

*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 2014

Bearbeitung:

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, September 2015

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Überblick über Kosten- und Nutzenwirkungen.....	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse für 2014	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	8
2.1.3	Netzausbaukosten.....	10
2.1.4	Vermiedene Umweltschäden	12
2.1.4.1	Strom- und Wärmebereich.....	12
2.1.4.2	Verkehrsbereich	13
2.2	Verteilungs- und Preiseffekte.....	14
2.2.1	Einzelwirtschaftliche Mehr- oder Minderkosten im Strom- und Wärmebereich	14
2.2.1.1	Strombereich	14
3	Wärmebereich.....	16
3.1.1	Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich.....	16
3.1.2	Preiseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strombereich	18
3.1.3	Öffentliche Fördermittel	19
3.1.4	Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien	21
3.2	Makroökonomische Wirkungen.....	22
3.2.1	Verringerung fossiler Brennstoffimporte.....	22

3.2.2	Investitionen.....	23
3.2.3	Inlandsumsätze.....	24
3.2.4	Bruttobeschäftigung.....	25
4	Ausblick auf sonstige Wirkungen und weitere Arbeiten	27
5	Referenzen.....	28

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Kosten- und Nutzenkategorien des Ausbaus erneuerbarer Energien	2
Abbildung 2: Systemanalytische Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich, in Mrd. €.....	6
Abbildung 3: Ausgleichs- und Regelenergiekosten der ÜNB im Strombereich durch Prognosefehler, in Mio. €.....	10
Abbildung 4: Netzausbaukosten für Übertragungsnetze und die Anbindung von Offshore-Windkraftanlagen, in Mio. €.....	11
Abbildung 5: Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen, in Mrd. €.....	12
Abbildung 6: Einzelwirtschaftliche Mehrkosten im Strombereich, in Mrd. €.....	15
Abbildung 7: Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten der Wärmeerzeugung, in Mrd.€.....	16
Abbildung 8: Begünstigung privilegierter Stromendabnehmer aufgrund der Besonderen Ausgleichsregelung nach Wirtschaftszweigen seit 2008, in Mio. €.....	17
Abbildung 9: Merit-Order-Effekt durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in Mrd. €.....	18
Abbildung 10: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien, in Mrd. €.....	20
Abbildung 11: Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien, in Mrd. €.....	22
Abbildung 12: Verringerung fossiler importierter Brennstoffe (netto), in Mrd. €.....	23
Abbildung 13: Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom mit erneuerbaren Energien, in Mio. €.....	24
Abbildung 14: Umsätze der Hersteller von EE-Anlagen und Komponenten sowie der Anbieter von Biomasse in Deutschland, in Mio. €.....	25
Abbildung 15: Bruttobeschäftigung durch Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland (einschließlich Exporttätigkeit).....	26

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Quantifizierte Kosten und Nutzenwirkungen im Jahr 2014 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen.....	4
Tabelle 2: Monetäre Bewertung vermiedener Umweltschäden durch Biokraftstoffe (ohne Biomethan) im Jahr 2014, in Mio.€.....	14
Tabelle 3: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien im Jahr 2014, in Mio. €.....	20
Tabelle 4: Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen), in Mio. €.....	21

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 Nutzenwirkungen¹ soll eine Gesamtbewertung der Effekte ohne Doppelzahlungen 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.²
- *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.

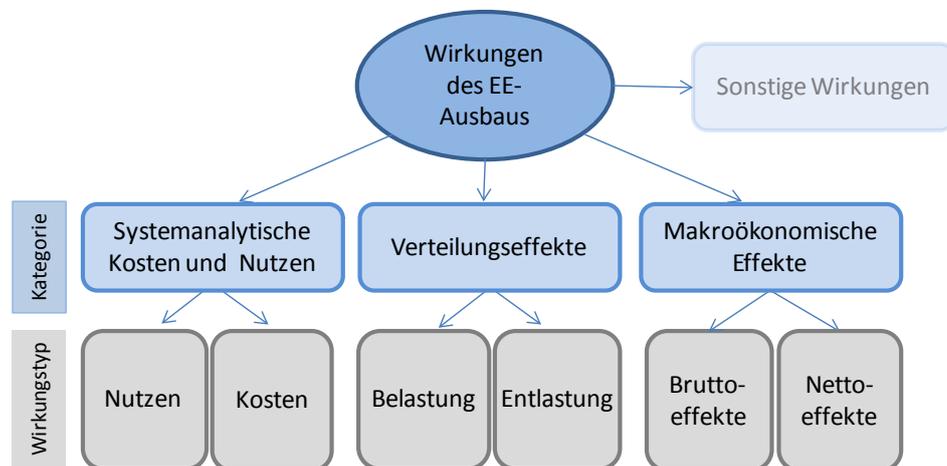
¹ Siehe auch Breitschopf, Diekmann (2015).

² 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 berücksichtigt. 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 erneuerbarer Energien



Der vorliegende Monitoringbericht für das Jahr 2014 ist eine Fortführung der bisherigen Berichte seit 2009.³ Er enthält für die Jahre 2008 bis 2014 Angaben zu den Kosten- und Nutzenwirkungen zu jeweiligen Preisen (Ausnahme vermiedene Umweltschäden:

³ Berichte im Rahmen der Projekte: (i) Kosten und Nutzen des Ausbaus Erneuerbarer Energien: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/x/projekte/knee_314234_bf.php und (ii) ImpRES: <http://www.impres-projekt.de/impres-de/content/arbeitspakete/ap5/monitoring.php>

Preisbasis 2010), wobei die Angaben für das Jahr 2014 teilweise noch auf vorläufigen Schätzungen basieren. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse für 2014 ist nachfolgend dargestellt. 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 2014

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 zunächst ohne Abzug der CO₂-Zertifikatspreise berechnet werden.⁴ Für das Jahr 2014 werden systemanalytische Differenzkosten in Höhe von ca. 16,1 Mrd. € ermittelt, denen ein Nutzen von ca. 11,6 Mrd. € gegenüber steht. Bereinigt um die in den Systemdifferenzkosten eingerechnete Teilinternalisierung der CO₂-Zertifikatskosten beträgt der Nutzen rund 10,8 Mrd. €. Dieser Nutzen beruht allein auf vermiedenen Emissionen der gegenwärtigen Nutzung von EE. Bei den systemanalytischen Differenzkosten dominieren die direkten Differenzkosten, während die indirekten Differenzkosten bisher noch relativ gering sind: Die Ausgleichs-, Regelenergie- und Netzausbaukosten inklusive der Direktvermarktung liegen zusammen bei rund 0,9 Mrd. €. Dieser statischen Kosten-Nutzen-Betrachtung für das Jahr 2014 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 2014 durch die EEG-Umlage einer Belastung von rund 18,7 Mrd. € ausgesetzt. Durch den Merit-Order-Effekt hatte sich 2014 auf dem Großhandelsmarkt eine Preissenkung im Wert von 3 Mrd. € für Deutschland ergeben.⁵ Sofern solche Preissenkungen vollständig an die Stromverbraucher durchgereicht werden, stünden ihren Belastungen durch die EEG-Umlage Entlastungen in einer Größenordnung von 0,58 Ct/kWh gegenüber. Durch den Merit-Order-Effekt könnte

⁴ Vgl. Breitschopf, Diekmann (2010).

⁵ Vorläufige Ergebnisse ohne Berücksichtigung eventueller MOE-Effekte auf anderen europäischen Märkten, die Strom von Deutschland importieren.

sich für Unternehmen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung des EEG fallen (Begrenzung der EEG-Umlage 2014 auf 0,05 bis 0,94 ct/kWh für stromintensive Abnahmestellen), sogar netto eine Entlastung ergeben. Weitere Verteilungseffekte ergeben sich – zu Lasten öffentlicher Haushalte bzw. der Steuerzahler – aus Fördermitteln für Forschung und Entwicklung sowie für die Marktentwicklung (insbesondere Marktanzreizprogramm), von denen spiegelbildlich Unternehmen und Anlagenbetreiber profitieren.

Tabelle 1: Quantifizierte Kosten und Nutzenwirkungen im Jahr 2014 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen

Wirkungskategorien	Analysebereiche	Strom in Mrd. €	Wärme in Mrd. €	Verkehr in Mrd. €	Gesamt EE in Mrd. €
System-analytische Wirkungen	Direkte Differenzkosten	12,1	2,2	0,9	15,2
	Regel/Ausgleichsenergiekosten Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)	0,10			0,10
	Direktvermarkter	0,08			0,08
	Netzausbaukosten	0,72			0,72
	Gesamte Differenzkosten	13,1	2,2	0,9	16,1
	Vermiedene Umweltschäden	10,2	1,3	0,1	11,6
Verteilungseffekte	Einzelwirtschaftl. Mehrkosten	18,7	2,0		20,7
	<i>annuisierte Förderung MAP-Anlagen</i>		0,2		
	Besondere Ausgleichsregelung	5,1			5,1
	Merit-Order-Effekt in Deutschland	3,0			3,0
	Öffentliche Fördermittel				0,6
	Marktförderung				0,3
	FuE-Förderung				0,3
	Besteuerung von EE-Strom*	2,0			2,0
Makro-ökonomische Effekte	Vermiedener Einsatz fossiler importierter Brennstoffe**	3,8	4,0	0,9	8,8
	Investitionen (<i>in Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen</i>)				18,9
	Umsätze (<i>Hersteller von Anlagen und Komponenten</i>) (2013)				22,8
	Bruttobeschäftigung in 2013 (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, * Mittelwert; ** Summe hier ohne Bereinigung um biogene Brennstoffimporte.

Wie schon 2013 zeigt die Bilanz der quantifizierten systemanalytischen Effekte für 2014 einen negativen Saldo, dies ist weiterhin insbesondere dem starken Ausbau der Photovoltaik in früheren Jahren und den aktuell niedrigen Strommarktpreisen geschuldet. Zu beachten ist allerdings, dass diese statische Betrachtung wesentliche Nutzeffekte noch unberücksichtigt lässt. So trug die starke Stellung deutscher Unternehmen auf dem Leitmarkt „erneuerbare Energien“ 2014 nach wie vor zu Exporterfolgen bei, die sich auch in den Umsätzen widerspiegeln. Aktuelle Daten liegen hierzu jedoch noch nicht vor, so dass auf die Werte für das Jahr 2013 zurückgegriffen wird. In den verschiedenen Unternehmen dieses Sektors waren 2013 insgesamt 371.400 Personen beschäftigt, wobei für 2014 kein höheres Beschäftigungsniveau erwartet wird, denn der Ausbau bei PV hat sich weiter abgeschwächt, während er im Windbereich etwas zugenommen hat. Die Umsätze der Branche haben mit rund 22,8 Mrd. € (2013) eine erhebliche gesamtwirtschaftliche Bedeutung und werden 2014 voraussichtlich eine ähnliche Höhe erreichen.

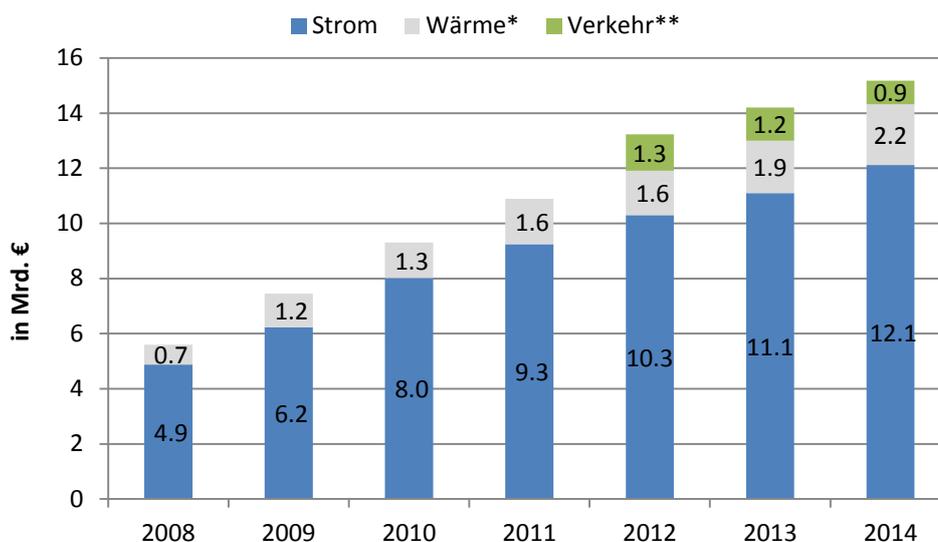
2 Einzelne Kosten- und Nutzenwirkungen

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-, Wärme- und Verkehrsbereich, in Mrd. €



Quelle: Berechnungen von Fraunhofer ISI und GWS

Anmerkungen: Angaben in jeweiligen Preisen. * Differenzkosten im Bereich Wärme ab 2012 nach neuer Berechnungsmethode, in 2013 rückwirkende Anpassung bei AGEE-Stat Daten; ** Differenzkosten für Verkehr erstmalig für 2012 berechnet.

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 Verkehr 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 12,1 Mrd. € in 2014 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 2014 eine Rolle. Insgesamt wurden 18,9 Mrd. Euro in Deutschland in den Ausbau der erneuerbaren Energien investiert. Auf Technologien zur Stromerzeugung entfallen hiervon 85,1 %.

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 seit 2011 leicht; von 2013 auf 2014 sind sie um 8 % gefallen. Die Ölpreise fielen um 9 % und Gaspreise um 15 %. Kohle und Gaspreise sind die maßgeblichen Treiber der fallenden fossilen Gestehungskosten.

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 Fördermaßnahmen 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 Be-

rechnung 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 entsprechend dieser Berechnung im Jahr 2014 rund 2,2 Mrd. €

2.1.1.3 Verkehrsbereich

Die Differenzkosten im Verkehrsbereich ergeben sich aus dem Unterschied der Herstellerpreise von Biokraftstoffen (ohne Biomethan) und den jeweiligen fossilen Äquivalenten⁶. Für die verwandte Menge Bioethanol wird unter Berücksichtigung des Energiegehalts die Menge des ersetzten Benzins errechnet, analog substituieren Biodiesel und Pflanzenöl fossilen Dieselkraftstoff.⁷ Bei anderen Treibstoffen z. B. in Schifffahrt und Flugverkehr spielen Biokraftstoffe derzeit noch keine nennenswerte Rolle. Der im Verkehrsbereich verbrauchte Strom ist bei den Differenzkosten des Strombereichs berücksichtigt.

In Summe ergeben sich für 2014 Differenzkosten in Höhe von 0,85 Mrd. €, wobei etwa 27 % auf Bioethanol entfallen und knapp 73 % auf Biodiesel. Im Vergleich zu 2013 sind die Differenzkosten deutlich gefallen. Dies lässt sich damit erklären, dass sowohl der Preis von fossilen als auch von Biokraftstoffen gesunken ist, für letztere (absolut gesehen) jedoch stärker. Somit fallen die spezifischen Differenzkosten (2,5 ct/kWh für Bioethanol und 2,6 ct/kWh für Biodiesel) deutlich geringer aus als in den Vorjahren.

2.1.2 Regel- und Ausgleichsenergiekosten im Strombereich

Seit der Einführung der Direktvermarktung teilen sich die Kosten für die Marktintegration erneuerbarer Energien auf die Direktvermarkter und auf die Vermarktung durch die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) auf. Dies betrifft insbesondere Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie, die zum Ausgleich von Prognosefehlern beschafft werden müssen. Im Jahr 2014 belief sich der Anteil an fluktuierender Erzeugung aus Windkraft- und PV-Anlagen, der durch Direktvermarkter vermarktet wurde, auf ca. 62 %. Die restlichen

6 Die zur Berechnung verwendeten Großhandelspreise für Biokraftstoffe (Monatsdurchschnitt) stammen aus dem BMEL / FNR (2015) Projekt Erhebung statistischer Daten zu Preisen nachwachsender Rohstoffe (AMI 2015). Die entsprechenden Preise für die fossilen Kraftstoffe wurden vom Mineralölwirtschaftsverband zusammengestellt auf Grundlage von Daten des statistischen Bundesamts (StBA 2015) und des Energieinformationsdiensts (MWV 2015).

7 Die Mengenangaben in Bezug auf die in Deutschland verbrauchten Biokraftstoffe stammen aus den monatlich herausgegebenen amtlichen Mineralöl-daten der BAFA (2015). 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.

38 % wurden durch die ÜNB vermarktet. Damit haben diese 2014 ca. 27,5 TWh an PV- und etwa 7,1 TWh an Windstromerzeugung vermarktet.

Die Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie⁸, die zur Integration erneuerbarer Energien 2014 angefallen sind, werden auf Basis von geschätzten spezifischen Kosten abgeleitet. Veröffentlichungen der tatsächlichen IST-Kosten stehen nur bis 2011 zur Verfügung (BNetzA 2012a). Die spezifischen Kosten lagen 2011 bei etwa 2,5 €/MWh. Mit der Einführung der Direktvermarktung hat sich das Portfolio der ÜNB verkleinert und besteht zum Großteil aus PV-Anlagen. In welchem Umfang diese Reduzierung des Portfolios die tatsächlichen Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie beeinflusst hat, kann nur überschlägig abgeschätzt werden, da die IST-Kosten der ÜNB nicht veröffentlicht sind. Eigene Berechnungen zur Bestimmung der Regel- und Ausgleichsenergiekosten der ÜNB-Vermarktung für 2012 und 2013 zeigen, dass mit der Einführung der Direktvermarktung diese Kosten bei den ÜNB spezifisch zunächst leicht gestiegen sind. Dies ist vermutlich auf das kleinere und damit schlechter zu prognostizierende Portfolio zurückzuführen. Rechnet man daher für 2014 mit spezifischen Vermarktungskosten von 3 €/MWh, ergeben sich für die durch die ÜNB vermarktete Menge Kosten von ca. 104 Mio. €. Allerdings hat sich seit 2011 die Menge, die durch die ÜNB vermarktet wird deutlich reduziert, so dass sich aus diesem Grund ein Rückgang der gesamten Kosten⁹ ergeben hat. Mit der Umstellung von der physischen auf die finanzielle Wälzung im Jahr 2010 sind die Kosten aber bereits vorher schon deutlich gefallen.

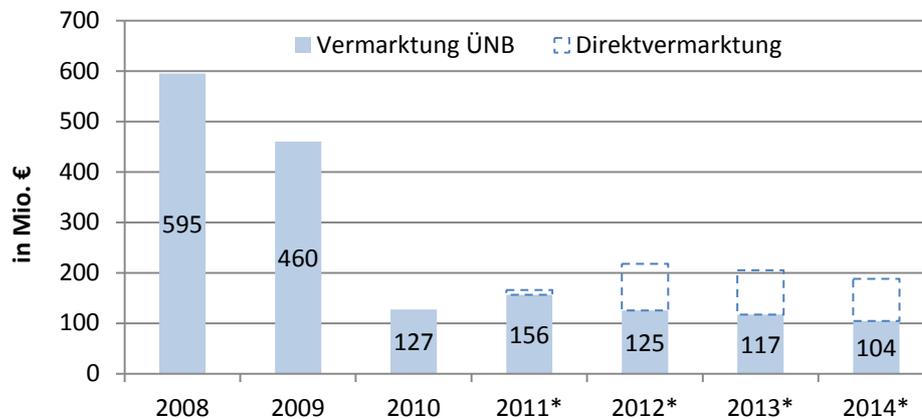
Zusätzlich zu den Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie bei den ÜNB sind auch Kosten bei den Direktvermarktern angefallen, die aber über die Managementprämie vergütet werden. Diese Managementprämie ist in den hier aufgeführten Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie der ÜNB nicht enthalten, sondern geht in die einzelwirtschaftliche Differenzkostenbetrachtung ein.

⁸ Die aufgeführten Kosten enthalten die folgenden Kostenpositionen, wobei ein Großteil der Kosten für den Ausgleich von Prognosefehlern der Einspeisung von Strom aus Windkraft- und PV-Anlagen 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,
- 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.

⁹ Die Kostenangaben basieren auf Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2012a) 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 ÜNB 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 ÜNB im Strombereich durch Prognosefehler, in Mio. €



Quelle: Evaluierungsbericht AusgleichMechV (BNetzA 2012a), www.netztransparenz.de; Anmerkung: * vorläufige Ergebnisse basierend auf Schätzung des Fraunhofer ISI

Nach Erfahrungen von Direktvermarktern sind die spezifischen Kosten für größere Direktvermarktungsportfolios seit der Einführung der Direktvermarktung deutlich gefallen und lagen 2014 zwischen 1 und 2 €/MWh. Rechnet man für 2014 mit spezifischen Kosten von 1,5 €/MWh für die Einspeisung von Strom aus Windkraft- und PV-Anlagen von ca. 56 TWh der Direktvermarkter dann liegen die Kosten der EEG-Vermarktung für Regel- und Ausgleichsenergie bei ca. 84 Mio. €. Zusammen belaufen sich die Kosten dann auf ca. 188 Mio. € für die EEG-Vermarktung der ÜNB sowie der Direktvermarkter.

2.1.3 Netzausbaukosten

Grundlage für die Abschätzung der Netzausbaukosten sind die bisher bereits realisierten Netzausbaumaßnahmen im Onshore- und Offshorebereich. Maßnahmen im Übertragungsnetz umfassen insbesondere die im EnLAG definierten Maßnahmen (EnLAG 2015). Bisher wurden insgesamt 487 km Netzausbau realisiert (Status 2. Quartal 2015):

- Thüringer Strombrücke (ENLAG Vorhaben 4, Lauchstädt – Redwitz)
- Windsammelschiene (ENLAG Vorhaben 9, Krümmel – Schwerin)
- Dauersberg – Hünfelden (ENLAG Vorhaben 20)
- Bergkamen – Gersteinwerk (ENLAG Vorhaben 7)
- Osterath – Weißenthurm (ENLAG Vorhaben 15)
- Lüstringen – Westerkappeln (ENLAG Vorhaben 18)
- Marxheim – Kelsterbach (ENLAG Vorhaben 21)
- Gütersloh – Bechterdissen (ENLAG Vorhaben 17)
- Kasso (DK) – Dollern (ENLAG Vorhaben 1)
- Neckarwestheim – Mühlhausen (ENLAG Vorhaben 23)
- Neuenhagen – Krajnik (PL) (ENLAG Vorhaben 3)

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

Nordsee:

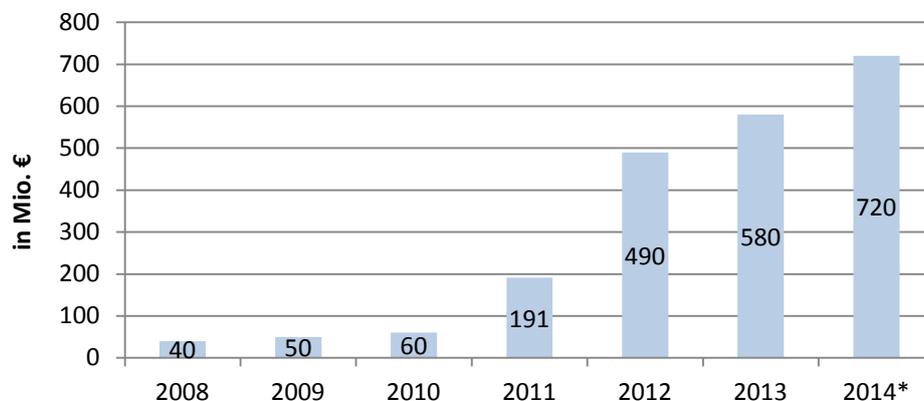
- Alpha Ventus, realisiert
- BorWin 1, realisiert
- Riffgat, realisiert
- HelWin 1,2, im Bau
- BorWin 2,3 im Bau
- SylWin 1, im Bau
- DoWin 1, 2, 3 im Bau

Ostsee:

- Baltic 1, realisiert
- Baltic 2, im Bau
- Westl. Adlergrund, AC-Netzanbindung OST 1

Das gesamte Offshore-Startnetz sowie die bereits realisierten Projekte haben ein Investitionsvolumen von ca. 13 Mrd. € (ONEP 2014). Die bisher getätigten Investitionen für Offshore-Netzanschlussprojekte werden auf über 6 Mrd. € bis einschließlich 2012 bzw. über 7 Mrd. € einschließlich 2013 geschätzt. Für 2014 wird mit einem kumulierten Investitionsvolumen von über 8 Mrd. € gerechnet, aus dem die jährlichen Kosten des Netzausbaus ermittelt werden. Im Offshorebereich wird mit einer etwas geringeren Abschreibungsdauer von 30 Jahren sowie einem Zinssatz von 6,5 % p. a gerechnet. Die sich daraus ergebenden jährlichen Kosten für den Netzausbau liegen dann in 2014 bei voraussichtlich rund 720 Mio. €. Netzinvestitionen im Verteilnetz sind in den Kosten nicht berücksichtigt.

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



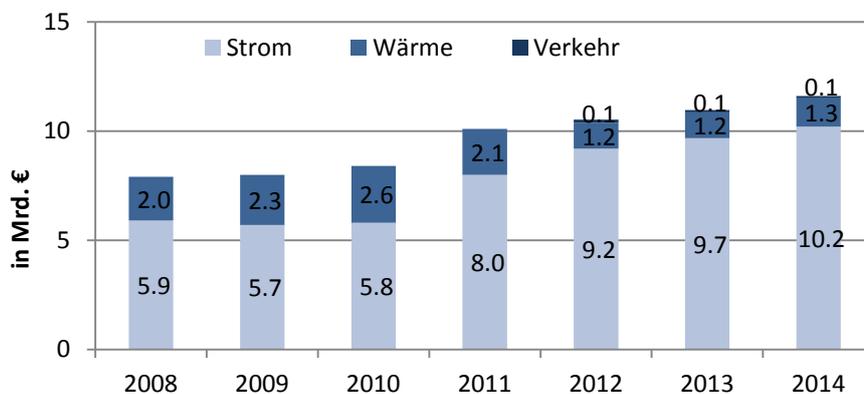
Quelle: Abschätzungen auf Basis von Angaben der Übertragungsnetzbetreiber

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 aufweisen.

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



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von BMWi (2015), UBA (2014)

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 2014) und Daten zur Bereitstellung der Endenergie aus erneuerbaren Energien (BMW i 2015) 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.¹⁰

Die monetäre Bewertung der vermiedenen Emissionen im Strom- und Wärmebereich führt zu vermiedenen Umweltschäden in Höhe von insgesamt rund 11,5 Mrd. € (2014). Diese Nutzenwirkung basiert überwiegend auf der Vermeidung von Treibhausgasemis-

¹⁰ Zur Berechnungsmethodik der monetären Bewertung siehe Breitschopf (2012) und UBA (2012).

sionen (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 Breitschopf/Diekmann 2010) vermindern sich die (darüber hinaus gehenden) vermiedenen Umweltschäden im Strom- und Wärmebereich auf rund 10,8 Mrd. € (2014).¹¹

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 bildet die Emissionsbilanz erneuerbare Energien (UBA 2014). 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.¹² Die zusätzlichen bzw. vermiedenen Emissionen werden für die monetäre Bewertung mit Kostensätzen aus der UBA-Methodenkonvention (vgl. UBA 2012) multipliziert. Es wurde dabei mit jeweils durchschnittlichen Kostensätzen für die einzelnen Treibhausgase bzw. Luftschadstoffen gearbeitet.¹³

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

¹¹ 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.

¹² 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.

¹³ 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.

Bioethanol. Insgesamt zeigen die Berechnungen für 2014 ein in der Summe positives Ergebnis von 100 Mio. € durch vermiedene Umweltschäden. Dieser Wert liegt somit zwischen den Werten der beiden Vorjahre (140 Mio. € in 2012 und 52 Mio. € in 2013).

Tabelle 2: Monetäre Bewertung vermiedener Umweltschäden durch Biokraftstoffe (ohne Biomethan) im Jahr 2014, in Mio.€

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	PM ₁₀	Summe
Biodiesel	400	-12.7	-87.7	-38.8	-124	0.37	-25.7	110
Pflanzenöl	1.25	-0.009	-0.39	0.01	-0.18	0.003	-0.06	0.62
Bioethanol	136	-5.4	-31.6	-13.2	-81.9	0.19	-14.7	-10.8
Biokraftstoffe	537	-18	-120	-52	-206	0.56	-40.5	100

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

2.2 Verteilungs- und Preiseffekte

2.2.1 Einzelwirtschaftliche Mehr- oder Minderkosten im Strom- und Wärmebereich

Die einzelwirtschaftlichen Mehr- oder Minderkosten stellen die resultierenden Belastungen oder Entlastungen der einzelnen Akteure dar. Dabei sind im Wärmebereich insbesondere die Förderung durch das MAP und im Strombereich die EEG-Umlage zu berücksichtigen. Im Bereich Verkehr ergeben sich nur aufgrund der Besteuerung Unterschiede zu den systemanalytischen Differenzkosten. Auf deren Darstellung wird hier verzichtet.

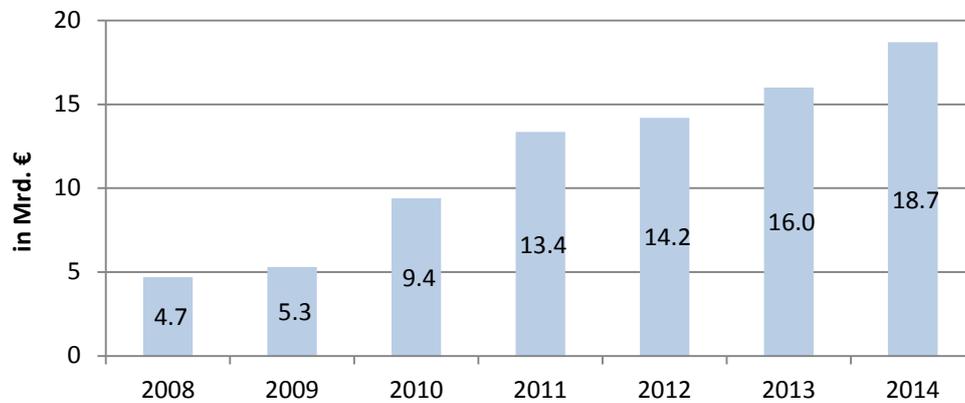
2.2.1.1 Strombereich

Die verteilungspolitisch relevanten einzelwirtschaftlichen Mehrkosten bestehen im Strombereich aus den EEG-Differenzkosten, die sich im Wesentlichen aus der Differenz zwischen EEG-Vergütungen und den Einnahmen der Netzbetreiber aus dem Verkauf des EEG-Stroms und den Prämien ergeben. In der Systematik der vorliegenden Untersuchung zählen die Zahlungen von Vergütungen und Prämien sowie 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 den nichtprivilegierten Stromverbrauch hat dieser Aspekt des Ausbaus erneuerbarer Energien erheblich für Aufmerksamkeit gesorgt.

Für das Jahr 2014 liegen die EEG-Jahresabrechnungen der ÜNB (2015) vor. Die EEG-Differenzkosten, die sich aus den Einnahmepositionen dieser Jahresabrechnung für 2014 ohne die Einnahmen aus der gezahlten EEG-Umlage abzüglich der Ausgaben für

die Vergütungszahlungen und Prämien für den eingespeisten Strom im Bilanzjahr ergeben, betragen in diesem Jahr 18,7 Mrd. €¹⁴

Abbildung 6: Einzelwirtschaftliche Mehrkosten im Strombereich, in Mrd. €



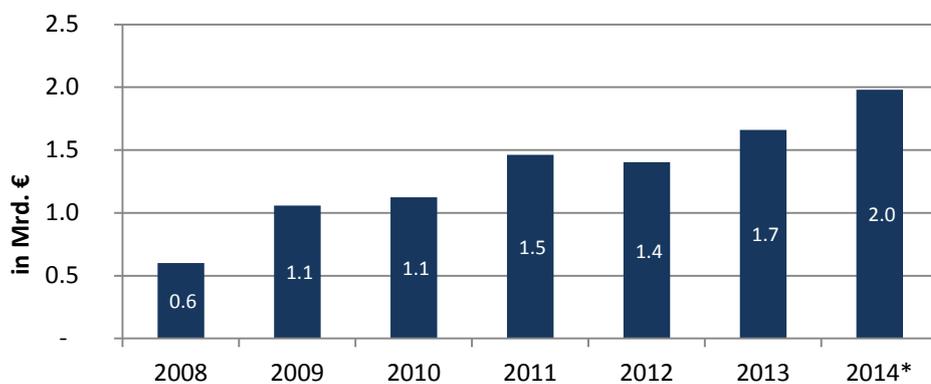
Quelle: ÜNB(2015), für 2013: prognostizierte Deckungslücke, Vorjahre vorläufige Jahresberechnungen ÜNB.

¹⁴ Hiervon zu unterscheiden ist der gesamte EEG-Umlagebetrag, der 2014 auf Basis von prognostizierten Kosten und Erlösen sowie der Liquiditätsreserve und der Verrechnung des Kontostands vom Vorjahr 23,6 Mrd. € betrug.

3 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 2014 für die Wärmeerzeugung mit EE auf knapp 2 Mrd. € belaufen und damit gegenüber 2013 zugenommen haben (näher zur Methodik und möglichen alternativen Abgrenzungen: ISI/DIW/IZES/GWS 2010 und 2011).

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



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI. * vorläufige Abschätzung

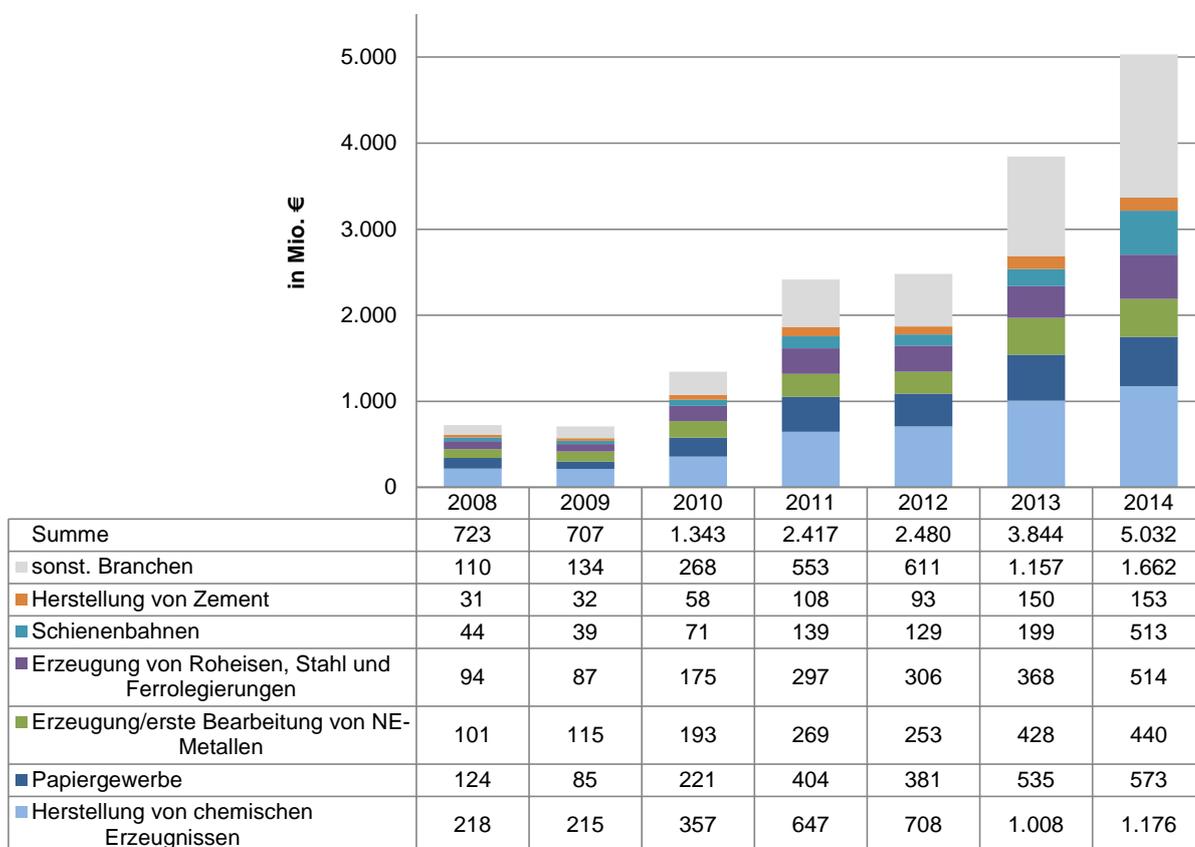
3.1.1 Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich

Die Besondere Ausgleichsregelung (§§ 63 ff. EEG 2014), 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. Dies führte bislang zu einem Anstieg des Umverteilungsvolumens zwischen den BesAR begünstigten und nichtbegünstigten Stromletztverbrauchern. Letztere zahlen mit steigender Begünstigung einen immer höheren Anteil am EEG-Umlagebetrag.

Die 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 Begünsti-

gung 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.

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



Quelle: Berechnungen der IZES gGmbH.

Anmerkung: 2008 bis 2014 entsprechend der Verifizierung durch den Wirtschaftsprüfer überarbeitet.

Für die Jahre 2008 bis 2014 wurden die tatsächlich verbrauchten privilegierten Strommengen, die durch einen Wirtschaftsprüfer testiert wurden, herangezogen und daraus die Begünstigungen abgeleitet (Abbildung 8). Basierend auf den Prognosen der Übertragungsnetzbetreiber wird für 2015 allerdings von einer leichten Absenkung der Umverteilung auf etwa 4,8 Mrd. € ausgegangen. Diese Ersparnisse für die privilegierten Unternehmen bedeuten jedoch für alle übrigen Stromabnehmer eine Mehrbelastung,

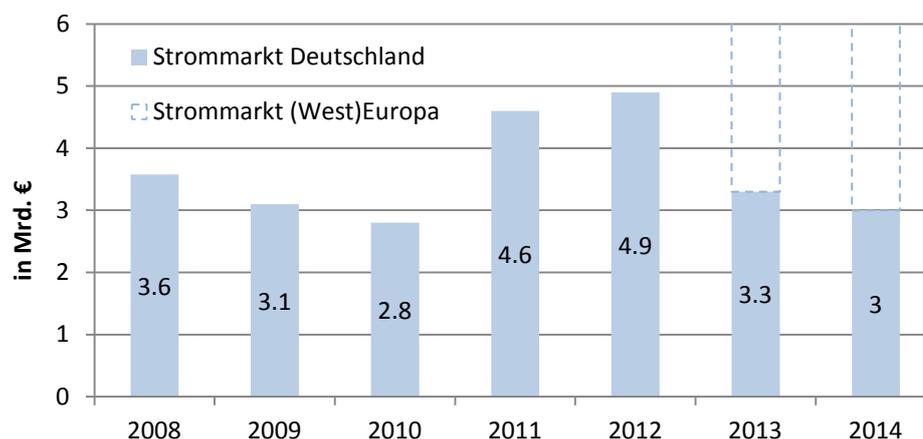
die insbesondere das übrige, nichtprivilegierte produzierende Gewerbe, die Haushalte sowie der Sektor Handel, Gewerbe und Dienstleistungen tragen.

3.1.2 Preiseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strombereich

Vereinfachend kann die Wirkung einer Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien (zusätzlich) an der Börse durch eine Verschiebung der Angebotskurve nach rechts abgebildet werden. Diese Verschiebung führt bei unveränderter Nachfrage zu einer Absenkung der Strompreise (Sensfuß 2015). 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 orientiert an den Grenzkosten. 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 9: Merit-Order-Effekt durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in Mrd. €



Anmerkung: Ab 2013 unter Berücksichtigung des Außenhandels
Quelle: Sensfuß 2015

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 Stromaustausches im Modell berücksichtigt werden kann¹⁵. Diese Veränderung dämpft die Preiswirkung der erneuerbaren Energien in Deutschland deutlich. Gleichzeitig wird durch diesen Wirkungsmechanismus ein signifikanter Teil des Merit-Order-Effektes ins Ausland exportiert. Somit ist mit rund 5,8 €/MWh (2014) ein geringerer Merit-Order-Effekt in Deutschland festzustellen als nach früheren Berechnungen. Allerdings ist der gesamte Merit-Order-Effekt bezogen auf das gesamte modellierte europäische Marktgebiet nach ersten Analysen mindestens doppelt so hoch wie der Wert für Deutschland (siehe Abbildung 9).

3.1.3 Öffentliche Fördermittel

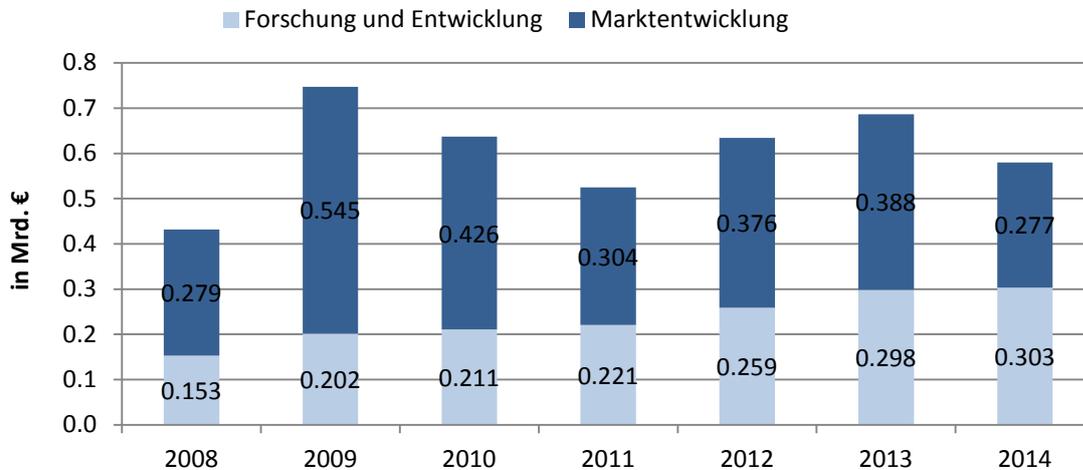
Erneuerbare Energien werden in Deutschland in einer Reihe unterschiedlicher Programme mit öffentlichen Mitteln finanziell gefördert. Dabei sind die Förderung der Energieforschung und die Förderung der Marktentwicklung zu unterscheiden.

Die Bundesmittel für **Energieforschung** betragen 2014 insgesamt 819,2 Mio. €, davon 303,3 Mio. € oder 37 % für erneuerbare Energien. Während erneuerbare Energien an der institutionellen Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft nur einen Anteil von 18 % (2013) haben, spielen sie bei der Projektförderung mit 47,9 % (2013) eine entscheidende Rolle. Dabei dominieren Projekte der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung, die bis 2013 vom früheren BMU gefördert wurden (Diekmann, Niemeyer 2015).¹⁶

¹⁵ Die Details dieser Umstellung werden in einem gesonderten Arbeitspapier (Sensfuß 2015) dargestellt. Die Berechnung berücksichtigt nun veränderte Stromhandelsflüsse zwischen Deutschland und seinen Nachbarländern für das Counterfactual-Szenario ohne Strom aus EEG-Anlagen.

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 2013 insgesamt 84,8 Mio. € ausgegeben (PTJ 2015). Zusätzlich konnten für erneuerbare Energien aus dem 7. EU-Forschungsrahmenprogramm (2007-2013) durchschnittlich 23,4 Mio. € für Projektanträge aus Deutschland eingeworben werden (Diekmann, Niemeyer 2015).

Abbildung 10: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien, in Mrd. €



Quellen: BMF: Bundeshaushalte; BMWi: Bundesbericht Energieforschung 2015; Angaben des BMWi Mai 2015, Berechnungen des DIW Berlin

Für die **Marktentwicklung** im Bereich erneuerbarer Energien hat der Bund im Jahr 2014 insgesamt 277 Mio. € verausgabt (Tabelle 3:). Davon entfielen 248 Mio. € auf den Haushaltstitel „Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“, aus dem das Marktanzreizprogramm (MAP) und die Clearingstelle finanziert werden.¹⁷ Für das MAP, durch das schwerpunktmäßig erneuerbare Energien im Wärmebereich gefördert werden, kamen 2014 zusätzlich Mittel in Höhe von 18 Mio. € aus dem Energie- und Klimafonds. Die gesamten Ausgaben für das MAP betragen somit im Jahr 2014 gut 264 Mio. €. Darüber hinaus wurde der Export vom BMWi mit 10,5 Mio. € unterstützt.¹⁸

Tabelle 3: Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien im Jahr 2014, in Mio. €

Forschung	303,3
Marktentwicklung	276,6
Förderung von Einzelmaßnahmen EE	247,9
darunter: Marktanzreizprogramm (MAP)	246,2
Clearingstelle	1,7
Mittel aus dem EKF für das MAP	18,2
Unterstützung des Exports	10,5
Insgesamt	579,9

EKF = Energie- und Klimafonds

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

¹⁷ Ab 2014 ohne Ausgaben für die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI).

¹⁸ Anders als im Vorjahr fielen 2014 keine Ausgaben mehr für das (im Jahr 2003 ausgelaufene) 100.000 Dächer-Solarstromprogramm an.

Die **Darlehenszusagen der KfW** für erneuerbare Energien haben sich im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr weiter vermindert (Tabelle 4). Insgesamt wurden 12.979 Darlehen mit einer Darlehenssumme von 4,113 Mrd. € zugesagt. Größte Bedeutung hat dabei der Programmteil „Standard“, mit dem im Inland überwiegend Windkraft- und Photovoltaikanlagen finanziert werden. Während die Darlehenszusagen für Projekte im Ausland gegenüber dem Rekordwert von 2013 deutlich abgenommen haben, blieb die Höhe der zugesagten Darlehen für Projekte im Inland mit 2,878 Mrd. € nahezu konstant. Die Darlehenssumme im KfW-Programmteil „Premium“ (Marktanreizprogramm) hat sich 2014 auf 0,234 Mrd. € vermindert.

Tabelle 4: Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen), in Mio. €

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Standard Inland	2.442	4.276	8.183	5.789	6.770	2.901	2.878
Standard Ausland	334	333	685	728	804	1.498	1.001
Standard gesamt	2.776	4.609	8.868	6.517	7.574	4.399	3.879
Ergänzung	-	601	386	-	-	-	-
Premium	48	298	337	500	363	282	234
Offshore-							
Windenergie	-	-	-	542	-	194	-
Insgesamt	2.824	5.508	9.591	7.559	7.937	4.875	4.113

Quellen: KfW (2015), Berechnungen des DIW Berlin.

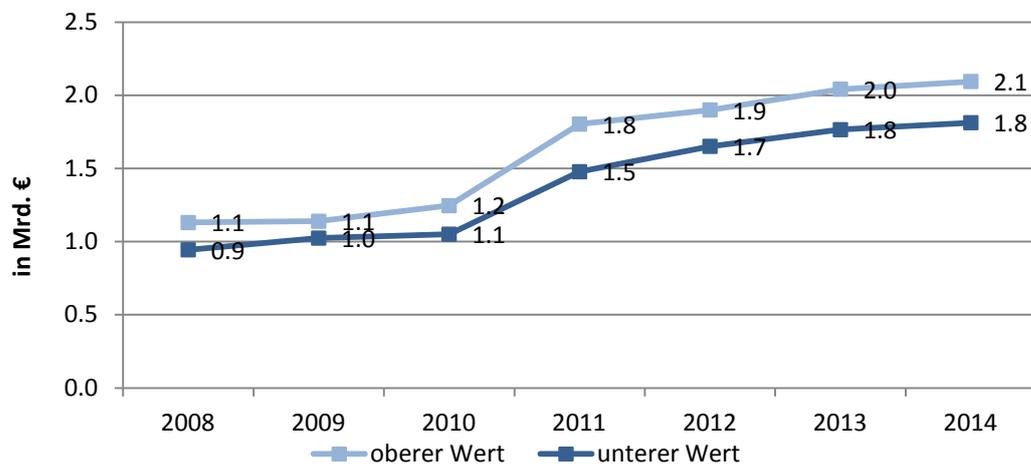
3.1.4 Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien

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 Marktanreizprogramm, mit dem überwiegend erneuerbare Energien im Wärmebereich gefördert werden, teilweise aus dem Stromsteueraufkommen finanziert worden.

Das Aufkommen der Stromsteuer betrug im Jahr 2014 insgesamt 6,638 Mrd. €. Sonderregelungen insbesondere für Unternehmen des produzierenden Gewerbes bewirkten Steuermindereinnahmen von 3,827 Mrd. € pro Jahr, die nicht eindeutig den eingesetzten Energieträgern zugeordnet werden können. Der im Jahr 2014 auf Strom aus erneuerbaren Energien entfallende Anteil der Stromsteuer wird in zwei unterschiedlichen Ansätzen auf 1,813 Mrd. € bzw. 2,095 Mrd. € geschätzt; von 1999 bis 2014 waren es preisbereinigt insgesamt 15,086 bzw. 17,832 Mrd. € (2014).

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



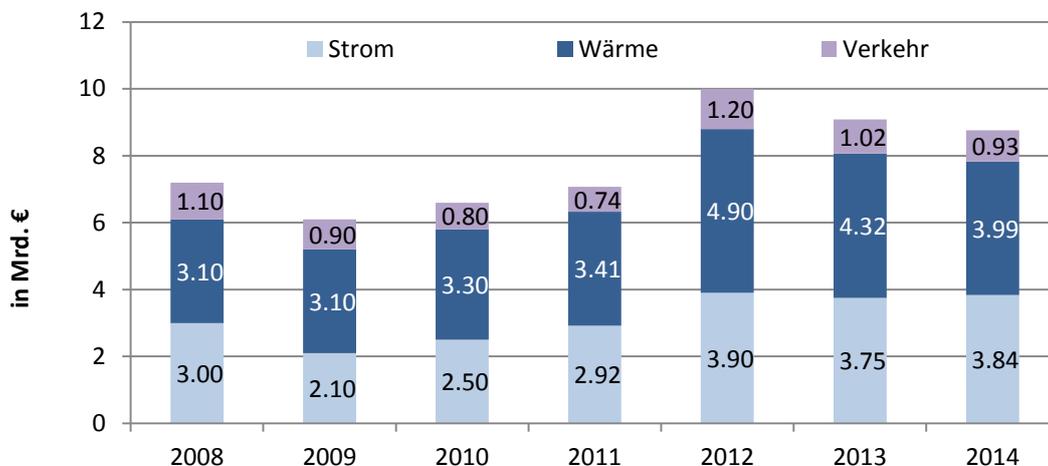
Quellen: AGEb (2015), BMF (2014, 2015), BMWi (2015)/AGEE-Stat, Berechnungen des DIW Berlin

3.2 Makroökonomische Wirkungen

3.2.1 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).

Abbildung 12: Verringerung fossiler importierter Brennstoffe (netto), in Mrd. €



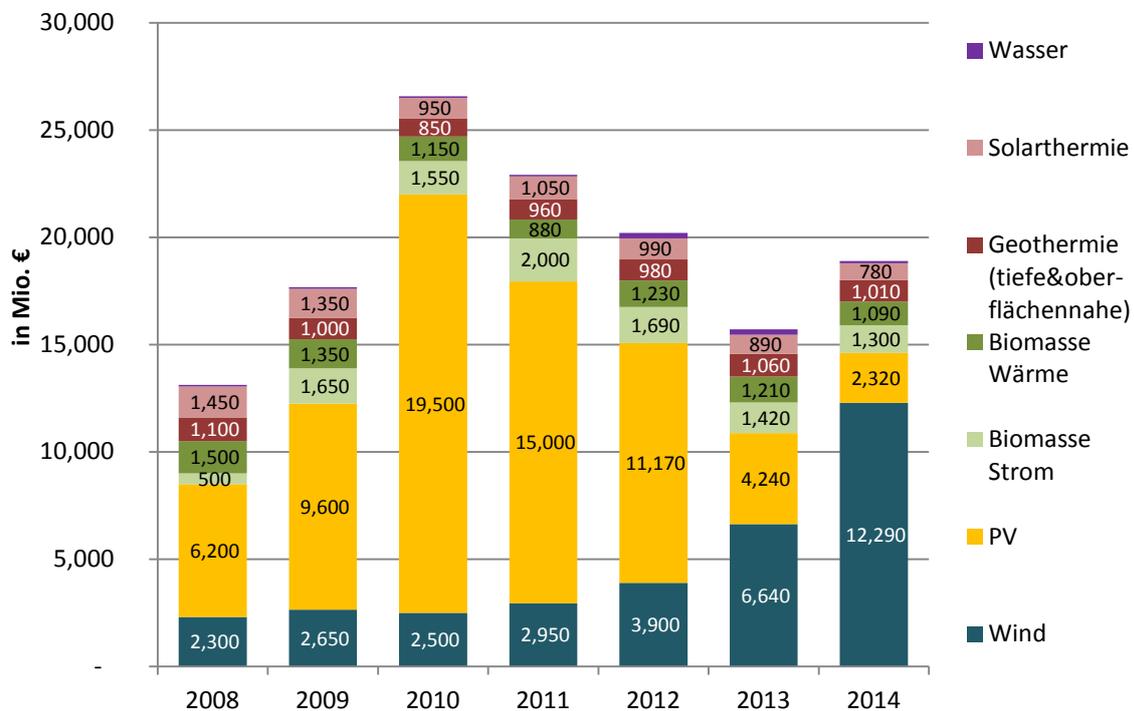
Quelle: Berechnungen der GWS

Abbildung 12 zeigt die Einsparungen fossiler Brennstoffimporte für die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Verglichen mit 2013 weist das Jahr 2014 für die drei Bereiche Strom, Wärme und Verkehr mit 8,76 Mrd. € erneut einen rückläufigen Wert für die verringerten Importe aus. Dies ist auf die 2014 weiter gesunkenen Preise der fossilen Energieträger, insbesondere die Gaspreise zurückzuführen. Eine Bereinigung der verringerten Importe um die gestiegenen biogenen Brennstoffimporte, ergibt eine Art Netto-bilanzierung der verringerten fossilen Brennstoffimporte, die sich auf rund 8,08 Mrd. € (2014) beläuft.

3.2.2 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 liegen 2014 bei 18,9 Mrd. € Dies ist ein Anstieg gegenüber den Werten des Vorjahres, bleibt aber hinter den Werten aus 2012 und den Vorjahren zurück. Es überwiegen Investitionen in Windenergie (Anteil von 65,1 %), die 2014 um fast 70 % gestiegen sind.

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

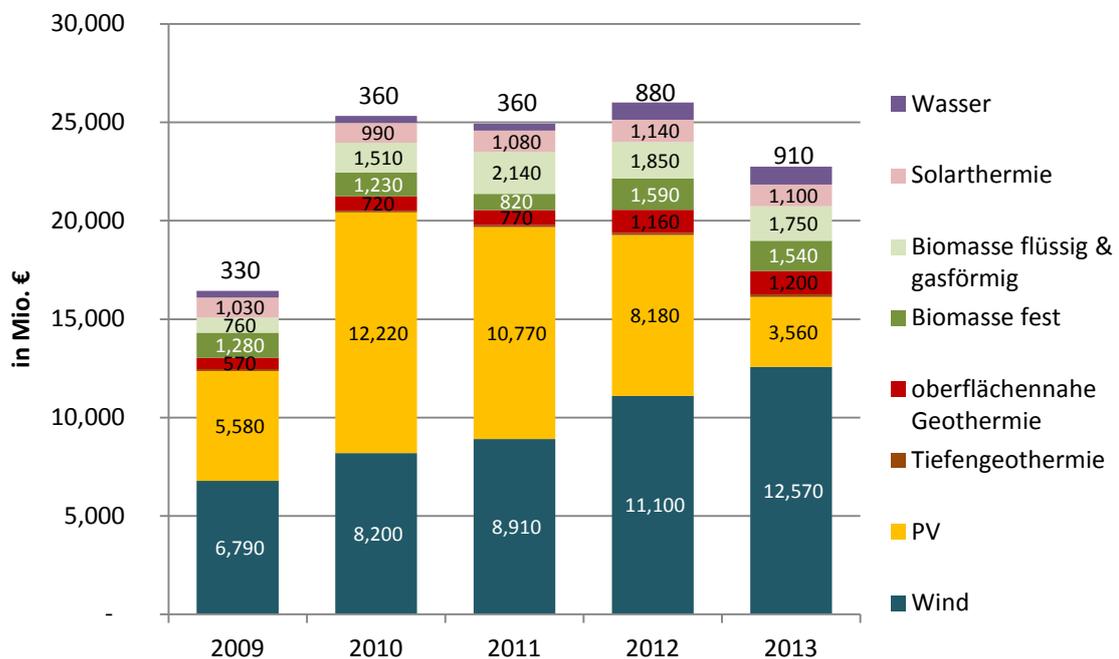


Quellen: O'Sullivan et al. (2010, 2011, 2012, 2013, 2014), BMWi 2015 (AGEE-Stat)

3.2.3 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. Da für 2014 keine Werte vorliegen, werden die Daten aus 2013 aufgegriffen, wobei mit Blick auf die getätigten Investitionen auch für 2014 mit Umsätzen in ähnlichen Größenordnungen gerechnet werden kann. Insgesamt sind die Umsätze von 26,0 Mrd. € im Jahr 2011 auf 22,7 Mrd. € im Jahr 2013 gefallen. Dabei nahmen die Umsätze 2013 wie im Vorjahr insbesondere im Bereich der Photovoltaik ab. Von 8,2 Mrd. € im Vorjahr gingen sie auf 3,56 Mrd. € zurück. Dagegen konnte die Windindustrie ihre Umsätze um eine Milliarde steigern. Der Zubau in Deutschland wurde jedoch auch, vor allem im Offshore-Bereich, von ausländischen Herstellern bedient.

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



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

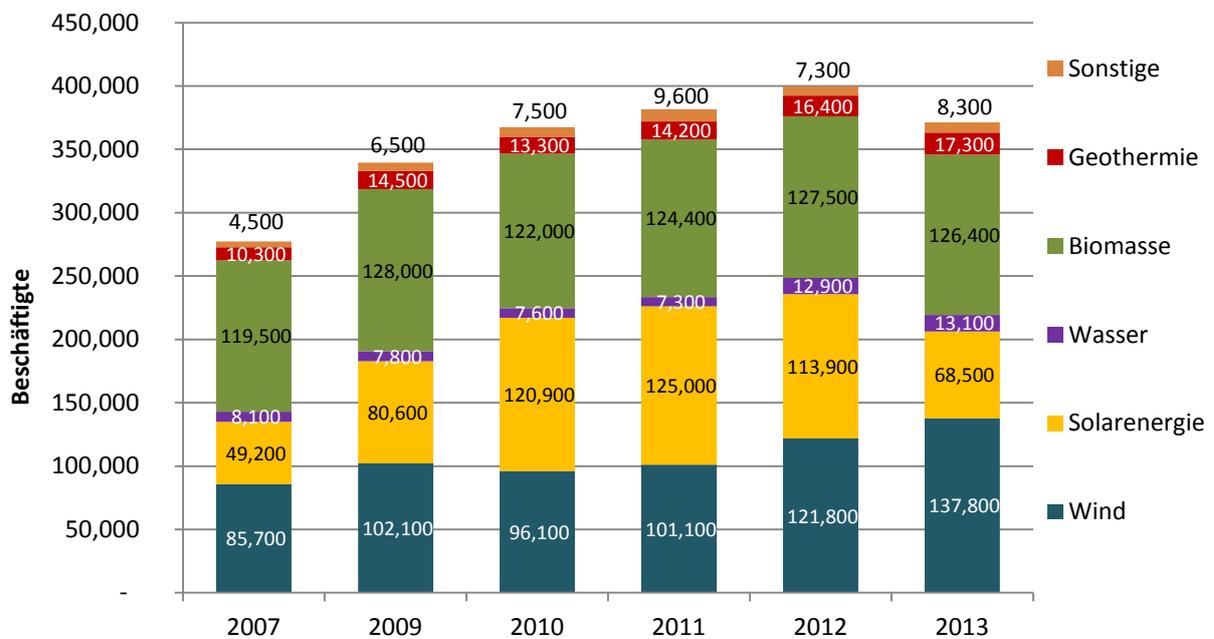
3.2.4 Bruttobeschäftigung

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

Daten zur Beschäftigung lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nur für 2013 vor. Die Beschäftigung aus dem Jahr 2014 findet Eingang in den Energiewendemonitoringprozess und wird im Rahmen der dortigen Berichterstattung veröffentlicht. Insgesamt arbeiteten in Deutschland 2013 rund 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. Auch für 2014 wird mit einem erneuten Rückgang gerechnet. Darüber hinaus zeigt eine differenzierte Betrachtung, dass die Beschäftigung bei der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien 2012 zwar zurückging, die Beschäftigung durch Wartung und Betrieb je-

doch zugenommen hat. Die Windenergiebranche ist im erheblichen Umfang auf den globalen Märkten tätig, sodass ein großer Teil der Beschäftigung auf den Export zurückzuführen ist.

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



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

4 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 oder nur teilweise 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).

5 Referenzen

- 50 Hertz (2014): [Offshore – Windparks](#), Informationen zu Offshore Netzanschluss von Baltic 1 und 2 sowie weitere Windparks.
- AGEB (2015): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2014. Dank milder Witterung kräftiger Rückgang des Energieverbrauchs im Jahr 2014. Bearbeitet von Hans-Joachim Ziesing. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Stand: März 2015.
- AGEB (2015): Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990-2014 nach Energieträgern. August 2015.
- AMI (2015): BMEL / FNR Projekt Erhebung statistischer Daten zu Preisen nachwachsender Rohstoffe.
- BAFA (2015): [Amtliche Mineralöl-daten](#); (Download Juni 2015).
- BMF (2014): Bundeshaushaltsplan für das Haushaltsjahr 2015. (Haushaltsgesetz 2015) vom 23. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2442) (Sowie frühere Haushaltspläne).
- BMF (2015): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2013 bis 2016 (25. Subventionsbericht). Berlin, August 2015. (Sowie frühere Subventionsberichte).
- BMF (2015): Steuereinnahmen (ohne reine Gemeindesteuern). Bundesgebiet insgesamt, nach Steuerarten. BMF - I A 6. 26.01.2015. (Sowie frühere Angaben des BMF).
- BMU (2013): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2012 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. März 2013. (Sowie frühere Jahresberichte).
- BMW i (AGEE-Stat) (2015): Erneuerbare Energien im Jahr 2014. Erste Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Stand: 27. Februar 2015. Sowie Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien. Stand: Februar 2014.
- BMW i (Mai 2015): Angaben des BMW i zu Bundesausgaben für erneuerbare Energien. Persönliche Mitteilungen. Mai 2015.
- BNetzA (2012): Bundesnetzagentur [ENLAG Monitoring - Stand der vordringlichen Stromtrassen gemäß Energieleitungsausbaugesetz](#) (EnLAG), Bonn 2012.

-
- BNetzA (2012a): Bundesnetzagentur [Evaluierungsbericht Ausgleichsmechanismusverordnung](#), Bonn 2012.
- 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. (2015): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien, in: Finanzierung Erneuerbarer Energien, Hrsg. Markus Gerhard / Thomas Rüschen / Armin Sandhövel , Frankfurt School Verlag, 2. Auflage, Juni 2015.
- Diekmann, J., M. Niemeyer (2015): Verteilungswirkungen der Forschungsförderung für erneuerbare Energien. Untersuchung im Rahmen des Projekts „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“. Berlin, Mai 2015.
- Djomo, S.N., 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 (2015): Bundesnetzagentur [EnLAG Monitoring - Stand der vordringlichen Stromtrassen gemäß Energieleitungsausbaugesetz](#) (EnLAG), Bonn 2015.
- FNR (2012): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Basisdaten Bioenergie Deutschland Stand August 2012.
- FNR (2014): [Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Großhandelspreise Bio-kraftstoffe](#); verfügbar in Mediathek.
- 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 (2010): 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..
- 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 (2015): Förderreport KfW Bankengruppe. Stichtag 31. Dezember 2014. (Sowie frühere Förderreports).
- Lehr, U., (2011): Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien, Untersuchung im Auftrag des BMU, Mai 2011.
- MWV (2015): [Mineralölwirtschaftsverband e.V. Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Superbenzin](#) (95 Oktan, E5) sowie Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Dieselkraftstoff; (Download Juni 2015)
- O-NEP (2014): [Offshore-Netzentwicklungsplan 2014](#), Zweiter 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 (2015): Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer im Jahr 2013. Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich (PtJ-ERG). Jülich, 2015. Sowie frühere Länderberichte.
- Sensfuß, F. (2015): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI (sowie frühere Studien dazu)
- StBA (2015): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung. Fachserie 18 Reihe 1.2. Stand: 9. März 2015.
- Tennet (2014): Tennet [Netzanbindungsprojekte auf See](#), online verfügbar unter:

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) (2014): [Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013](#); Climate Change 29/2014 Dessau-Roßlau, sowie Emissionsbilanzen vorhergehender Jahre ab 2009.

ÜNB (2015) Amprion, Transnet BW, [Tennet, 50 Hertz; EEG-Jahresabrechnung](#).

VDB (2014): [Informationsblatt Biodiesel 2013 in Deutschland](#), Stand 13.06.2014, (Download Juli 2014)