



Kosten und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich

1. Ausgangsfragen/Methodische Grundlagen

Der Ausbau erneuerbarer Energien (EE) in Deutschland ist seit den neunziger Jahren von einer intensiven Diskussion über dessen Auswirkungen auf Unternehmen, Haushalte und die gesamte Volkswirtschaft begleitet. Dabei gilt die Aufmerksamkeit vorrangig der Kostenseite des Ausbaus und hier insbesondere den mit dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) verbundenen Kosten der erneuerbaren Stromerzeugung. Der erhebliche Anstieg der sog. EEG-Umlage im Jahr 2010 sowie Hinweise auf mögliche weitere, drastische Steigerungen in den Folgejahren gaben der Kritik zuletzt neuen Auftrieb¹. Die mit dem EE-Ausbau verbundenen Nutzenaspekte standen und stehen demgegenüber häufig im Hintergrund. Aufgrund der Vielfältigkeit und der unterschiedlichen Dimensionen der Effekte fehlt es darüber hinaus bislang vor allem aber auch an einer umfassenden, wissenschaftlich fundierten Gesamtschau der Effekte im Sinne einer Kosten-Nutzen Betrachtung.

Vor diesem Hintergrund hat BMU bereits 2008 ein mehrjährig angelegtes wissenschaftliches Vorhaben an ein von Fraunhofer ISI /Karlsruhe geführtes Projektteam vergeben. Dieses soll zum einen die methodischen Grundlagen für eine integrierte, wirtschaftswissenschaftlich fundierte Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen der erneuerbaren Energien verbessern, unter anderem durch die Ausweitung der Analyse über den bislang meist im Fokus stehenden Strombereich hinaus auch auf die erneuerbare Wärmebereitstellung. Soweit möglich soll die Untersuchung zum anderen auch quantitative Bewertungen vornehmen.

¹ Hinweise hierzu siehe www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45415/4590/

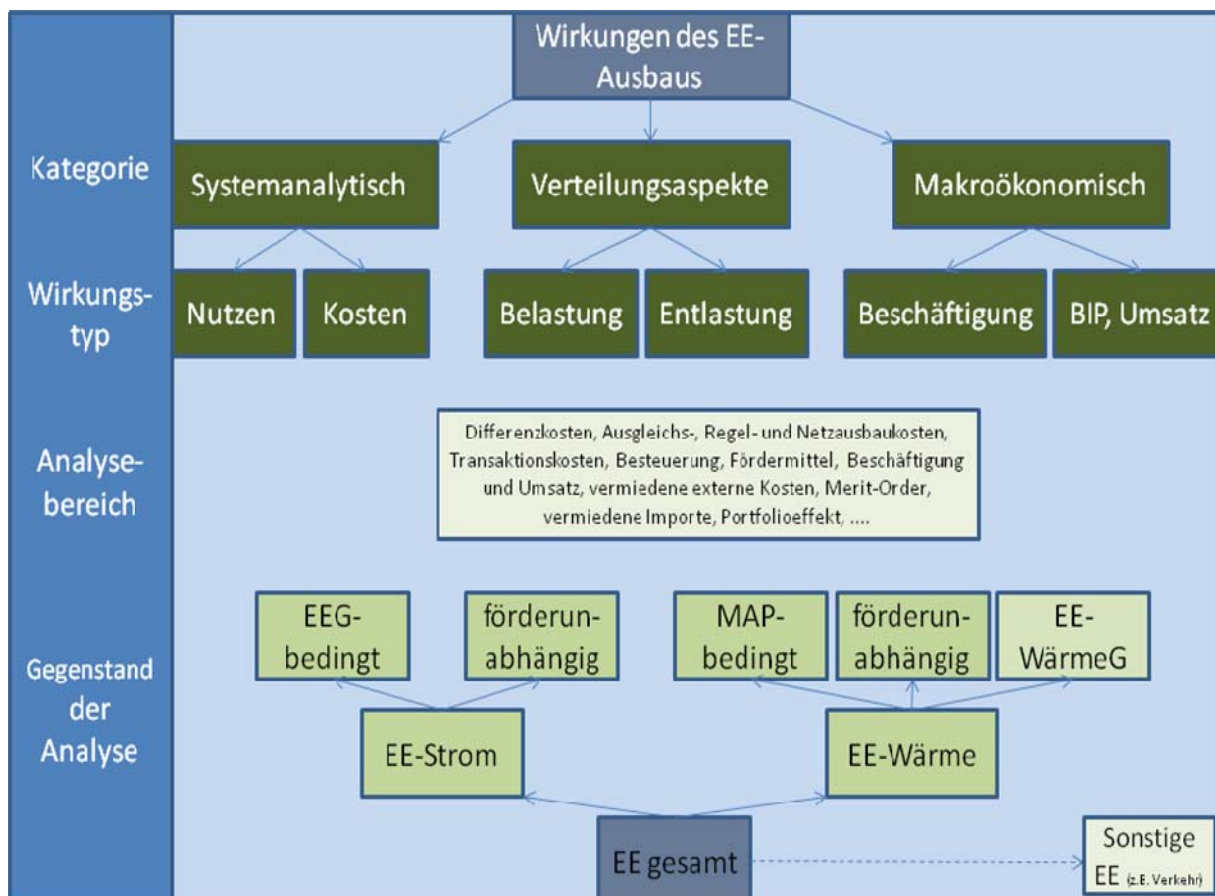
Im März 2010 wurde ein erster Zwischenberichts des Vorhabens veröffentlicht.² Dieser zeigt, dass eine fundierte ökonomische Gesamtbetrachtung der erneuerbaren Energien vielfältige Aspekte und Wirkungszusammenhänge zu berücksichtigen hat:

1. Wesentlich ist zunächst die **Reichweite der Analyse**: Geht es lediglich um den EE-Ausbau im Strombereich, oder sind – wie in der vorliegenden Untersuchung - weitere Bereiche der erneuerbaren Energiebereitstellung eingeschlossen? Bei der Analyse der erneuerbaren Stromerzeugung ist außerdem zu berücksichtigen, dass diese nicht vollständig durch das EEG vergütet wird. Neben Teilen der Stromerzeugung aus Wasserkraft und Biomasse gilt dies zunehmend auch für selbst vermarkteten beziehungsweise eigen genutzten erneuerbaren Strom. Auch die erneuerbare Wärmeerzeugung wird nur zu einem Teil gefördert.
2. Daneben ist nach **Wirkungskategorien** zu differenzieren: Bei der bislang meist im Blickfeld stehenden Förderung erneuerbaren Stroms über das EEG erhöht die Überwälzung der EEG-Differenzkosten mittels EEG-Umlage die Stromrechnung der Stromkunden. Demgegenüber stehen jedoch entsprechende Erlöse bei den Anlagenbetreibern sowie eventuell auch bei den Stromversorgern, so dass zunächst ein **Verteilungseffekt** angesprochen wird (siehe unten). Ein abschließendes gesamtwirtschaftliches Urteil über die EEG-Förderung kann allein auf dieser Grundlage noch nicht gefällt werden.
3. Hierfür eher geeignet ist die Analyse der mit dem EEG beziehungsweise dem EE-Ausbau verbundenen **systemanalytischen Kosten- und Nutzenwirkungen**. Hierzu werden auf der Kostenseite nicht Fördersätze und Börsenpreise betrachtet, sondern die Stromgestehungskosten der erneuerbaren Technologien verglichen mit alternativ verfügbaren, fossilen Optionen. Werden die so ermittelten Mehrkosten ergänzt um einige weitere indirekte Kosten des EEG-Ausbaus (Netzausbau und Transaktionskosten; im Strombereich insbes. noch Regel-/Ausgleichsenergie), ergibt sich eine Kostengröße, die in einer systemanalytischen Sicht grundsätzlich speziellen Nutzenwirkungen des EE-Ausbaus gegenüber gestellt werden kann.
4. **Nutzenseitig** dominierend sind dabei die durch EE vermiedenen Umweltschäden. Diese sind vor einer Bilanzierung/Saldierung monetär zu bewerten; ferner ist zu prüfen, ob und inwieweit nicht bereits durch andere umwelt- bzw. energiepolitische Instrumente eine zumindest teilweise Berücksichtigung

² Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Osnabrück; Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Saarbrücken; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin: Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt – Zwischenbericht zu Arbeitspaket 1 (Bestandsaufnahme und Bewertung vorliegender Ansätze). März 2010. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bericht abrufbar unter <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/45802/>

(Internalisierung) dieser Effekte im Wirtschaftssystem erfolgt. Beide Analyseschritte sind methodisch sehr anspruchsvoll. Gleiches gilt für den ebenfalls als Nutzenposition ansetzbaren Portfolio-Effekte des EE-Ausbaus. Dieser beschreibt, dass der Einsatz unterschiedlicher Stromerzeugungskapazitäten bei gegebenem Ertrag Risiken minimieren kann – ein Effekt, der bislang allerdings noch nicht quantifiziert wurde.

5. Neben den genannten, **systemanalytisch erfassbaren Größen** sind für die ökonomische Bewertung der EE eine ganze Reihe anderer Effekte relevant, die zum größten Teil zwei **weiteren Wirkungskategorien** zugeordnet werden können: **Verteilungsaspekte** zeigen auf, welche Wirtschaftsakteure oder Gruppen durch die Förderung des EE-Ausbaus belastet oder entlastet werden. Hierzu zählt neben den bereits genannten Wirkungen des EEG und anderer Förderinstrumente insbesondere auch der so genannte Merit-Order-Effekt. Daneben lassen sich nationale oder sektorale Wachstumseffekte als **makroökonomische Wirkungen** einer weiteren Kategorie zuordnen, etwa die Auswirkungen des EE-Ausbaus auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) und/oder die Beschäftigung.
6. Darüber hinaus sind mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien schließlich noch **weitere Wirkungen** verbunden, die **nicht eindeutig einer der drei genannten Hauptkategorien zuzurechnen sind**. Für die ökonomische und politische Bewertung der erneuerbaren Energien sind sie gleichwohl von Bedeutung. Hierzu zählen mögliche Auswirkungen des EE-Ausbaus auf die Innovationsintensität, nicht nur im Bereich der EE-Technologien, Spill-over-Effekte im Bereich von Technik und Politik, Auswirkungen auf Umweltbewusstsein, die Veränderung gesellschaftlich normativer Vorstellungen mit Blick auf den Klimaschutz sowie Vorteile der EE für die innere und äußere Sicherheit. Eine vertiefte Diskussion dieser Effekte könnte die Nutzenwirkungen des EE-Ausbaus auf eine breitere Basis stellen.
7. Folgende Grafik zeigt die zuvor erwähnten Zusammenhänge noch einmal im Überblick. Wichtig ist dabei, dass ein quantitativer Vergleich einzelner Größen grundsätzlich nur innerhalb der drei gezeigten maßgeblichen Wirkungskategorien möglich ist.



Quelle: ISI/GWS/IZES/DIW (Fn. 2), Seite 27

2. Kosten-Nutzen Wirkungen in den Jahren 2008 und 2009 im Überblick

Folgende Tabelle zeigt überblicksartig die wichtigsten bislang quantifizierten Kosten- und Nutzengrößen des EE-Ausbaus. Nachdem der oben genannten Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben in der Regel noch auf Daten für das Jahr 2008 zurückgriff³, liegt inzwischen auch ein Kurz-Update mit Angaben für 2009 vor⁴

³ Ausführlicher siehe den Zwischenbericht zu oben genanntem Vorhaben (vgl. Fn. 2), dort unter anderem die Zusammenfassung (Seite 1 bis 23).

⁴ Hierin werden auch einige der im Zwischenbericht für 2008 ausgewiesenen Zahlen geringfügig an die verbesserte Datenlage angepasst. Siehe hierzu näher: ISI/GWS/IZES/DIW: Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Kurz-Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2009. Mai 2010. Abrufbar unter www.erneuerbare-energien.de.

Ausgewählte Kennzahlen zur ökonomischen Analyse des Ausbaus der EE in Deutschland im Strom- und Wärmebereich im Jahr 2008

Systemanalytische Kosten- und Nutzenaspekte

Kosten		Nutzen	
Differenzkosten Strom	4,3 Mrd. EUR		
Regel-Ausgleichsenergie	<i>0,6 Mrd. EUR</i>		
Netzausbau	<i>0,02 Mrd. EUR</i>		
Transaktionskosten	<i>0,03 Mrd. EUR</i>		
Summe Strom	5 Mrd. EUR	5,9 Mrd. EUR	Vermiedene Umweltschäden durch EE-Strom (brutto)
Differenzkosten Wärme	1,0 Mrd. EUR	2 Mrd. EUR	Vermiedene Umweltschäden durch EE-Wärme (brutto)
		nicht quantifiziert	Portfolio-Effekt
Gesamt ¹⁾	6 Mrd. EUR	7,9 Mrd. EUR	

Hinweis: kursiv, falls Daten bislang nur für 2007 verfügbar

1) Eine Saldierung der systemanalytischen Kosten-/Nutzenwirkungen für 2008 ist durch zum Teil unterschiedliche Bezugsjahre sowie den Ausweis von Brutto-Nutzen noch nicht eindeutig möglich.

Verteilungswirkungen

	Gesamthöhe	Nutznieser	Belastete
EEG-Differenzkosten	4.700 Mio. EUR	Anlagenbetreiber	Alle Stromkunden begrenzt für Nutznießer der Besonderen Ausgleichsregelung im EEG
Merit-Order-Effekt (EE-Strom)	3.600 – 4.000 Mio. EUR	Stromkunden oder -lieferanten je nach Überwälzung, voraussichtlich insbesondere stromintensive Sondervertragskunden	Konventionelle Stromerzeuger
Besteuerung von EE-Strom	900 – 1.100 Mio. EUR	Bundeshaushalt / Rentenversicherung	Stromverbraucher, eventuell EE-Stromerzeuger (bei Eigenvermarktung)
Fördermittel des Bundes für EE	rund 450 Mio. EUR	Anlagenbetreiber, indirekt auch Hersteller und andere (zum Beispiel Innovationswirkungen)	Bundeshaushalt
Besondere Ausgleichsregelung im EEG	rund 700 Mio. EUR	rund 500 stromintensive Unternehmen und Schienenbahnen	Alle übrigen Stromverbraucher

Makroökonomische und sonstige Effekte (Auswahl)

Umsatzwirkung (EE-gesamt)	rund 31 Milliarden EUR (Gesamtumsatz) beziehungsweise 15 Milliarden EUR (unmittelbar beschäftigungsrelevant)
Beschäftigung (EE-gesamt)	Mindestens 278.000 direkt und indirekt Beschäftigte
Vermiedene Energieimporte (EE-gesamt)	6,6 Milliarden EUR (Netto)
Energiepreis-BIP-Effekt	100-200 Millionen EUR
Auswirkungen auf innere und äußerer Sicherheit (wie verbesserte Energieautarkie)	nicht quantifiziert

Ausgewählte Kennzahlen zur ökonomischen Analyse des Ausbaus der EE in Deutschland im Strom- und Wärmebereich im Jahr 2009

Systemanalytische Kosten- und Nutzenaspekte

Kosten		Nutzen	
Differenzkosten Strom	5,6 Mrd. EUR		
Regel-Ausgleichsenergie	circa 0,4 Mrd. EUR		
Netzausbau	<i>0,02 Mrd. EUR</i>		
Transaktionskosten	<i>0,03 Mrd. EUR</i>		
Summe Strom	Circa 6 Mrd. EUR	5,7 Mrd. EUR	Vermiedene Umweltschäden durch EE-Strom (brutto)
Differenzkosten Wärme	1,5 Mrd. EUR	2,1 Mrd. EUR	Vermiedene Umweltschäden durch EE-Wärme (brutto)
		nicht quantifiziert	Portfolio-Effekt
Gesamt ¹⁾	Rund 7,5 Mrd. EUR	rund 7,8 Mrd. EUR	

Hinweis: kursiv, falls Daten bislang nur für 2008 verfügbar

1) Eine Saldierung der systemanalytischen Kosten-/Nutzenwirkungen für 2009 ist durch zum Teil unterschiedliche Bezugsjahre sowie den Ausweis von Brutto-Nutzen noch nicht eindeutig möglich.

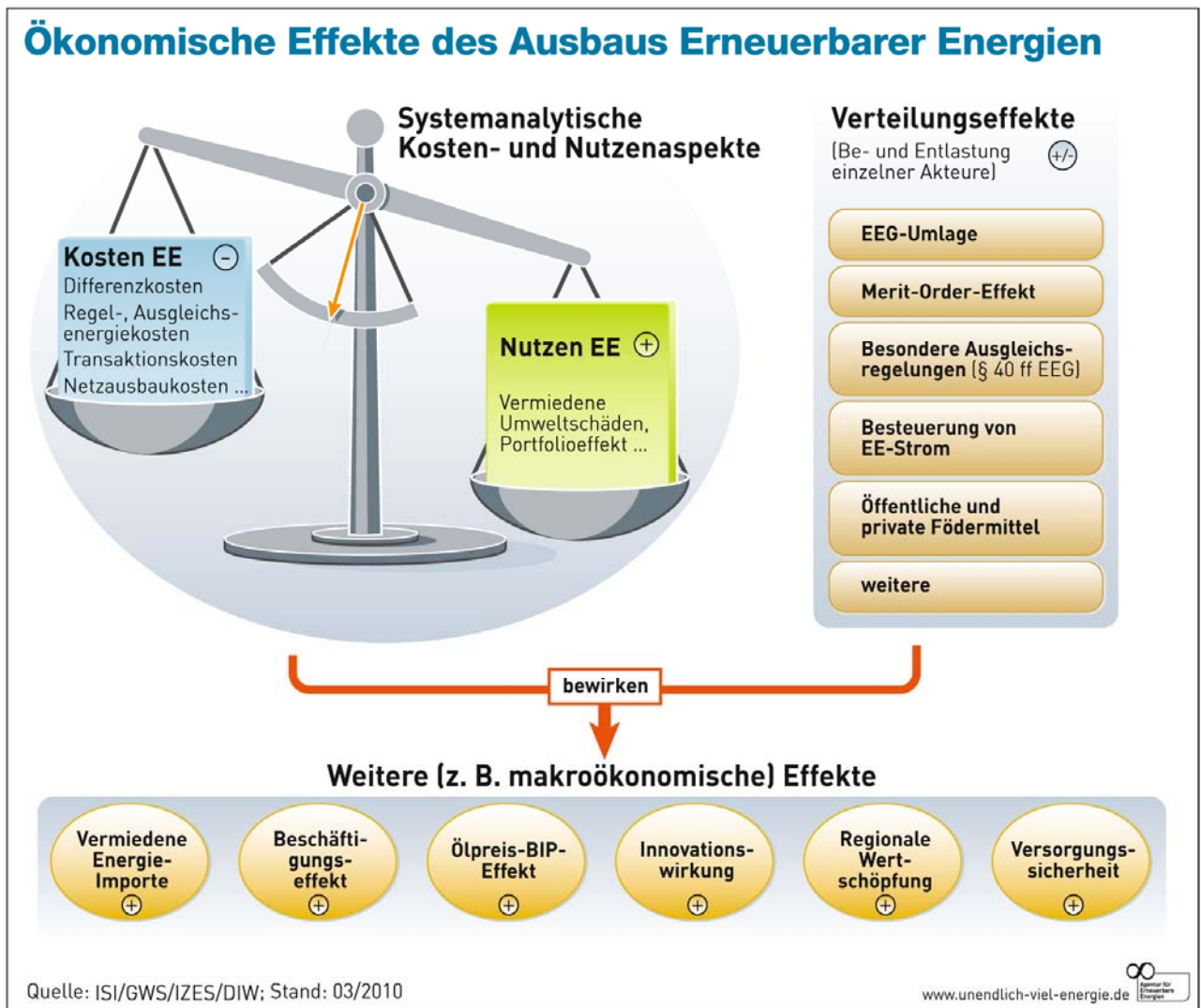
Verteilungswirkungen

	Gesamthöhe	Nutznieser	Belastete
EEG-Differenzkosten	rund 4. 700 Mio. EUR	Anlagenbetreiber	Alle Stromkunden begrenzt für Nutznießer der Besonderen Ausgleichsregelung im EEG
Merit-Order-Effekt (EE-Strom)	<i>rund 3.600 – 4.000 Mio. EUR (2008)</i>	Stromkunden oder -lieferanten je nach Überwälzung, voraussichtlich insbesondere stromintensive Sondervertragskunden	Konventionelle Stromerzeuger
Besteuerung von EE-Strom	1.000 – 1.100 Mio. EUR	Bundeshaushalt / Rentenversicherung	Stromverbraucher, eventuell EE-Stromerzeuger (bei Eigenvermarktung)
Fördermittel des Bundes für EE	rund 800 Mio. EUR	Anlagenbetreiber, indirekt auch Hersteller und andere (zum Beispiel Innovationswirkungen)	Bundeshaushalt
Besondere Ausgleichsregelung im EEG	600 - 700 Mio. EUR	rund 500 stromintensive Unternehmen und Schienenbahnen	Alle übrigen Stromverbraucher

Makroökonomische und sonstige Effekte (Auswahl)

Umsatzwirkung (EE-gesamt)	rund 33 Milliarden EUR (Gesamtumsatz) beziehungsweise und 16 Milliarden EUR (unmittelbar beschäftigungsrelevant)
Beschäftigung (EE-gesamt)	rund 300.000 direkt und indirekt Beschäftigte
Vermiedene Energieimporte (EE-gesamt)	5,1 Milliarden EUR (Netto)
Energiepreis-BIP-Effekt	<i>100-200 Millionen EUR</i>
Auswirkungen auf innere und äußerer Sicherheit (wie verbesserte Energieautarkie)	nicht quantifiziert

Folgende Abbildung zeigt die wesentlichen Zusammenhänge noch einmal abstrakt in einer Gesamtschau:



Quelle: Agentur für erneuerbare Energien (AEE)

3. Schlussfolgerungen/Ausblick auf weitere Arbeiten

Die bislang vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Kosten-Nutzen-Analyse des Ausbaus der erneuerbaren Energien außerordentlich hohe methodische Anforderungen stellt. Im Hinblick auf die Vielzahl der identifizierten Wirkungen ist es dabei von zentraler Bedeutung, dass quantitative Vergleiche nur innerhalb der einzelnen gezeigten Wirkungskategorien möglich sind.

Trotz zahlreicher noch offener methodischer Fragen sowie häufig fehlender Daten sind inzwischen einige Grundsatzaussagen möglich:

1. Wichtigstes Fundament für eine gesamtwirtschaftliche Bewertung der erneuerbaren Energien ist bislang die **systemanalytisch fundierte Kosten-**

Nutzen-Analyse: Hier zeigt ein grober Überschlag der vorliegenden, quantitativ ermittelten Systemkosten in den Bereichen Strom und Wärme für 2009 (2008) Gesamtkosten von ungefähr 7,5 Milliarden Euro (6 Milliarden Euro). Diesen stand im gleichen Jahr ein quantifizierter Brutto-Nutzen von knapp 8 Milliarden Euro gegenüber (ähnlicher Wert in 2008). Da letzterer bislang allein die vermiedenen Schadenskosten umfasst, sind vertiefende Untersuchungen gerade hier wichtig und sollen in nächster Zeit vorangetrieben werden. Dabei ist zwar zu erwarten, dass sich die genannte (Brutto)Nutzensgröße vermindert, da Teile der Schadenskosten bereits in den Stromkosten berücksichtigt sind, insbes. über den CO₂-Emissionshandel. Gleichwohl zeigt sich, dass eine allein kostenseitig argumentierende Analyse des EE-Ausbaus deutlich zu kurz greift.

2. Bezüglich der **Verteilungsaspekte** ist eine vollständige Erfassung und Zuordnung von Ent- oder Belastungen nach einzelnen Wirtschaftsakteuren nicht möglich. Die Stromverbraucher sahen sich 2009 durch die EEG-Umlage einer Belastung von ungefähr 4,7 Milliarden Euro ausgesetzt. Dies entspricht etwa dem Wert des Vorjahrs. Nur wenig niedriger lag 2008 der strompreisdämpfende Merit-Order-Effekt der EE. Da unklar ist, zu welchen Anteilen er an die Letztverbraucher weitergegeben wird, können beide Wirkungen nicht einfach in ihrer Gesamthöhe gegenübergestellt werden. Eher möglich erscheint dies allerdings für die Unternehmen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung des EEG fielen. Ihre EEG-Umlage ist ganz maßgeblich begrenzt, gleichzeitig dürfte dem Gros der Begünstigten als Sondervertragskunden in besonderer Weise der strompreisdämpfende Merit-Order-Effekt des EE-Ausbaus zu Gute kommen. Im Saldo werden diese Unternehmen daher wohl vom EE-Ausbau profitieren. Angesichts der zuletzt und in Zukunft deutlich ansteigenden EEG-Umlage dürfte der Analyse der Verteilungswirkungen besondere politische Bedeutung zukommen.
3. Die **makroökonomischen Größen** reflektieren gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des gesamten EE-Ausbaus. Zur Entwicklung von Umsatz und Beschäftigung durch EE liegen wissenschaftlich fundierte Brutto-Angaben vor, denen allerdings auch negative Effekte gegenüberstehen können. Eine frühere Untersuchung⁵ für das BMU hatte für Deutschland in allen realistisch erscheinenden Szenarien eindeutig positive Netto-Arbeitsplatzwirkungen ermittelt; eine Aktualisierung dieser Studie wird Mitte des Jahres vorliegen. Eine weitere, eindeutig positive makroökonomische Wirkung des EE-Ausbaus ist der

5 ZSW/DLR/DIW/GWS: Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt unter besonderer Berücksichtigung des Außenhandels. Untersuchung im Auftrag des BMU. Bericht abrufbar unter <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/36860/40289/>. Auf der Themenseite des BMU zu EE finden sich auch weitere Untersuchungen zu den Arbeitsplatzwirkungen der EE, u.a. eine Abschätzung der ihrer Brutto-Wirkungen für das Jahr 2009 (<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45794/40289>).

Energiepreis-BIP Effekt, der 2008 in Deutschland etwa 0,1 bis 0,2 Milliarden Euro betrug.

Wesentliche Nutzenwirkungen des EE-Ausbaus sind in den o.g. Kategorien nicht oder nur teilweise erfassbar. Dies betrifft insbesondere den **Beitrag der Erneuerbaren zur Energieversorgungssicherheit** sowie – hiermit verbundene – strategische **sicherheitspolitische Aspekte**. Zur Bewertung der EE-Förderung sind außerdem deren langfristigen dynamischen **Innovationswirkungen** als Nutzenaspekte von Bedeutung. In den nächsten Jahren gilt es, diese und andere bislang noch kaum analysierten Effekte wissenschaftlich genauer zu analysieren und möglichst auch zu quantifizieren. Gleichzeitig ist die Analyse bereits bekannter Effekte weiter zu verfeinern. Die Gesamtschau der skizzierten Wirkungen wird künftig ökonomische Aussagen zur Sinnhaftigkeit der EE besser fundieren. Angesichts der gezeigten offenen Fragen ist ein abschließendes, zweifelsfreies Urteil über die gesamtwirtschaftliche Kosten- und Nutzenbilanz des EE-Ausbaus allerdings noch nicht in Sicht.

Impressum

- Stand: Update, Stand Juni 2010
- Hinweis: Dies ist eine Online-Publikation des Bundesumweltministeriums. Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt. Der Vervielfältigung oder Weiterverwendung für andere Zwecke muss der Herausgeber zustimmen.
- Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Referat KI III 1, 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de
Internet: www.bmu.de
- Text: Dr. Michael van Mark, Referat KI III 1