

Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Aus- baus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt

**Update der quantifizierten Kosten- und Nutzen-
wirkungen für 2010**

Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Projektpartner:

Barbara Breitschopf, Marian Klobasa, Frank Sensfuß, Jan Steinbach,
Mario Ragwitz

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

Ulrike Lehr

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS), Osnabrück

Juri Horst, Eva Hauser, Uwe Leprich

Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Saarbrücken

Jochen Diekmann, Frauke Braun, Manfred Horn,

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Berlin

Stand: 30. Juni 2011

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen	2
2.1 Differenzkosten im Strombereich	2
2.2 Differenzkosten im Wärmebereich	2
2.3 Kosten für Stromnetz, Ausgleichs- und Regelenergie	4
2.4 Transaktionskosten	6
2.5 Vermiedene Umweltschäden	7
3 Verteilungseffekte	8
3.1 Merit-Order-Effekt	8
3.2 Differenzkosten nach EEG bzw. AusglMechV	9
3.3 Öffentliche und private Fördermittel	10
3.4 Förderung des Ausbaus von Wärmenetzen	12
3.5 Besteuerung von Strom aus Erneuerbaren Energien	13
3.6 Besondere Ausgleichsregelung	14
4 Makroökonomische Effekte	15
4.1 Umsatz und Beschäftigungseffekte	15
4.2 Veränderung der Energieimporte	16

5	Sonstige Effekte	17
6	Zusammenfassende Gesamtbilanzierung der Wirkungen	18
7	Referenzen.....	20

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1-1: Kategorien zur Analyse der Wirkungen des EE-Ausbaus.....	1
Abbildung 2-1: Systemanalytische Differenzkosten im Wärmebereich (MAP-geförderte Anlagen und gesamte Wärme).....	3
Abbildung 2-2: Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen in 2010	7
Abbildung 3-1: Entwicklung der Stromsteuer auf EE-Strom	13
Abbildung 3-2: Entwicklung der zusätzlichen Belastung von nicht- privilegierten Stromendabnehmern aufgrund der besonderen Ausgleichsregelung nach Verbrauchergruppen seit 2004 (Berechnungen des IZES).....	14

Tabellenverzeichnis

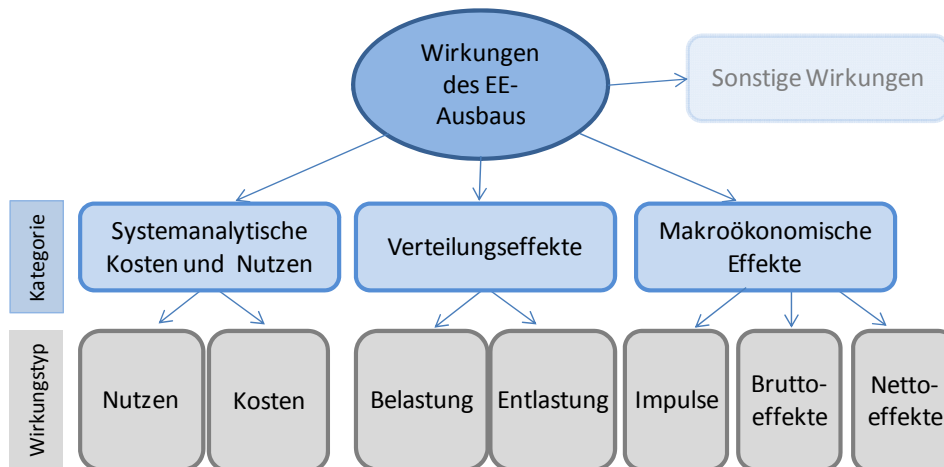
	Seite
Tabelle 2-1: Direkte Differenzkosten im Strombereich	2
Tabelle 2-2: Direkte Differenzkosten im Wärmebereich	2
Tabelle 2-3: Kosten für Ausgleichs- und Regelenergie sowie Netzausbau	4
Tabelle 2-4: Transaktionskosten	6
Tabelle 2-5: Vermiedene Umweltschäden	7
Tabelle 3-1: Merit-Order-Effekt	8
Tabelle 3-2: Entwicklung des Merit-Order-Effekts	8
Tabelle 3-3: EEG-Differenzkosten	9
Tabelle 3-4: Fördermittel	10
Tabelle 3-5: Fördermittel des Bundes für Erneuerbare Energien (Mio. €).....	11
Tabelle 3-6: Darlehen im KfW-Programm Erneuerbare Energien (Neuzusagen).....	11
Tabelle 3-7: Förderung von Wärmenetzen (inkl. Hausübergabestationen und große Wärmespeicher).....	12
Tabelle 3-8: Wärmenetzförderung (Zuschüsse) bei biogenen Brennstoffen im Rahmen des KWKG (BAFA 2011)	12
Tabelle 3-9: Besteuerung von Strom aus EE	13
Tabelle 3-10: Verteilungseffekt der besonderen Ausgleichsregelung des EEG	14
Tabelle 4-1: Umsatz und Beschäftigung durch Erneuerbare Energien	15
Tabelle 4-2: Veränderung der Energieimporte	16
Tabelle 4-3: Verminderte Energieimporte von 2004 bis 2010 in Mrd. €	16
Tabelle 6-1: Zusammenfassung der quantifizierten Effekte nach Wirkungskategorien 2010 (teils vorläufige Schätzungen)	19

1 Einleitung

Das vorliegende Update ist die zweite aktualisierte Kurzfassung eines ausführlichen Berichts zur Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, der im Auftrag des BMU erstellt und im März 2010 veröffentlicht wurde (ISI, GWS, IZES, DIW 2010a). Der Bericht ist Bestandteil eines umfassenden Vorhabens, in dem eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für eine Bewertung der bisherigen Nutzung und des weiteren Ausbaus Erneuerbarer Energien erarbeitet wird. Die verschiedenen Kosten- und Nutzenwirkungen im Strom- und Wärmebereich werden hierbei in einen konzeptionellen Rahmen eingeordnet, der eine Gesamtbewertung der Effekte ohne Doppelzählungen oder Lücken ermöglichen soll. Dabei werden drei Wirkungskategorien unterschieden: systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen, Verteilungseffekte und makroökonomische Effekte (Abbildung 1-1). Darüber hinaus sind sonstige Wirkungen zu beachten, die hier nicht quantifiziert werden (s. Kapitel 5).

Das vorliegende Update enthält (zum Teil revidierte) Angaben für die Jahre 2008 und 2009 sowie (teilweise vorläufige) Schätzungen für das Jahr 2010. Die Einzelergebnisse werden in den folgenden Kapiteln dargestellt und in Kapitel 6 zusammengefasst.

Abbildung 1-1: Kategorien zur Analyse der Wirkungen des EE-Ausbaus



2 Systemanalytische Kosten- und Nutzenwirkungen

2.1 Differenzkosten im Strombereich

Tabelle 2-1: Direkte Differenzkosten im Strombereich

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Mrd. €
Direkte Differenzkosten Strom	2010	Systemkosten	direkte Kosten	EE-Strom	8,1 Mrd. €
	2009				5,6 Mrd. €
	2008				4,3 Mrd. €

In der systemanalytischen Betrachtung werden zunächst die Gesteungskosten für Strom aus erneuerbaren und anderen Energieträgern verglichen. Die Stromgestehungskosten lassen sich jeweils durch annuitätische Investitionskosten, eventuelle Brennstoffkosten und andere Betriebskosten ermitteln. Insoweit dabei CO₂-Zertifikatspreise einberechnet werden, 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 2010 deutlich höher als 2009. Diese Zunahme reflektiert vor allem den starken Ausbau der Photovoltaik.

2.2 Differenzkosten im Wärmebereich

Tabelle 2-2: Systemanalytische Differenzkosten im Wärmebereich¹

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Direkte Differenzkosten Wärme	2010	Systemkosten	direkte Kosten	EE Wärme	1.675
	2009				1.475
	2008				972
	2010	MAP* - Wärme			817
	2009				689
	2008				425

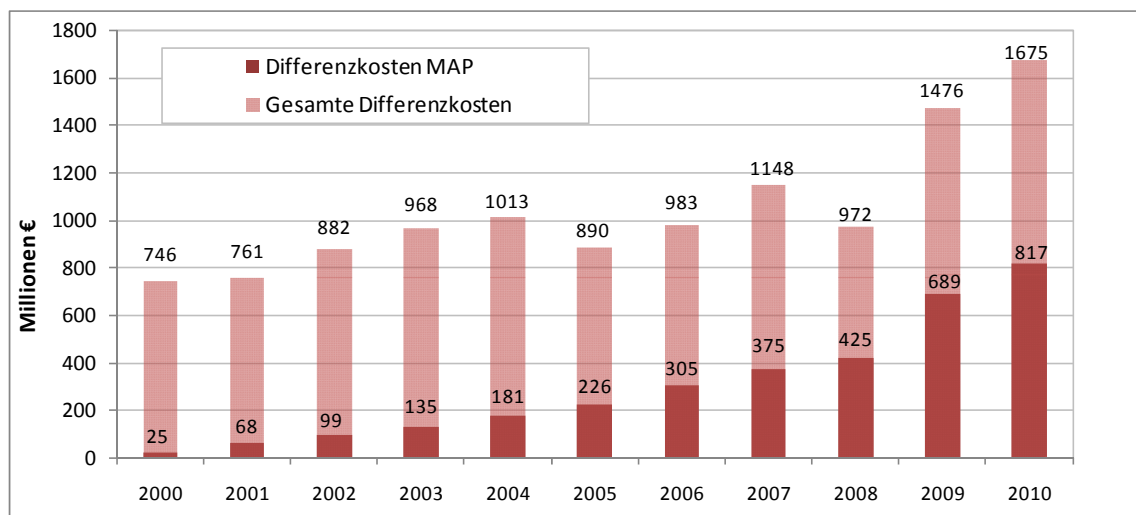
* 2010 ohne KfW-Teil des Marktanreizprogramms (MAP), da Daten noch nicht verfügbar

¹ Gegenüber dem letzten Update (ISI, GWS, IZES, DIW 2010b) wurden Anpassungen bei der Gewichtung der fossilen Referenztechnologien für die Jahre 2000 bis 2010 vorgenommen. Zudem wurde die Datenbasis hinsichtlich des Gesamtausbaus EE im Wärmebereich aktualisiert. Die MAP-Förderdaten für 2009 sind gegenüber dem letzten Update Bericht ebenfalls aktualisiert worden.

Die direkten systemanalytischen Differenzkosten ergeben sich aus der Differenz der Gestehungskosten für Wärme aus erneuerbaren und fossilen Referenztechnologien. Sie berechnen sich jeweils aus den annuitätischen Investitions- und Betriebskosten, unabhängig davon, ob die Investitionen in erneuerbare Wärmeanlagen aufgrund gesetzlicher Vorgaben oder freiwillig erfolgten. Auch möglicherweise gewährte Fördermittel oder auf fossile Brennstoffe erhobene Energiesteuern bleiben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt. Als Teilmenge der gesamten systemanalytischen Differenzkosten im Wärmebereich können u. a. die Differenzkosten solcher Anlagen ausgewiesen werden, die im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) gefördert werden.

- Die Differenzkosten der gesamten EE-Nutzung im Wärmebereich (einschließlich MAP-Anlagen) betragen demnach 2010 rund 1,67 Mrd. € (2009: 1,48 Mrd. €)².
- Die systemanalytischen Differenzkosten der Wärme aus den seit 2000 geförderten Anlagen im MAP (BAFA) beliefen sich 2010 auf ca. 817 Mio. € (2009: 689 Mio. €). Diese Größe ist nicht mit den im gleichen Jahr eingesetzten MAP-Fördermitteln³ vergleichbar (346 Mio. €, siehe hierzu Kapitel 3.3). Die systemanalytischen Differenzkosten für MAP-finanzierte Wärmeerzeugung zeigt stattdessen die annuitätischen systemanalytischen Mehrkosten aller im Jahr 2010 bestehenden Anlagen, die seit dem Jahr 2000 über das MAP gefördert wurden.⁴

Abbildung 2-1: Systemanalytische Differenzkosten im Wärmebereich (MAP-geförderte Anlagen und gesamte Wärme)



Quelle: eigene Berechnung Fraunhofer ISI

² 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.

³ Fördervolumen des MAP aus KfW- und BAFA-Programmteil

⁴ Die systemanalytischen Differenzkosten der Wärme aus MAP geförderten Anlagen stellen nicht die hiermit verbundene einzelwirtschaftliche Mehrbelastung der Verbraucher durch EE-Wärmenutzung dar, da die Zuschüsse im Rahmen des MAP nicht berücksichtigt sind. Diese wären für weitergehende Analysen der Verteilungswirkungen der Differenzkosten ebenso jahresweise (annuitätisch) zuzurechnen. Zu diesen und anderen ökonomischen Effekten des EE-Ausbaus im Wärmebereich ist im Rahmen des Gesamtprojekts ein gesonderter Hintergrundbericht in Vorbereitung.

2.3 Kosten für Stromnetz, Ausgleichs- und Regelernergie

Tabelle 2-3: Kosten für Ausgleichs- und Regelernergie sowie Netzausbau

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Ausgleichs-/Regelenergiekosten	2010	Systemkosten	indirekte Kosten	EE Strom	385*
Netzausbau					ca. 60
Ausgleichs-/Regelenergiekosten	2009				460
Netzausbau					ca. 50
Ausgleichs-/Regelenergiekosten	2008				595
Netzausbau					ca. 40

*ÜNB 2010

Ausgleichs- und Regelergiekosten

Seit 2010 ist die Wälzung der EEG-Mengen mit der Ausgleichsmechanismus-Verordnung (AusglMechV 2009) neu geregelt. Die Banderstellung der EEG-Mengen ist dadurch abgeschafft worden. Somit entfallen auch die damit verbundenen Kosten. Ebenfalls neu geregelt ist, dass die Übertragungsnetzbetreiber ihre Kosten für die Wälzung seit 2010 auf monatlicher Basis veröffentlichen müssen. Für die Regel- und Ausgleichsenergie fallen nur noch Kosten an für:

- Windprognosefehlerausgleich (Beschaffung und Verkauf von Ausgleichsenergie, Intraday-Beschaffung)
- Sonstige Kosten (z. B. Vorhaltung der Windreserve, Einspeisemanagement)

Eine Auswertung der Kosten für die Beschaffung und den Verkauf von Ausgleichsenergie weist Ausgaben in Höhe von ca. 67 Mio. € aus, denen Einnahmen von ca. 55 Mio. € gegenüberstehen. Im Saldo sind danach Kosten für Ausgleichsenergie von ca. 12 Mio. € angefallen. Die zeitliche Zuordnung der Kosten lässt sich aus den veröffentlichten Daten nicht abschließend klären, da es hier zu verzögerten Abrechnungen kommen kann. Ggf. werden auch 2011 noch Kosten abgerechnet, die für den EEG-Ausgleich im Jahr 2010 angefallen sind. Die Kostenangaben stellen daher eine untere Grenze dieser Kostenkategorie dar. Darüber hinaus werden Kosten für den untertägigen Ausgleich – in der Regel über die Intraday-Märkte – veröffentlicht, wobei die Erlöse auf diesem Markt nur zusammen mit den Spotmarkterlösen aus dem Day-ahead Markt veröffentlicht werden. Eine Bilanzierung der Intraday-Vermarktung aus Einnahmen und Ausgaben ist daher nicht möglich. Die Kosten aus der Intraday-Beschaffung lagen nach Angaben der Netzbetreiber bei ca. 86 Mio. €. Angaben zu den Intraday-Erlösen können aus den veröffentlichten Daten nicht gemacht werden. Die so identifizierten Kosten belaufen sich auf knapp 100 Mio. €. Für 2010 sind weitere Kosten angefallen,

etwa für die Windreserve oder für das Einspeisemanagement der Windenergie. Diese Kosten sind für 2009 von der Bundesnetzagentur (BNetzA 2010, ÜNB 2010) mit 6 Mio. angegeben worden. Eine detaillierte Ausweisung der einzelnen Kostenkategorien ist auf der Grundlage der bisher verfügbaren Daten nicht möglich. Die Gesamtkosten für die hier ausgewiesene Ausgleichs-/ Regelenergie für 2010 beruhen aus diesem Grund auf der Prognose der Bundesnetzagentur, die hierfür eine Summe von 385 Mio. € abgeschätzt hat (ÜNB 2010, AusgleichMech-AV 2010).

Netzausbaukosten

Die Abschätzung der Netzausbaukosten basiert auf:

- Ergebnissen der DENA-Netzstudie I (2005),
- eigenen Recherchen zu Netzausbauprojekten wie Trassenabschnitten und Offshore-Anbindungen,
- Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur über Investitionsvolumen in den Netzausbau für die einzelnen Jahre.

Die Abschätzungen in der Netzstudie DENA I weisen Investitionen von 275 Mio. € bis 2007 und 781 Mio. € bis 2010 aus. Daraus ergeben sich jährliche Kosten von ca. 20 Mio. € in 2007, die auf 56 Mio. € bis 2010 ansteigen (Abschreibungsdauer 40 Jahre, 6,5 % Kapitalzinsen).

Abschätzungen zu bereits gebauten bzw. in Bau befindlichen Trassenabschnitten, die auf eine verstärkte EEG-Einspeisung zurückzuführen sind, ergeben ein Investitionsvolumen von ca. 390 Mio. €. Des Weiteren sind für die Offshore-Anbindungen von Alpha Ventus, Bard Offshore 1 und Baltic 1, die bis Anfang 2011 an das Netz angeschlossen worden sind, ca. 490 Mio. € investiert worden. Bei einer Abschreibung dieser Investitionen ergeben sich jährlich Kosten von ca. 60 Mio. € in 2010.

Die Bundesnetzagentur gibt für 2009 ein Investitionsvolumen der Übertragungsnetzbetreiber von 408 Mio. € für Neubau an. Zusätzliche Netzmaßnahmen sind auch in den Verteilnetzen umgesetzt worden. Die Bundesnetzagentur gibt an, dass ca. 45 % der Verteilnetzbetreiber Maßnahmen zur Integration von EEG-Anlagen in ihrem Verteilnetz durchgeführt haben (insbesondere Erhöhung der Trafoleistungen). Die Investitionen für Neubau im Verteilnetz lagen 2009 bei ca. 1.258 Mio. €, sie sind jedoch in dieser Berechnung nicht berücksichtigt, da sie nicht allein auf den EE-Ausbau zurückzuführen sind.

2.4 Transaktionskosten

Tabelle 2-4: Transaktionskosten

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Transaktionskosten	2010	Systemkosten	indirekte Kosten	EEG-Strom	27
	2009				30*

* Beruht auf Ermittlung der Transaktionskosten für 2007, Übertragung der Werte auf 2009

Die Transaktionskosten Erneuerbarer Energien umfassen folgende Komponenten:

- Kosten der Umsetzung des EEG-Wälzungsmechanismus:
 - die zusätzlichen Personalkosten der Verteilernetz- und Übertragungsnetzbetreiber sowie der Stromlieferanten;
 - Kosten der Anpassung der Einkaufsmengen an die EEG-Quoten (Prognosen) sowie die TAK, die durch eine Weitergabe der Differenzkosten an Letztverbraucher entstehen (bis einschließlich 2009, danach AusglMechAV);
- Personalkosten der staatlichen bzw. mit hoheitlichen Aufgaben betreuten Institutionen, die im Rahmen der Umsetzung des EEG und der Förderung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Wärme entstehen.
- Kosten der Umsetzung des EEWärmeG (hier nicht ermittelt).

Das Statistische Bundesamt verfügt über Daten zu EEG-bedingten Personalkosten von Unternehmen der Energiewirtschaft. Diese so genannten Bürokratiekosten liefern eine gute Datenbasis für die Ermittlung der personalbezogenen Kosten des EEG, es ist jedoch mit Synergien aufgrund der Überschneidung mit anderen Funktionen dieser Unternehmen als Netzbetreiber oder Bilanzkreisverantwortliche bzw. -koordinatoren zu rechnen.⁵

Die Anpassungskosten, die den Stromlieferanten durch die Einbeziehung der EEG-Quote in ihr Lieferportfolio bis zur Einführung der AusglMechAV zu Beginn des Jahres 2010 entstanden sind, entfallen mit Wegfall der physischen Wälzung des EEG-Stroms seit dem 1.1.2010 vollständig.

Ohne intensivste Forschungsarbeiten ist es auf der Grundlage des bestehenden Datenmaterials kaum möglich, die genaue Höhe der EEG bzw. EEWärmeG⁶ bedingten Transaktionskosten (TAK) für einzelne Jahre zu ermitteln. Überdies erscheinen die TAK im Vergleich zu anderen Kosten-Nutzenwirkungen eher von nachrangiger Größenordnung.

⁵ Eine scharfe Trennung der den verschiedenen Akteuren obliegenden Pflichten im Rahmen des EEG von den Pflichten z.B. als Netzbetreiber, die ihnen aus dem EnWG resultieren, ist nur schwerlich möglich. Das EnWG (§11, Absatz 1, Satz 1) verpflichtet diese, „ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist.“ Der Netzbetrieb und die Gewährleistung des diskriminierungsfreien Netzzugangs bilden damit quasi die ‚Daseinsberechtigung‘ dieser Unternehmen. Eine scharfe Trennung zwischen den Kosten des Netzbetrieb für EEG-Strom und den Kosten des ‚sonstigen‘ Netzbetriebs ist im Rahmen dieses Forschungsprojekts nicht zu leisten.

⁶ Bislang hat nur ein Teil der Bundesländer den Vollzug geklärt, sodass - auch aufgrund verschiedener Vorgehensweisen in diesem Zusammenhang - eine Ermittlung oder Abschätzung der Kosten nur schwer möglich ist.

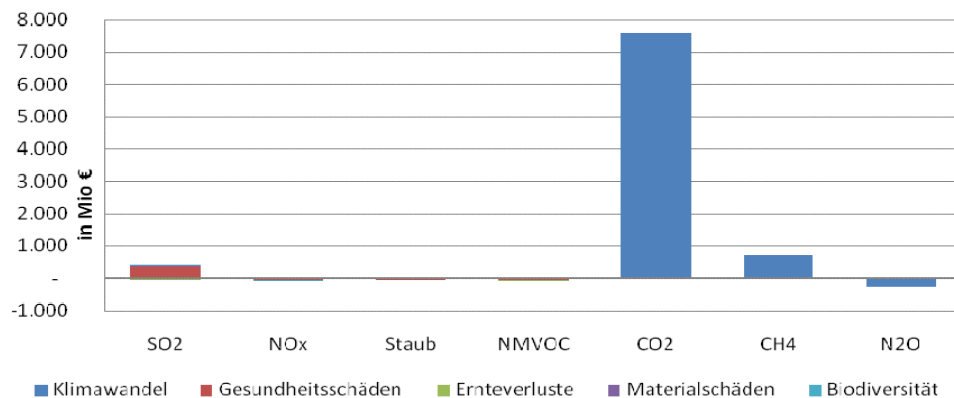
2.5 Vermiedene Umweltschäden

Tabelle 2-5: Vermiedene Umweltschäden⁷

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mrd. €	
Vermiedene Umweltschäden	2010	Systemkosten	Nutzen	EE Strom	5,8 Mrd. €	
				EE Wärme	2,6 Mrd. €	
				EE gesamt	8,4 Mrd. €	
	2009				EE Strom	5,7 Mrd. €
					EE Wärme	2,3 Mrd. €
					EE gesamt	8,0 Mrd. €
	2008				EE gesamt	7,9 Mrd. €

Die vermiedenen Umweltschäden stellen die bedeutendste Nutzenkategorie des Ausbaus Erneuerbarer Energien dar. Zur Berechnung der durch den Einsatz Erneuerbarer Energien vermiedenen Umweltschäden im Strom- und Wärmebereich werden auf Emissions- und Substitutionsfaktoren (Emissionsbilanz UBA 2009 und Updates, Klobasa et al. 2011) sowie auf Grenzschadenskosten für die verschiedenen Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (70 €/t CO₂) (Krewitt et al. 2006; NEEDS 2009) und die aus Erneuerbare Energien erzeugte Endenergie (BMU 2011) zurückgegriffen.⁸

Abbildung 2-2: Vermiedene Umweltschäden durch verminderte Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen in 2010



Die monetäre Bewertung der vermiedenen Emissionen ergibt vermiedene Umweltschäden in Höhe von insgesamt 8,4 Mrd. € (2010). Diese Nutzenwirkung basiert überwiegend auf vermiedenen Emissionen von Treibhausgasen (überwiegend CO₂), die einen dominierenden positiven Beitrag liefern, während sich vermiedene Emissionen von Luftschadstoffen nur geringfügig bemerkbar machen. Die vermiedenen Umweltschäden stellen einen „Brutto“-Nutzen dar, bei dem erfolgte (Teil-) Internalisierungen von Umweltkosten oder Wechselwirkungen mit politischen Instrumenten des Klima- und Umweltschutzes nicht eingerechnet sind. Unter Berücksichtigung von Kosten für CO₂-Zertifikate (Teilinternalisierung siehe Breitschopf/Diekmann 2010) vermindern sie sich auf 7,3 Mrd € (7,0 Mrd. € 2009).

⁷ Werte für 2009 aktualisiert, basierend auf BMU (2011).

⁸ Erläuterungen hierzu siehe ISI, GWS, IZES, DIW (2010a).

3 Verteilungseffekte

3.1 Merit-Order-Effekt

Tabelle 3-1: Merit-Order-Effekt

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Merit-Order-Effekt	2010	Verteilungseffekt	Entlastung	EEG-Strom	n.v.
	2009				3.100
	2008				3.580

Quelle: Sensfuß (2011)

Nach den Regelungen des EEG besteht für Strom aus EEG-Anlagen eine Abnahmeverpflichtung für die Netzbetreiber. Somit wird dieser Strom in jedem Fall priorisiert zur Deckung der Nachfrage eingesetzt. Vereinfachend kann die Stromerzeugung aus erneuerbaren, fossilen und nuklearen Energieträgern bei unveränderter Nachfrage nach Strom an der Börse durch eine Verschiebung der Angebotskurve nach rechts abgebildet werden.⁹ Dies hat Auswirkungen auf die Strompreise.

Für die Berechnung des Merit-Order-Effektes werden die Strompreise für die entsprechenden Jahre jeweils mit und ohne EEG-Stromerzeugung simuliert. Die Wasserkraft wird bei den Berechnungen nicht gesondert berücksichtigt, da ihr Ausbau schon vor Einführung des EEG weit vorangeschritten war. Im Unterschied zu früheren Berechnungen werden für die Jahre ab 2007 zusätzliche konventionelle Kraftwerkskapazitäten im Fall ohne EEG-Strom unterstellt. Diese Vorgehensweise führt zu einem niedrigeren Merit-Order-Effekt als in den Berechnungen für die jeweiligen Vorjahre. Unter Berücksichtigung des unterstellten Kraftwerkszubau im Szenario ohne EEG-Strom fällt der Merit-Order-Effekt im Jahr 2009 auf 3,1 Mrd. € (in 2008 auf 3,58 Mrd. €). Grund für den Rückgang des Merit-Order-Effekts ist die durch die Wirtschaftskrise bedingt um mehr als 5% abgesenkte Stromnachfrage in 2009. Die Absenkung des Phelix Day Base Preises durch den Merit-Order-Effekt beträgt ca. 6 €/MWh in 2009.

Tabelle 3-2: Entwicklung des Merit-Order-Effekts

Jahr	Zusätzliche Stromerzeugung durch EEG	Merit-Order Effekt	Absendung Phelix Day Base
	TWh	Mrd. €	€/MWh
2006	52,2 ^(3*)	4,98 (*)	5,82 (*)
2007	62,5 (*)	3,71 (*)	5,82 (*)
2008	69,3 (*)	3,58 (*)	5,83 (*)
2009	76,1	3,1	6,09

Quelle: Sensfuß (2011). Anmerkung 3*: Bei den mit (*) gekennzeichneten Werten handelt es sich um nachrichtliche Werte aus früheren Gutachten. Eine Neuberechnung hat nicht stattgefunden. Aufgrund leichter Veränderungen in den Statistiken zur erneuerbaren Einspeisung könnten sich hier aus heutiger Sicht leichte Veränderungen ergeben.

⁹ Der Ausbau EE bewirkt auch unabhängig von der spezifischen Förderung durch das EEG einen Preiseffekt auf dem Großhandelsmarkt für Strom. Aufgrund geringer Grenzkosten kommen z.B. Windkraftanlagen prioritär zum Einsatz.

3.2 Differenzkosten nach EEG bzw. AusglMechV

Tabelle 3-3: EEG-Differenzkosten

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Mio. €
EEG-Differenzkosten	2010	Verteilungseffekt	Belastung Endverbraucher	EEG-Strom	8.900*
	2009				5.300
	2008				4.700

Quelle: *vorläufige Daten zu den Einnahmen- und Ausgabenpositionen nach AusglMechV 2010 und EE in Zahlen, Stand 15. Dez. 2010

Die Differenzkosten aller stromerzeugenden Technologien, deren Einspeisung nach EEG vergütet wird, sind im EEG 2009 zunächst als Differenz zwischen Vergütungen und Strombezugskosten definiert worden. Mit der AusglMechV 2009 wurde mit Wirkung vom 1.1.2010 die Berechnung der EEG-Umlage in §3 geregelt und in §6 die EEG-Umlage als EEG-Differenzkosten definiert. Damit ist eine Phase definitorischer Unsicherheit zunächst abgeschlossen. Differenzkosten sind als Differenz zwischen den Einnahmen der Netzbetreiber aus dem Verkauf des EE-Stroms und ihren Ausgaben beim Einkauf des EE-Stroms definiert. Die einzelnen anrechenbaren Bestandteile dieser Marktaktivitäten sind in der AusglMechV definiert. Bei den EEG-Differenzkosten handelt es sich um einen Umverteilungsmechanismus von den (dezentralen) EE-Stromerzeugern auf einen großen Teil der Stromverbraucher. Stromintensive Unternehmen müssen nur einen Teil der Umlage tragen, das heißt sie sind begünstigt (privilegierter Letztverbrauch).¹⁰

Die Kostenbelastung der Wirtschaftssubjekte durch die Förderung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (EEG) beträgt für 2010 rund 8,9 Mrd. €. Im Vergleich dazu belaufen sich die Differenzkosten für 2009 auf rund 5,3 Mrd. €. Der deutliche Anstieg in 2010 ist durch den starken Zubau von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus EE (insbesondere PV) nach dem EEG zu erklären sowie durch die anhaltend niedrigen Strompreise.

¹⁰ Privilegierte Unternehmen zahlen 0,05 ct/kWh, wobei einige der Unternehmen 10 % Selbstbehalt tragen müssen und daher mit ca. 0,4 ct/kWh zum EEG beitragen.

3.3 Öffentliche und private Fördermittel

Tabelle 3-4: Fördermittel¹¹

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €	
Öffentliche und private Fördermittel (hier: Bund)	2010	Verteilungseffekt	Belastung des öffentlichen HH (hier: Bund)	EE gesamt	770	
	2009				828	
	2008				444	
	2010			Forschung	275	
	2009				277	
	2008				161	
	2010				Marktentwicklung	495
	2009					550
	2008					282

Erneuerbare Energien werden in Deutschland in einer Reihe unterschiedlicher Programme mit öffentlichen und anderen Mitteln finanziell gefördert. Im Jahr 2010 hat der Bund für die Förderung von Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet 275 Mio. € ausgegeben (ohne Projektförderung mit teilweise Bezug zu Erneuerbaren Energien von 36 Mio. €). Hinzu kommen Forschungsausgaben der Länder von etwa 61 Mio. € (PTJ 2010) und anteilige Ausgaben der EU von rund 16 Mio. € (2007). Hieraus ergeben sich insgesamt jährliche Mittel für Forschung und Entwicklung von etwa 352 Mio. €. Diese Mittel dienen künftigen Innovationen und können insofern nicht der gegenwärtigen Nutzung Erneuerbarer Energien in Deutschland zugerechnet werden.

Für die Marktentwicklung hat der Bund im Wärme- und Strombereich im Jahr 2010 495 Mio. € bereitgestellt, davon 448 Mio. € zur Förderung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit Schwerpunkt im Wärmebereich. Im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) wurden 2010 rund 146.000 Investitionszuschüsse (BAFA-Teil) ausgezahlt und 2.260 Darlehen (KfW-Teil „Premium“) zugesagt (BMU März 2011). Das gesamte Fördervolumen des MAP betrug 2010 rund 346 Mio. € (2009: 426 Mio. €). Für 2011 sind im BMU-Titel „Einzelmaßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien“ insgesamt Mittel von 380 Mio. € vorgesehen, davon 312 Mio. € für das Marktanreizprogramm und 68 Mio. € für Programme und Projekte der nationalen Klimaschutzinitiative.

Neben dem Bund fördern auch die Bundesländer (mit etwa 20 bis 30 Mio. € pro Jahr) und Stiftungen (mit schätzungsweise rund 10 Mio. € pro Jahr) die Marktentwicklung Erneuerbare Energien.

¹¹ Werte für 2008 und 2009 aktualisiert.

Tabelle 3-5: Fördermittel des Bundes für Erneuerbare Energien (Mio. €)

	2006	2007	2008	2009	2010
Forschung 1)	128,1	131,1	161,2	277,4	275,4
Institutionelle Förderung BMBF/BMWi/BMELV	31,6	33,2	30,4	57,7	56,0
Projektförderung BMBF	4,3	5,0	14,0	45,8	50,3
Projektförderung BMWi	1,6	0,5	0,0	18,7	4,1
Projektförderung BMELV	10,2	12,1	19,4	25,5	23,4
Projektförderung BMU	80,4	80,3	97,4	129,7	141,6
Marktentwicklung 2)	201,4	181,7	282,4	550,5	494,6
BMU: Förderung von Einzelmaßnahmen EE	165,4	147,1	247,7	504,8	448,3
BMU: "100.000 Dächer-Solarstrom-Programm"	20,9	17,2	17,8	27,2	21,5
BMWi: Förderung der Beratung 3)	2,0	1,5	2,3	2,6	3,0
BMWi: Unterstützung des Exports	8,8	11,4	13,1	15,5	17,0
BMELV: Markteinführung nachwachs. Rohstoffe 3)	4,4	4,6	1,5	0,4	4,8
Insgesamt	329,5	312,8	443,6	827,9	770,0
1) Ohne Projektförderung mit teilweise Bezug zu F&E EE (2010 jeweils 12 Mio. € von BMU, BMWi, BMBF).					
2) Für 2010 Sollwerte; - 3) Anteil erneuerbarer Energien geschätzt.					
Quellen: BMU: Jahresberichte zur Forschungsförderung im Bereich der EE; Vorl. Daten aus BMU (2011)					
BMF: Haushaltspläne des Bundes (Einzelpläne für 2007 bis 2011); Berechnungen des DIW Berlin.					

Anmerkung: Ohne Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe sowie Ausgaben des BMVBS für Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, da sie überwiegend verkehrsbezogen sind; ohne Beiträge an internationale Organisationen.

Die Darlehenszusagen der KfW für Erneuerbare Energien haben im Jahr 2010 stark zugenommen (Tabelle 3-6). Insgesamt wurden 5.508 Darlehen mit einer Darlehenssumme von 9,6 Mrd. € zugesagt. Größte Bedeutung hat dabei der Programmteil „Standard“, mit dem überwiegend Photovoltaik- (80 %) und Windkraftanlagen (16 %) finanziert werden. Die Darlehenssumme im KfW-Programmteil „Premium“ (Marktanreizprogramm) hat sich 2010 auf 337 Mio. € erhöht. Hierbei handelt es sich überwiegend um Finanzierungen von Wärmenetzen (58 %, vgl. KfW 2011b). Hinzu kam das kurzfristige Programm „Ergänzung“, für das im Jahr 2010 Darlehen von 386 Mio. Euro zugesagt wurden. Der Zinsvorteil der kumulierten Darlehen aus Mitteln der KfW (ohne „Premium“ und entsprechende Vorgängerprogramme) wird für das Jahr 2010 auf rund 250 Mio. € geschätzt.¹²

Tabelle 3-6: Darlehen im KfW-Programm Erneuerbare Energien (Neuzusagen)

	Anzahl		Mio. Euro	
	2009	2010	2009	2010
Standard Inland	36.485	63.080	4.276	8.183
Standard Ausland	71	134	333	685
Standard gesamt	36.556	63.214	4.609	8.868
Ergänzung	29	18	601	386
Premium	2.137	2.264	298	337
Insgesamt	38.722	65.496	5.508	9.591
Quelle: KfW (2011a), Berechnungen des DIW Berlin.				

¹² Schätzung auf Basis von kumulierten Darlehenszusagen 2001 bis 2010. Eine genaue Berechnung wird durch stark differenzierte Konditionen sowie die Änderung der Förderstatistik ab 2009 erschwert.

3.4 Förderung des Ausbaus von Wärmenetzen

Tabelle 3-7: Förderung von Wärmenetzen (inkl. Hausübergabestationen und große Wärmespeicher)

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Wärmenetz- ausbau (Förderung)	2010	Verteilungs- effekt	Entlastung der Anlagenbesitzer	MAP (KfW), KWKG Wärme	102
	2009				100
	2008				14

Mit der Ausweitung der Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt ist aufgrund des Verteilungsproblems im Wärmebereich der Bedarf an Nahwärmenetzen gestiegen, so dass diese in die Förderung innerhalb des Marktanzreizprogramms ab 2004 Eingang gefunden haben. Aber auch im KWKG und GAK-Rahmenplan¹³ wird der Ausbau von Wärmenetzen gefördert.

Allein bei der KfW beliefen sich die Förderungen zu Wärmenetzen, Hausübergabestationen und großen Wärmespeichern in Form von Tilgungszuschüssen auf schätzungsweise 14,3 Mio. € inklusive des Vorteils eines zinsgünstigen Darlehns in 2008. Für 2009 wird die Gesamtförderung durch das MAP auf 96 Mio. €, für 2010 auf 95 Mio. € geschätzt.

Hinzu kommen seit 2009 die Förderungen durch das KWKG, welches auch (vorrangig vor MAP) EE-Wärmenetze fördert, wenn der Anteil aus hocheffizienter KWK im Wärmenetz im Sinne der Richtlinie 2004/8/EG mindestens 60 % beträgt. Genutzt haben dies bisher KWK-Anlagen mit fester und gasförmiger Biomasse als Brennstoff.

Tabelle 3-8: Wärmenetzförderung (Zuschüsse) bei biogenen Brennstoffen im Rahmen des KWKG (BAFA 2011)

Brennstoff	Jahr der Inbetriebnahme	
	2009	2010
Biomasse	2,6 Mio. €	1,9 Mio. €
Biogas	1,7 Mio. €	5,3 Mio. €

¹³ Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“

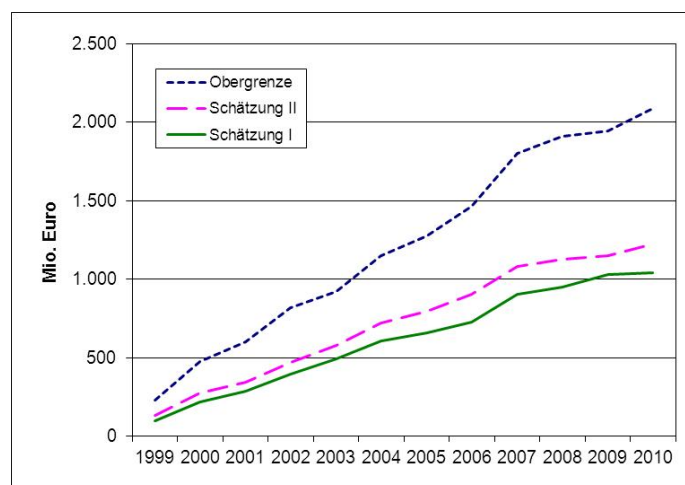
3.5 Besteuerung von Strom aus Erneuerbaren Energien

Tabelle 3-9: Besteuerung von Strom aus EE¹⁴

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Stromsteuer	2010	Verteilungseffekt	Belastung der Stromverbraucher	EE-Strom	1.039 – 1.226
	2009				1.026 – 1.149
	2008				947 – 1.127

Mit der Ökologischen Steuerreform wurde 1999 eine Stromsteuer eingeführt, deren Regelsatz seit 2003 2,05 ct/kWh beträgt. Dabei wird Strom aus Erneuerbaren Energien im Wesentlichen ebenso besteuert wie Strom aus fossilen und nuklearen Energien. Im Gegenzug ist das Marktanzreizprogramm, mit dem überwiegend Erneuerbare Energien im Wärmebereich gefördert werden, teilweise aus dem Stromsteueraufkommen finanziert worden. Das Aufkommen der Stromsteuer betrug im Jahr 2010 insgesamt 6,171 Mrd. €. Sonderregelungen insbesondere für Unternehmen des produzierenden Gewerbes bewirken derzeit Steuermindereinnahmen von 4,325 Mrd. € pro Jahr, die nicht eindeutig den eingesetzten Energieträgern zugeordnet werden können. Der im Jahr 2010 auf EE-Strom entfallende Teil der Stromsteuer wird in zwei unterschiedlichen Ansätzen auf 1,039 Mrd. € bzw. 1,226 Mrd. € geschätzt; von 1999 bis 2010 waren es preisbereinigt insgesamt 7,642 bzw. 8,793 Mrd. € (2009).

Abbildung 3-1: Entwicklung der Stromsteuer auf EE-Strom



Quellen: AGEB, BMF, BMU, StBA, Berechnungen des DIW Berlin

Im Rahmen einer Bilanzierung von Kosten und Nutzen Erneuerbarer Energien kann die Nicht-Internalisierung externer Effekte im Rahmen der Stromsteuer entweder unter der Rubrik externer Kosten oder unter der Rubrik Stromsteuer verbucht werden, wobei jeweils eine Doppelzählung zu vermeiden ist. Eine Stromsteuerbefreiung von Erneuerbaren Energien wäre energie- und umweltpolitisch grundsätzlich begründet und sollte vor allem im Zusammenhang mit der Fortentwicklung des förderpolitischen Instrumentariums weiter geprüft werden.

¹⁴ Werte für 2008 und 2009 aktualisiert.

3.6 Besondere Ausgleichsregelung

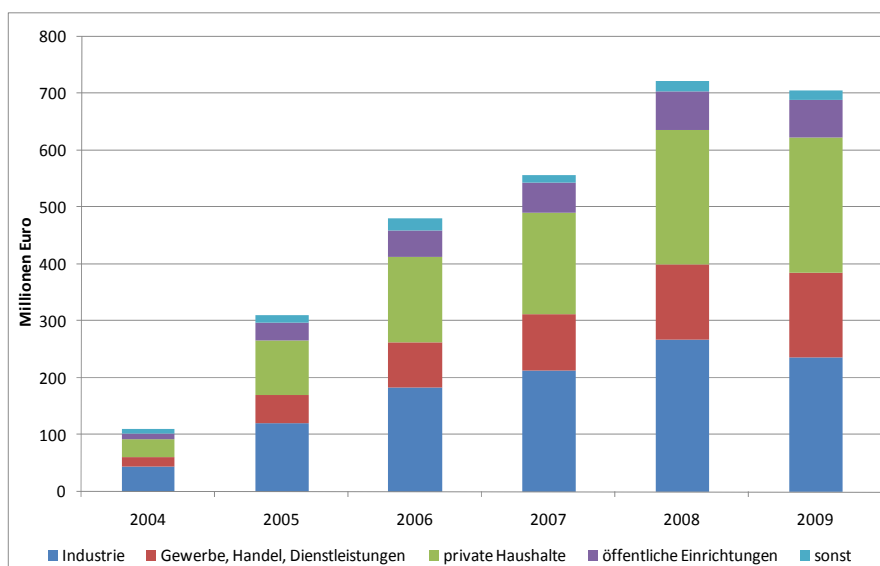
Tabelle 3-10: Verteilungseffekt der besonderen Ausgleichsregelung des EEG

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Besondere Ausgleichsregelung	2010	Verteilungseffekt	Entlastung privilegierter Unternehmen und Belastung nicht privilegierter Endverbraucher	EEG-Strom	ca. 1.200*
	2009				710
	2008				720

* Vorläufiger Schätzwert

Die besondere Ausgleichsregelung (§§40 ff EEG 2009) zielt darauf ab, die internationale Wettbewerbsfähigkeit stromintensiver Unternehmen sowie die intermodale Wettbewerbsfähigkeit von Schienenbahnen durch die EEG-Umlage nicht zu beeinträchtigen. Hierfür wurde bis einschließlich 2009 die unbedingt zu beziehende EEG-Strommenge individuell für jedes Unternehmen ermittelt und begrenzt.

Abbildung 3-2: Entwicklung der zusätzlichen Belastung von nicht-privilegierten Stromendabnehmern aufgrund der besonderen Ausgleichsregelung nach Verbrauchergruppen seit 2004 (Berechnungen des IZES)



Die Privilegierung führt auf Basis der durch einen Wirtschaftsprüfer verifizierten und durch den BDEW sowie die ÜNB veröffentlichten Daten (zum privilegierten Letztverbrauch) zu Ersparnissen bei den privilegierten Unternehmen von rund 720 Mio. € in 2008 und rund 710 Mio. € in 2009. Diese Ersparnisse bedeuten für alle übrigen Stromabnehmer einschließlich Unternehmen eine Mehrbelastung. Abbildung 3-2 zeigt, dass insbesondere das übrige, nicht-privilegierte produzierende Gewerbe sowie der Sektor Handel, Gewerbe und Dienstleistungen den größten Teil zu tragen haben. Durch die besondere Ausgleichsregelung findet eine Verschiebung der Belastung nur innerhalb der Stromverbrauchergruppe statt, in der Summe ist die Belastung der Stromkonsumenten unverändert. Für 2010 wird auf Grundlage der Prognosen der Übertragungsnetzbetreiber mit einer Umwälzung von mehr als 1.160 Mio. € gerechnet, für 2011 mit rund 2.180 Mio. €.

4 Makroökonomische Effekte

4.1 Umsatz und Beschäftigungseffekte

Tabelle 4-1: Umsatz und Beschäftigung durch Erneuerbare Energien¹⁵

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt
Beschäftigung und Umsatz	2010	Makroökonomischer Effekt	Umsatz der Hersteller von Anlagen	EE gesamt	25,32 Mrd. €
			Beschäftigung		367.400 Beschäftigte
	2009		Umsatz der Hersteller von Anlagen	21,2 Mrd. €	
			Beschäftigung	339.500 Beschäftigte	
	2008		Umsatz der Hersteller von Anlagen	19,7 Mrd. €	
			Beschäftigung	322.100 Beschäftigte	

Der Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland wirkt sich mehrfach auf den Arbeitsmarkt aus:

Zunächst erfordert die Installation von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im In- und Ausland eine Produktion dieser Anlagen, die im In- oder Ausland stattfinden kann. Die inländische Produktion der Anlagen (auch zur Bedienung der Auslandsnachfrage) führt dabei zu Beschäftigung bei Anlagenherstellern, die als direkte Beschäftigung bezeichnet wird. Die hiermit verbundene inländische Produktion von Vorlieferungen wird ebenfalls dem Sektor der Erneuerbaren Energien zugerechnet und wird als indirekte Beschäftigung bezeichnet. Neben der Herstellung und Installation neuer Anlagen und Komponenten sind der Betrieb und die Wartung bereits bestehender EE-Anlagen direkt beschäftigungswirksam. Betriebs- und Wartungsleistungen haben ihrerseits wiederum eine eigene Vorleistungsstruktur, die die Bereitstellung von Betriebs- und Hilfsstoffen (Schmiermittel etc.) sowie den Ersatz von Verschleißteilen und anderen beschädigten Teilen beinhaltet. Darüber hinaus wird die Bereitstellung von Biomasse beschäftigungswirksam.

Die Berechnung der Bruttobeschäftigung, d.h. der Summe aus indirekter und direkter Beschäftigung durch Anlagenherstellung sowie Betriebs- und Wartungsleistungen basiert auf den Umsätzen der jeweiligen Unternehmen, auf der Kenntnis über Vorlieferungsstrukturen und der Arbeitskoeffizienten in den betreffenden Industrien (O'Sullivan et al. 2011).

Insgesamt belief sich die Bruttobeschäftigung aus den Aktivitäten der Wirtschaft und aus öffentlichen und gemeinnützigen Mitteln im Bereich Erneuerbarer Energien im Jahr 2010 auf rund 367.400 Beschäftigte und lag damit um knapp 8 % über dem Vorjahreswert. Auf die hiermit verbundenen Nettowirkungen wird unter Lehr et al. 2011 eingegangen.

¹⁵ 2008 und 2009 aktualisiert.

4.2 Veränderung der Energieimporte

Tabelle 4-2: Veränderung der Energieimporte

Analysebereich	Betrachtungsjahr	Kategorie	Wirkungstyp	Gegenstand der Analyse	Effekt in Mio. €
Vermiedene Importe	2010	Makroökonomischer Effekt		EE gesamt	6.670
	2009				6.170
	2008				7.200

Die Primärenergieeinsparungen 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 (Tabelle 4-3). Neben mengenmäßigen Einsparungen trägt die Entwicklung der Energiepreise ganz erheblich zu der monetären Entwicklung des Rückgangs der Energieimporte bei. Daher fallen die monetären Einsparungen durch vermiedene Importe für 2010 immer noch geringer aus als im Jahr 2008. Berücksichtigt man wie in den Vorjahren die Zunahme der Importe bei den biogenen Brenn- und Kraftstoffen, die erneut abgeschätzt wurden, vermindern sich die Einsparungen entsprechend.

Tabelle 4-3: Verminderte Energieimporte von 2004 bis 2010 in Mrd. €

	Strom	Wärme	Kraftstoff	Gesamt	Gesamt unter Berücksichtigung gestiegener biogener Brennstoffimporte
2004	0,4	0,9	0,3	1,6	
2005	0,7	1,6	0,7	3,0	
2006	0,9	2,1	1,5	4,5	
2007	1,2	2,5	1,7	5,4	4,4
2008	3,0	3,1	1,1	7,2	6,6
2009	2,1	3,1	0,9	6,2	5,7
2010	2,5	3,3	0,8	6,7	5,8

Quelle: Berechnung der GWS

Die Frage nach der Sicherheit der Energieversorgung wird mit zunehmender Abhängigkeit der gesamten Wirtschaft von Energie und damit Energieimporten auf der einen Seite und auf der anderen Seite durch die häufige Erfahrung von Versorgungsengpässen durch natürliche oder politische Ursachen dringlicher. Dennoch gibt es wenige quantitative Ansätze, die über die qualitativen Arbeiten aus dem militärstrategischen oder dem politikwissenschaftlichen Bereich hinausgehen. Die Versorgung mit Energie birgt zwei Risiken: ein Mengenrisiko, das sich in Lieferausfällen eines Exportlandes äußert, wie es sich beispielsweise bei den Konflikten zwischen Russland und der Ukraine zeigte, und ein Preisrisiko, das sich in starken, gesamtwirtschaftlich schädlichen Preissprüngen auf den internationalen Energiemärkten äußert. Indikatoren zeigen eine Erhöhung der Energiesicherheit in Deutschland durch den EE-Ausbau an.

5 Sonstige Effekte

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. 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 können zusätzliche Investitionen und eine erhöhte Innovationsintensität positiv zur BIP-Entwicklung beitragen. Außerdem erhöht die Diversifizierung der Energieträger und Bezugsregionen die Versorgungssicherheit, indem sowohl Preisrisiken verringert als auch die Gefahr von Lieferstörungen (Mengenrisiko) 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.

6 Zusammenfassende Gesamtbilanzierung der Wirkungen

Die quantifizierten Effekte sind in Tabelle 6-1 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 die ermittelten vermiedenen Umweltschäden zunächst eine Brutto-Nutzengröße¹⁶ darstellen. Im Jahr 2010 stand den gesamten Differenzkosten in Höhe von ca. 10,3 Mrd. €¹⁷ ein Nutzen von ca. 8,4 Mrd. € gegenüber; bereinigt um die in den Systemdifferenzkosten eingerechnete Teilinternalisierung der CO₂-Zertifikatskosten beträgt der Nettotonutzen 7,3 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-, Regelernergie- und Netzausbaukosten liegen zusammen bei gut 0,4 Mrd. €. Die Transaktionskosten, die den Unternehmen der Energiewirtschaft entstehen, betragen ca. 0,03 Mrd. €. Dieser statischen Kostenbetrachtung in 2010 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. Bei steigenden Preisen fossiler Energieträger sowie weiter fallenden Erzeugungskosten für Strom und Wärme aus Erneuerbaren Energien ist langfristig mit einer Verminderung der Differenzkosten zu rechnen.¹⁸

Bezüglich der Verteilungsaspekte ist eine vollständige Erfassung und Zuordnung von Ent- oder Belastungen nach einzelnen Wirtschaftsakteuren nicht möglich. Die Stromverbraucher insgesamt sehen sich 2010 durch die EEG-Umlage einer Belastung von ca. 8,9 Mrd. € ausgesetzt. Durch den Merit-Order-Effekt hat sich 2009 auf dem Großhandelsmarkt eine Preissenkung im Wert von 3,1 Mrd. € ergeben. Sofern solche Preissenkungen vollständig an die Stromverbraucher durchgereicht werden, stünden ihren Belastungen durch die Umlage Entlastungen in Höhe von knapp einem Drittel gegenüber. Durch den Merit-Order-Effekt dürfte sich für Unternehmen, die unter die besondere Ausgleichsregelung fallen, 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 MAP).

¹⁶ Vgl. Breitschopf/Diekmann 2010.

¹⁷ Der Anstieg der Differenzkosten ist insbesondere auf den starken Ausbau der Photovoltaik zurückzuführen.

¹⁸ Vgl. Nitsch u.a. 2011.

Tabelle 6-1: Zusammenfassung der quantifizierten Effekte nach Wirkungskategorien 2010 (teils vorläufige Schätzungen)

Wirkungskategorien	Analysebereiche	Strom in Mrd. €	Wärme in Mrd. €	Gesamt EE in Mrd. €
System-analytische Wirkungen	Direkte Differenzkosten <i>darunter MAP-Anlagen</i>	8,1	1,7 0,8	9,8
	Indirekte Differenzkosten:	0,47		0,47
	Regel/ Ausgleichsenergiekosten**	0,38	-	0,38
	Netzausbaukosten **	0,06	-	0,06
	Transaktionskosten	0,03	n.a.	0,03
	Gesamte Differenzkosten	8,6	1,7	10,3
	Vermiedene Umweltschäden	5,8	2,6	8,4
Verteilungseffekte	EEG-Differenzkosten	8,9	-	
	Besondere Ausgleichsregelung	1,2	-	
	Merit-Order-Effekt*	3,1	-	
	öffentliche Fördermittel			0,8
	Marktförderung			0,5
	FuE-Förderung			0,3
	Besteuerung von EE-Strom**	1,1	-	
Makro-ökonomische Effekte	Vermiedene Importe	2,5	3,3	***5,8
	Umsatz (Anlagen/Komponentenhersteller)			25,3
	Bruttobeschäftigung (in Personen)			367.400

* Wert aus 2009, **durchschnittliche Werte, ***ohne Kraftstoffe.

Wenngleich die Bilanz der quantifizierbaren systemanalytischen Effekte für 2010 - bei statischer Betrachtung - negativ ist, zeigt ein Blick auf die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien, dass die Stellung deutscher Unternehmen auf diesem Leitmarkt nach wie vor zu ausgeprägten Exporterfolgen beiträgt und die makroökonomische Nettobilanz insgesamt positiv ausfällt.

So ist die Beschäftigung in allen Branchen dieses Sektors insgesamt auf 367.400 Personen angestiegen, was einem Anstieg um knapp 130 % seit der ersten Messung 2004 (167.000 Beschäftigte) gleichkommt. Auch die Umsätze der Branche liegen mit über 25 Mrd. Euro bereits im deutlich sichtbaren Bereich.

Nettowirkungen im Sinne einer modellgestützten makroökonomischen Bilanz lassen sich zwar für die Gegenwart nur bedingt ableiten, da ihre Ermittlung einen Vergleich zwischen einer Entwicklung mit dem tatsächlichen Ausbau und einer rein fiktiven Referenzentwicklung voraussetzt. Daher werden solche Untersuchungen typischerweise für eine Abschätzung zukünftiger Entwicklungen durchgeführt. Nichtsdestotrotz lässt sich in einer überschlägigen Rechnung die resultierende Nettobeschäftigung für die Jahre 2009 und 2010 mit 70-90.000 Personen abschätzen (GWS u.a. 2011).

7 Referenzen

- AGEB (2011): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2010. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Februar 2011. (Sowie frühere Berichte der AGEB)
- AusglMechV (2010); Aktuelle Daten zu den Einnahmen- und Ausgabenpositionen nach AusglMechV für 2010: <http://www.eeg-kwk.net/de/EEG-Konten-Übersicht.htm> (download Mai 2011).
- AusglMech-AV (2010); Ausgleichsmechanismus-Ausführungsverordnung §7 Absatz 6, online unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ausglmechav/gesamt.pdf> (download Mai 2011).
- BMF (2010): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2007 bis 2010 (22. Subventionsbericht). Berlin, Januar 2010. (Sowie frühere Subventionsberichte)
- BMF (2010): Bundeshaushalt 2011 - Einzelpläne. Bundesministerium der Finanzen. Haushaltsgesetz 2011 vom 22. Dezember 2010 (BGBl. I S. 2228). (Sowie frühere Einzelpläne)
- BMF (2011): Kassenmäßige Steuereinnahmen nach Steuerarten. IST-Ergebnisse. Bundesministerium der Finanzen - Referat I A 6. Januar 2011. Sowie frühere Berichte. (Sowie frühere Berichte des BMF zum Steueraufkommen)
- BMU (2009): Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien. Bilanz für 2008: Investitionsförderung mit 236 Millionen Euro auf Rekordhöhe. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Referat KI III 2. In: Umwelt 2/2009. S. 117-119.
- BMU (2010): Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung. Stand: Juni 2010, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 2010 und Internet-Update Stand: Dezember 2010.
- BMU (2010): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2009 zur Forschungsförderung im Bereich der Erneuerbaren Energien. Februar 2010. (Sowie frühere Jahresberichte)
- BMU (2011): Erneuerbaren Energien 2010. Vorläufige Angaben, Stand 14. März 2011.
- BNetzA (2010): Bundesnetzagentur Monitoringbericht 2010, Bonn 2010 online verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/cn_1932/DE/Presse/Berichte/BerichteBasepage.html
- Breitschopf, B., Diekmann, J. (2010): Vermeidung externer Kosten durch Erneuerbare Energien - Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 (MEEEEK), Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juni 2010.

-
- 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.
- KfW (2011a): Förderreport der KfW Bankengruppe. Stand 31.12.2010. Febr. 2011.
http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Unternehmen/Erfolg/Erfolg_in_Zahlen/Foerderreport/KfW_Foerderreport_12_2010_Internetversion.pdf
- KfW (2011b): Quartalsstatistik des Programms zur Förderung Erneuerbarer Energien. April 2011. <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/index.jsp>
- Klobasa, M., Sensfuß F. (2011): CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz Erneuerbarer Energien im Jahr 2008 und 2009. Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stand Februar 2011.
- 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., 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.
- NEEDS 2009 New Energy Externality Developments for Sustainability (04/09), Integrated Project, DG Research EC, 6th Framework Programm, Mai 2004 - 2009, http://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. u.a. (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, Dezember 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
- PTJ (2010): Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer (2008). Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich (PtJ-ERG). Jülich, Juni 2010.
- Sensfuß, F. (2011): Analysen zum Merit-Order-Effekt Erneuerbarer Energien. Fraunhofer ISI. Februar 2011. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/47157/40870/>
- StaBA (2011): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 1.4. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, März 2011.
- UBA (Umweltbundesamt) (2009): Emissionsbilanz Erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz Erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. Dessau-Roßlau, Oktober 2009. Aktualisierungen für das Jahr 2009/2010 im Oktober 2010 (UBA 12/2009) und März 2011.
- 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