

Wie effizient ist die Energieeffizienz wirklich?

Rebound-Effekte gefährden die Einsparziele der Energiewende

Hans-Jürgen Leist, ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung, Hannover

Vorbemerkung

Eine Herkulesarbeit liegt vor uns: Bis 2050 soll der Energieverbrauch in Deutschland um rund 50 Prozent, der Ausstoß von Treibhausgasen sogar um mehr als 90 Prozent verringert werden. Dabei scheint es eine Art Zauberwort zu geben, das uns dabei Hilfe leistet: Energieeffizienz. Energiewende und Energieeffizienzsteigerung sind inzwischen untrennbar miteinander verbunden, verspricht doch die Steigerung der Effizienz eine Energieeinsparung ohne Probleme: Alles wird halt ein bisserl effizienter und wir können weitermachen wie bisher. Genuss ohne Reue – es könnte so schön sein. Doch das Stillen unseres Energiehunger durch die „Medizin“ Energieeffizienz hat leider Nebenwirkungen. Und die Nebenwirkungen haben einen Namen: Rebound-Effekte.

Einleitung

Man stelle sich vor: Bei einer Alpenwanderung soll auch ein Gipfelanstieg erfolgen. Dabei geht es über ein steiles Geröllfeld und bei jedem Schritt, den man hinaufsteigt, rutscht man wieder einen halben Schritt zurück, manchmal auch einen ganzen. Der Weg zum Ziel gestaltet sich mühsamer als zunächst vermutet.

Im übertragenen Sinne ist dies das Problem von vielen Energieeffizienzmaßnahmen. Sie führen zu einer Annäherung an das Einsparziel, das Ausmaß der Einsparung kann aber durch einen Mehrkonsum

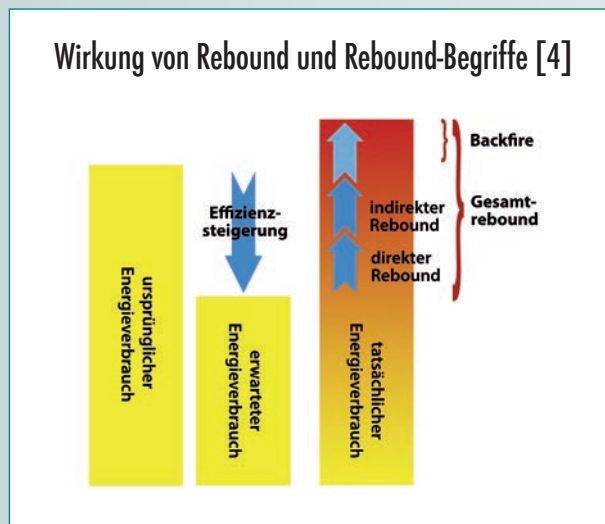


Abb. 1

von effizienteren Produkten oder Mehrverbräuche in anderen Bereichen wieder aufgezehrt werden. Dieser Mehrverbrauch von Rohstoffen oder Energie als Folge von Effizienzsteigerungen wird als Rebound-Effekt bezeichnet.

Erstmals beschrieben wurde dieser Effekt vor rund 150 Jahren von dem englischen Ökonomen William Stanley Jevons, der sich intensiv mit dem Kohleverbrauch im Königreich befasste. Der Energiehunger der Dampfmaschinen war gerade durch die Verbesserungen von James Watt gedrosselt worden; seine Konstruktion benötigte rund zwei Drittel weniger Kohle als die bisher üblichen Maschinen. Aber, so schrieb Jevons in seinem Buch „The Coal Question“ aus dem Jahr 1865, es sei eine irrige Annahme, dass der effizien-

tere Einsatz von Kohle gleichbedeutend mit einem verringerten Verbrauch sei. Das Gegenteil sei der Fall. Die Effizienzsteigerung bei der Nutzung hätte zu einer Verbilligung der Anwendungen und deshalb zu deren Ausweitung und damit letztlich zu einer Mehrnachfrage von Energie geführt [1].

Und dies scheint heute noch der Fall zu sein: Obwohl zwischen 1990 und 2005 der durchschnittliche Energieverbrauch aller Elektro-

geräte im Haushalt um 32 Prozent abgenommen hat, also eine ausgeprägte Effizienzsteigerung zu verzeichnen war, hat sich der Stromverbrauch der Haushalte im gleichen Zeitraum um 21 Prozent erhöht [2].

Nach Ansicht des Wissenschaftlers Reinhard Madlener, der sich an der RWTH Aachen intensiv mit Rebound-Effekten befasst hat, gilt: „Absolute Energieeinsparungen durch Effizienzgewinne sind in einer stetig wachsenden Volkswirtschaft und in Anbetracht vieler ungesättigter materieller Bedürfnisse schlichtweg eine Illusion.“ [3] Diese Aussage hat umso mehr Gewicht, wenn man die Vielzahl der unterschiedlichen Rebound-Effekte berücksichtigt, die zu dem letztlich entscheidenden Gesamt-Rebound-Effekt führen.

Ökonomische Rebound-Effekte – Einsparungen können sogar zu Mehrverbrauch führen

Der Kern der Rebound-Effekte beruht auf ökonomischen Zusammenhängen, nämlich auf Preiseffekten: Die Effizienzsteigerung verbilligt die Nutzung. Das bei der Nutzung von Energiesparlampen eingesparte Geld kann ich nun dafür verwenden, die Lampen länger brennen zu lassen oder eine größere Anzahl Energiesparlampen als Glühlampen zu betreiben. Dies wäre der direkte ökonomische Rebound-Effekt. Ein indirekter ökonomischer Rebound-Effekt würde sich ergeben, wenn ich mit dem eingesparten Geld nun andere energieverbrauchende Dinge kaufe oder konsumiere. Dazu ein Beispiel aus der Energieberatung: Vor allem in Migrantenfamilien, bei denen das Motiv der Kostenreduzierung bei der Energieeinsparung im Vordergrund steht, werden die eingesparten Gelder häufig dazu benutzt, um Familienangehörige in der Heimat öfters zu besuchen – in der Regel mit dem Flugzeug. In einigen Fällen kann sich dann insgesamt gesehen sogar ein höherer Energieverbrauch als vorher ergeben – in diesem Fall spricht man von „backfire“ (s. Abb. 1).

Ein weiterer indirekter Rebound-Effekt kann sich aus einem bewussten Verzicht auf einen Energieverbrauch ergeben. Die so eingesparte Energie ist nun zusätzlich auf dem Markt und kann zu einem Sinken der Energiepreise führen. Ein günstigerer Preis stimuliert aber die Nachfrage oder anders ausgedrückt: Was ich spare, verbraucht ein anderer [5]. Daher ist selbst eine Suffizienzstrategie, also das bewusste Einsparen von Energie, nicht vor einem Rebound gefeit.

Man kann es drehen oder wenden, wie man will. Da letztlich jeder Konsum mit einem mehr oder weniger hohen Energieverbrauch verbunden ist, stellt sich das für den Konsum verfügbare Einkommen als eine entscheidende Größe für die Höhe des Energieverbrauchs dar. Wohlfahrtseffekte, d. h. Erhöhungen bei den Einkommen, führen daher ebenfalls zu einem Mehrkonsum an Energie – dieser Anstieg ist aber nicht als Rebound-Effekt zu klassifizieren. Entscheidend für die Definition des Begriffs Rebound ist die von Jevons entdeckte Kausalität zwischen Effizienzsteigerung und Mehrnachfrage [6].

Da Wohlfahrtseffekte und Effizienzsteigerungen meist gemeinsam auftreten, ist eine exakte Abgrenzung allerdings schwierig. Entscheidend ist letztlich, dass diese Entwicklungen Effizienz-

steigerungen häufig verpuffen lassen, wie das Beispiel der Heizkosten zeigt. Die Beheizung der Wohnung wird zwar immer effizienter, der Rückgang des spezifischen Energieaufwandes wurde jedoch durch einen Anstieg der Wohnungsgröße kompensiert (s. Abb. 2).

Materielle oder Ressourcen-Rebound-Effekte – die blinden Stellen der Energiebilanzen

Rebound-Effekte können sich auch aus materiellen Mehraufwendungen ergeben [8]. Beispielsweise verbraucht ein gedämmtes Haus im Vergleich zu einem energetisch ungedämmten zwar weniger Heizenergie, die Herstellung und die Anbringung der Dämmung erfordern aber einen zusätzlichen Energieaufwand, der beim Bau eines ungedämmten Hauses nicht anfällt. Dieser zusätzliche Energieaufwand schmälert aber wiederum die Gesamtbilanz der Energieeinsparungen.

In ähnlicher Weise treten diese Zusammenhänge beim „Neue-Märkte-Effekt“ auf, hier ist der Rahmen jedoch größer. Im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug muss beim Energieverbrauch von Elektroautos nicht nur die Energie für ihre Herstellung (Leichtbau und Batterieproduktion sind extrem energieaufwändig) berücksichtigt werden, sondern auch der Energiebedarf für den Aufbau der neuen materiellen Infrastruktur, wie z. B. Stromtankstellen.

Materielle Rebound-Effekte können sich zudem ergeben, wenn die Anschaffung von effizienteren Produkten nicht zu einer Ersetzung der alten Geräte führt, sondern diese weiterhin zusätzlich genutzt werden, z. B. alte Kühlschränke im Keller oder im Schrebergarten. Ein zusätzlicher Energieverbrauch kann auch dadurch entste-

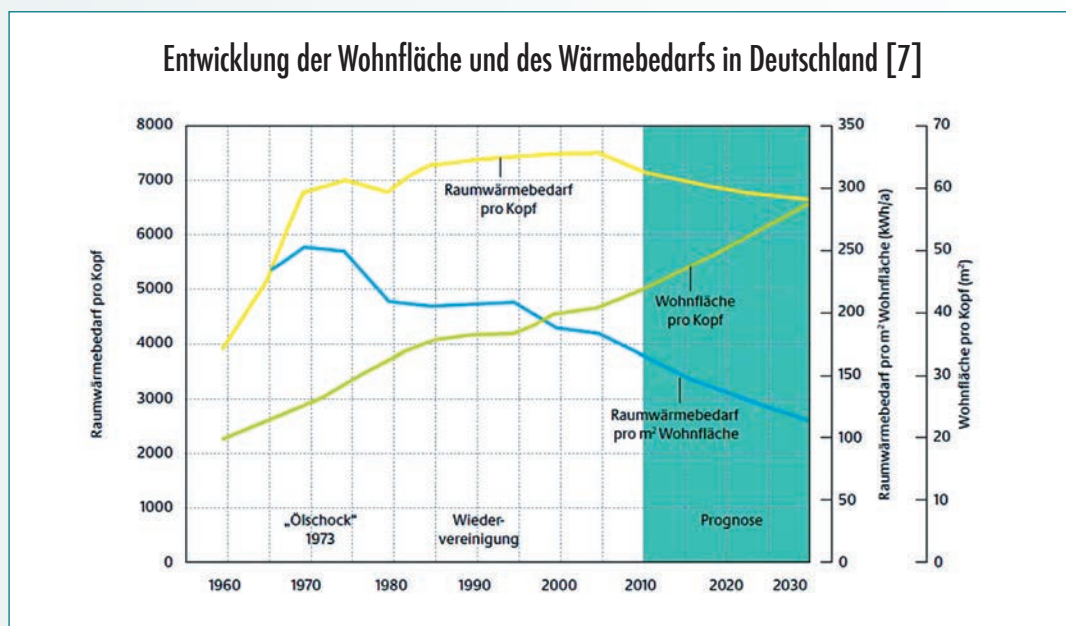


Abb. 2

hen, dass Produkte mit einer geringen Effizienz schon vor dem Ende ihrer Lebensdauer durch effizientere Produkte ausgetauscht werden.

Soziale und psychologische Rebound-Effekte – Ablasshandel in „grün“

Energieeffiziente Geräte und Dienstleistungen weisen nicht nur spezielle technische Eigenschaften auf, sondern haben auch Auswirkungen auf das (Konsum-) Verhalten der Menschen [9]. So kann der Kauf energieeffizienter Produkte nicht nur das Gewissen entlasten, sondern sogar zu einem Imagegewinn führen. Dadurch kann sich eine Erhöhung der Nachfrage und eine Nutzungsintensivierung ergeben – also Auswirkungen auf den direkten Rebound [10]. „Eine empirische Erhebung in Japan hat zur Überraschung ihrer Forscher gezeigt, dass Autofahrer, die sich nach eigener Wahrnehmung ein „ökologisches Auto“ zugelegt haben (z. B. Toyota Prius mit Hybridmotor), ein Jahr nach dessen Kauf gut 1,6 Mal mehr Kilometer damit gefahren sind als mit ihrem herkömmlichen Auto zuvor.“ [11]

Energieeffizientere Produkte können sogar eine Art Ablasshandel ermöglichen, der zu einem indirekten Rebound-Effekt beiträgt. Zahlreiche Studien haben nachgewiesen, dass der Konsum ökologischer oder „ethischer“ Produkte (Bio-Lebensmittel, Fair-Trade-Produkte usw.) dazu führen kann, dass Konsumenten es anschließend für gerechtfertigt halten, an anderer Stelle unbedenklicher zu konsumieren. Menschen, die sich ein sparsames Auto gekauft haben, können es nun für entschuldigbar halten, häufiger Urlaubsreisen mit dem Flugzeug zu unternehmen [12].

Systemische Rebound-Effekte – Zeitgewinne erhöhen den Energieverbrauch

Nicht nur Energieeffizienzsteigerungen haben Auswirkungen auf die Energienachfrage, sondern auch Produktivitätssteigerungen anderer Faktoren [13]. Ein gutes Beispiel hierfür liefert der Zusammenhang zwischen Mobilität, Wegezeit und Energieverbrauch. Quer über Kul-

turen, Länder und Epochen lässt sich empirisch nachweisen, dass Menschen pro Tag relativ konstant zwischen 0,75 und 1,5 Stunden mobil sind – egal ob sie zu Fuß von Dorf zu Dorf wandern oder mit dem Auto zwischen entfernt liegenden Städten pendeln. Die automobil eingesparte Wegzeit wird aber in der Regel für längere Wegstrecken genutzt, die dann auch den Energieverbrauch erhöhen. Zeiteffizienzgewinne bei der Mobilität generieren also Rebound-Effekte beim Energieverbrauch [14]. Ein anderes Beispiel: In dem Maße, wie sich die Geschwindigkeit des Surfers im Internet erhöht hat, führen diese Zeiteffizienzgewinne zu einer vermehrten Internet-Frequentierung mit einem größeren Datenvolumen und somit einem erhöhten Energieverbrauch des IT-Sektors [15].

Technisch induzierte Rebound-Effekte – verschobene und verborgene Energieverbräuche

Neue Fernseher sind nicht nur energieeffizienter als alte Geräte, sondern besitzen auch eine wesentlich bessere Bild- und Tonqualität. Dies kann zu einer längeren Nutzung verleiten, die den Stromverbrauch wiederum erhöht. Nimmt hingegen zugleich der Funktionsumfang zu, z. B. in Folge einer Internetnutzung über den Fernseher, so wäre der Mehrverbrauch dann kein (reiner) Rebound-Effekt [16].

Ein technischer Rebound-Effekt, der bisher in den Studien nicht erwähnt wurde: Da Energiesparlampen ein Vorschaltgerät besitzen, weisen sie einen kapazitiven Widerstand auf – im Gegensatz zu Glühlampen, die nur einen ohmschen Widerstand aufweisen. Bei einem ohmschen Widerstand sind die Wirkleistung (die in Licht und Wärme umgewandelte Energie) und die sogenannte Blindleistung identisch, da hier Spannung und Strom phasengleich sind. Bei kapazitiven Widerständen im Wechselstromkreis kann dagegen eine Phasenverschiebung erfolgen; die Blindleistung kann dann die Wirkleistung übersteigen [17]. In der Folge muss das Versorgungsunternehmen mehr Strom liefern, als für die eigentliche

Dienstleistung benötigt wird. Der reale Energieverbrauch von Sparlampen kann dadurch höher als angegeben ausfallen – die haushaltsüblichen Stromzähler können ihn aber nicht erfassen. Darüber hinaus können Energiesparlampen weitere problematische Nebenwirkungen aufweisen [18].

Ein weiteres Beispiel: In den Haushalten wird der weitaus größte Teil des genutzten Stroms letztlich in Wärme umgewandelt. Daher kann 1 Kilowattstunde Strom im Jahresverlauf rund 0,5 Kilowattstunden Heizenergie einsparen [19]. Die Stromeinsparung führt also zu einem Rebound-Effekt bei der Heizenergie. Dennoch war es bisher richtig, Strom einzusparen, da bei der Erzeugung des Stroms durch die Umwandlungsverluste in den Kraftwerken größere Kohlendioxidmengen freigesetzt werden, als bei der Nutzung fossiler Energien zu Heizzwecken. Dies könnte sich allerdings nun ändern, wenn der Strom aus erneuerbaren Energien stammt und in einem ausreichenden Maße verfügbar ist. Heizt der Haushalt dann noch mit Öl, könnte die Einsparung von Strom zu einer Erhöhung der Kohlendioxidemissionen führen. Es wird also komplizierter, Eindeutigkeiten lösen sich auf.

Auf Wissensdefiziten beruhende Rebound-Effekte – kann denn „Grünstrom“ Sünde sein?

Eine Mehrnutzung von Strom kann auch auf Informationsdefiziten beruhen. So kann die „Brenndauer“ von Energiesparlampen auch deshalb höher sein, weil man durch ein häufiges Ein- und Ausschalten eine Schädigung der Lampe vermutet [20]. Ein weiteres Beispiel: Bezüglich von Strom aus erneuerbaren Energien könnten diesen insgesamt stärker nutzen, weil sie annehmen, dass er CO₂-frei sei. Dies ist jedoch nicht der Fall, da bei der Herstellung der Anlagen Treibhausgase freigesetzt werden, so z. B. rund 30 g CO₂ je Kilowattstunde ins Netz eingespeister Windenergie [21]. Außerdem findet eine CO₂-Emissionserhöhung bei fossilen Kraftwerken statt, die nun mit einem schlechteren Wirkungsgrad als Standby-

Kraftwerke fungieren. Der vermehrte Teillastbetrieb des bestehenden Kraftwerk-parks führt derzeit zu einer weiteren Erhöhung der Treibhausgas-Emissionen in der Größenordnung von etwa 55 g CO₂ je Kilowattstunde ins Netz eingespeister Windenergie [22].

Gegenläufige Rebound-Effekte – oder die Lust am Sparen

Energieeffizienzsteigerungen können jedoch auch zu einer Art gegenläufigem Rebound-Effekt führen, indem die durch die Effizienzsteigerungen eingesparten Finanzmittel für weitere Effizienzsteigerungen und Energiesparmaßnahmen ausgegeben werden. Dadurch kommt eine umgekehrte Dynamik ins Rollen, eine Lust am Sparen kann sich entwickeln [23]. Manchmal scheint es eines Anstoßes dafür zu bedürfen. So hat sich in Japan seit der schweren Naturkatastrophe und dem nachfolgenden GAU des Atomkraftwerks in Fukushima im März 2011 Stromsparen anscheinend zu einer Art Volkssport entwickelt. Dabei wird auch zu unkonventionellen Maßnahmen gegriffen, wie z. B. ein Austausch der vorhandenen Sicherungen gegen solche mit einer niedrigeren Amperezahl [24].

Ausmaß der Rebound-Effekte – die Faustformel 50 : 50

Definiert wird die Höhe eines Rebound-Effektes als jener Prozentsatz einer effizienzsteigernden Maßnahme oder Technologie, der durch einen Anstieg der Nachfrage kompensiert wird. Bei der Berechnung des quantitativen Ausmaßes von Rebound-Effekten liegen noch erhebliche Unsicherheiten vor, da die meisten Quantifizierungen nur Teilbereiche abdecken [25]. Vor diesem Hintergrund kann aus einer Reihe von Studien die „Faustformel Fifty-Fifty“ abgeleitet werden: Langfristig und im Mittel ist mit gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekten in Höhe von rund 50 Prozent zu rechnen. Mit anderen Worten: Die Hälfte der theoretisch erwarteten Energieeffizienzsteigerungen wird durch Rebound-Effekte wieder aufgezehrt [26].

Ausblick und Fazit

Effizienzsteigerungen als Mittel, um den Energieverbrauch einzudämmen – diese Strategie ist im Kern richtig und auch weiterhin notwendig. Die erhofften Einspareffekte sind jedoch in der Regel nicht realistisch, da sie durch Rebound-Effekte geschmälert werden. In Zukunft wird daher wesentlich stärker auf diese Nebenwirkungen von Effizienzsteigerungen geachtet werden müssen. Dabei gibt es zumindest gegen ökonomisch induzierte Rebound-Effekte im Prinzip ein einfaches Mittel: Die Energiepreise müs-

sen nur in dem Maße erhöht werden, wie die Energieeffizienz oder das Einkommen steigt. Dadurch würden die Einkommensanteile, die für Energie aufgewandt werden müssen, gleich bleiben. Um ein ökologisches Gleichgewicht in Zukunft auch nur annähernd zu erreichen, kann es ein „Naturgesetz“ auf billige Energie nicht mehr geben!

*Dr. Hans-Jürgen Leist
ECOLOG-Institut für sozial-ökologische
Forschung und Bildung gGmbH
Nieschlagstr. 26, 30449 Hannover
E-Mail: juergen-leist@ecolog-institut.de*

Literatur

- [1] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 7, und Carstens P: Effizienzkiller Rebound. GEO-online 2012: <http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/effizienzkiller-rebound-71345.html> (20.03.2013)
- [2] Nach Angaben von Prof. Ortwin Renn (Universität Stuttgart) bei einem Vortrag am 20.06.2013 in Hannover.
- [3] VDI Nachrichten, 24.5.2013, S. 11
- [4] Madlener R, Alcott B: Herausforderungen für eine technisch-ökonomische Entkoppelung von Naturverbrauch und Wirtschaftswachstum. Berlin 2011 (im Auftrag der Enquete-Kommission Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität), S. 9
- [5] Vgl. Hänggi M: Energieeffizienz mit Haken. umwelt aktuell 2/2009, S. 8 (8–9)
- [6] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 7
- [7] et-Redaktion: Der Rebound-Effekt. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 8/2012, S. 22. Quelle der Grafik: Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 7
- [8] Vgl. Kanatschnig D, Lacher E: Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society. Wien 2012, S. 10
- [9] Vgl. Peters A et al.: Rebound-Effekte aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Karlsruhe 2012, S. 10 ff. Vgl. auch Schlegel M: Empfehlungen zu Schweizer Politikinstrumenten in Abhängigkeit von Reboundeffekten. Zürich 2009, S. 11
- [10] Vgl. Kanatschnig D, Lacher E: Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society. Wien 2012, S. 11, und Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 14
- [11] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 14 f
- [12] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 15. Vgl. auch Peters A et al.: Rebound-Effekte aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Karlsruhe 2012, S. 7, und Kanatschnig D, Lacher E: Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society. Wien 2012, S. 11
- [13] Kanatschnig D, Lacher E: Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society. Wien 2012, S. 12
- [14] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 17 f
- [15] Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 17 f
- [16] Vgl. hierzu de Haan P: Energie-Effizienz und Reboundeffekte: Entstehung, Ausmass, Eindämmung. Bern 2009, S. 8 f
- [17] Vgl. hierzu Tkotz K et al.: Fachkunde Elektrotechnik. Haan-Gruiten 2009, S. 134 ff. und 166.
- [18] Vgl. hierzu die Internetseite <http://www.gluehbirne.ist.org/> (07.07.2013). Nicht alle angeführten Aspekte und Daten dieser Website sind vollkommen stichhaltig; sie vermittelt aber einen Eindruck davon, welche Fülle von Nebenwirkungen der Kompakt-Energiesparlampen bei einer Gesamtbilanz zu beachten ist, die z.B. die Lichtqualität betreffen.
- [19] Vgl. hierzu Richtert W et al.: Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch in Niedrigenergie- und Passivhäusern. Stuttgart 2002, S. 20 ff
- [20] Vgl. Peters A et al.: Rebound-Effekte aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Karlsruhe 2012, S. 38 ff
- [21] Diese Daten wurden für den offshore-Windpark alpha ventus ermittelt. Vgl. hierzu https://www.econitor.de/magazin/wohnen/erste-deutsche-offshore-windanlage-positive-oekobilanz_10734.html (16.10.2012)
- [22] Vgl. Roth H et al.: Windenergiebedingte CO₂-Emissionen konventioneller Kraftwerke. München 2005, S. 69 f
- [23] Vgl. Peters A et al.: Rebound-Effekte aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Karlsruhe 2012, S. 29 ff
- [24] VDI Nachrichten 26.10.2012, S. 10
- [25] Vgl. Santarius T: Der Rebound-Effekt. Wuppertal Institut 2012, S. 4
- [26] Sachverständigenrat für Umweltfragen: Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Berlin 2011, S. 230