetären Entwicklung des Rückgangs der Energieimporte bei (zur Methodik siehe Lehr 2011).

Tabelle 5 zeigt die Einsparungen fossiler Brennstoffimporte für die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Die Spaltensumme (rechte Spalte der Tabelle) weist die Summe der verringerten Importe in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr (Kraftstoffe) abzüglich der gestiegenen Importe biogener Brennstoffe aus. Somit ergibt sich eine Art Nettobilanzierung, d. h. eine Bereinigung der verringerten Importe um die gestiegenen biogenen Brennstoffimporte. Verglichen mit 2012 weist das Jahr 2013 für die drei Be-

reiche Strom, Wärme und Verkehr mit 8,20 Mrd. € einen rückläufigen Wert für die verringerten Importe aus. Dies ist vor allem auf die 2013 gesunkenen Preise der fossilen Energieträger, insbesondere die Gaspreise und die Ölpreise zurückzuführen.

Tabelle 5: Verringerung fossiler importierter Brennstoffe (netto), in Mrd. €

in Mrd. €* in Mrd. €	vermiedene Importe			Wärme, Strom und Verkehr abzüglich biogener Brennstoffimporte
	Strom	Wärme	Verkehr	
2008	3,00	3,10	1,10	6,60
2009	2,10	3,10	0,90	5,70
2010	2,50	3,30	0,80	5,80
2011	2,92	3,41	0,74	6,02
2012	3,90	4,90	1,20	8,70
2013	3,75	4,32	1,02	8,20

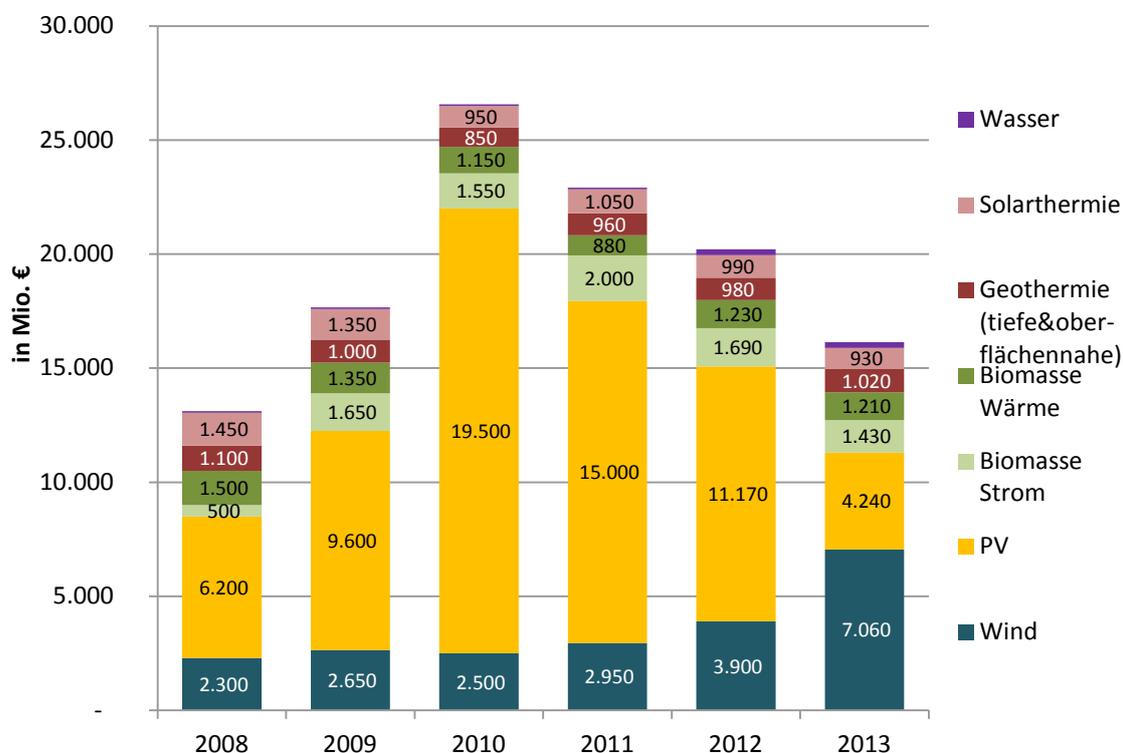
Quelle: Berechnungen der GWS

2.3.2 Investitionen

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung EE in Deutschland umfassen alle Ausgaben für die Anlagenerstellung, d. h. für Herstellung der Anlagen, Bau und Errichtung. Sie sind bereits das dritte Jahr in Folge rückläufig und liegen 2013 bei 16,1 Mrd. €. Dies ist ein Rückgang um mehr als 20 % gegenüber den 20,21 Mrd. € des Vorjahres. Technologiespezifisch lässt sich dies auf den Rückgang der PV Installationen um fast 50 % zurückführen.

Für die Windenergie hingegen zeichnet sich ein kräftiger Investitionsschub ab, von 3,9 Mrd. € stiegen die Investitionen auf 7,06 Mrd. €. Bei allen anderen Technologien ist das Volumen nahezu gleich geblieben. Die im Vergleich mit den im vergangenen Monitoringbericht gezeigten Investitionen feststellbaren Unterschiede für 2012 sind auf eine Neubewertung durch die AGEE Statistik zurückzuführen. Diese Neubewertung führt dazu, dass auch Umsatz und Beschäftigung in den nachstehenden Tabellen für 2012 aktualisiert wurden und von der Publikation des letzten Jahres abweichen.

Abbildung 13: Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom mit erneuerbaren Energien, in Mrd. €



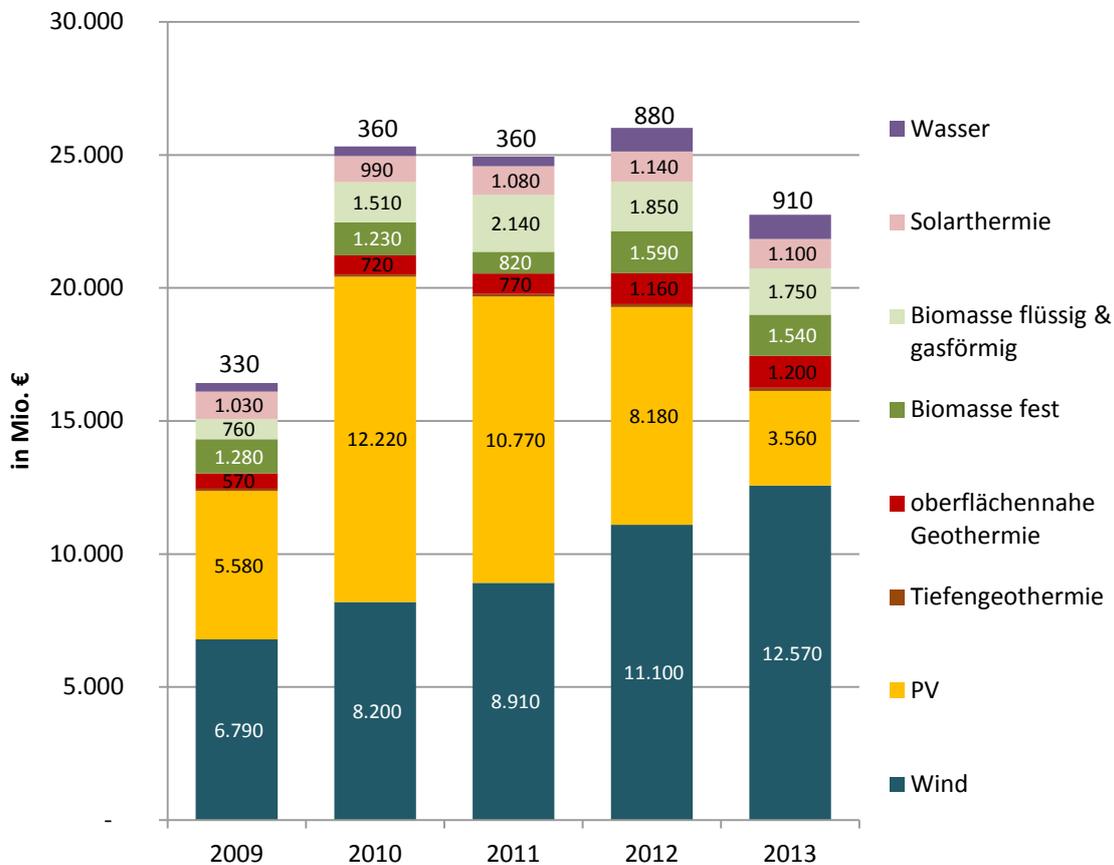
Quellen: O'Sullivan et al. (2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

2.3.3 Inlandsumsätze

Der Umsatz mit Anlagen und Komponenten in Deutschland produzierender Hersteller zeigt die in Deutschland wirksame Nachfrage nach EE-Technologien/Anlagen aus dem In- und Ausland (O'Sullivan 2014). Die Abschätzung kann z. B. über die in Deutschland getätigten Investitionen in Anlagen abzüglich der Importe und zuzüglich der Exporte erfolgen.

Insgesamt sind die Umsätze von 26,0 Mrd. € 2011 auf 22,7 Mrd. € 2013 gefallen. Dabei nahmen die Umsätze 2013 wie im Vorjahr insbesondere im Bereich der Photovoltaik ab. Von 8,1 Mrd. € im Vorjahr gingen sie auf 3,56 Mrd. € zurück. Die Windindustrie konnte ihre Umsätze um eine Milliarde steigern. Der Zubau in Deutschland wurde jedoch auch, vor allem im off-shore Bereich, von ausländischen Herstellern bedient.

Abbildung 14: Umsätze der Hersteller von EE-Anlagen und Komponenten sowie der Anbieter von Biomasse in Deutschland, in Mrd. €



Quellen: O'Sullivan et al. (2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

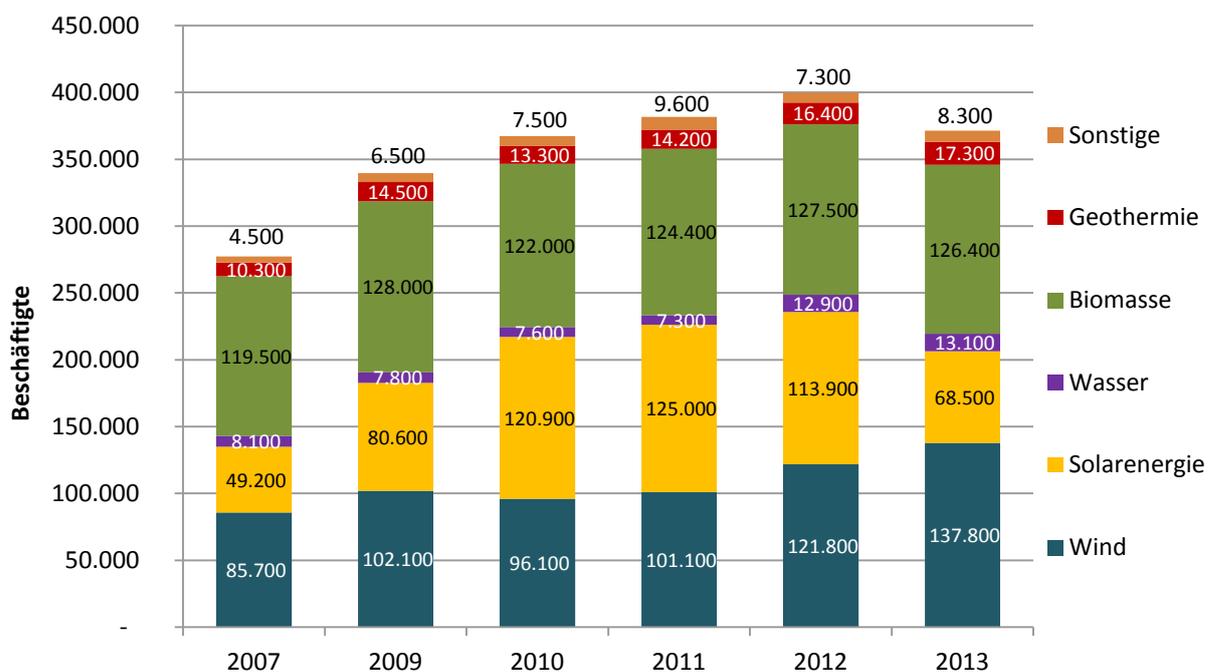
2.3.4 Bruttobeschäftigung

Basierend auf den Umsätzen der Unternehmen kann die Beschäftigung durch die Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien abgeschätzt werden und zwar als direkte Beschäftigung in den Herstellungsbetrieben und als indirekte Beschäftigung in den Unternehmen entlang der Vorleistungskette. Darüber hinaus wird die Beschäftigung in Betrieb und Wartung sowohl in ihren direkten als auch ihren indirekten Auswirkungen berücksichtigt sowie die Beschäftigung aus der Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen. Auch die Beschäftigung durch öffentliche FuE-Mittel und in der öffentlichen Verwaltung gehen in die Abschätzung mit ein. Insgesamt ergibt sich hieraus die sogenannte Bruttobeschäftigung. Die weiter oben beschriebenen Anpassungen der Investitionen in 2012 führen auch hier zu einer Neuschätzung der Beschäftigung 2012. Darüber hinaus wurden methodische Weiterentwicklungen und eine Aktualisierung der der Berechnung der Beschäftigung zugrundeliegenden technologiescharfen Input-Output-Tabellen vorgenommen, die auf einer umfassenden Unternehmensbefragung basiert.

Insgesamt arbeiten in Deutschland 371.400 Menschen für den Ausbau erneuerbarer Energien. Dies stellt einen Rückgang um über 28.000 Beschäftigte von den 399.800 Beschäftigten des Vorjahres dar. Der Rückgang der PV-Installationen wirkt sich überproportional aus, denn die Installation von Aufdachanlagen, die einen Teil der PV-Installationen umfasst, ist beschäftigungsintensiv.

Darüber hinaus zeigt eine differenzierte Betrachtung, dass die Beschäftigung bei der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien 2012 zwar fiel, dass jedoch die Beschäftigung durch Wartung und Betrieb zugenommen hat. So zeigt die Photovoltaik-Branche trotz Umsatzrückgangs eine – gemessen am Vorjahr – gemäßigte Zunahme der Beschäftigung im Bereich Wartung und Betrieb dieser Branche. Hier wurden somit Produktivitätszuwächse sowohl in der Herstellung der Anlagen als auch bei der Installation realisiert.

Abbildung 15: Bruttobeschäftigung durch Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland (einschließlich Exporttätigkeit)



Quellen: O'Sullivan et al. (2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

3 Ausblick auf sonstige Wirkungen und weitere Arbeiten

Im Zusammenhang mit dem Ausbau erneuerbarer Energien werden neben den dargestellten Wirkungen weitere Effekte diskutiert, die bisher jedoch nicht quantitativ erfasst werden können.

Hervorzuheben sind dabei vor allem die positiven Wirkungen des technologischen Wandels, der zum einen über die staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung positive Impulse erfährt, zum anderen aber auch über die Marktentwicklung getrieben wird. Kostensenkungen durch Lerneffekte sind nahezu bei allen Technologien zu beobachten. Besonders stark sind sie im Bereich der Photovoltaik, der zuletzt durch kräftige Preissenkungen geprägt war.

Des Weiteren vermindert der mit dem vermehrten Einsatz von erneuerbaren Energien verbundene Umbau des Energiesystems auch die Risiken möglicher nuklearer Unfälle. Die hiermit verbundenen gesamtwirtschaftlichen Ersparnisse können erheblich sein, sie sind methodisch aber bislang kaum zu quantifizieren. Darüber hinaus können Spillover-Effekte auf andere Technologien (außerhalb des EE-Bereichs) sowie Anlagen- und Technologietransfer in andere Länder bedeutsam sein. Ähnliche länderübergreifende Nutzenwirkungen hat außerdem der Vorbildcharakter der Politik zur Förderung des EE-Ausbaus.

Auf makroökonomischer Ebene kann eine erhöhte Innovationsintensität positiv zum Wirtschaftswachstum beitragen. Außerdem erhöht die Diversifizierung der Energieträger und Bezugsregionen die Versorgungssicherheit, indem sowohl Preisrisiken verringert als auch die Gefahr von Lieferstörungen (Mengenrisiken) vermindert werden. Auf gesellschaftlicher Ebene ist der Ausbau erneuerbarer Energien darüber hinaus mit einem generellen Umdenken im Hinblick auf nachhaltige Umweltnutzung, Ressourcenschonung sowie innere und äußere Sicherheit verbunden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens ImpRES werden Ansätze für die weitere Quantifizierung solcher Wirkungen erarbeitet sowie verschiedene Verteilungswirkungen näher untersucht (siehe hierzu www.impres-projekt.de).

4 Referenzen

- 50 Hertz (2014): Offshore – Windparks, Informationen zu Offshore Netzanschluss von Baltic 1 und 2 sowie weitere Windparks, online verfügbar unter <http://www.50hertz.com/de/Offshore.htm>.
- AGEB (2014): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2013. Kühle Temperaturen bewirken leichten Anstieg des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2013. Bearbeitet von Hans-Joachim Ziesing. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Stand: März 2014.
- AGEE-Stat. (2014). Zeitreihen zur Entwicklung Erneuerbarer Energien in Deutschland. Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik. Stand Februar 2014 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), sowie frühere Zeitreihen dazu.
- BAFA (2014): Amtliche Mineralöl-daten; verfügbar unter: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldaten/ (Download Juni 2014).
- BDBe (2014). Presseinformation, online verfügbar unter: <http://www.bdbe.de/presse/presseinformationen/produktion-von-bioethanol-im-jahr-2013-deutlich-gestiegen> (Download Juni 2014)
- BMF (2012): Bundeshaushalt 2013. - Einzelpläne. Bundesministerium der Finanzen. Haushaltsgesetz 2013 vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2757) (Sowie frühere Einzelpläne).
- BMF (2013): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2011 bis 2014 (24. Subventionsbericht). Berlin, August 2013. (Sowie frühere Subventionsberichte).
- BMF (2014): Steuereinnahmen (ohne reine Gemeindesteuern) Bundesgebiet insgesamt, nach Steuerten. BMF - I A 6. 06.02.2014. (Sowie frühere Angaben des BMF).
- BMU (2009): Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien. Bilanz für 2008: Investitionsförderung mit 236 Millionen € auf Rekordhöhe. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Referat KI III 2. In: Umwelt 2/2009. S. 117-119.
- BMU (2013): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2012 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. März 2013. (Sowie frühere Jahresberichte).

- BMWi (2014): Zeitreihen zur Entwicklung Erneuerbarer Energien in Deutschland; unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2014, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/agee-stat-zeitreihen,property=blob,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xlsx>
- BMWi (2014): Angaben des BMWi zu Bundesausgaben für erneuerbare Energien. Persönliche Mitteilungen. Mai 2014.
- BMWi (2014a): Erneuerbare Energien im Jahr 2013. Erste vorläufige Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Stand: 28. Februar 2014.
- BMWi (2014b): Zeitreihen zur Entwicklung erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Stand: Februar 2014.
- BNetzA (2012): Bundesnetzagentur ENLAG Monitoring - Stand der vordringlichen Stromtrassen gemäß Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG), Bonn 2012 online verfügbar unter: http://www.netzausbau.de/DE/Projekte/EnLAG-Monitoring/enlag-monitoring_node.html.
- BNetzA (2012a): Bundesnetzagentur Evaluierungsbericht Ausgleichsmechanismenverordnung, Bonn 2012 online verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EvaluierungsberichtAusglMechV.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Breitschopf, B. (2012): Ermittlung vermiedene Umweltschäden – Hintergrundpapier zur Methodik -, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juli 2012.
- Breitschopf, B., Diekmann, J. (2010): Vermeidung externer Kosten durch Erneuerbare Energien - Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 (MEEEK), Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juni 2010.
- Breitschopf, B., Diekmann, J. (2011): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien, in: Finanzierung Erneuerbarer Energien, Hrsg. Markus Gerhard / Thomas Rüschen / Armin Sandhövel , Frankfurt School Verlag, Oktober 2011.

-
- DEHSt (2014): Auktionierung: Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen, Jahresbericht 2013, April 2014;
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Auktionierung_2013_Jahresbericht.pdf?__blob=publicationFile
- Djomo, S.N., und R. Ceulemans (2012): A comparative analysis of the carbon intensity of biofuels caused by land use changes. *Global Change Biology Bioenergy* 4: 392–407.
- EnLAG (2014): Bundesnetzagentur ENLAG Monitoring - Stand der vordringlichen Stromtrassen gemäß Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG), Bonn 2014 online verfügbar unter: http://www.netzausbau.de/cIn_1421/DE/Vorhaben/EnLAG-Vorhaben/EnLAGVorhaben-node.html.
- FNR (2012): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Basisdaten Bioenergie Deutschland Stand August 2012.
- FNR (2014): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Großhandelspreise Biokraftstoffe; verfügbar in Mediathek <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/preise-und-kosten/biokraftstoffe-grosshandelspreise.html>
- Hiederer, R., F. Ramos, C. Capitani, R. Koeble, V. Blujdea, O. Gomez, D. Mulligan and L. Marelli (2010): Biofuels: a New Methodology to Estimate GHG Emissions from Global Land Use Change. EUR 24483 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 150pp.
- ISI, GWS, IZES, DIW (2010a): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Barbara Breitschopf, Marian Klobasa, Frank Sensfuß, Jan Steinbach, Mario Ragwitz, Ulrike Lehr, Juri Horst, Uwe Leprich, Eva Hauser, Jochen Diekmann, Frauke Braun, Manfred Horn. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Zwischenbericht, März 2010.
- ISI, GWS, IZES, DIW (2010b): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Update für 2009, Mai 2010.
- ISI, GWS, IZES, DIW (2011): Methodische Ansätze zur Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Nov. 2011.

- KfW (2014): Förderreport KfW Bankengruppe. Stichtag 31. Dezember 2013. (Sowie frühere Förderreports).
- Krewitt, W., Schlomann, B. (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Im Auftrag des BMU. April, 2006,.
- Lehr, U., (2011): Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien, Untersuchung im Auftrag des BMU, Mai 2011.
- Lehr, U., Ch. Lutz, D. Edler, M. O'Sullivan, K. Nienhaus, J. Nitsch, B. Breitschopf, P. Bickel, M. Ottmüller (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Untersuchung im Auftrag des BMU. Februar 2011.
- MWV (2014): Mineralölwirtschaftsverband e.V. Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Superbenzin (95 Oktan, E5) sowie Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Dieselkraftstoff; verfügbar <http://mwv.de/index.php/daten/statistikenpreise/> (Download Juni 2014
- NEEDS (2009): New Energy Externality Developments for Sustainability (04/09), Integrated Project, DG Research EC, 6th Framework Programm, Mai 2004 - 2009, www.needs-project.org/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=66; download im Juni 2009; Deliverable n° 6.1 – RS1a, “External costs from emerging electricity generation technologies”.
- Nitsch, J. et al. (2011): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – Leitstudie 2010 – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- O-NEP (2014): Offshore-Netzentwicklungsplan 2014, Erster Entwurf, online verfügbar unter <http://www.netzentwicklungsplan.de/offshore-netzentwicklungsplan-2014-erster-entwurf>
- O'Sullivan, M., D. Edler, Bickel, P. Peter, F., Sakowski, F., U. Lehr, (2014): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, jährlicher Bericht zur Bruttobeschäftigung - Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2014 - Stand: Mai 2014, sowie frühere Berichte.

-
- PTJ (2014): Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer (im Jahr 2012). Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich (PtJ-ERG). Jülich, 2014.
- RL 2009/28/EG (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.
- Sensfuß, F. (2014): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI (sowie frühere Studien dazu)
- StBA (2014): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktsberechnung. Fachserie 18 Reihe 1.2. Stand: Februar 2014.
- Tennet (2014): Tennet Netzanbindungsprojekte auf See, online verfügbar unter: <http://www.tennet.eu/de/netz-und-projekte/offshore-projekte.html>.
- UBA (Umweltbundesamt) (2009): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007.
- UBA (Umweltbundesamt) (2012): Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung. Anhang B der „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“.
- UBA (Umweltbundesamt) (2011): Emissionsbilanz Erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz Erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2010: Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“; Stand: Dezember 2011.
- UBA (Umweltbundesamt) (2012), Aktualisierung der UBA-Methodenkonvention zur Schätzungen externer Umweltkosten: Best Practice Kostensätze für Luftschadstoffe und CO₂ zur Ermittlung energiebezogener Umweltkosten, UBA-Working Paper 2012.
- UBA (Umweltbundesamt) (2013), Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012, Aktualisierung der Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Stand Sept. 2013.
- Ulrich, P., Distelkamp, M., Lehr, U. (2013), Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten- und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern.

ÜNB (2014): Amprion, Transnet BW, Tennet, 50 Hertz; Transparenz der Vermarktungstätigkeiten, online verfügbar unter <http://www.netztransparenz.de/de/Transparenzanforderungen.htm>; sowie frühere Berichte dazu

VDB (2014): Informationsblatt Biodiesel 2013 in Deutschland, Stand 13.06.2014, online verfügbar unter <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/daten-und-fakten.html> (Download Juli 2014)