

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

ImpRES

Untersuchung im Rahmen des Projekts

„Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“,
gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Monitoring der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Jahr 2012

Bearbeiter:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe,

Barbara Breitschopf, Marian Klobasa, Luisa Sievers, Jan Steinbach, Frank Sensfuß, Judit Kockat,
Irene Schickhardt

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Berlin,

Jochen Diekmann

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS), Osnabrück,

Ulrike Lehr

Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Saarbrücken,

Juri Horst

Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Saarbrücken, 12. Sept. 2013

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Überblick über Kosten- und Nutzenwirkungen.....	1
1.1 Hintergrund.....	1
1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse für 2012	3
2 Einzelne Kosten- und Nutzenwirkungen	5
2.1 Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen	5
2.1.1 Direkte Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich	5
2.1.1.1 Strombereich	6
2.1.1.2 Wärmebereich	6
2.1.1.3 Verkehrsbereich	7
2.1.2 Regel- und Ausgleichsenergiekosten im Strombereich	8
2.1.3 Netzausbaukosten.....	9
2.1.4 Vermiedene Umweltschäden	10
2.1.4.1 Strom- und Wärmebereich.....	11
2.1.4.2 Verkehrsbereich	12
2.2 Verteilungswirkungen	13
2.2.1 Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr- oder Minderkosten im Strom- und Wärmebereich.....	13
2.2.1.1 Strombereich	13
2.2.1.2 Wärmebereich	15
2.2.2 Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich.....	16
2.2.3 Preiseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strombereich	17
2.2.4 Öffentliche Fördermittel	18
2.2.5 Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien	20
2.3 Makroökonomische Wirkungen.....	21
2.3.1 Vermiedener Einsatz fossiler Brennstoffimporte	21
2.3.2 Investitionen	22

2.3.3	Inlandsumsätze	23
2.3.4	Bruttobeschäftigung	24
3	Ausblick auf sonstige Wirkungen und weitere Arbeiten	26
4	Referenzen.....	27

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1:	Kosten- und Nutzenkategorien des Ausbaus EE..... 2
Abbildung 2:	Systemanalytische Differenzkosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich, in Mrd. €..... 5
Abbildung 3:	Ausgleichs- und Regelenergiekosten im Strombereich durch Prognosefehler, in Mio. €..... 9
Abbildung 4:	Netzausbaukosten für Übertragungsnetze und die Anbindung von Offshore-Windkraftanlagen, in Mio. €..... 10
Abbildung 5:	Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen von 2008 bis 2012, in Mrd. €..... 11
Abbildung 6:	Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten 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. €..... 19
Abbildung 11:	Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien, in Mrd. €..... 21
Abbildung 12:	Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom mit erneuerbaren Energien, in Mrd. €..... 23
Abbildung 13:	Umsätze der Hersteller von EE-Anlagen und Komponenten sowie der Anbieter von Biomasse in Deutschland, in Mrd. €..... 24
Abbildung 14:	Bruttobeschäftigung durch Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland (einschließlich Exporttätigkeit)..... 25

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1:	Quantifizierte Kosten- und Nutzenwirkungen im Jahr 2012 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen.....4
Tabelle 2:	Monetäre Bewertung vermiedener Umweltschäden durch Biokraftstoffe (ohne Biomethan), in Mio.€.....13
Tabelle 3	Fördermittel des Bundes für erneuerbare Energien, in Mio. €.....20
Tabelle 4	Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen).....20
Tabelle 5:	Vermiedener Einsatz fossiler importierter Brennstoffe (netto), in Mrd. €.....22

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 BMU 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):

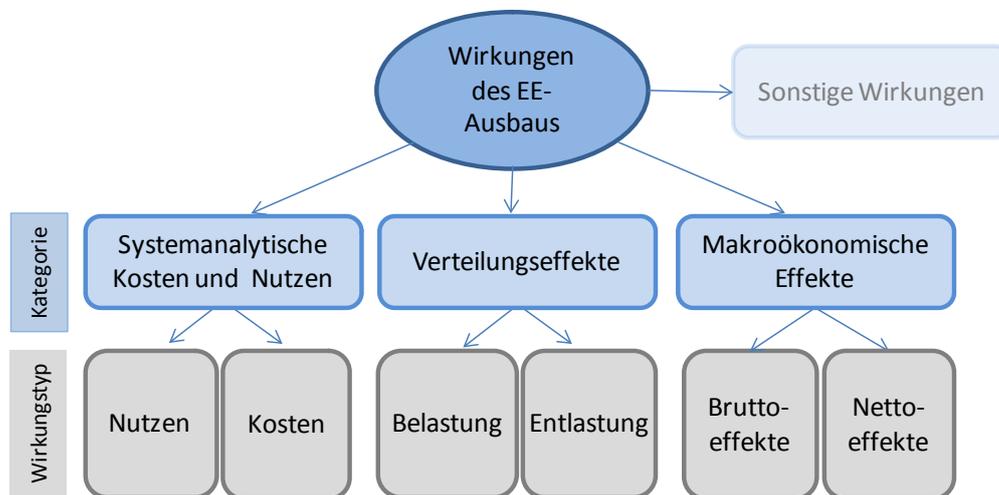
- *Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen* umfassen alle direkten und indirekten Kosten des Ausbaus EE, denen ein unmittelbarer oder mittelbarer Ressourcenverbrauch gegenübersteht. Die direkten Kosten erfassen die zur Erstellung und zum Betrieb einer Anlage benötigten Ressourcen, während die indirekten 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 noch nicht quantifiziert werden.

Abbildung 1: Kosten- und Nutzenkategorien des Ausbaus EE



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

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

1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse für 2012

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 2012 werden systemanalytische Differenzkosten in Höhe von ca. 15 Mrd. € ermittelt, denen ein Nutzen von ca. 10,5 Mrd. € gegenüber steht. Bereinigt um die in den Systemdifferenzkosten eingerechnete Teilinternalisierung der CO₂-Zertifikatskosten beträgt der Nettonutzen rund 9,6 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 0,62 Mrd. €. Dieser statischen Kostenbetrachtung für das Jahr 2012 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 2012 durch die EEG-Umlage einer Belastung von rund 14,2 Mrd. € ausgesetzt. Durch den Merit-Order-Effekt hatte sich 2012 auf dem Großhandelsmarkt eine Preissenkung im Wert von 4,9 Mrd. € ergeben.³ Sofern solche Preissenkungen vollständig an die Stromverbraucher durchgereicht werden, stünden ihren Belastungen durch die EEG-Umlage Entlastungen in einer Größenordnung von knapp 0,9 Ct/kWh gegenüber. Durch den Merit-Order-Effekt dürfte sich für Unternehmen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung des EEG fallen (Begrenzung der EEG-Umlage 2012 auf 0,05 bis 0,5 ct/kWh), 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

² Vgl. Breitschopf/Diekmann 2010.

³ Für 2012 liegen abschließende Berechnungen noch nicht vor.

Marktentwicklung (insbesondere Marktanreizprogramm), von denen spiegelbildlich Unternehmen und Anlagenbetreiber profitieren.

Wie schon 2011 zeigt die Bilanz der quantifizierten systemanalytischen Effekte für 2012 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 „erneuerbare Energien“ 2012 nach wie vor zu ausgeprägten Exporterfolgen bei, die sich in den Umsätzen widerspiegeln. In den verschiedenen Unternehmen dieses Sektors sind 2012 insgesamt 377.800 Personen beschäftigt, was gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang von 1 % bedeutet (Rückgang in der Photovoltaik-Branche) aber im Vergleich zur ersten Messung für das Jahr 2004 (160.500 Beschäftigte) einem Anstieg von etwa 135 % gleichkommt. Auch die Umsätze der Branche haben mit knapp 22 Mrd. € eine erhebliche gesamtwirtschaftliche Bedeutung.

Tabelle 1: Quantifizierte Kosten- und Nutzenwirkungen im Jahr 2012 nach Wirkungskategorien und Analysebereichen

Wirkungskategorien	Analysebereiche	Strom in Mrd. €	Wärme in Mrd. €	Verkehr in Mrd. €	Gesamt EE in Mrd. €
System-analytische Wirkungen	Direkte Differenzkosten	10,3	1,7	2,4	14,4
	Regel/Ausgleichsenergiekosten	0,16			0,2
	Netzausbaukosten	0,46			0,5
	Gesamte Differenzkosten	10,9	1,7	2,4	15,0
	Vermiedene Umweltschäden	9,2	1,2	0,1	10,5
Verteilungseffekte	einzelwirtsch. Mehrkosten (EEG-Diff., ...)	14,2	1,6		15,8
	<i>annuisierte Förderung MAP-Anlagen</i>	-	0,2		
	Besondere Ausgleichsregelung	2,5			2,5
	Merit-Order-Effekt	4,9			4,9
	Öffentliche Fördermittel				0,8
	Marktförderung				0,4
	FuE-Förderung				0,4
	Besteuerung von EE-Strom*	1,7			1,7
Makro-ökonomische Effekte	Vermiedener Einsatz fossiler importierter Brennstoffe*	3,9	4,9	1,2	10,0
	Investitionen (in Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen)				19,5
	Umsätze (Hersteller von Anlagen und Komponenten)				21,9
	Bruttobeschäftigung (in Personen)				377.800
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: * Mittelwert; ** Summe ohne Bereinigung um gestiegene biogene Brennstoffimporte.

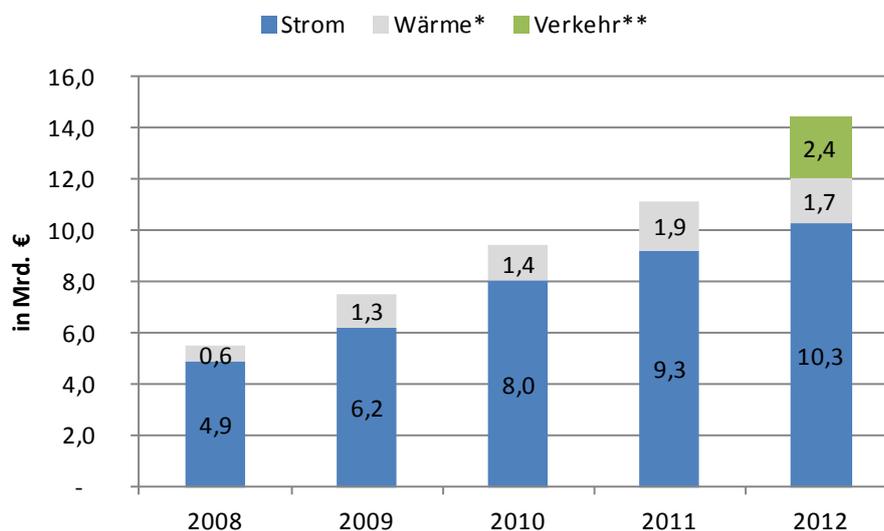
2 Einzelne Kosten- und Nutzenwirkungen

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. 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 im Jahr 2012 vorliegen.

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



Quelle: Berechnungen von Fh-ISI und GWS

Anmerkung: * Differenzkosten im Bereich Wärme ab 2012 nach neuer Berechnungsmethode, Daten rückwirkend bis 2008 angepasst; ** Differenzkosten für Verkehr erstmalig für 2012 berechnet.

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.

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 direkten systemanalytischen Differenzkosten für Strom lagen 2012 mit 10,33 Mrd. € wiederum höher als im Vorjahr. Eine Reihe von Faktoren wirkt sich auf die Höhe der systemanalytischen Differenzkosten aus. Zunächst spielen die Kosten der Zunahme der installierten EE-Leistung eine Rolle. Insgesamt wurden knapp 19,5 Mrd. € in Deutschland in den Ausbau der erneuerbaren Energien investiert. Auf Technologien zur Stromerzeugung entfallen hiervon 84,8 %. Wiederum ist in erheblichem Umfang in Photovoltaik investiert worden, die Zubauzahlen lagen sogar knapp über denen des Vorjahres. Allerdings sind die spezifischen Investitionen erneut um 27 % gefallen. Insgesamt wurde im Jahr 2012 mit deutlich weniger Investitionen deutlich mehr EE-Leistung ausgebaut.

Die zweite wichtige Komponente sind die anlegbaren Preise, d. h. die Stromgestehungskosten bei fossiler Erzeugung. Auch hier ergibt sich ein gemischtes Bild: Während die Steinkohlepreise 2012 um ca. 11 % fielen, sind die Gaspreise um 12 % gestiegen (BMWi 2013). Für die künftige Entwicklung der anlegbaren Preise wird den Langfristszenarien 2011 (Nitsch, J. et al. 2011) gefolgt und angenommen, dass sie nur sehr geringfügig fallen.

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. 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 demnach im Jahr 2012 1,7 Mrd. €⁵ Die Differenzkosten im Wärmebereich fallen gegenüber 2012 leicht ab, nachdem sie im Jahr 2011 (rund 1,9 Mrd. €)⁶ gegenüber 2010 (rund 1,4 Mrd. €)⁷ angestiegen waren. Der Rückgang der Differenzkosten ist auf stagnierende oder gesunkene Preise für Biomasse und gestiegene Preise für fossile Energieträger zurückzuführen. Bei der Interpretation der genannten Kostengrößen ist zu beachten, dass diese den gesamten Wärmeausbau umfassen, d. h. Investitionen im Gebäude-neubau, Gebäudebestand und der Industrie. Bei einer anderen Abgrenzung des EE-Wärmeausbaus, z. B. nur im Neubau, ergeben sich andere Kostengrößen (vgl. hierzu ISI/DIW/IZES/GWS 2011).

2.1.1.3 Verkehrsbereich

Die Differenzkosten im Verkehrsbereich ergeben sich aus dem Unterschied der Herstellerpreise von Biokraftstoffen (ohne Biomethan) und den jeweiligen fossilen Äquivalenten⁸. Für die verwandte Menge Bioethanol wird unter Berücksichtigung des Energiegehalts die Menge des ersetzten Benzins errechnet, analog substituieren Biodiesel und Pflanzenöl fossilen Dieselmotoren.⁹ 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.

⁵ Diese Werte liegen unter den Angaben der für das BMU erarbeiteten Leitstudie 2010 (Nitsch et al. 2011), die für erneuerbare Wärmebereitstellung im Jahr 2010 Differenzkosten in Höhe von 2,7 Mrd. € ausweist. Grund hierfür sind unterschiedliche Annahmen zu den spezifischen Kosten der eingesetzten Technologien sowie hinsichtlich der Berücksichtigung von Biomasse-Einzelraumfeuerungen.

⁶ Angaben hier in jeweiligen Preisen, in ISI/DIW/IZES/GWS (2011) zu Preisen von 2005 sowie Aktualisierung des Vorjahreswertes aufgrund abschließend vorliegender Daten für 2011.

⁷ Angaben hier in jeweiligen Preisen, in ISI/DIW/IZES/GWS (2011) zu Preisen von 2005 sowie Aktualisierung des Vorjahreswertes aufgrund abschließend vorliegender Daten für 2011.

⁸ 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 2013). Die entsprechenden Preise für die fossilen Kraftstoffe wurden vom Mineralölwirtschaftsverband zusammengestellt auf Grundlage von Daten des statistischen Bundesamts und des Energieinformationsdiensts (MWV 2013).

⁹ Die Mengenangaben in Bezug auf die in Deutschland verbrauchten Biokraftstoffe stammen aus den monatlich herausgegebenen amtlichen Mineralöldata der BAFA (2013). 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.

In Summe ergeben sich für 2012 Differenzkosten in Höhe von 2,35 Mrd. €, wobei etwa 60 % auf Bioethanol entfallen und knapp 40 % auf Biodiesel. Betrachtet man hingegen den Verbrauch der Kraftstoffe (gemessen in Energieeinheiten), macht Biodiesel mit 70 % den wesentlich größeren Teil aus. Dies zeigt, dass die spezifischen Differenzkosten für Bioethanol wesentlich höher sind als für Biodiesel.

2.1.2 Regel- und Ausgleichsenergiekosten im Strombereich

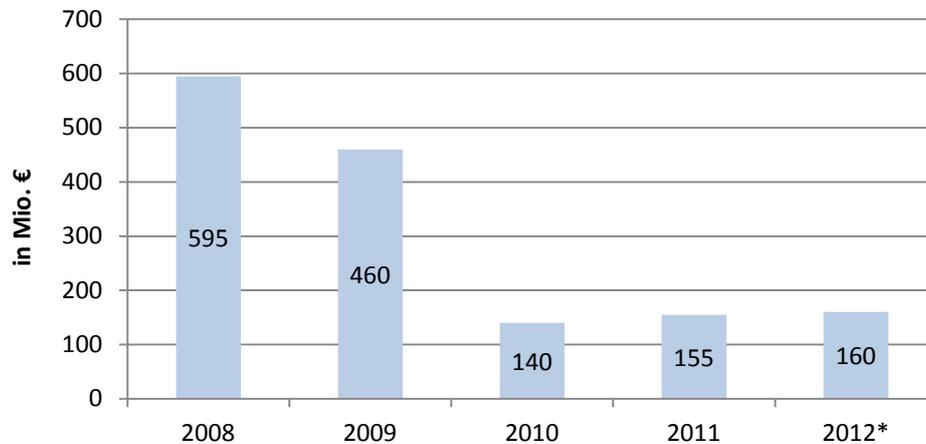
Für die Integration der EEG-Strommengen in den Strommarkt waren bis 2011 zum Großteil die Übertragungsnetzbetreiber verantwortlich¹⁰, wobei sie seit 2010 verpflichtet sind, sämtliche EEG-Strommengen nur noch im Day-ahead-Handel zu vermarkten. Die bis dahin erfolgte Bandlieferung wurde abgeschafft. Insgesamt sind die Kosten mit der Umstellung von der physischen auf die finanzielle Wälzung im Jahr 2010 deutlich zurückgegangen. Für die Integration der EEG-Strommengen entstehen aktuell Kosten vor allem für den Ausgleich von Prognosefehlern über die Wind- und PV-Einspeisung. Die Kostenpositionen im Einzelnen sind:

- 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.

Darüber hinaus fallen weitere administrative Kosten an, z. B. für die Bereitstellung von IT-Infrastruktur oder die Ermittlung und Prognose der EEG-Umlage. Sie werden zum einen durch die EEG-Strommengen sowie durch die erzielbare Prognosegenauigkeit beeinflusst. Grundlage für die Kostenangaben sind Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur (BNetzA 2010) sowie die Schätzungen im Rahmen der EEG-Umlageprognose für 2012 (ÜNB 2011). Die Kosten werden als EEG-Vermarktungskosten und als administrative EEG-Kosten durch die Bundesnetzagentur veröffentlicht.

¹⁰ Die Mengen im Grünstromprivileg wurden jedoch durch Grünstromhändler vermarktet.

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



Quelle: Monitoringbericht BNetzA 2010, EEG-Umlage Prognose für 2012;

Anmerkung: * vorläufige Daten, eigene Schätzung Fh-ISI

Trotz steigender EEG-Mengen sind die Kosten von 2008 bis 2010 deutlich zurückgegangen, haben aber 2011 erstmalig wieder leicht zugenommen¹¹. Auch für die kommenden Jahre wird mit einer moderaten Steigerung gerechnet. Unterstellt man, dass die Kosten für den Ausgleich von Prognosefehlern vor allem durch die Einspeisung aus Wind- und Solarenergie verursacht werden, dann ergeben sich für 2012 spezifische Kosten (bezogen auf die Wind- und Solareinspeisung von 65,5 TWh) in Höhe von 2,5 €/MWh.

2.1.3 Netzausbaukosten

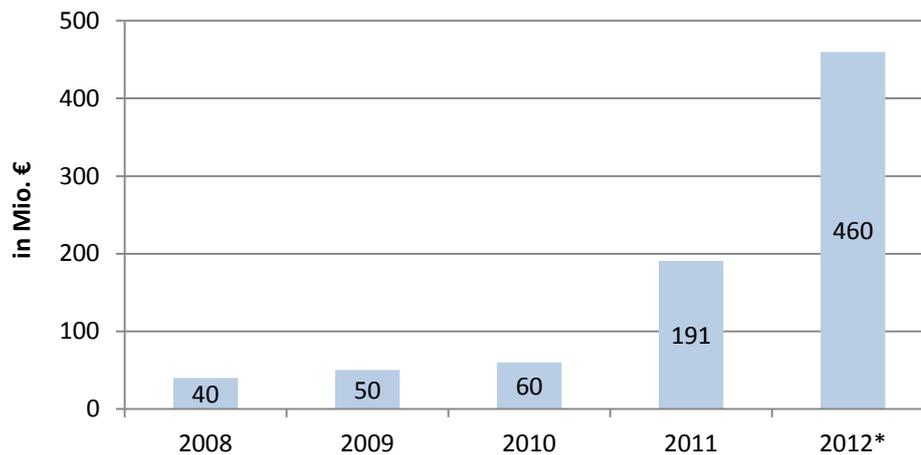
Die Netzausbaukosten umfassen den Ausbau der Übertragungsnetze sowie den Netzausbau für Offshore Wind. Die Ausbaukosten der Verteilernetze sind hier nicht inbegriffen. Die Kostenabschätzung umfasst die Netz(aus)bauprojekte, die in den betrachteten Jahren realisiert wurden (BNetzA 2012, Tennet 2012, 50 Hertz 2012). Darunter fallen insbesondere die Windsammelschiene (Krümmel – Schwerin) sowie die Thüringer Strombrücke (Lauchstädt – Redwitz). Bei der Offshore-Netzanbindung von Windenergieanlagen wurden bisher Alpha Ventus, BorWin I und Baltic 1 realisiert. Mit dem Bau weiterer Netzanschlüsse in Nord- und Ostsee ist 2010 bzw. 2011 begonnen worden (u. a. HelWin 1, BorWin 2, Baltic 2, Riffgat).

Die für diese Projekte getätigten Investitionen werden auf rund 2,7 Mrd. € bis 2011 geschätzt. Für 2012 wird mit einem kumulierten Investitionsvolumen von ca. 6,4 Mrd. € gerechnet, aus dem die jährlichen Kosten des Netzausbaus ermittelt werden. Die Ab-

¹¹ bei gleichen spezifischen Kosten aber höheren EEG-Strommengen

schreibungsdauer sowie der Zinssatz betragen hierfür 40 Jahre und 6,5 % p. a. Die sich daraus ergebenden jährlichen Kosten für den Netzausbau beliefen sich 2011 auf rund 191 Mio. € und erreichen 2012 voraussichtlich rund 460 Mio. €.

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



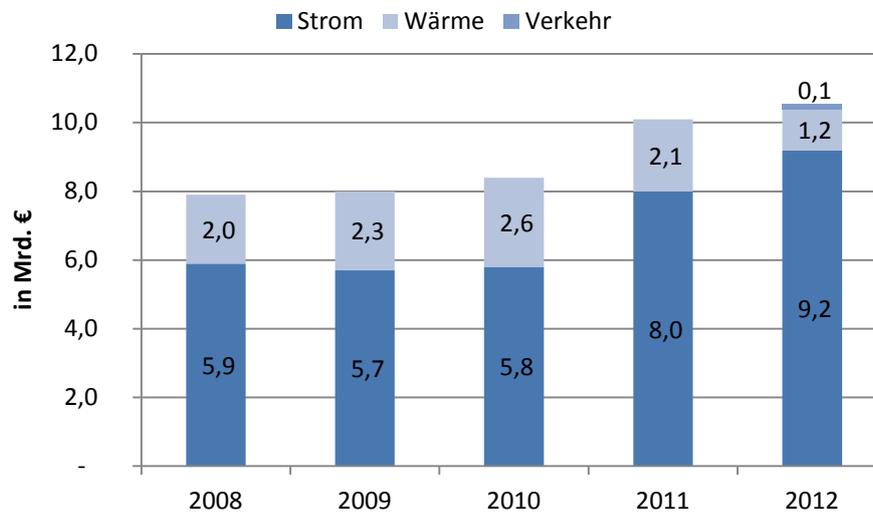
Quelle: Abschätzungen auf Basis von Angaben der Übertragungsnetzbetreiber

Anmerkung: * vorläufige Daten, eigene Schätzung Fh-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 erstmalig für 2012 auch für den Bereich Verkehr (Kraftstoffe) ausgewiesen.

Abbildung 5: Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen von 2008 bis 2012, in Mrd. €



Quelle: Berechnungen des Fh-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 (BMU 2012a) 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.¹²

Die monetäre Bewertung der vermiedenen Emissionen im Strom- und Wärmebereich führt zu vermiedenen Umweltschäden in Höhe von insgesamt rund 10,4 Mrd. € (2012). 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-

¹² Zur Berechnungsmethodik der monetären Bewertung siehe Breitschopf 2012 und UBA 2012.

schoopf/Diekmann 2010) vermindern sich die vermiedenen Umweltschäden auf rund 9,6 Mrd. € (2012).¹³

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 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.¹⁴ Da die zugrunde liegenden Mengen an Biodiesel und Bioethanol in diesem Bericht und in (UBA 2013) leicht divergieren (Abweichung kleiner 10%) wurden die zusätzlichen bzw. vermiedenen Emissionen für die monetäre Bewertung zunächst entsprechend skaliert und dann mit Kostensätzen aus der UBA-Methodenkonvention (vgl. Breitschoopf, 2012) multipliziert. Es wurde dabei mit jeweils durchschnittlichen Kostensätzen für die einzelnen Treibhausgase bzw. Luftschadstoffen gearbeitet.¹⁵

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 ein in der Summe positives Ergebnis von gut 0,1 Mrd. € durch vermiedene Umweltschäden.

13 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.

14 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.

15 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.

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

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	NMVOC	Summe
Biodiesel	406	-13,4	-108	-17,2	-94,2	-23,2	0,7	151
Pflanzenöl	5,12	-0,04	-1,62	0,04	-0,74	-0,25	0,01	2,53
Bioethanol	138	-5,8	-31	-14,2	-83,1	-14,3	0,25	-10,3
Biokraftstoffe	549	-19,3	-141	-31,4	-178	-37,7	0,96	143

Quelle: Berechnungen des Fh-ISI auf Basis von UBA 2013 und Breitschopf 2012

2.2 Verteilungswirkungen

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 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.

Die Begrifflichkeit hat im Laufe der Novellierungen des EEG eine Veränderung erfahren. Während das EEG 2009 in Teil 5, Abschnitt 2 explizit zur Veröffentlichung von Differenzkosten ausführt, verweisen die Paragraphen 53 und 54 im EEG 2012 in ähnlicher Form auf die EEG-Umlage. Die einzelnen, anrechenbaren Bestandteile dieser Marktaktivitäten sind in der AusglMechV 2009 definiert. Im Vorfeld kann sich die Berechnung der EEG-Umlage auf die prognostizierten Einnahmen und Ausgaben für das folgende Kalenderjahr stützen. Nach Abschluss eines Kalenderjahres muss der Differenzbetrag aus den tatsächlichen Einnahmen und den tatsächlichen Ausgaben errech-

net werden. Beiden Ansätzen wird hier gefolgt und die Ergebnisse werden einander gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Differenzen nicht erheblich sind.

Während die Definition durch die AusglMechV zu deutlich mehr Klarheit und Transparenz bei der Berechnung der EEG-Umlage geführt hat, bleiben dennoch einige Unsicherheiten. So muss die Umlage je kWh von den vier Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) jeweils für das kommende Jahr vorab berechnet werden. Diesem Zweck dienen die jeweils bis zum 15. Oktober des Vorjahres zu veröffentlichenden Prognosen, die nach dem Stand von Technik und Wissenschaft zu erstellen sind.¹⁶ Dabei ist sowohl die im kommenden Jahr eingespeiste Menge an EEG-Strom als auch der Preis,¹⁷ zu dem sich der Strom vermarkten lässt, von Unsicherheit geprägt. Eine geprüfte EEG-Jahresabrechnung wird Ende Juli bereitgestellt.

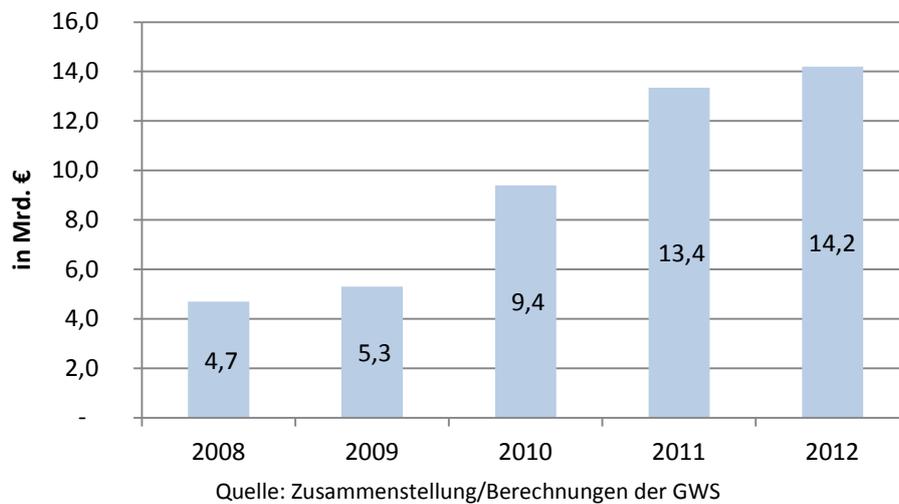
Für das Jahr 2012 lag die *Prognose* der ÜNB für die „Deckungslücke“ des EEG-Kontos, die sich aus den Auszahlungen an Anlagenbetreiber 2012, den Einnahmen aus der Vermarktung, dem Profilserviceaufwand, den Kosten für Börsenzulassung und Zinsen sowie den Einnahmen für privilegierten Letztverbrauch ergibt, bei rund 13 Mrd. €. Für 2011 wurde eine Nachholung von über 1 Mrd. € prognostiziert, so dass der Umlagebetrag insgesamt auf 14,1 Mrd. € geschätzt wurde. Der dem Jahr 2012 anlastbare EEG-Umlage-Betrag berechnet sich jedoch aus den tatsächlichen Einnahmen und Ausgaben des laufenden Jahres, der *Jahresabrechnung*. Diese weist für 2012 rund 14,2 Mrd. € als Umlagebetrag aus. In 2011 belief sich dieser Betrag auf 13,35 Mrd. €. Abbildung 6 gibt die Ergebnisse der Jahresabrechnung wider, wobei diese erst seit 2011 nach der AusglMechV erstellt werden.¹⁸

16 Die Prognosen sind einschl. der zugrunde liegenden wissenschaftlichen Untersuchungen unter <http://www.eeg-kwk.net> veröffentlicht. Dort sind auch die nachfolgend zitierten Zahlenwerte für 2010 und 2011 dokumentiert.

17 Die Prognose beruht auf Durchschnittswerten des Phelix Base Future. Für die Prognose 2013 wird zum Beispiel der Durchschnittspreis aus der Handelsperiode vom 01.10.2010 bis 30.09.2011 herangezogen. Dieser beträgt 56,05 €/MWh. Inwiefern er den Marktpreis widerspiegelt, zu dem der Strom im Jahresverlauf verkauft wird, ist mit Unsicherheit behaftet.

18 Für die Berechnung früherer Ergebnisse vgl. Monitoringbericht 2011.

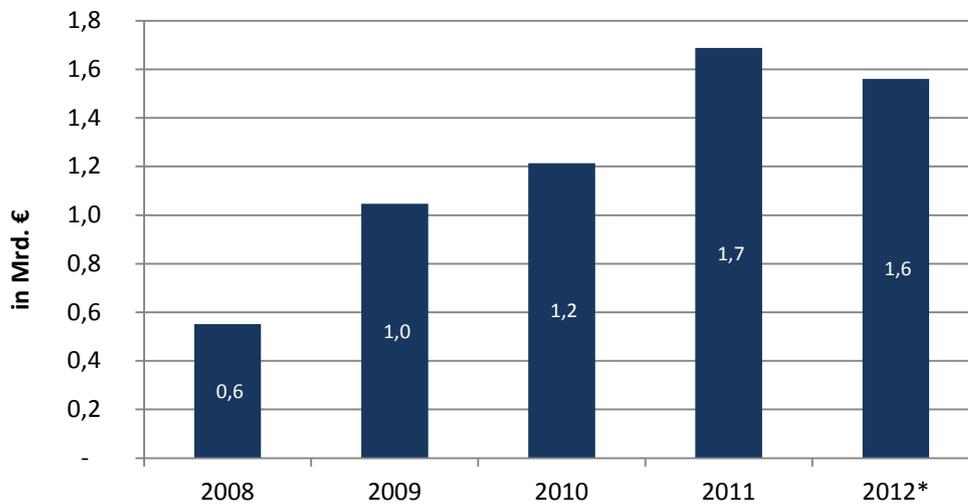
Abbildung 6: Einzelwirtschaftlich verbleibende Mehr/Minderkosten im Strombereich, in Mrd. €



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 Marktanreizprogramms) (ISI et. al. 2011). Knapp 0,2 Mrd. € der systemanalytischen Differenzkosten wurden durch das Marktanreizprogramm kompensiert, so dass sich die einzelwirtschaftlich verbleibenden Mehrkosten in 2012 für die Wärmeerzeugung mit EE auf rund 1,6 Mrd. € belaufen und damit erstmalig seit 2008 abgenommen haben (näher zur Methodik und möglichen alternativen Abgrenzungen: ISI/DIW/IZES/GWS 2011).

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



Quelle: Berechnungen des Fh-ISI, vorläufige Abschätzung

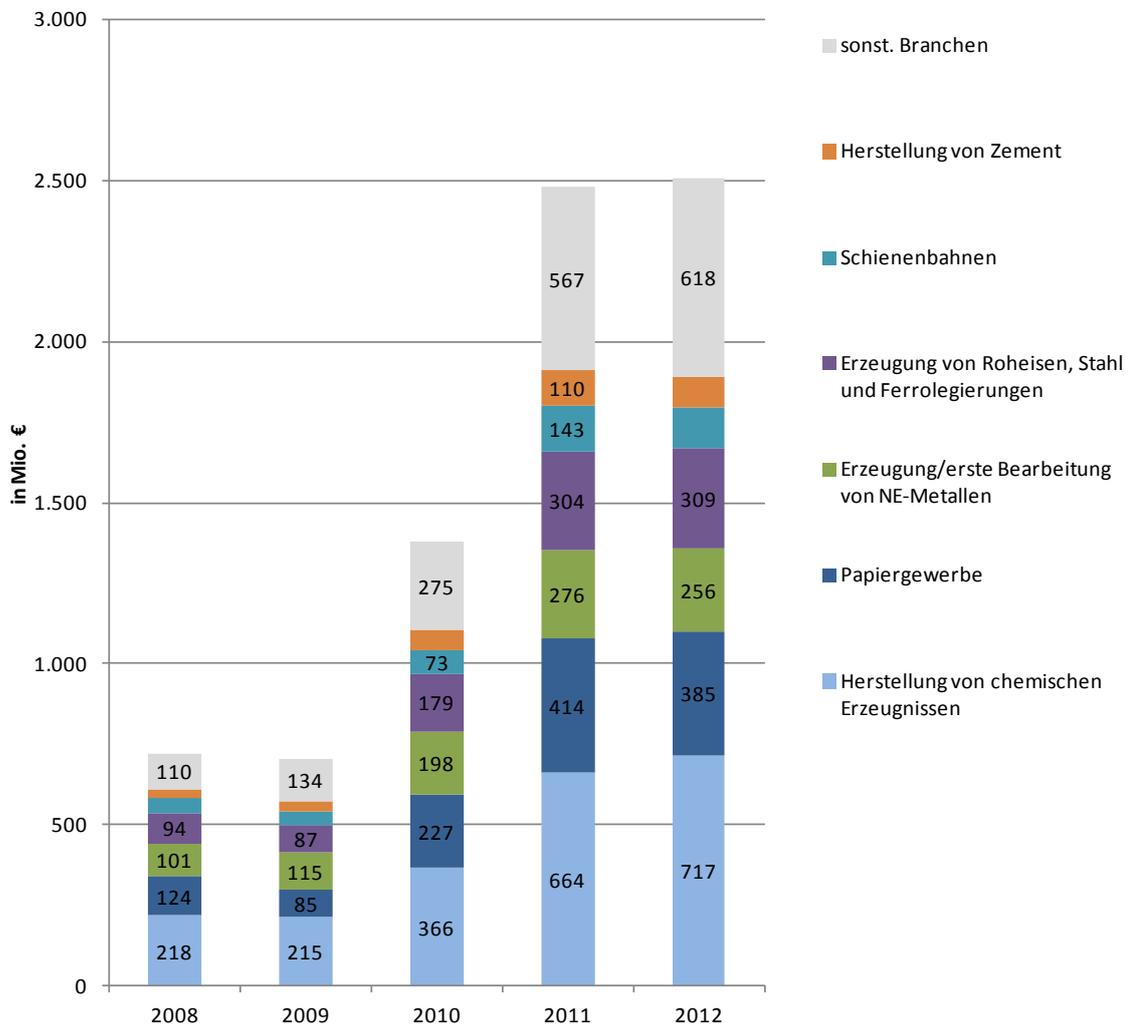
Anmerkung: Werte vor 2012 wurden aufgrund einer neuen Berechnungsmethode (Bereinigung um temperaturbedingten Verbrauch) leicht angepasst.

2.2.2 Besondere Ausgleichsregelung im Strombereich

Die besondere Ausgleichsregelung (§§ 40 ff. EEG 2012) zielt darauf ab, die internationale Wettbewerbsfähigkeit stromintensiver Unternehmen sowie die intermodale Wettbewerbsfähigkeit von Schienenbahnen durch die EEG-Umlage nicht zu beeinträchtigen. Vorab der Ergebnistestierung durch einen Wirtschaftsprüfer werden für das Jahr 2013 die Prognosen der ÜNB angesetzt. Für das Jahr 2013 wird mit einer deutlichen Zunahme um rund 1,5 Mrd. € auf knapp 4 Mrd. € gerechnet. Dabei macht der Zubau der EE nur einen Teil der Erhöhung aus. Wesentliche Kostengröße bilden die verminderten prognostizierten Einnahmen, die Erhöhung der Liquiditätsreserve auf 10 % sowie der Abbau des Defizits auf dem EEG-Konto (aus 2011).

Diese Ersparnisse für die privilegierten Unternehmen bedeuten für alle übrigen Stromabnehmer eine Mehrbelastung, die insbesondere das übrige, nichtprivilegierte produzierende Gewerbe sowie der Sektor Handel, Gewerbe und Dienstleistungen tragen (siehe Abbildung 8). Für 2012 ergab sich auf Grundlage der durch einen Wirtschaftsprüfer validierten Daten eine Umwälzung von rund 2,5 Mrd. €

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



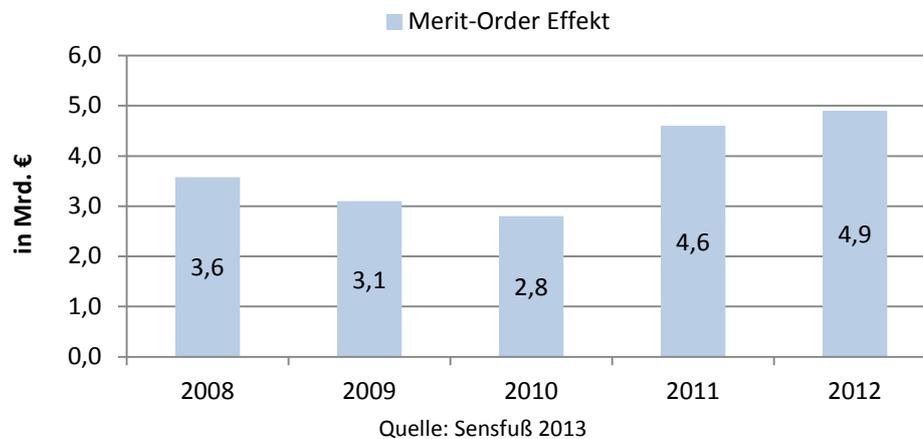
Quelle: Berechnungen des IZES

Anmerkung: 2008 bis 2012 entsprechend der Verifizierung durch den Wirtschaftsprüfer überarbeitet.

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 2011). 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.

Abbildung 9: Merit-Order-Effekt durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in Mrd. €



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.

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. Eine zentrale Ursache für den angestiegenen Gesamtwert des Merit-Order-Effektes ist die stark gestiegene Stromerzeugung durch Photovoltaik, die zu einer deutlichen Abnahme der Mittagspreise am Strommarkt führte.

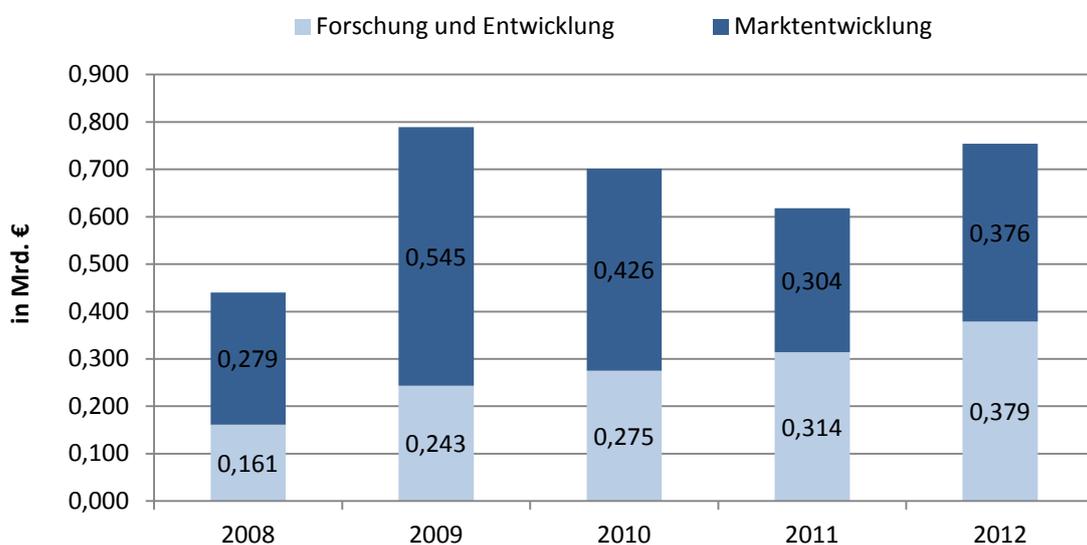
2.2.4 Öffentliche Fördermittel

Erneuerbare Energien werden in Deutschland in einer Reihe unterschiedlicher Programme mit öffentlichen und anderen Mitteln finanziell gefördert. Im Jahr 2012 hat der Bund für die Förderung von Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet 379 Mio. € ausgegeben. Bei der Projektförderung dominieren mit 162 Mio. € Forschungsausgaben des BMU (ohne Forschungsfördermittel im Rahmen des Programms „Einzelmaßnahmen“, die hier unter Marktentwicklung erfasst sind). Hinzu kommen Ausgaben der Ressorts Forschung (BMBF) und Landwirtschaft (BMELV) von zusammen 99 Mio. €

Neben der Projektförderung wurden 2012 für erneuerbare Energien im Rahmen der institutionellen Förderung von Forschung und Entwicklung insgesamt 117 Mio. € verausgabt; hierbei handelt es sich um Mittel des BMBF, des BMWi und des BMELV für die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) einschl. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ).

Hinzu kommen Forschungsausgaben der Bundesländer (2010: 70,8 Mio. €, PTJ 2012) und anteilige Ausgaben der EU.

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



Quellen: BMU, BMF, Berechnungen des DIW Berlin

Für die Marktentwicklung hat der Bund im Wärme- und Strombereich im Jahr 2012 insgesamt 376 Mio. € verausgabt, davon 360,6 Mio. € für die Förderung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien mit Schwerpunkt im Wärmebereich. Der Mittelabfluss im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) betrug für Anlagenförderung 275 Mio. € und für weitere Ausgaben für Programme (Bioenergie richtlinie, Einzelprojekte usw.) 26 Mio. €. Darüber hinaus wurden 1,7 Mio. € für das 100.000 Dächer-Solarstromprogramm und 13,5 Mio. € für die Unterstützung des Exports ausgegeben.

Neben dem Bund fördern auch die Bundesländer und Stiftungen die Marktentwicklung erneuerbarer Energien.

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

	2008	2009	2010	2011	2012
Forschung 1)	161,2	243,3	275,4	313,9	378,6
Institutionelle Förderung von BMBF, BMWi, BMELV	30,4	57,8	56,0	72,8	117,5
Projektförderung BMBF	14,0	47,2	64,9	78,0	74,6
Projektförderung BMELV	19,4	25,5	26,9	26,4	24,7
Projektförderung BMU (ohne "Einzelmaßnahmen") 2)	97,4	112,8	127,6	136,7	161,9
Marktentwicklung	278,6	545,5	426,4	304,1	375,7
BMU: "Förderung von Einzelmaßnahmen EE"	247,7	504,8	406,0	286,8	360,6
BMU: "100.000 Dächer-Solarstrom-Programm"	17,8	27,2	6,9	3,8	1,7
BMWi: Unterstützung des Exports 3)	13,1	13,5	13,5	13,5	13,5
Insgesamt	439,8	788,8	701,8	618,0	754,4

1) Angaben zu Forschungsausgaben für 2008 nur eingeschränkt vergleichbar.

2) Einschl. BMU-Förderprogramm „Klimaeffiziente Optimierung der energetischen Biomassenutzung“. 3) Geschätzt.

Quellen: BMU: Jahresberichte zur Forschungsförderung im Bereich der EE; Daten des BMU, Juni 2013;

BMF: Bundeshaushalt 2013; Berechnungen des DIW Berlin.

Die Darlehenszusagen der KfW für erneuerbare Energien haben sich im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr erhöht (Tabelle 4). Insgesamt wurden 28.387 Darlehen mit einer Darlehenssumme von 7,937 Mrd. € zugesagt. Größte Bedeutung hat dabei der Programmteil „Standard“, mit dem im Inland überwiegend Photovoltaik- und Windkraftanlagen finanziert werden. Die Darlehenssumme im KfW-Programmteil „Premium“ (Marktanreizprogramm) hat sich 2012 auf 0,363 Mrd. € vermindert.

Tabelle 4 Darlehen der KfW für erneuerbare Energien (Neuzusagen)

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

Quellen: KfW (2013), Berechnungen des DIW Berlin

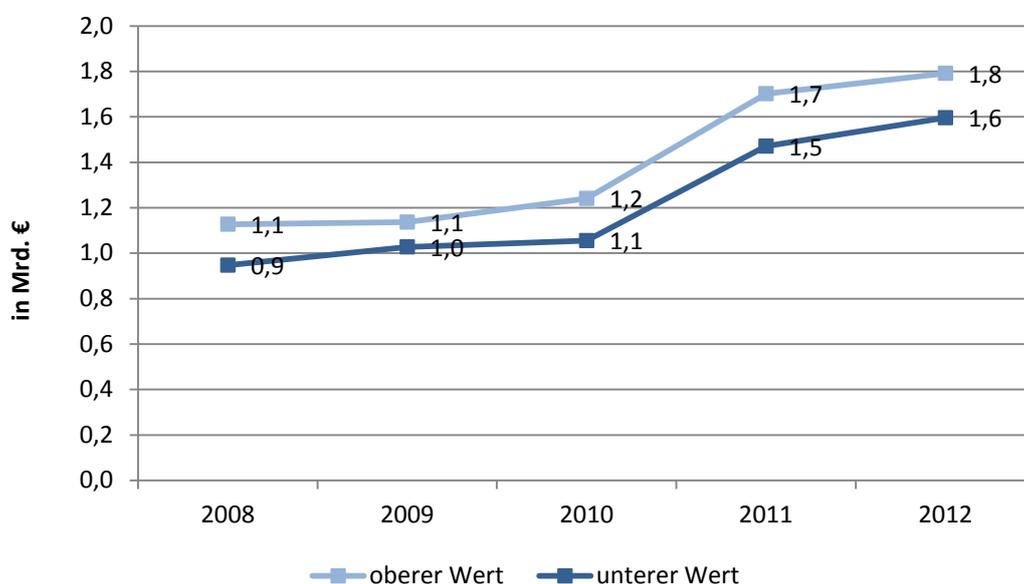
2.2.5 Besteuerung von Strom aus erneuerbaren Energien

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

Das Aufkommen der Stromsteuer betrug im Jahr 2012 insgesamt 6,973 Mrd. €. Sonderregelungen insbesondere für Unternehmen des produzierenden Gewerbes bewirkten Steuermindereinnahmen von 3,885 Mrd. € pro Jahr, die nicht eindeutig den eingesetzten Energieträgern zugeordnet werden können. Der im Jahr 2012 auf Strom aus erneuerbaren Energien entfallende Anteil der Stromsteuer wird in zwei unterschiedlichen Ansätzen auf 1,596 Mrd. € bzw. 1,791 Mrd. € geschätzt; von 1999 bis 2012 waren es preisbereinigt insgesamt 10,962 bzw. 12,865 Mrd. € (2012).

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, BMF, BMU, StBA, Berechnungen des DIW Berlin

2.3 Makroökonomische Wirkungen

2.3.1 Vermiedener Einsatz 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 2011 weist das Jahr 2012 für die drei Bereiche Strom, Wärme und Verkehr mit 8,70 Mrd. € die bisher höchste Importsubstitution fossiler Energieträger aus.

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

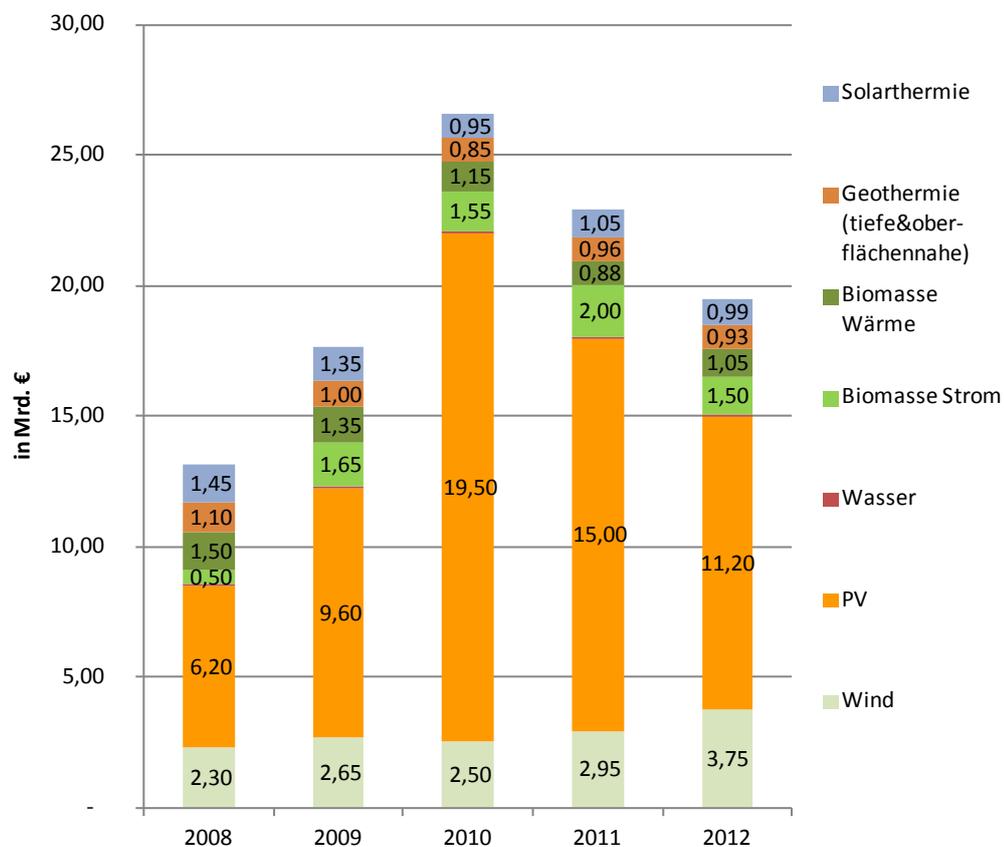
in Mrd. €	Strom	Wärme	Verkehr	Wärme, Strom und Verkehr abzüglich biogener Brennstoffimporte
2008	3,00	3,10	1,10	6,60
2009	2,10	3,10	0,90	5,70
2010	2,50	3,30	0,80	5,80
2011	2,92	3,41	0,74	6,02
2012	3,90	4,90	1,20	8,70

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. Wie bereits 2011 hat die Investitionstätigkeit im Jahr 2012 (19,5 Mrd. €) gegenüber dem Vorjahr (22,9 Mrd. €) in der Summe abgenommen. Eine differenzierte Betrachtung nach Technologien zeigt, dass dies erneut vor allem auf den Rückgang der Investitionssumme für Solarstromanlagen zurückzuführen ist. Grund dieses deutlichen Rückgangs ist der starke Preisverfall bei den Solarmodulen, wie sich auch im Vergleich mit den Vorjahreswerten zeigt. Während 2010 noch 19,5 Mrd. € für 7,4 GW Photovoltaik investiert werden mussten, konnten 2011 mit 15 Mrd. € 7,5 GW und 2012 die gleiche Leistung bereits mit 11,2 Mrd. € installiert werden. Die Investitionssummen für Windenergie und Wärmebereitstellung aus Biomasse sind dagegen 2012 gegenüber dem Vorjahr gestiegen.

Abbildung 12: Investitionen in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom mit erneuerbaren Energien, in Mrd. €



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

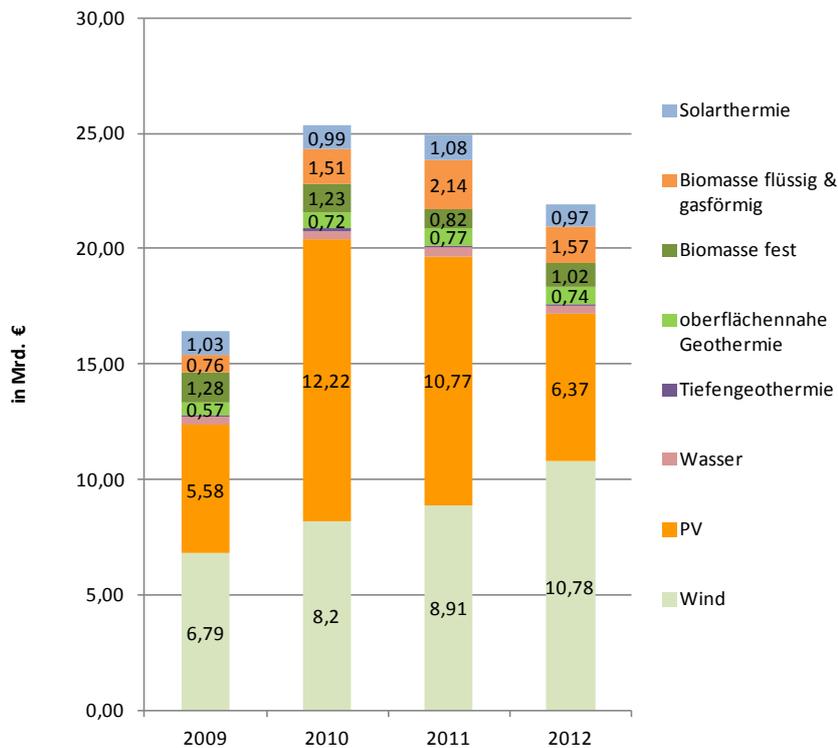
2.3.3 Inlandsumsätze

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 2012). 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 24,9 Mrd. € 2011 auf 21,9 Mrd. € 2012 gefallen. Dabei nahmen die Umsätze 2012 wie im Vorjahr insbesondere im Bereich der Photovoltaik ab. Der weltweite Photovoltaik-Markt ist von erheblichen Preisrückgängen gekennzeichnet, die bei allen Herstellern zu Umsatzrückgängen geführt haben. Beim Biogas haben sich inländisch die Veränderungen der EEG-Rahmenbedingungen dämpfend ausgewirkt und die ausländische europäische Nachfrage ist im Zuge der Eurokrise stark zurückgegangen. Die Anlagen zur stationären Nutzung flüssiger Biomasse werden bereits seit Jahren nicht weiter ausgebaut, Beschäftigung findet sich praktisch ausschließlich im Bereich Betrieb und Wartung. Eine Steigerung der Umsätze konnte

vor allem die Windenergiebranche verzeichnen, die auch auf den internationalen Märkten erfolgreich gewesen ist.

Abbildung 13: 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

2.3.4 Bruttobeschäftigung

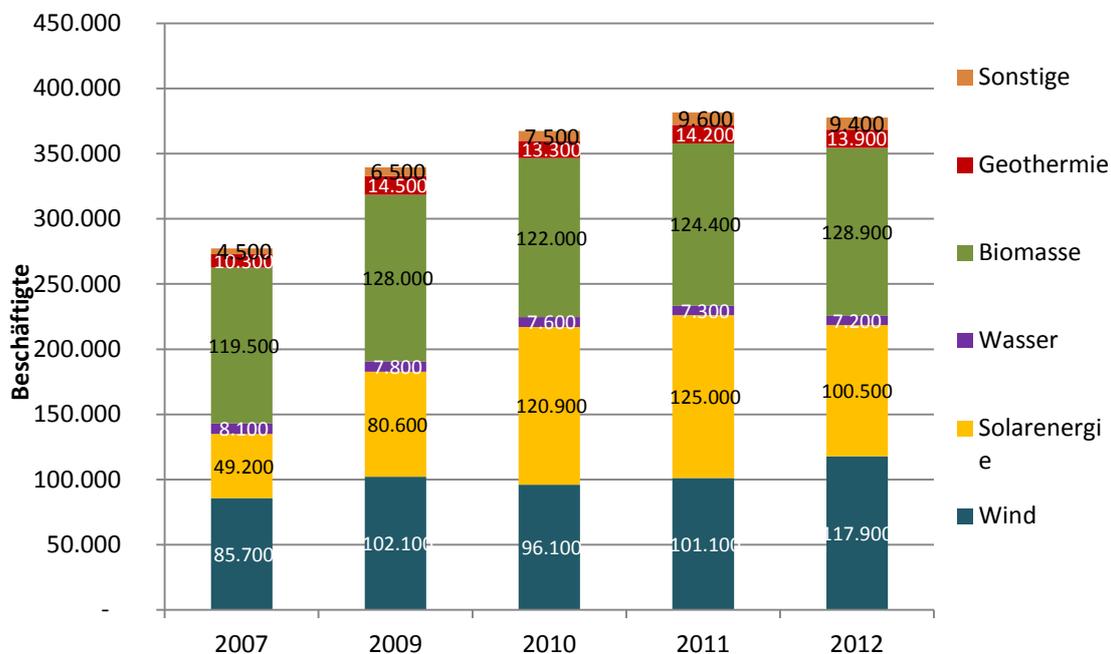
Basierend auf den Umsätzen der Unternehmen kann die Beschäftigung durch die Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien abgeschätzt werden und zwar als direkte Beschäftigung in den Herstellungsbetrieben und als indirekte Beschäftigung in den Unternehmen entlang der Vorleistungskette. Darüber 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.¹⁹ Im Jahr 2012 waren insgesamt 377.800 Menschen mit Ausbau, Wartung und Betrieb erneuerbarer Energien bzw. EE-Technologien beschäftigt. In Ulrich et al. (2013) sind die regionalisierten Beschäfti-

¹⁹ Um Nettowirkungen abzuschätzen, müssten diesen Effekten die mit dem EE-Ausbau bzw. Förderung verbundenen Beschäftigungsrückgänge gegenübergestellt werden.

gungseffekte auf Bundesländerebene dargestellt. Spitzenreiter bei den absoluten Beschäftigtenzahlen ist Bayern, bei der relativen Bedeutung der EE-Beschäftigung für den regionalen Arbeitsmarkt führt das Offshore-Land Bremen die Tabelle an (Ulrich et al. 2013).

Verglichen mit 2011 ist die Bruttobeschäftigung 2012 leicht gesunken, wobei sich der Rückgang vor allem auf den Bereich der Photovoltaik konzentriert. Damit nahm die Bruttobeschäftigung erstmalig seit 2008 ab, nachdem sie bis 2011 beständig zugenommen hatte. Der große Rückgang der Beschäftigung im Bereich der Photovoltaik konnte teilweise von einer gestiegenen Beschäftigung im Windenergiebereich aufgefangen werden. Insgesamt ist die absolute Abnahme der Beschäftigung vor allem auf die gefallenen Investitionen zurückzuführen. 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 14: Bruttobeschäftigung durch Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland (einschließlich Exporttätigkeit)



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

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 (2012): Offshore – Windparks, Energieversorgung der Zukunft, Informationen zu Offshore Netzanschluss von Baltic 1 und Baltic 2, online verfügbar unter www.50hertz.com/de/2730.htm.
- AGEB (2013): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, März 2013. (Sowie frühere Berichte der AGEB).
- AusglMechV (2009); Verordnung zur Weiterentwicklung des bundesweiten Ausgleichsmechanismus (AusglMechV), online verfügbar unter: <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/gesetz-verordnungen/ausgleichsmechanismus/>.
- AusglMechV (2010); Aktuelle Daten zu den Einnahmen- und Ausgabenpositionen nach AusglMechV für 2011, online verfügbar unter: <http://www.eeg-kwk.net/de/EEG-Konten-%C3%9Cbersicht.htm> (download Mai 2012).
- AusglMech-AV (2010); Ausgleichsmechanismus-Ausführungsverordnung §7 Absatz 6, online unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/ausglmechav/BJNR013400010.html> (download Juli 2011).
- BAFA (2013): Amtliche Mineralöl-daten; verfügbar unter: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldaten/ (download Mai 2013).
- BMF (2011a): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2009 bis 2012 (23. Subventionsbericht). Berlin, September 2011. (Sowie frühere Subventionsberichte).
- BMF (2012): Bundeshaushalt 2013. - Einzelpläne. Bundesministerium der Finanzen. Haushaltsgesetz 2013 vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2757) (Sowie frühere Einzelpläne).
- BMF (2013): Steuereinnahmen nach Steuerarten. Bundesministerium der Finanzen - Referat I A 6. (Sowie frühere Berichte des BMF zu Steuereinnahmen).
- BMU (2009): Marktanzreizprogramm 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 (2012a), Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland; unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: 8. März 2012; www.erneuerbare-energien.de/erneuerbare_energien/datenservice/zeitreihen/doc/45919.php.
- BMU (2013): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2012 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. März 2013. (Sowie frühere Jahresberichte).
- BMWi (2013), Zahlen und Fakten Energiedaten, Nationale und Internationale Entwicklung, letzte Aktualisierung 23.5.2013.
- BNetzA (2010): Bundesnetzagentur Monitoringbericht 2010, Bonn 2010 online verfügbar unter:
<http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2010/101130Monitoringbericht2010.html>.
- BNetzA (2011): Bundesnetzagentur Monitoringbericht 2011, Bonn 2011 online verfügbar unter:
http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2011/MonitoringBericht2011.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Download Juli 2013).
- 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.
- 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.

-
- 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.
- FNR (2012): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Basisdaten Bioenergie Deutschland Stand August 2012.
- FNR (2013): 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 (2013): Förderreport der KfW Bankengruppe. Stichtag 31.12.2012. (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 (2013): 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/>

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'Sullivan, M., D. Edler, K. van Mark, Th. Nieder, U. Lehr, (2010): 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 2009 - Stand: 23. März 2010

O'Sullivan, M., D. Edler, K. van Mark, Th. Nieder, U. Lehr, (2011): 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 2010 - Stand: 18. März 2011.

O'Sullivan, M., D. Edler, K. van Mark, Th. Nieder, U. Lehr, (2012): 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 2011 - Stand: 14. März 2012.

O'Sullivan, M., D. Edler, Bickel, P. Peter, F., Sakowski, F., U. Lehr, (2013): 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 2012 - Stand: 20 März 2013.

-
- PTJ (2012): Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer (im Jahr 2010). Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich (PtJ-ERG). Jülich, 2012.
- 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. (2011): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI. Februar 2011. www.erneuerbare-energien.de/inhalt/47157/40870/.
- Sensfuß, F. (2012): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI. In Bearbeitung, voraussichtlich Ende August 2012.
- Sensfuß, F. (2013): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI. In Bearbeitung, voraussichtlich Ende August 2012.
- StBA (2013): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2012. Fachserie 18, Reihe 1.4. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 5. März 2013.
- Tennet (2012): Tennet sorgt für Anschluss auf hoher See – Übersicht Offshore Projekte, online verfügbar unter: www.tennetso.de/site/Aufgaben/offshore/uebersicht.
- 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 (2012): Amprion, Transnet BW, Tennet, 50 Hertz; Prognose der EEG-Umlage 2012 nach AusglMechV - Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB.

ÜNB (2011): Amprion, EnBW Transportnetze AG, transpower, Vattenfall; Prognose der EEG-Umlage 2010 nach AusglMechV - Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB.

ÜNB (2010): Amprion, EnBW Transportnetze AG, transpower, Vattenfall; Prognose der EEG-Umlage 2010 nach AusglMechV - Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB (Stand 15.10.2009) online verfügbar unter http://www.eeg-kwk.net/de/file/2009_10_15_Konzept_Prognose_EEG-Umlage_nach_AusglMechV.pdf.