

Sturm, Bodo; Mennel, Tim

Working Paper

Energieeffizienz: Eine neue Aufgabe für staatliche Regulierung?

ZEW Discussion Papers, No. 08-004

Provided in Cooperation with:

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

Suggested Citation: Sturm, Bodo; Mennel, Tim (2008) : Energieeffizienz: Eine neue Aufgabe für staatliche Regulierung?, ZEW Discussion Papers, No. 08-004, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/24674>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Discussion Paper No. 08-004

**Energieeffizienz –
eine neue Aufgabe für
staatliche Regulierung?**

Tim Mennel und Bodo Sturm

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Centre for European
Economic Research

Discussion Paper No. 08-004

**Energieeffizienz –
eine neue Aufgabe für
staatliche Regulierung?**

Tim Mennel und Bodo Sturm

Download this ZEW Discussion Paper from our ftp server:

<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp08004.pdf>

Die Discussion Papers dienen einer möglichst schnellen Verbreitung von
neueren Forschungsarbeiten des ZEW. Die Beiträge liegen in alleiniger Verantwortung
der Autoren und stellen nicht notwendigerweise die Meinung des ZEW dar.

Discussion Papers are intended to make results of ZEW research promptly available to other
economists in order to encourage discussion and suggestions for revisions. The authors are solely
responsible for the contents which do not necessarily represent the opinion of the ZEW.

Energieeffizienz – eine neue Aufgabe für staatliche Regulierung?

Tim Mennel und Bodo Sturm

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW), Mannheim

E-mail:

mennel@zew.de, sturm@zew.de

Januar 2007

Zusammenfassung

Hinter der Forderung nach höherer Energieeffizienz stehen üblicherweise konkrete umwelt- und energiepolitische Ziele wie Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Ressourcenschonung. Das vorliegende Papier analysiert diese Argumente und diskutiert mögliche Politikinstrumente zur Zielerreichung. Dabei zeigt sich, dass eine rationale Wirtschaftspolitik im Fall von energie-relevantem Marktversagen und Problemen intergenerationaler Gerechtigkeit kosteneffiziente, spezifische Instrumente nutzen sollte. Hierzu zählen informatorische Maßnahmen, CO₂-Zertifikate und spezifische Energiesteuern. Eine höhere Energieeffizienz ist Ergebnis einer solchen rationalen Politik und nicht Mittel zum Zweck. Pauschale Instrumente, die direkte Energiesparvorgaben machen, wie Weiße Zertifikate und Zwangsstandards sind dagegen nicht zu empfehlen.

Die Autoren danken Valeriy Romashenko und Thomas Pfeiffer für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit. Sie entstand im Rahmen eines Projektes für das Umweltministerium Baden-Württemberg, dem an dieser Stelle für die finanzielle Unterstützung gedankt sei.

Das Wichtigste in Kürze

Hinter der Forderung nach höherer Energieeffizienz stehen üblicherweise konkrete umwelt- und energiepolitische Ziele wie Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Ressourcenschonung. Das vorliegende Papier analysiert diese Argumente und diskutiert mögliche Politikinstrumente zur Zielerreichung. Ausgangspunkt der Betrachtung sind funktionierende Wettbewerbsmärkte, auf denen es – abgesehen von Argumenten der intergenerationellen Verteilungsgerechtigkeit – keine plausiblen Gründe gibt, die für einen notwendigen Staatseingriff zur Erhöhung der Energieeffizienz sprechen. Aus ökonomischer Sicht lassen sich jedoch eine Reihe von Situationen identifizieren, in denen Märkte nicht oder nur eingeschränkt funktionieren. In diesem Fall führt individuell rationales Verhalten nicht zu einem sozial optimalen Resultat. Diese Situationen – auch als Marktversagen bezeichnet – können gezielte Eingriffe des Staates in das Marktgeschehen begründen, die die gesellschaftliche Wohlfahrt verbessern. Das zentrale Kriterium für die Bewertung von Maßnahmen zur Beseitigung des Marktversagens ist dabei die Kosteneffizienz. Eine Maßnahme ist dann kosteneffizient, wenn sie ein Ziel (z.B. Reduzierung der CO₂-Emissionen) zu geringstmöglichen Kosten für die Gesellschaft erreicht. Aus ökonomischer Sicht kommt es insbesondere darauf an, zu identifiziertem Marktversagen ein jeweils kosteneffizientes, spezifisches Instrument zu finden. CO₂-Zertifikate und spezifische CO₂- und Energiesteuern sowie informatorische Maßnahmen sind die vorzugswürdigen Instrumente, um Marktversagen im Bereich der Energieeffizienz zu beseitigen. Informatorische Maßnahmen sind geeignet, Ineffizienzen durch asymmetrischer Information zu verhindern. Steuern auf CO₂ und ausgewählte Energieträger sowie CO₂-Zertifikate zeichnen sich insbesondere durch ihre Kosteneffizienz aus. Zugleich führen sie i. A. durch die gezielte Verteuerung bestimmter (fossiler) Energieträger zu einer höheren Energieeffizienz. Eine höhere Energieeffizienz ist damit Ergebnis von gezielten Staatseingriffen zur Reduzierung von Marktversagen im Bereich der Energienutzung. Diese Instrumente sind auch effiziente Maßnahmen zur Herstellung der intergenerationalen Verteilungsgerechtigkeit. Dagegen sind direkte regulatorische Energieeffizienzvorgaben ineffizient. Zwangsstandards verletzen das Kriterium der Kosteneffizienz und sind daher aus ökonomischer Sicht nicht zu empfehlen, wenn Ziele wie Klimaschutz und Versorgungssicherheit erreicht werden sollen. Auch das Instrument der Weißen Zertifikate – auch „handelbare Sparobligationen“ genannt – ist nicht zielführend, da es pauschal auf der Nachfrageseite für Energie ansetzt und den Akteuren keine ausreichenden Anreize zum Energieträgerwechsel setzt. Außerdem verursacht es hohe Bürokratiekosten. Zur Erreichung einer gerechten Ressourcenverteilung sind diese Maßnahmen ebenfalls schlecht geeignet.

Gliederung

1. EINLEITUNG.....	4
2. ENERGIEEFFIZIENZMAßNAHMEN IN DER PRAXIS	6
2.1 Energieeffizienzmaßnahmen in den USA	6
2.2 Energieeffizienzmaßnahmen in der Europäischen Union.....	9
2.3 Die Messung der Einsparwirkung von Energieeffizienzmaßnahmen.....	12
2.4 Messprobleme bei Subventionen und Standards.....	15
3. DIE STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ AUS ÖKONOMISCHER SICHT.....	17
3.1 Märkte und Marktversagen	17
3.2 Energieeffizienz – eine makroökonomische Perspektive	19
3.2.1 Energieeffizienz und Klimaschutz.....	19
3.2.2 Energieeffizienz und Ressourcenknappheit	21
3.2.3 Energieeffizienz und Versorgungssicherheit	30
3.3 Energieeffizienz – eine mikroökonomische Perspektive	32
3.3.1 Marktversagen	33
3.3.2 Marktbarrieren.....	39
3.3.3 Organisationsversagen	44
4. MAßNAHMEN ZUR ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	45
4.1 Energieeffizienz vs. Kosteneffizienz	46
4.2 Instrumente	49
4.2.1 Emissionszertifikate	49
4.2.2 Emissions- und Energiesteuern	51
4.2.3 Weiße Zertifikate.....	53
4.2.4 Subventionen	54
4.2.5 Standards.....	56
4.2.6 Labeling und Information	58
5. FAZIT.....	58
6. LITERATURVEREICHNIS.....	60

1. Einleitung

Die gemeinsame Erklärung des U.S.-EU Gipfels in Washington D.C. vom 30. April 2007 zu „Energiesicherheit, Effizienz und Klimawandel“ hebt es deutlich hervor: wichtiges, wenn nicht das wichtigste Ziel der Energiepolitik im 21. Jahrhundert ist die Steigerung der Energieeffizienz. Als Begründung werden sowohl die Versorgungssicherheit als auch der Klimaschutz genannt:

“Tackling the challenge of energy security will also require unprecedented international cooperation in several areas, including increasing energy efficiency, market transparency [and] diversifying energy supplies. [...] We especially note the importance of advancing energy efficiency, near-zero emissions coal and renewables, including biofuels, in improving our energy security and reducing anthropogenic emissions of greenhouse gases. Improve energy efficiency, especially in the transportation sector and buildings and appliances.”

Sowohl die USA als auch die EU nennen in der Erklärung sogar konkrete (wenngleich auch nicht bindende) Ziele zur Erhöhung der Energieeffizienz ihrer Volkswirtschaften: Die USA wollen die Energieeffizienz bis 2015 um 30 % gegenüber der von 2003 steigern, die EU bis 2020 um 20 % gegenüber einem Referenzszenario. Dies ist eine bemerkenswerte Einigkeit vor dem Hintergrund des transatlantischen Disputs um die Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Keine Frage also – Energieeffizienz ist „en vogue“. Auf beiden Seiten des Atlantiks werden immer neue Vorschläge und Forderungen formuliert, welche Maßnahmen zu ihrer Steigerung geeignet seien. Häufig richten sich die Appelle an die Politik, von der regulatorische Eingriffe verlangt werden. In einer Reihe von Ländern hat man solche Maßnahmen bereits umgesetzt: In den USA kennt man seit Ende der 70er Jahre das „Demand Side Management“ (DSM), Großbritannien erlässt im Rahmen seiner Klimapolitik seit 2001 Energiesparvorgaben für weite Zweige seiner Industrie, Italien hat ebenfalls 2001 handelbare Energiesparobligationen (sogenannte „Weiße Zertifikate“) für große Strom- und Gasversorger eingeführt. Aus Sicht der Ökonomik stellt sich die Frage, in wie weit es Aufgabe des Staates ist, die Energieeffizienz in einzelnen Bereichen einer Volkswirtschaft direkt oder indirekt zu regulieren. Unter Energieeffizienz verstehen wir in der Ökonomik das Verhältnis des Wertes produzierter Gütern zur eingesetzten Energie.¹ Wenn es Gründe für einen Staatseingriff gibt, nach welchen Kriterien sollten die notwendigen Maßnahmen bewertet werden? Welche Maßnahmen sollten schließlich unter Berücksichtigung bereits existierender Regulierungen durchgeführt werden?

¹ Allgemeiner kann man Energieeffizienz als das Verhältnis einer quantifizierbaren Aktivitätsgröße zum Energieeinsatz definieren. Vgl. Abschnitt 2.3.

In dem vorliegenden Discussion Paper gehen wir diesen Fragen nach. Thematisiert werden die zentralen Gründe, die in der öffentlichen Diskussion für eine staatlich forcierte Steigerung der Energieeffizienz vorgebracht werden: das sind vor allem Klima- und Umweltschutz, die Schonung endlicher Ressourcen und die allgemeine Versorgungssicherheit. Aus ökonomischer Sicht stellt sich die Frage, ob und wenn Ja welche Formen von Marktversagen den Problemen zugrunde liegen – oder ob Verteilungsgründe die Energieeffizienzmaßnahmen motivieren (gemeint ist hier die Verteilung von natürlichen Ressourcen zwischen den Generationen). Denn unter den Bedingungen perfekt funktionierender Wettbewerbsmärkte wird Energie, werden Primärenergieträger wie andere Güter auch gemäß ihrer Knappheit bepreist. Nach dem Grundparadigma des marktwirtschaftlichen Ressourceneinsatzes ist die so entstehende Allokation effizient und damit wohlfahrtsmaximal – ohne einen Eingriff des Staates in das Wirtschaftsgeschehen. Im Zusammenhang mit der Umwelt- und Energiepolitik gibt es eine Reihe von wohlbekanntem Marktversagenstatbeständen, mit denen Staatseingriffe ökonomisch rationalisiert werden. Vor allem sind dies externe Kosten wirtschaftlichen Handelns, also z.B. die Emission von Treibhausgasen. Diese sind ursächlich für den Klimawandel und führen so zu sozialen Kosten, die der Emittent bei seinen Produktionsentscheidungen nicht berücksichtigt. Durch das Paradigma externer Kosten kann man Staatseingriffe wie Umweltsteuern oder CO₂-Zertifikate ökonomisch rationalisieren.

Das Vorliegen eines Marktversagens kann also einen Staatseingriff rechtfertigen – es bleibt aber die Frage zu beantworten, wie dieser aussehen sollte. Genauer gefragt: Was ist das geeignete Kriterium für die Bewertung umweltpolitischer Maßnahmen, insbesondere von Energieeffizienzmaßnahmen? Wie in Abschnitt 4 ausführlich erläutert, ist dies aus Sicht der Ökonomik das Kriterium der Kosteneffizienz. Eine Maßnahme ist dann kosteneffizient, wenn sie ein vorgegebenes Ziel zu geringstmöglichen Kosten für die Gesellschaft erreicht. Ein solches Ziel kann z.B. die Reduzierung der CO₂-Emissionen um eine bestimmte Menge sein oder die Gewährleistung möglichst hoher Versorgungssicherheit. Auch bei der Frage nach der intergenerationalen Gerechtigkeit der Ressourcenallokation ist die Anwendung des Kriteriums der Kosteneffizienz sinnvoll. Wie in Abschnitt 3 erläutert, kann man Staatseingriffe in das Marktgeschehen (unter bestimmten Umständen) auch dadurch rechtfertigen, dass der Verbrauch endlicher Ressourcen über die Generationen hinweg nicht nachhaltig ist. Auch ein solcher Eingriff sollte aber am Maßstab der Kosteneffizienz gemessen werden, d.h., das Ziel einer gerechten Ressourcenverteilung sollte mit möglichst wenig makroökonomischen Kosten erreicht werden.

Wie wir im Laufe dieser Arbeit erläutern, genügen die häufig diskutierten pauschalen Energieeffizienzmaßnahmen wie Standards oder Weiße Zertifikate entweder nicht dem Kriterium der Kosteneffizienz oder sind nicht zielführend. Andere Instrumente wie Energiesteuern, der Handel mit Emissionszertifikaten oder informatorische Maßnahmen, erreichen die Ziele des Umwelt- und Klimaschutzes mit größerer Effektivität und zu

geringeren Kosten. Energieeffizienz sollte das Ergebnis von umwelt- und energiepolitischen Staatseingriffen sein, nicht deren Ausgangspunkt. Diese Sicht wird ausführlich begründet und mit Beispielen erläutert.

Das Papier ist folgendermaßen strukturiert: Im zweiten Abschnitt stellen wir Energieeffizienzmaßnahmen aus der Praxis vor, wie sie insbesondere in den USA und der EU eingesetzt werden. Außerdem erläutern wir die Probleme, die beim Messen von Energieeffizienz und Energieeinsparungen entstehen. Dabei gehen wir auch auf verschiedene Indikatoren und Definitionen von Energieeffizienz ein. Der dritte Abschnitt diskutiert ausführlich die makro- und mikroökonomische Gründe, die zur Rechtfertigung von Energieeffizienzmaßnahmen herangezogen werden. Unter makroökonomischen Gründen verstehen wir dabei die gesamtgesellschaftlichen Probleme, die durch Umweltverschmutzung, Ressourcenverknappung und Versorgungsunsicherheit entstehen. Unter mikroökonomischen Gründen fassen wir Probleme, die in der Interaktion von Akteuren auf imperfekten Märkten entstehen, wie z.B. Informationsprobleme im Mieter-Vermieter-Verhältnis oder bei der Vergabe von Krediten für Energieeffizienzinvestitionen. Im vierten Abschnitt erläutern wir die Unterscheidung zwischen Energie- und Kosteneffizienz. Darüber hinaus werden die verschiedenen Instrumente, mit denen man die im dritten Abschnitt erläuterten Probleme bewältigen kann, hier dargestellt und anhand des Kosteneffizienzkriteriums bewertet.

2. Energieeffizienzmaßnahmen in der Praxis

In diesem Abschnitt stellen wir Beispiele für Regulierungsmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Praxis vor. Als erstes gehen wir dabei auf die Erfahrungen der USA ein, die seit den 70er Jahren auf Energieeffizienzmaßnahmen in der Energie- und Umweltpolitik setzen. Danach folgt eine Darstellung der Energieeffizienzpolitik in der Europäischen Union. Ein großes Problem bei den Energieeffizienzmaßnahmen stellt die korrekte Messung ihrer Ergebnisse dar. Wir thematisieren die Debatte, die dazu in der Literatur entbrannt ist.

2.1 Energieeffizienzmaßnahmen in den USA

Als eines der ersten Länder begannen die USA in den 70er Jahren, Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz einzuführen. Hintergrund waren die Ölkrisen und das erwachende Umweltbewusstsein. Einzelne Staaten übernahmen eine Vorreiterrolle, darunter vor allem Kalifornien und New York, später folgte die Gesetzgebung auch auf Bundesebene.

Erste Maßnahmen zielten auf die verpflichtende Einführung von Energieeffizienzstandards, so z.B. 1974 der „California Warren-Alquist Energy Resources Conservation

and Development Act“, der eine Kommission zur Festlegung von Standards einsetzte.² Bundesweite Regelungen folgten 1975 mit dem „Energy Policy and Conservation Act“ (EPCA), der das National Institute of Standards and Technology (NIST) mit der Entwicklung technischer Energieeffizienzstandards beauftragte. Es folgte 1977 die Gründung des Department of Energy (DOE), des amerikanischen Bundesministeriums für Energie, das durch den „National Energy Conservation Policy Act“ (NECPA) von 1978 mit der Festlegung von Energie-Zwangsstandards für 13 Kategorien von Haushaltsgeräten beauftragt wurde. Die Umsetzung des Auftrags und insbesondere die Durchsetzung der Standards erwies sich als schwierig. Intensive Konsultationen zwischen der Industrie, Umweltaktivisten und dem DOE führten 1987 zum „National Appliance Energy Conservation Act“ (NAECA), der Effizienzstandards für 12 Kategorien von Haushaltsgeräten festlegte, darunter Kühl- und Gefrierschränke, Backöfen und Klimaanlage. Weitere Gesetze und Verordnungen folgten, darunter im „Energy Policy Act“ von 1992, in dem das DOE alte Standards durch neue ersetzte und weitere Kategorien von Haushaltsgeräten standardisierte. Parallel zur Gesetzgebung wurden ingenieurwissenschaftliche Forschungsinstitute mit der Schätzung der eingesparten Energie und den entstandenen Kosten beauftragt, darunter das „Lawrence Berkeley National Laboratory“ und das „American Council for an Energy-Efficient Economy“. Die Wirkung der Standards ist umstritten (dazu mehr im Abschnitt 2.3). Unter Berücksichtigung verzerrender Effekte berechnen Gillingham et al. (2006) für das Jahr 2000 eine jährliche Energieeinsparung durch Energieeffizienzstandards von 1,20 quad (das sind 1,266 Mrd. GJ oder 1,7 % des amerikanischen Gesamtverbrauchs an Energie ohne Verkehr). Dafür weisen sie Kosten in Höhe von 2,51 Mrd. US\$ aus (in Dollar von 2002).

Sowohl der EPCA als auch der NECPA enthielten Regelungen zum sogenannten „Demand Side Management“ (DSM), das durch den „Public Utility Regulatory Policies Act“ (PURPA) von 1978 in die allgemeine Strommarktregulierung integriert wurde. DSM-Maßnahmen verpflichten Energieversorger zu bestimmten Energieeinsparungen, die diese auf verschiedene Weise erreichen können. Das sind zunächst technologische Erneuerungen im Kraftwerkspark mit dem Ziel einer Erhöhung des Wirkungsgrads sowie einer Verbesserung im Netzmanagement. Darunter versteht man eine gute geographische und zeitliche Anpassung der Kraftwerks- und Netzkapazitäten an die Stromnachfrage, die die Effizienz des Energieeinsatzes verbessert. Eine Verringerung der Differenz zwischen Grund- und Spitzenlast führt ebenfalls zu Energieeinsparungen. Die Energieversorger setzen hierzu auch bei ihren Kunden an, mit dem Ziel einer verbesserten Koordination von Stromangebot und -nachfrage. Firmen werden mit besonders günstigen Nachtstromtarifen dazu bewegt, energieintensive Produktion in die Nachtstunden zu verlegen, in

² Unsere Darstellung basiert auf Gillingham et al. (2006), einem ausführlichen Bericht des Umwelt-Forschungsinstituts RFF im Auftrag der „National Commission on Energy Policy“, der eine retrospektive Bewertung der Energieeffizienzmaßnahmen in den USA durchführt und der die Diskussion um die Messverfahren und -ergebnisse darstellt.

denen die Haushaltsnachfrage absinkt. Darüber hinaus setzen die Energieversorger direkt bei einer Verbesserung der Energieeffizienz der Haushalte und Firmen an. Während sie in den 70er Jahren vor allem vergünstigte Kredite für energieeffiziente Geräte und bauliche Maßnahmen vergaben, so werden seit den 80er Jahren auch direkte finanzielle Beihilfen für solche Energieeffizienzverbesserungen gewährt. 1990 nahmen 14 Mio. Privathaushalte, 125.000 Firmen aus dem Handelsgewerbe und 37.500 Firmen aus dem industriellen Sektor an solchen Maßnahmen teil. Der „Energy Policy Act“ von 1992 begann mit der Liberalisierung und ordnungspolitischen Deregulierung der Strommärkte in den USA, die in den 90ern durch eine Reihe von Bundes- und Einzelstaatsgesetzen umgesetzt wurde. Die Deregulierung hat zu einer Reihe von Netzzonen geführt, die von unabhängigen Systemadministratoren („Independent System Operators“) gemanagt werden und regionaler und bundesstaatlicher Aufsicht unterliegen. Stromerzeuger stehen untereinander im Wettbewerb. Der EPA schreibt die DSM-Programme für die neue Regulierungsumgebung fort, die Kosten dafür werden auf die Versorger umgelegt. In der Praxis ist jedoch seit den 90er Jahren ein Rückgang des Umfangs von DSM-Maßnahmen festzustellen. Die Bundesstaaten kürzen die Vorgaben, die Mittel für finanzielle Beihilfen werden ausgedünnt und man setzt im Falle der effizienten Koordination von Angebot und Nachfrage auf die Kräfte des Marktes. Gillingham et al. (2006) berechnen für das Jahr 2000 Gesamtkosten für DSM-Maßnahmen in Höhe von 1,78 Mrd. US\$, die zu einer Energieeinsparung von 0,62 quad (0,65 Mrd. GJ) oder 0,9 % des Gesamtverbrauchs ohne Verkehr) führen.

Neben den Effizienzstandards setzen das DOE und die Environmental Protection Agency (EPA)³ seit den 90er Jahren auch verstärkt auf Informationsprogramme für Verbraucher. Die energieeffizientesten Geräte am Markt werden von Experten der EPA mit dem „Energy Star“ ausgezeichnet. Das waren zunächst Computer und Monitore, später kamen Heizungen und Klimaanlage hinzu. Heute werden auch industrielle Anlagen und Wohngebäude mit dem Energy Star ausgezeichnet. Die EPA verwendete im Jahr 2001 rund 50 Mio. US\$ für die Verwaltung des Energy Star Programms. Gillingham et al. (2006) weisen für dieses Jahr eine Energieeinsparnis von bis zu 0,93 quad (0,99 Mrd. GJ) oder 1,3 % des Energiegesamtverbrauchs ohne Verkehr) durch dieses Verbraucher-Informationsprogramm aus. Die Schätzung der Einsparung ist hier natürlich besonders schwierig, da man das contrafaktische Kaufverhalten extrapolieren muss (vgl. hierzu Abschnitt 2.3). Selbst wenn die ausgewiesene Energieeinsparung etwas zu hoch liegen sollte, so kann man jedoch am Verhältnis von Einsparungen zu Kosten die enorme wirtschaftliche Effizienz der Maßnahme erkennen. Anders als Standards und DSM-Programme führt der Energy Star zu keinen Marktverzerrungen, sondern setzt im Gegenteil auf einen funktionierenden Markt durch verbesserte Information des Verbrauchers.

³ Die United States Environmental Protection Agency (EPA) ist eine 1970 gegründete amerikanische Bundesbehörde mit Hauptsitz in Washington, D.C.. Sie berät die amerikanische Bundesregierung in Umwelt- und Energiefragen und überwacht die Durchsetzung der Umweltgesetzgebung.

Zwei weitere Programme auf freiwilliger Basis mit dem Ziel von Umweltschutz und Energieersparnis werden vom DOE betreut. Das ist zunächst das nationale Register für Treibhausgasemissionen und Emissionsreduktionen in Industrie und Handel, das durch den Energy Policy Act von 1992 institutionalisiert wurde. Es wird allgemein „Section 1605b“ Programm genannt, nach dem Artikel im Energiegesetzbuch. Als Reduktionen werden eine ganze Reihe von Maßnahmen gewertet: Verbesserte Treibstoffeffizienz in der Produktion, Wiederaufforstungsprogramme, Einsatz erneuerbarer Energien, Herstellung von energieeffizienten Autos oder auch Werksstilllegungen und Aufgabe bestimmter Produkte. Dem Section 1605b Programm für das produzierende und handelnde Gewerbe steht das „Climate Challenge“ Programm für Energieversorger gegenüber. Das DOE berät die Versorger mit dem Ziel, die Treibhausgasreduktionen zu reduzieren, jene berichten im Gegenzug über durchgeführte Maßnahmen und Emissionseinsparungen. Der Schwerpunkt liegt hier bei technischen Verbesserungen der Energieeffizienz. Auch diese Berichte werden in einem nationalen Register gesammelt. Die Kosten für das Section 1605b und das Climate Challenge Programm sind verschwindend: Nach Angaben von Gillingham et al. (2006) liegen sie bundesweit jeweils unter 500.000 US\$. Als Obergrenze für die eingesparte Energie durch das 1605b Programm weisen die Autoren 0,41 quad (0,43 Mrd. GJ), 0,58 % der Gesamtenergie ohne Verkehr) aus, für das Climate Challenge Programm 0,81 quad (0,85 GJ), 1,1 % des Gesamtverbrauchs ohne Verkehr, jeweils für das Jahr 2000).

Insgesamt kommen Gillingham et al. (2006) auf Energieeinsparungen von 4 quad, das sind 4,22 Mrd. GJ oder knapp 6 % des gesamten Energieverbrauchs ohne Verkehr. Sie weisen darauf hin, dass die Einsparungen überwiegend im Bereich der Nutzung privater und kommerzieller Gebäude erzielt werden, die ihrerseits 54 % des gesamten Energieverbrauchs ohne Verkehr ausmachen. Die Energieeinsparmaßnahmen führen auch zu einer Reduktion der Emission von Treibhausgasen (das ist ja z.T. auch deren Motivation), die die Autoren auf 63 Mio. metrische Tonnen Kohleäquivalent beziffern. Das sind 3,5 % der Gesamtemissionen. Freilich muss dazu gesagt werden, dass die USA trotz dieser Maßnahmen zwischen 1990 und 2001 eine Steigerung der Treibhausgasemissionen um 14 % zu verzeichnen haben, gegenüber 5 % in Westeuropa (DOE 2005). Diese Zahlen illustrieren das sogenannte Energiesparparadoxon, dass die Umweltwirkung von Energieeffizienzmaßnahmen konterkariert. Darauf werden wir im Zusammenhang mit den Messproblemen noch näher eingehen (vgl. Abschnitt 2.3).

2.2 Energieeffizienzmaßnahmen in der Europäischen Union

In Europa sind Großbritannien und Italien Vorreiter bei Energieeffizienzmaßnahmen. Beide Länder orientieren sich dabei an den amerikanischen DSM-Programmen: die Energieversorger, also Elektrizitäts- und Gaslieferanten, erhalten Energieeinsparvorgaben, die sie durch effizientere Energieumwandlung oder durch Maßnahmen beim

Endverbraucher umsetzen können. Dabei wurden diese Programme insofern weiterentwickelt, als dass die Einsparquoten handelbar sind (sogenannte „Weiße Zertifikate“): Die Energieeinsparung wird durch eine Behörde zertifiziert. Die am Programm beteiligten Firmen können nun entweder ihre Einsparverpflichtung selbst erfüllen oder Zertifikate in ausreichender Höhe am Markt erwerben.

In Großbritannien bilden der „Gas Act“ von 1986 und der „Electricity Act“ von 1989 die rechtliche Grundlage für die Energieeffizienzmaßnahmen. Im Rahmen dieser Gesetze machte die britische Regierung eine kumulative Energiesparvorgabe von 62 TWh (0,22 Mrd. GJ, rund 1 % Einsparung pro Jahr bezogen auf den Gesamtverbrauch an Energie) für den Zeitraum von 2002 bis 2005 in den Bereichen Elektrizität und Gas (Obligation 2001). Die Energieversorger übertrafen die Sparvorgabe – im Bereich der Elektrizität lag die Einsparung bei 38 TWh (0,13 Mrd. GJ), im Bereich fossiler Energieträger bei 53 TWh (0,19 Mrd. GJ), wovon 90 % auf eingesparten Gasverbrauch entfielen. Die entstandenen (direkten) Kosten der Maßnahmen lagen laut Regulierer bei 690 Mio. Pfund Sterling, das sind rund 1,2 Mrd. US\$. Die entstandenen Gewinne für die Haushalte werden auf 5,2 Mrd. US\$ beziffert (OECD/IEA 2007). An dem Einsparprogramm beteiligten sich – wie gesetzlich vorgesehen – alle Energieversorger mit mehr als 15.000 Kunden. Jede einzelne Maßnahme bedurfte der Genehmigung durch den Regulierer, die „Gas and Electricity Markets Authority“ (GEMA), wobei eine Reihe von Standardmaßnahmen definiert wurden, deren Energieeffizienzeinsparungen auch standardisiert beziffert wurden. Der Schwerpunkt der Maßnahmen lag im Endkundensektor und hier insbesondere bei einkommensschwächeren Haushalten (Langniss und Praetorius 2006). Das Energiesparprogramm wird nun fortgesetzt, z.Z. gibt es eine zweite Einsparphase (2005-2008), in der 130 TWh (0,47 Mrd. GJ, rund 2 % des Gesamtverbrauchs an Energie) Einsparungen vorgegeben sind. Diesmal ist die volle Handelbarkeit der Energiesparquoten erlaubt.

Italien ist das erste Land, das „Weiße Zertifikate“ einführte. Zwei Verordnungen aus dem Jahr 2001 setzten für die Jahre 2002-2006 Energieeinsparziele von 18,6 TWh p.a. im Elektrizitätssektor (66 Mio. GJ, 17,4 % des jährlichen Elektrizitätsverbrauchs) und 15,1 TWh p.a. (54 Mio. GJ) im Bereich des Gasverbrauchs (AEEG 2002, Langniss und Praetorius 2006). Diese waren von Anfang an sowohl bilateral als auch anonym handelbar. Zur Teilnahme an den Programmen sind alle Energieversorger mit mehr als 100.000 Kunden verpflichtet, die Einsparvorgaben werden entsprechend dem Marktanteil eines Unternehmens umgelegt. Diese Vorgabe führt dazu, dass 22 Gasversorger und 8 Elektrizitätsversorger an dem Programm beteiligt sind. Das grundsätzliche Prinzip entspricht dem DSM: Die Unternehmen können Steigerungen der Energieeffizienz sowohl durch Verbesserung ihrer internen Prozesse bzw. der Steigerung des Wirkungsgrads von Kraftwerken erreichen, als auch durch Maßnahmen beim Endkunden. Zur Finanzierung der Maßnahmen dürfen sie 1,7 Eurocent auf die kWh aufschlagen. Mindestens 50 % der Vorgaben müssen im jeweiligen Bereich (Elektrizität bzw. Gas) selbst erreicht werden,

die andere Hälfte kann auch durch Einsparungen außerhalb der Bereiche abgedeckt werden, also z.B. durch die Verbesserung des Wirkungsgrads von Ölheizungen. Alle Maßnahmen werden durch den Regulierer, die „Autorità per l'energia elettrica e il gas“ (AEEG), zertifiziert. In Italien entwickelt sich nun ein Markt für Energiesparfirmen („Energy Saving Company“, ESCO), die sich auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen und damit auf die Erzeugung von Weißen Zertifikaten spezialisieren. Diese verkaufen sie dann an die Energieversorger. Auf diese Weise werden die Maßnahmen aus den Energieversorgungsfirmen ausgelagert.

Auch für die Europäische Union als Ganzes hat das Thema Energieeffizienz eine erhebliche Bedeutung. Hier wird es häufig im Zusammenhang mit Klimaschutz, aber auch der Versorgungssicherheit diskutiert. Durch den EU-Klimagipfel vom 8./9. März 2007 wurden in Europa verbindliche Klimaschutzziele festgelegt, die sogenannten 2020-Ziele (7224/1/07 REV 1). Das wichtigste Vorhaben ist die Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen wie CO₂ um 30 %, sofern sich andere Industrieländer zu vergleichbaren Reduzierungen verpflichten (ohne internationales Abkommen will die EU die CO₂-Emissionen bis 2020 um mindestens 20 % gegenüber 1990 reduzieren). Weitere Ziele sind die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch auf 20 % und des Anteils von Biokraftstoffen am Kraftstoffverbrauch auf 10 %.

In den 2020-Zielen ist aber auch ein Ziel für die Energieeffizienz festgelegt: Sie soll bis 2020 um 20 % gegenüber einem Referenzszenario gesteigert werden. Dieses Ziel entspricht dem im Grünbuch über Energieeffizienz der Kommission vom 22. Juni 2005 (KOM (2005) 265) genannte Potenzial an Energieeinsparung. Vor allem Pläne für mehr Energieeffizienz im Verkehr, bei Geräten und bei Gebäuden sollen umgesetzt werden. Das Grünbuch empfiehlt dazu die Nutzung Weißer Zertifikate in ganz Europa und verweist auf die ersten Erfahrungen in Italien und die Pläne in anderen europäischen Ländern. Außerdem setzen die Autoren auf energiebewussteres Verhalten der Verbraucher, das durch Informationskampagnen erreicht werden soll.

Neben der allgemeinen Formulierung eines Energieeffizienzziels in den 2020-Zielen hat die EU schon konkrete Vorgaben für Energieeffizienzmaßnahmen beschlossen, zuletzt in der Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen. Zwischen 2006 und 2015 müssen die Mitgliedstaaten einen generellen nationalen Energieeinsparwert von 9 % (1 % p.a. entsprechend) festlegen und erreichen (Artikel 4 der Richtlinie). Ein von den Mitgliedstaaten als Zwischenziel festgelegter nationaler Richtwert muss bis 2009, drei Jahre nach Implementierung der Richtlinie, erreicht werden. Die Aufsicht der Zielerreichung sowie die Berichterstattung darüber muss von den Mitgliedstaaten an eine oder mehrere neue oder bestehende Behörde(n) übertragen werden. Zum Informations- und Erfahrungsaustausch sind der Kommission Energieeffizienz-Aktionspläne (EEAP) zum 30.06.2007, 2011 und 2014 vorzulegen. Die Verifizierung der EEAP erfolgt durch die Kommission zum Beginn des darauf folgenden Jahres. Die

Richtlinie legt weiterhin fest, dass die Mitgliedstaaten rechtliche Vorbereitung für die Einführung Weißer Zertifikate treffen sollen. Über diese soll der Ministerrat nach einer eingehenden Prüfung dann im Jahre 2009 entscheiden.

2.3 Die Messung der Einsparwirkung von Energieeffizienzmaßnahmen

Eine der Voraussetzungen für den Einsatz von Energieeffizienzmaßnahmen in der Praxis ist die korrekte Messung der Energieeffizienz. Dabei ist es wichtig, die Energieeffizienz in einem Systemansatz zu betrachten, also über die gesamte Kette der Technologien von der Gewinnung von Energieträgern über die Umwandlung, den Transport bis hin zur Nutzung von Energie. Auch bei der Einsparwirkung der Maßnahme selbst muss man sorgfältig vorgehen. Es gilt, die Wirkung der jeweiligen Maßnahme möglichst korrekt einschätzen. Darüber hinaus sind für eine umfassende politische Bewertung auch Aspekte wie Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit, Umweltbilanz und Verteilungsgerechtigkeit zu berücksichtigen. Eine korrekte Einschätzung bedeutet, dass alle wichtigen Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch in die Berechnung mit eingehen. Die Erhöhung der Energieeffizienz ist jeweils gegen Kosteneffizienzverluste abzuwägen (vgl. Abschnitt 4.1). Wie es bei so einem komplexen Problem nicht überrascht, wird die korrekte Messung in der Literatur kontrovers diskutiert.

Vor der Messung muss zunächst ein geeigneter Energieeffizienzindikator festgelegt werden. Dieser ist im Zusammenhang mit der Maßnahme zu wählen: Dies kann z.B. der Jahresverbrauch an Heizenergie pro Quadratmeter sein, wenn es um Energieeffizienz im Gebäudebereich geht, der durchschnittliche Jahresstromverbrauch eines Kühlschranks bei festgelegtem Volumen oder der Energieinput bei der Gewinnung einer Tonne Aluminium aus Bauxit einer festgelegten Qualität. Bei der Betrachtung ganzer Volkswirtschaften verwendet man üblicherweise den Jahres-Energieverbrauch pro Einheit an Bruttoinlandsprodukt, aber auch der Verbrauch pro Einwohner kann eine sinnvolle Größe sein.

Die ingenieurwissenschaftliche Sicht der Energieeffizienz fokussiert vor allem auf den Wirkungsgrad eines Produktionsprozesses, d.h. das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zur gewonnenen Nutzenergie. Auch aus ökonomischer Sicht ist der Wirkungsgrad eine relevante Größe, da er eine Angabe über den zur Produktion notwendigen Ressourceneinsatz und damit über einen wichtigen Teil der variablen Kosten der Produktion macht. Bei der Betrachtung der Energieeffizienz aus ökonomischer Sicht ist er jedoch nur einer von mehreren Faktoren, die das Verhältnis von Energieeinsatz und Kosten bestimmen. Wenn seine Erhöhung z.B. mit einer überproportionalen Steigerung der Kapitalkosten verbunden ist, so kann eine Umstellung des Produktionsprozesses die Energieeffizienz (hier verstanden als Output pro Energieeinheit) unter Umständen verringern statt steigern (vgl. Abschnitt 4.1).

Vor Messung der Wirksamkeit einer Energieeffizienzmaßnahme ist es wichtig, die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch zu identifizieren. Bei Haushalten sind dies vor allem die folgenden Faktoren: der Preis für Energieträger (z.B. Strom), die zur Verfügung stehende Technologie (z.B. Klimaanlage mit verschiedenem Wirkungsgrad), Einkommen und Liquidität (z.B. Kreditwürdigkeit für eine Investition in die Isolierung eines Wohnhauses) und schließlich die zur Verfügung stehende Information (z.B. über sinnvolles Energiesparen durch eine neue Heizungstechnologie). Diese Faktoren sind deshalb entscheidend, weil es bei der Steigerung der Energieeffizienz vor allem um die Beeinflussung von Investitionsentscheidungen geht. Beim Kauf eines energieverbrauchenden Geräts z.B. kommt es im Wesentlichen auf das Verhältnis der Anschaffungskosten zu den Energiekosten an. Selbst wenn aber hohe Energiepreise die Anschaffung eines teureren, aber auch sparsameren Geräts nahelegen, so muss ein Haushalt – je nach Größenordnung der Anschaffung – auch über die nötigen Mittel oder die Kreditwürdigkeit verfügen, um dieses finanzielle Einsparpotential auch nutzen zu können. Ähnliche Faktoren spielen auch für relevante Entscheidungen im industriellen Bereich eine wichtige Rolle. Energie- und Kosteneffizienz werden wesentlich durch das Verhältnis von Betriebs- und Kapitalkosten bestimmt. Zur Analyse des Energieverbrauchs großer Sektoren oder ganzer Volkswirtschaften werden schließlich die Einflussfaktoren typischerweise nach Aktivität, Struktur und Intensität unterschieden. Mit Aktivität ist hier der gesamte Output gemeint, dessen Umfang ja zum Energieverbrauch in Verhältnis gesetzt werden soll. Die Struktur bezeichnet den Beitrag verschiedener Sektoren oder Branchen zum Gesamtoutput. Die Intensität schließlich bezeichnet den Energieeinsatz für eine bestimmtes, standardisiertes Gut oder eine Dienstleistung. So kann man bei einer Analyse der Entwicklung etwa einer ganzen Volkswirtschaft unterscheiden, ob eine Steigerung der Energieeffizienz vor allem durch einen Strukturwandel hin zu energieintensiven Sektoren erfolgt ist oder durch eine Steigerung des Wirkungsgrads in der Produktion.

Soll nun die Wirkung einer Energieeffizienz-Maßnahme gemessen werden, geht es dabei um zwei Aspekte: die Energie-Einsparwirkung und die ökonomischen Kosten der Maßnahme.

Die absolute Einsparwirkung einer Maßnahme berechnet sich als der Energieverbrauch ohne die Maßnahme weniger den Energieverbrauch mit der Maßnahme. Freilich stellt sich die Frage, welche Werte für die Situation „Energieverbrauch ohne Maßnahme“ eingesetzt werden. Wenn hierfür einfach die Werte aus der Vorperiode, in der die Maßnahme noch nicht angewendet wurde, genommen werden, dann können die Ergebnisse sehr stark verzerrt sein. Für eine korrekte Messung der Einsparwirkung der Maßnahme muss man vergleichen, wie viel Energie mit der Maßnahme verbraucht wurde und wie viel ohne Maßnahme verbraucht worden wäre. Im Falle einer Prognose ist umgekehrt zu fragen, wie hoch der Energieverbrauch mit Maßnahme ausfallen würde, im Vergleich zum gegenwärtigen Verbrauch. In beiden Fällen ist die contrafaktische

Situation nicht beobachtbar und muss dementsprechend geschätzt werden. Bei der Messung der Wirkung ist ferner zu beachten, dass die Maßnahmen üblicherweise eine kumulative Wirkung haben. Zukünftige Effekte müssen daher mit einer Diskontrate berücksichtigt werden. Dabei muss man aber bei der Messung der Energieeinsparung aus Sicht eines einzelnen Haushaltes beachten, dass die individuellen Diskontraten unterschiedlich sein können. Darüber hinaus kann die Diskontrate durch Faktoren wie individuell unterschiedliche Opportunitätskosten, Risiken oder Irreversibilitäten beeinflusst werden. Die Schätzung dieser Diskontraten ist mit erheblichen empirischen Problemen behaftet (Hausman 1979, Sutherland 2003).

Eine der einfachen Messmethoden stellt eine Einschätzung der Einsparwirkung aufgrund technischer Parametern des Geräts (der Anlagen) dar (ohne Rücksicht auf andere Einflussfaktoren). Dabei wird für die kontrafaktische Situation einfach derselbe Output (bzw. Konsum) unterstellt wie in der gemessenen Situation. Hierbei werden alle anderen Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch vernachlässigt, wie z.B. Veränderungen der Nachfrage durch Preisänderungen und Vermögenseffekte. Bei der Anwendung solcher einfachen Methoden zur Bewertung von staatlichen Energiesparprogrammen ist zudem unklar, wie viele der beobachteten Investitionen ohnehin erfolgt wären.

Diese „naiven“ Methoden dominierten die Messverfahren Ende der 70er und zu Beginn der 80er Jahre, als die Effekte der Energiesparprogramme in den USA durch statistische Ämter gemessen wurden. Diese meldeten jeweils große Erfolge der Maßnahmen. Diese Studien werden aber heute wegen der zu erwartenden Verzerrung der Ergebnisse kritisiert (Wirl und Orasch 1998, Wirl 2000). In einem Vergleich von 42 Programmevaluierungen fanden Nadel und Keating (1991) heraus, dass ex-post Schätzungen der Energieeinsparungen durch die amerikanischen Energiesparprogramme in 75 % der Fälle erhebliche niedrigere Einsparungen ergaben als die ex-ante Schätzungen, die auf rein technischen Analysen beruhten.

Wenn man von einer einfachen, rein technischen Betrachtungsweise der Energieeffizienzmaßnahmen abrückt, stellt sich die Frage, wie die kontrafaktische Situation aufgebaut werden sollte. Grundsätzlich gibt es zwei Ansätze, um den ökonomischen Veränderungen der kontrafaktischen gegenüber der realen Situation Rechnung zu tragen: einen theoretischen und einen ökonometrischen. Bei dem theoretischen Ansatz versucht man, die verschiedenen Einflüsse auf Investitionsentscheidungen und Energieverbrauch in einem Modell abzubilden. Gelingt es, die relevanten Parameter zu kalibrieren, kann man Aussagen über tatsächliche Veränderungen des Energieverbrauchs bei der Umsetzung bestimmter Maßnahmen machen (Wirl und Orasch 1998). Der ökonometrische Ansatz vergleicht das Verhalten von einer Gruppe von ökonomischen Akteuren, die an der Maßnahme teilnehmen, mit denen einer Kontrollgruppe. Eine genaue Beschreibung solcher Verfahren im Zusammenhang mit Umweltregulierung findet sich in Frondel und Schmidt (2005).

2.4 Messprobleme bei Subventionen und Standards

Eine typische Energieeffizienzmaßnahme ist die Subventionierung von Investitionen in Energiesparmaßnahmen. Dabei kann es sich um Investitionsbeihilfen zu modernen Klimaanlage und Heizungen für Privathaushalte oder um Kreditvergünstigungen für energieeffizientere Produktionsketten in der Industrie handeln. Eine naive Prognose der Wirksamkeit dieser Maßnahme würde nun den Energieverbrauch bei Einführung der Maßnahme und den erwarteten Investitionen mit dem gemessenen Energieverbrauch mit der alten Technologie vergleichen, bei festgesetztem Konsum bzw. Output.⁴

Bei der Messung der Einsparwirkung der Subventionen sowie der Bewertung ihrer Kosten muss man aber folgende Effekte beachten: den „Rebound“-Effekt (Energiesparparadox) und den „Free-Rider“-Effekt (Mitnahmeeffekt) (Wirl 1997, 2000).

Der „Rebound“-Effekt beschreibt das Phänomen, dass die durch eine Verbesserung der Energieeffizienz erreichte Senkung der operativen Kosten die Nachfrage nach der Energiedienstleistung tendenziell erhöht. Der Konsument wird das neue, energieeffizientere Gerät, das er sich aufgrund der Subvention geleistet hat, auch mehr nutzen, wenn der Energieverbrauch ihn weniger kostet als bei seinem alten Gerät. Somit wird das vorher eingeschätzte Energiesparpotenzial erheblich geringer ausfallen, als die naive Betrachtung mit konstantem Konsum voraussagt.

Der „Free-Rider“-Effekt bezieht sich auf die Kosten der Subventionen für den Staat, die dadurch entstehen, dass sie auch an Akteure bezahlt werden, die die energiesparenden Investitionen ohnehin getätigt hätten. Es kann z.B. der Fall eintreten, dass ein Hausbesitzer eine moderne Heizungsanlage installiert und dafür eine staatliche Beihilfe bezieht – obwohl er die Installation ohnehin geplant hatte. Die Subvention verändert also nicht sein Verhalten, bedeutet für ihn nur eine zusätzliche Prämie. Die wirkliche Kosten-Nutzen-Relation der Subvention, d.h. das Verhältnis von eingesetzten Mitteln zu erreichter Wirkung, übersteigt dann die Relation, die eine naive Betrachtung ausweisen würde, die die Investitionsmaßnahme des Hausbesitzers der Subvention zuschreibt.

Kurz zusammengefasst kann man sagen, dass der „Rebound“-Effekt die Effektivität von Subventionen reduziert und der „Free-Rider“-Effekt deren Effizienz.⁵ Laut Literatur würde eine Korrektur um beide Effekte die Energie-Einsparprognosen für amerikanische DSM-Programme mit einem naiven, technischen Ansatz um 50 % bis 90 % reduzieren (Loughran and Kulick 2004, Kreitler 1991).

⁴ Vernachlässigt werden bei einer naiven Sicht typischerweise auch die Energie- und Umweltkosten der Investitionsmaßnahme selbst. Es kann sein, dass diese erheblichen Einfluss auf die Umweltbilanz haben. Durch eine Subvention verhindert man dann nicht nur die Internalisierung der externen Kosten der Investition, sondern verzerrt die Bilanz noch stärker in Richtung der Umweltschädigung, z.B. bei der vorzeitigen Entsorgung einer funktionstüchtigen Heizung.

⁵ Es ist zu berücksichtigen, dass bei der Generierung der für Subventionen notwendigen Haushaltsmittel üblicherweise Zusatzlasten der Besteuerung anfallen, die durch eine Nachfrageverzerrung entstehen (Harberger 1974).

Durch den korrekten Aufbau einer contrafaktischen Situation kann man die Bedeutung der beiden verzerrenden Effekte herausfinden und die wirkliche Energieeinsparung ausweisen. Bei einem Experiment mit einer Gruppe, die eine bestimmte Investitionsbeihilfe erhält und einer zweiten Kontrollgruppe, deren Mitglieder ihre Investitionsentscheidungen ohne Subvention durchführen, lassen sich die Verhaltensänderungen durch die Maßnahme studieren. Man kann die durchschnittliche Nutzung der Energiedienstleistung in beiden Fällen berechnen sowie die Erhöhung der Investitionsbereitschaft durch die Subvention ausweisen. Ein korrekt spezifiziertes theoretisches Modell kann ebenfalls beide Effekte abbilden.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss freilich auch die Wohlfahrtserhöhung berücksichtigt werden, die mit einer Erhöhung der Nachfrage einhergeht. Der vermehrte Gebrauch eines besonders sparsamen Autos z.B. geht für den Autofahrer auch mit einer Erhöhung seines Nutzens einher. Dieser Vermehrung der Wohlfahrt stehen die Mehrkosten gegenüber, die dem Steuerzahler durch die Subventionen entstehen.

Durch das Setzen bestimmter Energieverbrauchsstandards soll der Einsatz von technisch besonders ineffizienter Technologie verhindert bzw. beendet werden. Das Ziel ist die Verbesserung der Energieeffizienz bei Produktion und Konsum mit bzw. von Energie. Wieder verzerrt eine rein technische Prognose, die die ökonomischen Variablen fixiert, die zu erwartende Änderung des Energieverbrauchs durch das Setzen des Standards.

Wie im Falle der Subventionen wird die Energie-Kosten-Bilanz von Standards durch zwei Aspekte verzerrt. Der „Rebound“-Effekt kann auch bei Standards auftreten, wenn auch in geringerem Maße als bei Subventionen: Derjenige, der durch den Standard ein energieeffizienteres und damit im Allgemeinen teureres Gerät erwirbt, als er sich sonst geleistet hätte, muss höhere Anschaffungskosten tragen, als im nicht-standartisierten Fall. Fallen aber die operativen Kosten besonders niedrig aus, so kann er trotz des negativen Vermögenseffekts, den der Standard für ihn bedeutet, zu einem verstärkten Gebrauch des Geräts neigen. Anstelle des „Free-Rider“-Effekts haben wir im Falle der Standards einen „Market-Shut-Down“-Effekt zu erwarten. Das heißt, dass ein Teil des Marktes für energieverbrauchende Geräte verschwindet: Eine Reihe von Konsumenten kann sich die durch den Standard verteuerten Geräte nicht mehr leisten und wird von deren Nutzung ausgeschlossen. Dies sind typischerweise wenig vermögende Haushalte.

Bei der Messung der Energieeinsparung ist wie im Falle der Subventionen der „Rebound“-Effekt zu berücksichtigen. Außerdem muss der ausgefallene Energiekonsum derjenigen, die nun die Energiedienstleistung nicht mehr nachfragen, in die Bilanz eingehen. Beides kann wie vorher durch empirische wie theoretische Überlegungen abgeschätzt werden. Die Messung der Kosten der Maßnahme aber ist erheblich schwieriger als im vorherigen Fall, bei dem die ausbezahlten Subventionen ausgewiesen werden konnten. Im Falle der Standards müssen die Kosten durch den ausgefallenen Konsum derjenigen, die vom Markt ausgeschlossen wurden, ökonomisch bewertet

werden. Eine genaue Erörterung des Problems und Lösungsvorschläge finden sich bei Fischer (2004).

Wie schon im vorherigen Abschnitt beschrieben, ist es wichtig, die Ergebnisse der quantitativen Untersuchung von Energieeffizienzmaßnahmen richtig zu interpretieren. Zunächst einmal ist es wichtig, die tatsächlich erreichte Einsparung des Energieverbrauchs mit den ökonomischen Kosten in ein Verhältnis zu setzen. Dies ist insbesondere für den Vergleich verschiedener Maßnahmen untereinander von Bedeutung. Dabei sollten auch die Opportunitätskosten der Maßnahme berücksichtigt werden – wie hoch ist der entgangene Konsum, welche Ergebnisse, etwa für den Umweltschutz, wären durch den alternativen Einsatz der Mittel der Energieeffizienzmaßnahme zu erreichen?

Eine abschließende Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen sollte in einem Systemansatz erfolgen, bei dem alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden. Dabei sind zunächst die schon erwähnten ökonomischen Kosten – Steuerbelastungen, Konsumausfall, Wettbewerbsverzerrung – zu beachten. Hinzu kommen aber auch Umwelt- und Gesundheitskosten. Es kann im Prinzip der Fall eintreten, dass eine Energieeffizienzmaßnahme zum Einsatz von Technologien führt, die beim selben Output zwar weniger Energie verbrauchen, aber zum Einsatz gefährlicherer Schadstoffe führen bzw. diese emittieren.⁶ Die Umwelt- und Energiekosten des Kapitaleinsatzes sind zu bilanzieren: So ist es heute zwar möglich, Wohnhäuser zu bauen, deren Energieverbrauch durch nahezu perfekte Isolierung und die Nutzung von Sonnenenergie und Geothermie fast bei Null liegt. Solange aber die beim Bau des Hauses eingesetzten Materialien enorme Energie- und Umweltkosten verursachen, ist die Förderung solcher Baumaßnahmen bzw. -technologien äußerst zweifelhaft.

3. Die Steigerung der Energieeffizienz aus ökonomischer Sicht

3.1 Märkte und Marktversagen

Im Folgenden gehen wir zunächst von einer Situation aus, in der Märkte für energie-relevante Güter und Dienstleistungen perfekt funktionieren. Dies bedeutet insbesondere, dass das Angebot kompetitiv ist, d.h. es gibt eine Vielzahl von Unternehmen, die ähnliche Produkte (z.B. Klimaanlage oder Kühlschränke) anbieten und keinen Einfluss auf den Produktpreis ausüben können. Die Unternehmen beeinflussen alleine die Energieeffizienz ihres Produktes, d.h. die spezifische Kombination von Anschaffungskosten und energiebedingten Betriebskosten. Darüber hinaus sei angenommen, dass es

⁶ Z.B. kann giftiges Quecksilber in Energie-Sparlampen beim Zerschlagen der Sparlampe und bei falscher Entsorgung die Umwelt verschmutzen.

ein System vollständig definierter und durchsetzbarer Eigentumsrechte gibt und keine systematischen Informationsasymmetrien über Gutseigenschaften existieren. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass Märkte diejenigen Güter und Dienstleistungen anbieten, die von rationalen und eigennutzorientierten Konsumenten nachgefragt werden. Der Preis eines Gutes wird dabei genau den Grenzkosten der Nutzung entsprechen. Die Grenzkosten sind diejenigen Kosten, die durch die Nutzung einer weiteren Einheit des Gutes entstehen. Sie umfassen nicht nur die reinen Produktionskosten, sondern auch die Opportunitätskosten der Nutzung, d.h. den Wert, den die beste nicht genutzte alternative Verwendungsmöglichkeit der Ressource erbracht hätte.

Ein zentrales Ergebnis der ökonomischen Theorie ist, dass Wettbewerbsmärkte Pareto-effiziente Allokationen hervorbringen (Erster Hauptsatz der Wohlfahrtsökonomik, z.B. Weimann 2004), d.h. die gesellschaftliche Wohlfahrt maximieren (utilitaristisches Wohlfahrtskriterium). Eine Allokation, d.h. eine Verteilung von Gütern auf unterschiedliche Verwendungszwecke, ist dabei Pareto-effizient, wenn es keine andere Allokation gibt, in der mindestens ein Akteur nutzenmäßig besser gestellt werden kann, ohne einen anderen Akteur schlechter zu stellen. Das Kriterium der Pareto-Effizienz stellt ein Werturteil zur Bewertung unterschiedlicher Allokationen dar – allerdings ein relativ leicht zu akzeptierendes. Dies wird deutlich, wenn man eine ineffiziente Allokation als vorzugswürdig betrachtet. In diesem Fall wäre es möglich, den Nutzen eines Akteurs zu erhöhen, ohne dabei einen anderen Akteur zu benachteiligen. Offensichtlich ist es schwer zu begründen, eine solche Situation, in der Ressourcen verschwendet werden, zu präferieren. Alternativ kann daher Pareto-Effizienz auch mit der Abwesenheit von Verschwendung gleichgesetzt werden.

Die Tatsache, dass Wettbewerbsmärkte wohlfahrtsmaximierend sind, wird offensichtlich, wenn man sich klar macht, dass in Wettbewerbsmärkten der Preis, den die Konsumenten zahlen, gleich den Grenzkosten ist.⁷ Ein Preis über den Grenzkosten kann nicht wohlfahrtsmaximal sein, denn in einem solchen ökonomischen Gleichgewicht würde eine geringfügige Preissenkung dazu führen, dass mehr Konsumenten das Gut erwerben. Die Ausdehnung der Produktion würde in diesem Fall die gesellschaftliche Wohlfahrt pro verkaufter Einheit um die Differenz zwischen Preis und Grenzkosten erhöhen. Ein Preis unter den Grenzkosten ist ebenfalls nicht optimal, denn hier zahlen die Konsumenten weniger als sie tatsächlich an Kosten verursachen. Damit wird deutlich, dass Wettbewerbsmärkte – auf denen die Preise gleich den Grenzkosten sind – die gesellschaftliche Wohlfahrt maximieren.

⁷ Es sei angenommen, dass es ein Kontinuum an Konsumenten gibt, deren Zahlungsbereitschaft für das Gut sich gleichmäßig auf das Intervall $[Z, 0]$ verteilt. Dabei sei $Z > GK$, d.h., die Zahlungsbereitschaft liegt über den Grenzkosten. Im Fall natürlicher Monopole (hohe Fixkosten und geringe variable Kosten) gilt diese Behauptung in Abwandlung, wenn man die Kapitalkosten durch Kapitalnutzungsgebühren auf die Perioden umlegt.

In Abgrenzung zu der oben erläuterten idealen Wettbewerbssituation hat die ökonomische Theorie eine Reihe von Situationen identifiziert, in denen Märkte „versagen“, d.h. die o.g. Bedingungen nicht gelten und damit das freie Spiel von Angebot und Nachfrage die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt nicht maximiert. Zu diesen Situationen, im Folgenden als „Marktversagen“ bezeichnet, zählen Marktmacht, asymmetrische Information und externe Effekte. In diesen Fällen führt individuell rationales Verhalten nicht zu einem kollektiv rationalen, Pareto-effizienten Resultat (Weimann 2004). Das Paradigma des Marktversagens wird im Folgenden genutzt, um Eingriffe des Staates in das Marktgeschehen zu rechtfertigen. Darüber hinaus sind Staatseingriffe häufig verteilungspolitisch motiviert – wobei im Zusammenhang mit dem Ziel einer höheren Energieeffizienz häufig das Kriterium der intergenerationalen Gerechtigkeit genannt wird. In den beiden folgenden Unterabschnitten werden wir die ökonomische Rationalisierungen von Staatseingriffen im Zusammenhang mit der Energieeffizienz im Detail thematisieren.

3.2 Energieeffizienz – eine makroökonomische Perspektive

Ziel des Abschnitts ist die Diskussion von Argumenten zur Erhöhung der Energieeffizienz aus der gesamtgesellschaftlichen, makroökonomischen Perspektive. Betrachtet werden die Problemfelder Klimaschutz, Ressourcenknappheit und Versorgungssicherheit.

3.2.1 Energieeffizienz und Klimaschutz

Die gegenwärtige Debatte um Energieeffizienzmaßnahmen in Deutschland steht in engem Zusammenhang mit den europäischen Anstrengungen in der Klimapolitik. So hat die EU zusammen mit den Zielen der Reduktion von Treibhausgasen bis 2020 auch ein Energieeffizienzziel vereinbart (vgl. Abschnitt 2.2). Spätestens seit der Veröffentlichung des Dritten Sachstandsberichts zum Klimawandel des Intergovernmental Panel on Climate Change der Vereinten Nationen (IPCC) im Jahr 2001 ist das Thema an die erste Stelle internationaler Umweltpolitik und auf die ersten Seiten der Tageszeitungen gerückt (IPCC 2001). Mittlerweile ist der Vierte Sachstandsbericht erschienen (IPCC 2007), darüber hinaus hat der von der britischen Regierung in Auftrag gegebene Report des Ökonomen Nicholas Stern (Stern 2006) das Thema in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt. Seit den ersten geo-wissenschaftlichen Theorien zur anthropogenen Erderwärmung in den 50er Jahren hat sich in den Geowissenschaften und der Klimaforschung die Meinung durchgesetzt, dass durch den Menschen verursachte Emissionen von Treibhausgasen⁸ zur Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen. Der mit

⁸ Das sind neben Wasserdampf vor allem Kohlendioxid (CO₂, dient als Referenzwert) und Methan (CH₄), außerdem Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O), teilhalogenierte und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFCs) und Schwefelhexafluorid. Für eine detaillierte Darstellung siehe Rahmstorf und Schnellhuber (2006).

der Erwärmung einhergehende Klimawandel birgt erhebliche Risiken für das Leben und Wirtschaften auf der Erde: Der Anstieg der Meeresspiegel gefährdet die Küstenregionen, verstärkte Überschwemmungen, Hitze- und Dürreperioden sowie Wirbelstürme bedrohen die menschliche Existenz und die landwirtschaftliche Produktion in den betroffenen Gebieten. Der Stern-Report schätzt die zu erwartenden wirtschaftlichen Verluste bei unverminderten Emissionen auf 5 % bis 20 % des globalen Bruttoinlandsprodukts. Demgegenüber schätzt er die Kosten für eine langfristige Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration auf 550 ppmV auf 1 % des weltweiten Bruttosozialprodukts.⁹ Es gibt weiterhin Kritiker in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, die den anthropogenen Klimawandel bezweifeln, sie sind aber weltweit in die Minderheit geraten.

Die ökonomische Analyse verlangt für dieses Problem eine differenzierte Sichtweise. Zunächst ist festzustellen, dass bei der Nutzung von fossilen Energieträgern die privaten Grenzkosten der Nutzung unter den sozialen Grenzkosten liegen. Die Ursache hierfür sind die bei der Energieumwandlung entstehenden Schadstoffe wie CO₂. Rationale und rein eigennutzorientierte Akteure berücksichtigen bei der Entscheidung, wie viel CO₂ sie ausstoßen, nur ihre eigenen Kosten und Nutzen und ignorieren Kosten, die der Gesellschaft durch die CO₂-Emissionen entstehen. Da diese Argumentation für alle Emittenten gilt, entsteht ein soziales Dilemma, d.h. eine Situation, in der individuell rationales Verhalten nicht zu einem sozial optimalen Resultat führt – ein klassischer Fall von Marktversagen. Diese externen Effekte motivieren aus ökonomischer Sicht einen Staatseingriff, wobei durch Maßnahmen wie Emissionssteuern oder -zertifikate die Lücke zwischen privaten und sozialen Grenzkosten geschlossen werden kann. In diesem Fall werden die externen Effekte vollständig internalisiert und der Markt ist wiederum in der Lage, eine effiziente Allokation zu realisieren.

Wenn Klimaschutz tatsächlich als politisches Ziel Priorität hat, ist es sinnvoll, mit Regulierungsmaßnahmen allein an den Schadstoffemissionen anzusetzen und nicht pauschal den Verbrauch von Energie zu verteuern. Die Nutzer von Energieträgern sollten demnach mit dem festzulegenden Preis für CO₂ konfrontiert werden, der im Idealfall dem durch die Emission verursachten gesellschaftlichen Grenzscha­den entspricht. Energieträger, die relativ viel CO₂ freisetzen (Braun- und Steinkohle) verteuern sich damit stärker als weniger CO₂-intensive Energieträger (Erdgas). Energieträger, die keine direkten CO₂-Emissionen verursachen (Atomkraft, Erneuerbare), werden durch die Bepreisung von CO₂ nicht verteuert. Da man davon ausgehen kann, dass auch in Zukunft fossile Energieträger einen bestimmten Teil des Energieangebots ausmachen (IPCC 2007), wird die Einpreisung von CO₂ zu einer Preissteigerung für diese Energieträger führen. Dieser Preisanstieg wird Produzenten und Konsumenten dazu bewegen, weniger von diesen

⁹ Die im Stern-Report genannten Zahlen werden von einer Reihe von Klimaexperten kritisiert (vgl. Tol und Yohe 2006 und Nordhaus 2007). Dabei spielen Messprobleme und die Diskontierung zukünftiger Kosten und Wohlfahrt eine Rolle. Die qualitativen Aussagen des Reports spiegeln jedoch die klare Mehrheitsmeinung innerhalb der Umweltökonomik wider.

Ressourcen nachzufragen, d.h. insbesondere, es werden Anreize gesetzt, Energie produktiver zu nutzen. Die Steigerung der Energieeffizienz ist also kein sinnvolles Mittel zum Zweck des Klimaschutzes, sondern ein Ergebnis von Klimaschutz, der die Internalisierung externer Kosten beinhaltet. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass einige fossile Energieträger (insbesondere Öl und Gas) in näherer Zukunft per se knapper sein werden, d.h., dass der rein knappheitsbedingte Preis für diese Ressourcen steigen wird. Da beide Preiseffekte in die gleiche Richtung gehen, werden die Anreize Energie aus diesen Energieträgern produktiver einzusetzen umso stärker sein.

Für Europa ist in diesem Zusammenhang folgende Besonderheit zu beachten. Häufig wird argumentiert, dass sich Energie durch Stromsparen (im technischen und ökonomischen Sinne) nicht nur effizienter nutzen lässt, sondern damit auch CO₂-Emissionen eingespart werden können. Für Strom, der aus Anlagen gewonnen wird, die dem EU Emissionshandel (EU ETS) unterliegen ist das Argument der CO₂-Einsparung jedoch falsch, d.h., Stromsparen macht unter dem EU ETS aus Klimaschutzgründen keinen Sinn. Die Ursache hierfür liegt allein in der Existenz des europäischen Marktes für Emissionszertifikate. Die Menge an zulässigen Emissionen wird hierbei über die Nationalen Allokationspläne definiert, in denen die Zuteilung der Zertifikate auf die Unternehmen aus Stromwirtschaft und Industrie geregelt ist. Die Summe der in den Allokationsplänen festgelegten Mengen ist die Gesamtmenge der CO₂-Emissionen, d.h. das Cap. Wenn die Stromnachfrage wegen Stromeinsparungen (z.B. Einsatz von Energiesparlampen oder Verzicht auf stand-by) zurückgeht, werden die Energieversorgungsunternehmen weniger Strom produzieren und brauchen daher weniger Zertifikate. Die nicht benötigten Zertifikate können verkauft werden oder mit der gleichen Umweltwirkung später eingelöst werden. Die Emission findet also nur an einem anderen Ort innerhalb der EU oder zu einem späteren Zeitpunkt statt, es gibt aber insgesamt nicht weniger Emissionen. Unter der Annahme eines positiven Zertifikatepreises wird die Gesamtemissionsmenge nach wie vor durch das Cap bestimmt und durch nichts anderes. Dieses Phänomen ist nicht auf das Stromsparen beschränkt. Jede Form der „scheinbaren“ CO₂-Reduktion im Energiesektor wie die Förderung erneuerbarer Energien hat den gleichen Effekt. Diese Argumentation impliziert zugleich, dass Stromsparen aus anderen Motiven als dem Klimaschutz (z.B. Reduzierung von Energiekosten) natürlich sinnvoll sein kann. In diesem Fall kann die Entscheidung über das Nachfrageverhalten bei Strom aber den Verbrauchern überlassen werden, da diese über die besten Informationen verfügen, wo ggf. die Erträge von Stromeinsparmaßnahmen über den Kosten hierfür liegen.

3.2.2 Energieeffizienz und Ressourcenknappheit

Spätestens seit der Veröffentlichung der Studie „Die Grenzen des Wachstums“ 1972 durch den Club of Rome (Meadows et al. 1972) ist die Begrenztheit der Rohstoffe in das Bewusstsein der Weltöffentlichkeit gerückt. Die Frage nach einer effizienten und

gerechten Verteilung dieser Ressourcen über die Generationen hinweg steht im Zentrum der politischen Debatte um eine nachhaltige Wirtschaftspolitik. Dies ist zuallererst eine Frage nach der langfristigen Sicherung des Energiebedarfs: In Deutschland decken zur Zeit fossile Brennstoffe 83 % der Primärenergienachfrage (Öl 36 %, Gas 23 %, Steinkohle 13 %, Braunkohle 11 %, BMWI 2007). Das Öl deckt heute weltweit etwa 40 % des Primärenergiebedarfs.¹⁰ Die Ölkrisen der 70er Jahre – die freilich politische Gründe hatten – führten der industrialisierten Welt die wirtschaftliche Abhängigkeit von diesem Primärenergieträger deutlich vor Augen. In dieser Zeit wurden die ersten staatlichen Energiesparmaßnahmen beschlossen, vor allem in den Vereinigten Staaten (so z.B. der „U.S. Energy Policy and Conservation Act“ von 1975, vgl. Abschnitt 2.1). Wie bald der Welt das Öl ausgehen wird, ist eine höchst umstrittene Frage. Auf der einen Seite stehen die Anhänger der „Peak Oil“-Theorie von Marion King Hubbert¹¹, die einen Höchststand der globalen Ölförderung für das erste Jahrzehnt unseres Jahrhunderts und eine nachfolgende Ölpreisexplosion voraussagen, mit unabsehbaren Folgen für die Weltwirtschaft. Zu den Verfechtern der Hubbertschen Theorie gehören der amerikanische Geologe Kenneth Deffeyes von der Princeton University (Deffeyes 2002) und der britische Experte Colin Campbell, langjähriger Mitarbeiter verschiedener Unternehmen in der Öl-Industrie und Gründer der *Association for the Study of Peak Oil and Gas*. Deffeyes sah den Öl-Peak 2005 erreicht, als starke Nachfrage die saudi-arabischen Förder-Kapazitäten an ihre Auslastungsgrenze brachte (die Überprüfung dieser Aussage ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich).¹² Campbell hält die Angaben der OPEC Staaten über ihre Ölreserven für Überschätzungen und prognostiziert einen baldigen, starken Anstieg der Ölpreise (Campbell 2004).

Auf der anderen Seite gibt es namhafte Ökonomen und Geologen, die diese Warnungen für übertrieben, ja alarmistisch halten. Darunter ist Peter Odell, emeritierter Ökonomie-Professor an der Erasmus-Universität Rotterdam. Er verweist auf die überschätzten Energienachfrageprognosen der siebziger Jahre und die Entwicklung neuer Technologien. Seiner Meinung nach werden fossile Energieträger, insbesondere Öl und Gas, auch im 21. Jahrhundert das Rückrat der Energieversorgung bilden. Der Verbrauch von Öl werde eher durch eine technische und umweltpolitische Präferenz für Gas als durch ein Versiegen der Quellen begrenzt werden (Odell 2004). Weitere Kritiker von Hubbert und

¹⁰ Vgl. BPB (2007) *Globalisierung – Wissen*, siehe <http://www.bpb.de/wissen/M2PSCV>

¹¹ Marion King Hubbert, amerikanischer Geowissenschaftler im Dienst der Shell A.G., veröffentlichte 1956 seine Theorie des Öl-Peaks (Hubbert 1956). Demnach gibt es bei der Ausbeutung jeder Ölquelle einen Punkt, an dem die maximale Förderung erreicht wird. Danach fällt die geförderte Menge unweigerlich ab. Die Entwicklung wird durch eine sogenannte „Hubbert-Kurve“ beschrieben, die ungefähr einer Glockenfunktion entspricht. Eine Aggregation der weltweiten Ölförderung ergibt eine globale Hubbert-Kurve, die den erst steigenden, dann notwendig abfallenden Ölverbrauch beschreibt. Analoge Kurven werden für andere nicht-erneuerbare Primärenergieträger wie Gas und Kohle definiert. Dort wird ein Erreichen des Peaks allgemein später erwartet (Bentley 2002).

¹² Interview auf Counterpoint mit Kenneth Deffeyes und Peter R. Odell (2005), Australian Broadcasting Corporation, http://globalpublicmedia.com/kenneth_deffeyes_and_peter_r_odell_on_counterpoint.

seinen Nachfolgern sind der Ökonom Michael Lynch von der Beratungsfirma *Strategic Energy & Economic Research* und die Firma *Cambridge Energy Research Associates* (CERA 2006). Lynch hält die Theorie Hubberts für zu einfach, eine Prüfung ihrer spezifischen Aussagen zeige rasch ihre Schwächen. Die Schätzungen Campbells über den Verbrauch der Ölreserven sind seiner Meinung nach deutlich zu pessimistisch (Lynch 2003).

Die Endlichkeit der Ölvorräte ist freilich unbestritten. Und so stellen sich – unabhängig von den genauen Prognosen über die zukünftige Verknappung des Öls – aus Sicht des Ökonomen zwei Fragen:

1. Was ist eine effiziente bzw. gerechte Allokation endlicher Ressourcen über verschiedene Generationen?
2. Wird dynamische Effizienz bzw. intergenerationale Gerechtigkeit der Ressourcenallokation durch Märkte erreicht oder bedarf es dazu eines staatlichen Eingriffs?

In einem vielbeachteten Aufsatz (Arrow et al. 2004) haben 11 berühmte Ökonomen und Ökologen unter der Leitung des Nobelpreisträgers Kenneth Arrow Antworten auf beide Fragen gesucht. Bei der Frage nach einem Kriterium für die Bewertung des intergenerationalen Konsums natürlicher Ressourcen unterscheiden die Forscher zwei Ansätze: Das erste nennen sie „Maximaler Gegenwartswert“-Kriterium, das zweite „Nachhaltigkeits“-Kriterium.

Das „Maximale Gegenwartswert“-Kriterium ist ein utilitaristisches: Der optimal Konsumpfad über die Zeit maximiert die Summe der diskontierten Wohlfahrt der heutigen und zukünftiger Generationen. Die Wahl des Diskontierungsfaktors¹³ für zukünftige Generationen ist dabei eine entscheidende und zugleich ethisch sehr schwierige – er gibt an, wie viel weniger die Wohlfahrt der Nachgeborenen gegenüber den Lebenden gewichtet werden soll. Die Debatte um diesen Faktor geht zurück bis auf den Ökonomen Frank Ramsey, der bereits 1928 die Meinung vertrat, die Wohlfahrt zukünftiger Generationen dürfe gar nicht diskontiert werden (was eine mathematische Analyse des Grundproblems unmöglich macht). Verschiedene Ökonomen haben Begründungen angegeben, warum der Diskontfaktor kleiner als 1 sein dürfe, darunter die Unsicherheit über künftige Entwicklungen (z.B. technologischer Art) und eine inhärente menschliche Präferenz für heutigen Konsum (vgl. die Diskussion in Arrow et al. 2004). Auch bei dem Report von Nicolas Stern über die zu erwartenden Folgen des Klimawandels (Stern 2006) spielte die von den Forschern angenommene Diskontrate eine entscheidende Rolle und wurde Gegenstand einer heftigen Kontroverse (Tol und Yohe 2006).

¹³ Mit dem Diskontierungsfaktor, typischerweise als $1/(1+r) < 1$ notiert, wird der Konsum der Folgeperiode multipliziert und damit reduziert. Je weiter der Konsum in der Zukunft liegt, desto stärker potenziert sich der Faktor und reduziert entsprechend dessen (Bar-)wert. Dieses Vorgehen ist bei der Bewertung zukünftiger Finanzströme üblich und garantiert die Endlichkeit der Aufsummierung von deren „diskontiertem“ Totalwert (geometrische Reihe).

Das „Nachhaltigkeits“-Kriterium wurde von der *World Commission on Environment and Development* (1987) (besser bekannt unter dem Namen ihrer Vorsitzenden als Brundtland-Kommission) folgendermaßen definiert: Eine Entwicklung ist nachhaltig,

„[wenn] die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können.“

Aus ökonomischer Sicht heißt dies, dass die Wohlfahrt zukünftiger Generationen nicht geringer sein darf als die der lebenden Generation, auch nicht temporär. Dies entspricht einer Rawlschen Sicht der Wohlfahrt, wie sie von Solow definiert wurde: Es gilt die Wohlfahrt der am schlechtesten gestellten Generation zu maximieren (Max-Min-Prinzip, Solow 1974). Die beiden Kriterien unterscheiden sich wesentlich voneinander: Gemäß des utilitaristischen kann eine stark ungleiche Wohlfahrtsverteilung über die Generation gerechtfertigt sein, wenn die Wohlfahrtsgewinne einer Generation die Verluste einer anderen übersteigen. Dem Rawlschen Kriterium zufolge muss die Wohlfahrt über die Zeit gleich bleiben – soweit die Entwicklung vorhersagbar ist.

Bei der konkreten Anwendung der Kriterien auf die Bewertung des gegenwärtigen Konsums und gegenwärtiger Politiken sind zwei Probleme zu lösen: Das eine ist die Spezifikation des Wohlfahrtskriteriums, das andere die Prognose vorhandener Ressourcen und der zukünftigen Nachfrage. Zur Messung von Wohlfahrt bietet sich als erstes das Bruttoinlandsprodukt (BIP) an. Auf das BIP angewendet, ergeben die Kriterien eine Aussage über die langfristigen (materiellen) Produktions- bzw. Konsummöglichkeiten. Arrow et al. (2004) fassen den Begriff der Produktivität weiter. Sie definieren einen Wohlfahrtsbegriff, den sie „soziale Produktivität“ nennen, der auch nicht im BIP berücksichtigte Größen wie die Qualität der Umwelt und die Gesundheit der Menschen umfasst. Dies entspricht der Sichtweise eines Strangs der umwelt-ökonomischen Literatur, in der sich eine Reihe alternativer Wohlfahrtsindikatoren finden, beispielsweise das Measure of Economic Welfare (MEW) von Nordhaus und Tobin (1972), der Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) von Daly und Cobb (1989) und der Genuine Progress Indicator (GPI) (Diefenbacher 2001). Bei diesen Indikatoren werden neben Maßen ökonomischer Aktivität Indikatoren für Gesundheit, Umweltqualität, soziale Ungleichheit¹⁴ sowie Freizeit integriert. Es bleibt an dieser Stelle festzuhalten, dass die relative Gewichtung der verschiedenen Wohlfahrtsaspekte in einem umfassenden Indikator notwendig ein subjektives Werturteil der Forscher beinhaltet.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Anwendung der Kriterien stellt der technische Fortschritt dar. Der technische Fortschritt ist zunächst mit ursächlich für die enormen

¹⁴ Tatsächlich wirft die Frage der gerechten Verteilung der Ressourcen über die Generationen hinweg auch die Frage eines gerechten Zugangs zu den Ressourcen für die Menschen innerhalb einer Generation auf. Für die Messung der Ungleichverteilung der Güter hat die ökonomische Literatur eine eigene Theorie und Indikatoren entwickelt (z.B. Sen und Foster 1997).

Steigerungen des Ressourcenverbrauchs im Verlaufe des 20. Jahrhunderts: Laut Arrow et al. (2004) hat sich der Energieverbrauch von 1900 bis 2000 versechzehnfacht, die Emissionen von Treibhausgasen haben sich verzehnfacht. Andererseits sind diese technischen Innovationen auch der Grund für die enorme Steigerung der Produktivität und Wohlfahrt der Gesellschaft: Die weltweite industrielle Produktion hat sich im selben Zeitraum um den Faktor 40 erhöht, was einer pro-Kopf Produktivitätssteigerung um den Faktor 10 entspricht. Außerdem bietet der technische Fortschritt unter Umständen auch die Möglichkeit, ein bestimmtes Wohlfahrtsniveau mit verringertem Ressourceneinsatz zu erhalten. Das in dieser Zeit akkumulierte Kapital, sei es in der Form von Maschinen und Gebäuden, sei es in der Form technischen Wissens, ist selbst eine Ressource für zukünftige Generationen. Denn die Wohlfahrt nachgeborener Generationen hängt nicht nur von den übrigbleibenden natürlichen Ressourcen ab, sondern ebenso von deren Möglichkeiten, diese effizient einzusetzen. Robert Solow, Ökonomie-Nobelpreisträger von 1987, schreibt hierzu (Solow 1986, S. 142):

„The current generation does not especially owe to its successors a share of this or that particular resource. If it owes anything, it owes generalized productive capacity or, even more generally, access to a certain standard of living or level of consumption. Whether productive capacity should be transmitted across generations in the form of mineral deposits or capital equipment or technological knowledge is more a matter of efficiency than of equity.”

Die Einbeziehung des technischen Fortschritts in die Überlegungen um einen angemessenen Ressourcenverbrauch hat zwei Konsequenzen: Zum ersten bedeutet sie eine Verallgemeinerung der Problemstellung – Gegenstand der Debatte sind sinnvollerweise nicht nur natürliche, sondern allgemeine Ressourcen, deren Nutzung die Wohlfahrt der Menschen ermöglichen. Zum zweiten ist die weitere Entwicklung der technischen Produktionsmöglichkeiten nicht genau abzuschätzen. Das muss zu einer Überprüfung des Rawlschen Kriteriums führen, dass in seiner strengen, von Solow (1974) formulierten Form ja eine Gleichheit des Konsums über die Generationen hinweg zur Konsequenz hat. Eine Steigerung des Wohlfahrtsniveaus durch technischen Fortschritt über die Zeit wird man aber wohl zulassen wollen. Arrow et al. (2004) formulieren deshalb eine abgeschwächte Form des Kriteriums: So soll die erwartete Gesamtwohlfahrt der Generationen über die Zeit nicht absinken.

Die Erweiterung des Ressourcenbegriffs führt zur zweiten Frage, ob eine dynamisch effiziente (d.h. eine dem utilitaristischen Kriterium genügende) bzw. eine intergenerational gerechte (d.h. eine dem Rawlschen Kriterium genügende) Allokation der Ressourcen durch wettbewerblich organisierte Märkte erreicht wird oder ob ein Staatsingriff hierzu erforderlich ist. Unter natürlichen Ressourcen kann man auch saubere Luft und Gewässer oder natürliche Ruhe verstehen. Um die Argumentation zu fokussieren, gehen wir bei der Beantwortung dieser Frage davon aus, dass externe Kosten

internalisiert sind, z.B. durch Pigou-Steuern, und konzentrieren uns auf handelbare Ressourcen.

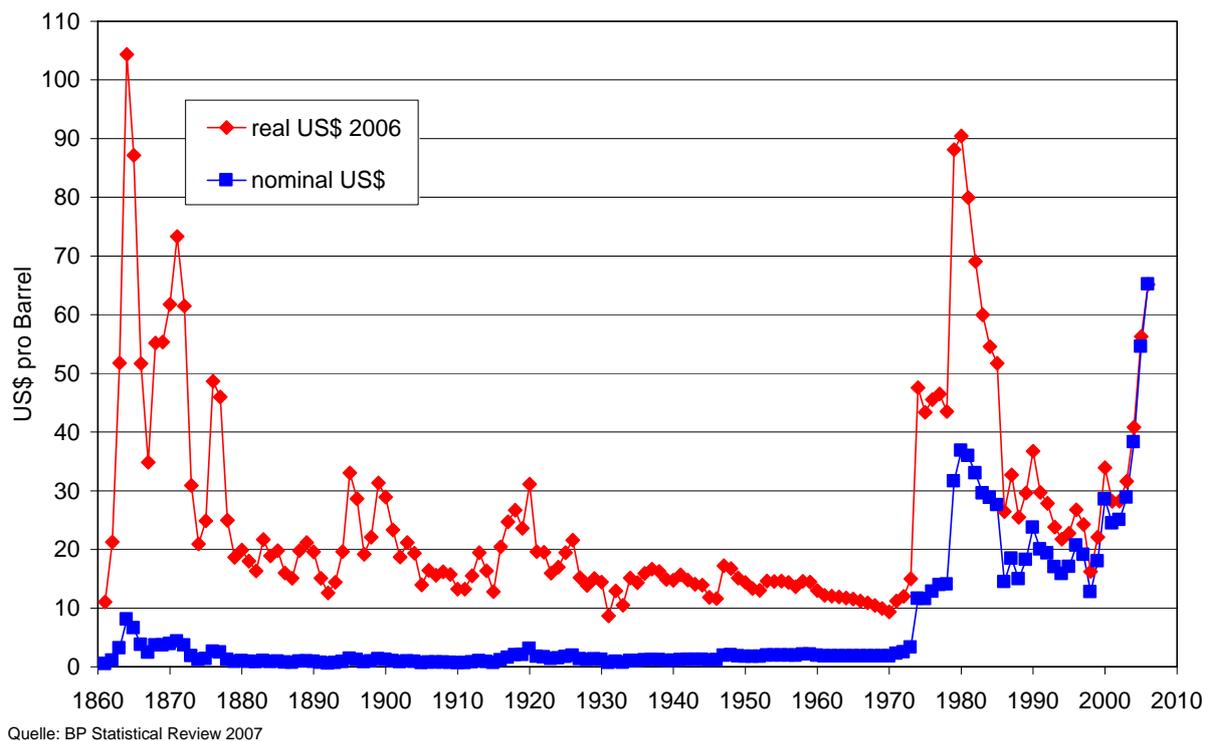
Die bahnbrechende Arbeit von Hotelling (1931) begründet die Sichtweise, dass ein wettbewerblich funktionierender Markt eine dynamische effiziente Verteilung einer endlichen natürlichen Ressource erreicht. In einem einfachen, dynamischen Partialmodell leitet er die nach ihm benannte Regel her, der zufolge der Preispfad kontinuierlich und gleichmäßig mit dem Zinssatz ansteigt. Wie in normalen Gütermärkten bestimmt die Knappheit den Preis, in diesem Falle ist dies die langfristige Knappheit der Ressource. Die Allokation im Marktgleichgewicht entspricht, wie in anderen neo-klassischen Wachstumsmodellen, der aus Sicht des utilitaristischen Kriteriums optimalen (gemäß des ersten Hauptsatzes der Wohlfahrtsökonomik). Die Arbeit von Hartwick (1977) zeigt, dass – unter einigen allgemeinen Annahmen – sogar ein konstanter Konsum über die Zeit gewährleistet werden kann, wenn die aus der Ausbeutung der endlichen Ressource gewonnenen Profite in Kapitalgüter investiert werden (wobei der Begriff wie oben materielle und immaterielle Kapitalgüter umfassen kann). Die gegenwärtige Generation verringert den natürlichen Kapitalstock endlicher Ressourcen und vergrößert in gleichem Maße den geschaffenen Kapitalstock („Hartwick-Regel“). In einer funktionierenden Marktwirtschaft sollten die zu erwartenden Erträge aus der Ausbeutung einer natürlichen Ressource und dem aus Investitionen aufgebauten Kapitalstock gleich sein¹⁵ – dieser Sichtweise zufolge ist auch eine dem Rawlschen Kriterium genügende gerechte Ressourcenverteilung durch funktionierende Märkte erreichbar. Eine Reihe von theoretischen Veröffentlichungen in den 70er Jahren untermauerte diese Resultate: Sie gelten demnach auch in erweiterten Modellen, in denen nicht eine, sondern mehrere endliche Ressourcen betrachtet werden, in Modellen mit technischem Fortschritt und mit Bevölkerungswachstum (vgl. die Übersicht von Devarajan und Fischer 1981). Nimmt man an, dass der Besitzer der natürlichen Ressource ein Monopol bei Extraktion und Verkauf hat, dann wird diese sogar langsamer abgebaut als optimal.

Gegen die Effizienz von Märkten bei der Allokation endlicher natürlicher Ressourcen sprechen in der Tendenz die empirischen Untersuchungen der Hotelling-Regel. Die Probleme bei der ökonometrischen Spezifikation sind allerdings immens. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Rohölpreise von 1861 bis 2006, nominal und real (d.h. inflationsbereinigt). Man erkennt bei den nominalen Preisen eine Reihe von Schwankungen, die realen Preise aber sind bis in die 70er Jahre über Jahrzehnte konstant. Nach einem rasanten Preisanstieg in der zweiten Hälfte der 70er kommt es 1985 zu einem Preisverfall und nachfolgend zu erheblichen Schwankungen. Kurz: Der Preispfad unterscheidet sich erheblich von dem von der Hotelling-Regel vorausgesagten kontinuierlichen Anstieg. Freilich kann diese erste Betrachtung noch keine wirkliche

¹⁵ Geht man vom allgemeinen Wohlfahrtsbegriff aus, müssen öffentliche Güter durch den Staat bereitgestellt und externe Kosten internalisiert sein (vgl. Abschnitt 3.2.1), damit die Aussage über eine optimale „soziale Investitionsrate“ im Marktgleichgewicht korrekt ist.

Erkenntnis über die Gültigkeit von Hotellings Modell und insbesondere der Frage nach der dynamischen Effizienz von Ressourcenpreisen erbringen. In dem einfachen Grundmodell wird angenommen, dass der Umfang der Vorkommen der natürlichen Ressource von Beginn an bekannt ist. Tatsächlich wurden aber viele Ölquellen aber erst im Laufe des 20. Jahrhunderts entdeckt, als durch den ansteigenden Ölbedarf eine systematische und technisch verbesserte Exploration einsetzte. Innerhalb des Modellrahmens wirkt eine Vergrößerung der erwarteten Ressourcenvorkommen in Richtung eines Preisabfalls. Auch unvorgesehene Nachfrageschwankungen können die Preisentwicklung der natürlichen Ressource beeinflussen. Schließlich spielt beim Handel von Rohstoffen, insbesondere Öl, Marktmacht nach allgemeinem Verständnis eine bedeutende Rolle für die Preisbildung. Berücksichtigt man diese Faktoren, so kann man Abweichungen von einem ansteigenden Preispfad erklären, ohne das im Modell gezeigte Resultat der dynamischen Effizienz der Preise aufgeben zu müssen. Diese Überlegungen zeigen, wie schwierig eine Überprüfung von Hotellings Theorie, oder genauer, der These der dynamischen Effizienz des Ressourcenverbrauchs im Marktgleichgewicht ist.

Abbildung 1: Entwicklung der Rohölpreise über die Zeit



Miller und Upton (1985) schlugen ein statistisches Verfahren vor, um Hotellings Theorie am Beispiel der Ölpreise zu testen. Um die Probleme sich verändernder Erwartungen zu vermeiden (oder zumindest gering zu halten), verglichen sie den Marktwert von Ölquellen mit den zu erwartenden, diskontierten Gewinnen aus der Extraktion in der

Zukunft. Als Diskontsatz werden dabei die üblichen Marktzinsen angenommen – dies entspricht einer Analyse im Sinne der Hotelling-Regel. Während Miller und Uptons eigene Schätzung die Hotelling-Regel bestätigte, haben eine ganze Reihe späterer Autoren (z.B. Adelman 1990, Watkins 1992, Johnson et al. 1995, Davis and Cairns 1998) das gegenteilige Resultat gefunden. Die entscheidende Schwierigkeit stellt dabei die Qualität der Daten dar. Halvorsen und Smith (1991) untersuchten die Hotelling-Regel mit einem anderen statistischen Verfahren für verschiedene Erze. Auch in ihrem Modellrahmen konnte sie nicht empirisch bestätigt werden.

Unabhängig von Hotellings Theorie formulieren Arrow et al. (2004) Prüfsätze für die Bewertung des gegenwärtigen Konsumverhaltens und Ressourcenverbrauchs großer Volkswirtschaften anhand ihrer beiden Evaluationskriterien. Für das utilitaristische lautet der Satz: *Damit der Konsumpfad einer Volkswirtschaft sozial optimal verläuft, muss die (Markt)rendite einer (genuinen) Investition gleich der sozialen Rendite des Konsums sein. Ist die erste größer als die zweite, dann verzerren die Märkte den Ressourcenverbrauch hin zu exzessivem Konsum.*

Die Begriffe der genuinen Investition und der sozialen Rendite verweisen auf den oben beschriebenen, allgemeinen Wohlfahrtsbegriff, der über die reine Wertschöpfung hinausgeht. Genuine Investitionen umfassen öffentliche Güter und Investitionen zur Internalisierung externer Kosten. Eine soziale Rendite umfasst neben dem allgemeinen Konsum auch Gesundheit und durchschnittliche Lebenserwartung. Ohne staatliche Regulierung haben diese keinen Marktwert und gehen z.B. nicht in das BIP ein. Ähnliches gilt für den Prüfsatz der Nachhaltigkeit: *Ein Konsumpfad ist nachhaltig, wenn die Rate genuiner Investitionen gleich der Rate der verbrauchten Ressourcen ist. Ist die Rate verbrauchter Ressourcen größer als die genuiner Investitionen, verzerren Märkte den Verbrauch der Ressourcen hin zu exzessivem Konsum.* Der Begriff der Ressourcen ist hier im allgemeinen, von Solow (1986), formulierten Sinn zu verstehen.

Bei der Anwendung der Prüfsätze verweisen Arrow et al. (2004) auf die Untersuchungen genuiner Investitionen, die von einem Team um den Weltbankökonom Kirk Hamilton gesammelt werden (Hamilton 2000 und 2002). Das Ergebnis seiner Datenanalyse ist negativ: Demnach ist der Ressourcenverbrauch vieler Volkswirtschaften hin zu exzessivem Konsum verzerrt. Schwellenländer schneiden bei der Betrachtung schlechter ab als entwickelte Länder. Freilich warnen Arrow et al. (2004) davor, das empirische Ergebnis für endgültig zu nehmen. Die Datenlage ist noch nicht zufriedenstellend, was bei einem so schwierigen Begriff wie genuiner Investitionen kaum überraschen kann. Das schlechtere Abschneiden der Schwellenländer in der Analyse kann unter Umständen mit der Bewertung von Handelsströmen zusammenhängen: Der Verbrauch von Rohstoffen zur Herstellung wird dem Erzeugerland zugerechnet, auch wenn die Waren exportiert werden. Auf diese Weise profitieren dann auch Konsumenten reicher Länder vom „exzessiven“ Ressourcenverbrauch der ärmeren.

Nimmt man den Befund exzessiven Ressourcenverbrauchs an (dessen Vorläufigkeit hier noch einmal betont werden soll), so stellt sich die Frage nach einer Alternative zur Theorie Hotellings, die die dynamische Ineffizienz der Ressourcenallokation erklärt. Eine kritische Annahme seines Modells und der Modelle seiner Nachfolger ist der unendliche Konsumsplanhorizont der Agenten. Demgegenüber analysieren von Amsberg (1995), Stephan et al. (1997) und Keyzer und Gerlagh (2001) den Ressourcenverbrauch in Modellen mit überlappenden Generationen: Agenten mit privatem Nutzenkalkül haben eine endliche Lebenszeit, verschiedene Generationen überlappen sich. Aus der Literatur zur Altersversorgung ist wohlbekannt, dass in diesem Rahmen dynamische Ineffizienz bei der Kapitalbildung auf kompetitiven Kapitalmärkten bestehen kann.¹⁶ Dem entspricht im Zusammenhang mit dem Ressourcenverbrauch die exzessive Ausbeutung oder dynamische Ineffizienz der Allokation (allgemeiner) Ressourcen. Zur Erreichung der dynamischen Effizienz müssten heutige Generationen Investitionen tätigen bzw. Extraktionen unterlassen, die erst nachfolgenden Generationen zu gute kämen. Bei der Annahme eines rein privaten Nutzenkalküls besteht hier eine Rolle für einen Effizienzsteigernden Staatseingriff.

Die Frage, welcher Modellierungsansatz gültig sei, führt in eine ähnliche Debatte, wie sie in der Diskussion um Ricardianische Äquivalenz und die dynamische Effizienz der Kapitalakkumulation geführt wird. Robert Barro führte 1974 die Annahme unendlich lebender Agenten auf die plausibler wirkende Annahme zurück, dass Eltern um das Wohl – im Modellrahmen: den Nutzen – ihrer Kinder besorgt sind. Die Agenten in den Modellen repräsentieren demzufolge Dynastien und mehrten deren Nutzen. Auf diese Weise lässt sich das Phänomen der Vererbung erklären, wobei zugleich an der Annahme eines privaten Nutzenkalküls festgehalten wird. Im Zusammenhang der Ressourcenökonomik kann man den Gegensatz der beiden Paradigmen so formulieren: Achten die Besitzer endlicher Ressourcen bei ihrer Angebotsentscheidung nur auf ihren (kurzfristigen) Nutzen oder berücksichtigen sie auch mögliche größere Erlöse ihrer Nachkommen? Wenn sie diese berücksichtigen, tun sie es in einem ausreichenden Maße? Im OLG-Modell wird diese Frage verneint, und so kann es ein Überangebot der natürlichen Ressource (aus langfristiger Sicht) und ihren zu niedrigen Preis erklären. Gerlagh und Keyzer (2001) schlagen in ihrem – stark stilisierten – Modellrahmen als Lösung des Problems vor, dass eine dem langfristigen gesellschaftlichen Wohl verpflichtete Behörde den Konsum von endlichen natürlichen Ressourcen durch eine ressourcenspezifische Verknappung von Förder-Konzessionen begrenzt. Auch eine Steuer auf endliche Ressourcen, die die Konsumentenpreise erhöht und die Nachfrage dämpft, kann in solchen Modellrahmen gerechtfertigt werden. Allerdings setzen beide Ansätze die Existenz einer supranationalen Behörde mit den entsprechenden Kompetenzen voraus.

¹⁶ Vgl. z.B. die Darstellung in Blanchard und Fischer (1989). Die OLG (overlapping generation) Modelle wurden von Samuelson (1958) und Diamond (1965) eingeführt.

Es bleibt am Ende festzuhalten, dass es (noch) keine definitive Antwort der wissenschaftlichen Ökonomik auf die Frage gibt, ob wir zu viel konsumieren. Zum einen liegt das natürlich an Schwierigkeiten bei der Festlegung eines allgemeinverbindlichen Bewertungsmaßstabs. Der Begriff der Nachhaltigkeit lässt sich aber theoretisch vernünftig definieren, auch wenn bei einer Konkretisierung gewisse Abwägungsentscheidungen getroffen werden müssen. Eine Reihe starker Indizien legt nahe, dass der gegenwärtige Konsum endlicher natürlicher Ressourcen nicht nachhaltig ist und das Risiko zukünftigen wirtschaftlichen Mangels in sich trägt. Genauere Daten aber sind erforderlich, um diese These empirisch zu untermauern.

3.2.3 Energieeffizienz und Versorgungssicherheit

In letzter Zeit wird im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auch häufig die Versorgungssicherheit genannt. Westliche Politiker auf beiden Seiten des Atlantiks zeigen sich besorgt über die außenpolitischen Konsequenzen der Lieferabhängigkeit von Ländern im Nahen Osten und Russland bei Primärenergieträgern und Rohstoffen ganz allgemein. Viele argumentieren, eine gesteigerte Energieeffizienz sei Teil einer Lösung dieses Problems. So sagte der U.S. Präsident George Bush bei einer Konferenz über Erneuerbare Energien am 25. April 2006 in Washington D.C.¹⁷:

Addiction to oil is a matter of national security concerns. After all, today we get about 60 percent of our oil from foreign countries. That's up from 20 years ago where we got oil from -- about 25 percent of our oil came from foreign countries. Now, part of the problem is, is that some of the nations we rely on for oil have unstable governments, or agendas that are hostile to the United States.[...] If we're trying to conserve energy, if we want to become less dependent on oil, let's provide incentives for consumers to use less energy.

Auch die Bundeskanzlerin Angela Merkel führt die Versorgungssicherheit als eine Begründung für die Steigerung der Energieeffizienz auf. Auf dem nationalen Energiegipfel am 10. Oktober 2006 sagte sie¹⁸:

Energieeffizienz ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen Energiepolitik. Hier liegen die größten Potenziale, um Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit in Einklang zu bringen.

Wie stellt sich der Zusammenhang zwischen Versorgungssicherheit und Energieeffizienz aus Sicht der ökonomischen Theorie dar? Lässt sich aus dem Problem der Versorgungssicherheit eine Rationalisierung staatliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ableiten?

¹⁷ Quelle: <http://www.whitehouse.gov/infocus/energy/>

¹⁸ Quelle: <http://www.bundesregierung.de/>

Zunächst muss der Begriff der Versorgungssicherheit präzisiert werden. Eine voraussehbare, langfristige Verknappung von Energieträgern gefährdet in einem bestimmten Sinne die langfristige Energieversorgung. Wenn wir Versorgungssicherheit so verstehen, dann begeben wir uns zurück in die Diskussion des vorherigen Abschnitts. Denn für die grundsätzliche Frage, ob Märkte Energieträger langfristig effizient bepreisen, ist es unerheblich, ob wir einen nationalen oder einen globalen Blickwinkel einnehmen. Solange die Knappheit als solche politisch nicht gesteuert werden kann¹⁹, lautet die Frage, ob die Marktteilnehmer die zukünftige Knappheit in ihren Verkaufs- und Konsumentscheidungen effizient berücksichtigen. Verneint man dies aufgrund der theoretischen Überlegungen zu überlappenden Generationen, so lässt sich erneut eine Besteuerung der relevanten Energieträger rechtfertigen. Wir wollen diese Diskussion an dieser Stelle aber nicht wieder aufnehmen.

Eine andere Sicht auf die Versorgungssicherheit ergibt sich, wenn man das Problem in unvorhersehbaren (und eher kurzfristigen) Preisschwankungen der Primärenergieträger sieht. Tatsächlich haben Ölpreisschwankungen erhebliche Auswirkungen auf den Konjunkturzyklus. Eine ganze Reihe von empirischen Studien bemüht sich, diesen Zusammenhang zu quantifizieren (z.B. IMF 2005, IEA 2004, Greene und Ahmad 2005). Den Ergebnissen zufolge führt ein Ölpreisschock zwischen 5,- und 10,- US\$ zu 0,2 bis 0,4 % Verlust des Bruttoinlandsprodukts.²⁰ Hierin spiegelt sich ohne Zweifel eine starke Abhängigkeit des Wirtschaftsgeschehens von den Ölpreisen wider.

Wie sind diese makroökonomischen Kosten zu bewerten? In der wissenschaftlichen Literatur werden die Kosten des Konjunkturzyklus ausführlich diskutiert (z.B. Lucas 1987, Imrohorglu 1989, Krusell und Smith 1999). Die zugrunde liegende Frage lautet, auf wie viel Output die wirtschaftlichen Akteure zu verzichten bereit wären, wenn unvorhersehbare Preis- und Nachfragerisiken beseitigt würden. Neben spezifischen, branchen- und firmenabhängigen Risiken der Akteure stellt der ungewisse Konjunkturzyklus insgesamt ein weiteres wichtiges Risiko für bei Angebots- und Investitionsentscheidungen dar.

Bezogen auf den Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und Versorgungssicherheit kann man unsere Frage nun so formulieren: Können staatliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz dazu beitragen, die negativen Effekte der Preisschwankungen von Primärenergieträgern auf das Wirtschaftsgeschehen zu reduzieren? Wenn ja, was sind die damit verbundenen Kosten?

Unseres Wissens ist eine empirische Untersuchung dieser Fragen in einer quantitativen Wohlfahrtsanalyse in der wissenschaftlichen Ökonomik bislang nicht durchgeführt

¹⁹ Auf die Konsequenzen einer monopolistischen Vormachtstellung von Ländern, die Primär-Energieträger fördern und verkaufen, für die Außenpolitik der Abnehmerländer kann hier nicht eingegangen werden. Dies würde auch den Rahmen einer rein ökonomischen Analyse sprengen.

²⁰ Für Deutschland entspricht dies (den Daten des IMF für 2006 zufolge) 5,8 bis 11,6 Mrd. US\$.

worden. Die empirischen Probleme sind immens: Es ist schwierig genug, die Auswirkungen der Ölpreisschwankungen auf das Bruttoinlandsprodukt zu schätzen. Den Zusammenhang mit Energieeffizienzmaßnahmen herzustellen, erschwert die Datenanalyse zusätzlich, zumal man zunächst genaue Kenntnisse über Art und Umfang dieser Maßnahmen benötigt. Auch die theoretische Literatur hat das Thema bislang vernachlässigt. Da die Literatur unsere oben formulierten Fragen nicht eindeutig beantwortet, müssen wir es an dieser Stelle mit einigen grundsätzlichen Überlegungen bewenden lassen.

Aus theoretischer Sicht wird man die erste Frage mit Ja beantworten, zumindest in einem einfachen Modellrahmen. Jede Steigerung der Energieeffizienz eines Produktionsprozesses, sei sie staatlich verordnet oder Ergebnis privatwirtschaftlicher Entscheidungen, verringert die Bedeutung des Inputs Energie für die Produktion. Insofern werden sich Preisschwankungen des Inputs in geringerem Maße in Preisschwankungen des Outputs übersetzen. Ob dies jedoch ökonomisch effizient ist, bleibt offen. Um die durch einen Staatseingriff entstehenden makroökonomischen Kosten durch den Gewinn an Sicherheit zu rechtfertigen, müssten nämlich externe Gewinne durch solche Investitionen identifiziert werden: Die Steigerung der Energieeffizienz eines Unternehmens müsste durch die Nachfragereduktion auch zur Besserstellung der anderen Unternehmen beitragen. Andernfalls würden rational handelnde Akteure die Investitionen zur Verringerung ihres Risikos selbst tätigen. Eine Formalisierung dieser Idee steht aus.

Wenn der Beitrag von Energieeffizienzmaßnahmen zur Glättung des Konjunkturzyklus bislang nicht quantifiziert wurde, so kann man doch sicher eine obere Schranke für deren Wohlfahrtswirkung angeben: Die gesamtwirtschaftlichen Kosten der Energieeffizienzmaßnahmen, also die Netto-Kosten der durch sie erzwungenen Investitionen, dürfen die Kosten der Preisschwankungen von Primärenergieträgern nicht überschreiten. Sie müssen sogar deutlich niedriger liegen, da Energieeffizienzsteigerungen die Abhängigkeit der Produktion von den Energiepreisen ja nicht vollständig aufheben, sondern diese nur verringern. Diese Überlegung setzt einer ökonomischen Rechtfertigung von Energieeffizienzmaßnahmen durch die Versorgungssicherheit enge Grenzen.

3.3 Energieeffizienz – eine mikroökonomische Perspektive

Ziel dieses Abschnitts ist es, Argumente für die Steigerung der Energieeffizienz aus mikroökonomischer Perspektive zu beleuchten. Im Mittelpunkt steht wiederum das Paradigma des Marktversagens (vgl. Abschnitt 3.1). Ausgangspunkt sei die Situation in einem funktionierenden Wettbewerbsmarktes. Auf Grund von Unterschieden in den Konsumentenpräferenzen z.B. hinsichtlich der impliziten Zinsrate, sowie der Nutzungshäufigkeit und -dauer von Gütern werden auf einem solchen Markt unterschiedliche Niveaus an Energieeffizienz zu beobachten sein. Manche Konsumenten verfügen z.B. über eine höhere implizite Zinsrate als andere, d.h., zukünftige Erträge sind diesen

Konsumenten weniger Wert als anderen. Solche Konsumenten werden tendenziell Güter erwerben, die geringere Anschaffungskosten aber höhere variable Kosten verursachen, d.h. weniger energieeffizient sind (im Folgenden auch als „low-end“ bezeichnet). Andere Konsumenten – mit niedrigen impliziten Zinsraten – sind bereit, heute mehr zu investieren, um später von geringeren Energiekosten zu profitieren. Diese Konsumenten werden tendenziell energieeffizientere Güter („high-end“) erwerben. Eine Preiserhöhung für Energie – etwa verursacht durch steigende Rohstoffpreise oder durch eine Steuer – hätte in dieser Situation den Effekt, dass die Energieeffizienz der Produkte für beide Konsumentengruppen steigt. Der trade-off zwischen Anschaffungskosten und Betriebskosten würde unabhängig von der Diskontrate in Richtung höherer Anschaffungskosten und weniger stark steigender Betriebskosten verschoben werden.

3.3.1 Marktversagen

In den folgenden Abschnitten werden Argumente, mit denen eine Erhöhung der Energieeffizienz in der aktuellen Diskussion begründet wird, daraufhin überprüft, in wieweit sie Marktversagenstatbestände darstellen. Im Anschluss daran werden Lösungsansätze diskutiert. Da externe Effekte, wie beim Klimaschutz, bereits im Abschnitt 3.2 behandelt wurden, wird im Folgenden von Preisen für Energie ausgegangen, in denen die externen Kosten der Energienutzung bereits internalisiert sind.

Asymmetrische Information

Märkte sind nicht in der Lage, Güter effizient zu allozieren, wenn eine Markseite systematisch besser über Eigenschaften des gehandelten Gutes informiert ist als die andere Seite. Diese Form des Marktversagens – von Akerlof (1970) erstmals beschrieben – trifft für eine Reihe von Situationen zu, in denen individuelle Entscheidungen die Höhe der Energieeffizienz beeinflussen. Zwei Beispiele – Wohnungsmärkte und Kreditmärkte – werden hier diskutiert.

Asymmetrische Information ist im Bereich der Energieeffizienz insbesondere bei der Nutzung von Raumwärme auf Wohnungsmärkten ein Problem. Exemplarisch sei die Entscheidungssituation eines Mieters skizziert, der zwei Wohnungen zur Auswahl hat, die sich alleine in ihrem Wärmedämmgrad unterscheiden. Der Unterschied zwischen beiden Wohnungen sei äußerlich für den Mieter nicht zu erkennen. Die gut gedämmte Wohnung wird auf dem freien Wohnungsmarkt teuer sein als die wenig gedämmte, da angenommen wird, dass der Vermieter die Kosten für die zusätzliche Dämmung auf die Miete umlegt. Es sei zudem angenommen, dass der Mieter bei sicherer Information über den Zustand der Wärmedämmung mehr für die Wohnung zu zahlen bereit ist als der Vermieter an Miete verlangen würde. Da die Qualität der Dämmung für den Mieter nicht zu erkennen ist, wird dieser eine mittlere Erwartung über diese Gutseigenschaft bilden und daraus seine mittlere Zahlungsbereitschaft ableiten. Wenn die mittlere Zahlungs-

bereitschaft unter dem Mietgebot des Vermieters der gut gedämmten Wohnung liegt, kommt die Transaktion zwischen dem potentiellen Mieter und Vermieter dieser Wohnung nicht zu Stande, obwohl die Transaktion gegenseitig vorteilhaft wäre. Es werden also nur die relativ „schlechten“ Qualitäten, d.h. wenig gedämmte Wohnungen, gehandelt. Dieser Effekt wird auch „adverse Selektion“ genannt. Damit führt asymmetrische Information – in diesem Fall zuungunsten des Mieters – zu einem Marktversagen: Die Wohlfahrt bei asymmetrischer Information ist geringer als in einer Situation, in der Mieter vollständig über die Qualität der Wärmedämmung informiert wären.

Es bleibt die Frage, ob diese Form des Marktversagens im „Mieter-Vermieter-Dilemma“ zwingend einen Staatseingriff erfordert oder ob nicht Märkte alleine in der Lage sind, das Problem asymmetrischer Information zu lösen. Schließlich hat der Vermieter der gut gedämmten Wohnung einen Anreiz, die hohe Qualität seines Produktes zu signalisieren, da er (annahmegemäß) einen höheren Preis setzen kann. Allerdings ist zu beachten, dass für den Mieter das Signal glaubwürdig sein muss – was hier nicht der Fall ist. Im Beispiel hat auch der Vermieter der schlecht gedämmten Wohnung einen Anreiz, eine „gute“ Qualität vorzutäuschen, ohne dass der Mieter dies überprüfen kann.²¹ Diese Gefahr wird ein rationaler Mieter antizipieren und dementsprechend seine Zahlungsbereitschaft nach unten anpassen. Es ist daher zu erwarten, dass die Vermieter das Informationsproblem nicht ohne Hilfe von außen werden lösen können.

Das Problem asymmetrischer Information lässt sich durch einen Staatseingriff lösen bzw. abschwächen, wenn hierdurch die Unterschiede in der Informationsverteilung reduziert werden (z.B. Howarth und Anderson 1993). Beispiele für solche Maßnahmen wären die Einführung eines unabhängigen Energielabels für Mietwohnungen („Energieausweis“)²² oder auch entsprechender Labels für Elektrogeräte (z.B. „Energy Star“, vgl. Abschnitt 2.1). In diesem Fall könnten sich die Verbraucher entsprechend ihren Präferenzen frei für das Produkt ihrer Wahl entscheiden. Allerdings ist zu beachten, dass das Argument der asymmetrischen Information nur eine Berechtigung für informatorische Maßnahmen (Labeling, Verbraucherinformation) liefert – nicht jedoch für darüber hinausgehende Maßnahmen wie Zwangsstandards (vgl. Abschnitt 4).

Auch auf Kreditmärkte kann asymmetrische Information herrschen und über diesen Wirkungskanal die Energieeffizienz beeinflussen. Investitionen in Energieeffizienz erfordern z.T. erhebliche Finanzmittel, die von Haushalten und Unternehmen häufig über

²¹ Es lassen sich einige allgemeine Bedingungen identifizieren, die das Zustandekommen einer asymmetrischen Informationsverteilung begünstigen. Wenn es sich um Produkte handelt, bei denen die Qualität prinzipiell feststellbar ist, zählen hierzu eine hohe Varianz in der Produktqualität, relativ hohe Suchkosten und eine geringe Kauffrequenz. Es gibt allerdings auch Güter, deren Qualität sich erst nach dem Konsum zeigt oder überhaupt nicht feststellbar ist. Diese Gütergruppen sind besonders anfällig für Marktversagen durch asymmetrische Information (Schleich 2006).

²² Der Energieausweis ist ab 1. Januar 2008 (2009) für Wohngebäude mit Baujahr bis 1965 (aller Baujahre) bei Neubau, Verkauf und Neuvermietung erforderlich. Gesetzliche Grundlage ist die Energieeinsparverordnung vom 27.06.2007 (EnEV 2007).

Kreditaufnahme finanziert werden. So würde beispielsweise ein Unternehmer, der ein finanziell relevantes Einsparpotential im Energieverbrauch identifiziert hat, jedoch nicht über ausreichend Liquidität verfügt, bei einer Bank zu marktüblichen Zinsen einen Kredit aufnehmen und damit sein Energieeffizienzprojekt finanzieren. Das Problem hierbei ist jedoch, dass asymmetrische Information auftreten kann, die solche wohlfahrtserhöhenden Transaktionen verhindert. Auf der Angebotsseite des Kreditmarktes sind dabei für die Banken der Zins und das Kreditausfallrisiko die entscheidenden Determinanten für ihr Geschäftsergebnis. Banken können jedoch das Kreditausfallrisiko ihrer Kunden nicht oder nur unzureichend beobachten. Gegeben eine bestimmte mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit setzt daher eine Bank ihren Zins, wobei es zu dem bereits beschriebenen Effekt der „adversen Selektion“ kommen kann. Kunden mit geringen Risiken werden das Angebot nicht annehmen, da für sie der Preis zu hoch ist. Nur die „schlechten“ Risiken nehmen das Kreditangebot an. Dies führt dazu, dass die Bank das mittlere, ihrer Kalkulation zu Grunde liegende Ausfallrisiko erhöhen muss und damit einen höheren Zins verlangen wird. Im Extremfall fragen nur noch Kunden mit sehr geringer Bonität Kredite nach und das Volumen der Kreditvergabe ist suboptimal.

Stiglitz und Weiss (1981) zeigen, dass asymmetrische Information zu Kreditmarkt-rationierung führen kann, d.h., die Banken verzichten freiwillig darauf, ihren Zins zu erhöhen, da sie vermuten müssen, damit relativ mehr schlechte Risiken zu attrahieren. Zu diesem relativ niedrigen Preis ist das nachgefragte Kreditvolumen höher als die Bank bereit ist auszugeben. Normalerweise würde in einer solchen Situation mit Überschussnachfrage der Preis steigen und für einen Ausgleich von Angebot und Nachfrage sorgen. In diesem Fall lassen die Banken den Preis jedoch bewusst niedrig und rationieren die Kreditvergabe, d.h., nicht alle Kunden, die es wünschen, bekommen einen Kredit. Darüber hinaus werden Banken alle verfügbaren Mittel nutzen, um zusätzliche Informationen über die Risiken ihrer Kunden zu gewinnen.

Asymmetrische Information kann also eine effiziente Kreditaufnahme und damit auch Investitionen in Energieeffizienz verhindern. Allerdings ist diese Form des Marktversagens nicht spezifisch für den Umwelt- und Energiesektor. Darüber hinaus haben Kapitalmärkte in den Industrieländern eine Reihe von Mechanismen (z.B. Bonitätsprüfungen) entwickelt, um das Ausmaß von asymmetrischer Information hinsichtlich der Ausfallrisiken ihrer Kunden zu reduzieren. Die staatliche Aufgabe kann hier einerseits darin gesehen werden, rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen so zu setzen, dass Kreditmärkte unabhängig von der Verwendung der Mittel möglichst optimal funktionieren. Andererseits kann in bestimmten Fällen – etwa bei der Kreditfinanzierung von Investitionen durch für KMU – ein Staatseingriff wohlfahrtserhöhend wirken. Hier

könnte etwa eine staatlich gestützte Kreditvergabe (z.B. über die KfW) sinnvoll sein. Dies gilt auch für Investitionen, die zu einer Steigerung von Energieeffizienz führen.²³

Information als öffentliches Gut

Informationen über Kosten und Nutzen von Handlungsalternativen sind eine notwendige Bedingung für rationales Entscheiden. Aus Sicht eines Haushalts ist die Beschaffung von Informationen über Energieeffizienzmaßnahmen wie Gebäudesanierung oder Energiekosten alternativer Heizungssysteme jedoch mit erheblichen Kosten verbunden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Haushalte solche Entscheidungen nur sehr selten treffen und dies die Kosten der Informationsbeschaffung zusätzlich erhöht.

Aus ökonomischer Sicht weisen allgemeine Information über Energiesparmaßnahmen, z.B. über die Art und Weise wie ein Haus unter Standardbedingungen besonders günstig zu dämmen ist, häufig die Eigenschaften eines öffentlichen Gutes, d.h. Nichtrivalität und Nichtausschließbarkeit, auf. Ein Gut, welches bei der Produktion Kosten verursacht und zugleich diese Eigenschaften aufweist, wird von privaten Märkten nicht oder nur in zu geringen Mengen produziert. Der Grund hierfür ist einfach: Der Produzent ist nicht in der Lage, durch das Setzen eines Preises und damit durch die Nutzung des Ausschlussprinzips, seine Kosten zu decken. In diesem Fall von Marktversagen kann der Staat die Produktion des Gutes übernehmen und das Gut zu einem wohlfahrtsmaximalen Preis in Höhe der Grenzkosten anbieten. Dies bedeutet, dass das öffentliche Gut zum Nullpreis angeboten werden sollte, da die Kosten, die ein zusätzlicher Nutzer des Gutes verursacht, auf Grund der Nichtrivalität Null sind.

Da Informationen häufig die Eigenschaften eines öffentlichen Gutes aufweisen, kann die Notwendigkeit, zentral Informationen über Energiesparmaßnahmen bereitzustellen aus der Theorie des Marktversagens heraus begründet werden (z.B. Sutherland 1991, Jaffe und Stavins 1994). Allerdings muss deutlich werden, ob bestimmte Informationen als privates oder als öffentliches Gut einzuordnen sind. Spezifische Informationen, deren Bereitstellung den rivalisierenden Einsatz von Ressourcen erfordern und von deren Konsum man prinzipiell durch Preissetzung ausgeschlossen werden kann sind dabei als privates Gut einzuordnen. Solche Informationen (z.B. persönliche Beratung vor Ort über ein spezifisches Projekt) sollten demnach besser vom Markt bereitgestellt werden. Eine staatliche Zertifizierung der Anbieter dieser Beratungsdienstleistungen ist jedoch sinnvoll, um eine adverse Selektion unter den Anbietern zu verhindern. Im Unterschied dazu tragen allgemeine Informationen, die nicht rivalisierend genutzt werden und für die man keinen Nutzungsausschluss durchsetzen kann (z.B. allgemeine Hinweise zur Wärme-

²³ In Entwicklungs- und Schwellenländern kann Kreditmarktkonzentration neben erheblichen Effizienzwirkungen auch negative Verteilungseffekte haben, insbesondere wenn ärmere Haushalte keinen Zugang zum Kapitalmarkt und damit zu Erwerbchancen haben. Hier kann ein Staatseingriff – etwa durch zinsverbilligte Kleinkredite – sinnvoll sein.

dämmung oder zum Heizungs- und Lüftungsverhalten) dagegen den Charakter eines öffentlichen Gutes. Hier ist ein Marktversagen zu diagnostizieren.

Eine Möglichkeit, diese Form von Marktversagen zu beheben, besteht in einer zentralen Informationsstelle, die öffentliche Informationen über Energiesparmaßnahmen bereitstellt. Diese Informationen werden dabei kostenfrei bzw. zu relativ niedrigen Preisen an Konsumenten und Unternehmen abgegeben, so dass ein aus sozialer Sicht optimaler Informationsstand über Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz erreicht wird.²⁴ Mit diesen Informationen können dann die Akteure entsprechend ihrer Präferenzen Güter und Dienstleistungen mit unterschiedlichen Niveaus an Energieeffizienz nachfragen. Zentral bereitgestellte Informationen zu Energieeffizienz fördern damit auch die optimale Produktdifferenzierung in Wettbewerbsmärkten.²⁵

Marktmacht

Im Folgenden sei angenommen, dass ein Monopolist unterschiedliche Preise für seine Produkte setzen kann, jedoch nicht in der Lage ist, perfekte Preisdiskriminierung zu betreiben.²⁶ Stattdessen verfügt der Monopolist über die Information, dass es unterschiedliche Typen von Konsumenten – high-end und low-end – gibt, die sich nicht voneinander unterscheiden lassen (Fischer 2004). In einem solchen Modell sind die high-end Konsumenten bereit, ein energieeffizientes Gerät (z.B. einen Kühlschrank) zu einem relativ hohen Preis zu kaufen. Zukünftige Erträge in Form von Energiekosteneinsparungen sind diesen Konsumenten relativ viel Wert, d.h., sie verfügen über eine relativ geringe implizite Zinsrate. Die low-end Konsumenten mit einer relativ hohen impliziten Zinsrate verfügen hingegen nur über eine geringe Zahlungsbereitschaft für das Gut. Die gewinnmaximierende Strategie des Monopolisten besteht in dieser Situation darin, den low-end Konsumenten ein Gerät mit einer geringeren als der gewünschten Energieeffizienz zu verkaufen. Den high-end Konsumenten wird dagegen das Gerät mit der von ihnen gewünschten hohen Energieeffizienz zu einem angemessen hohen Preis verkauft. Auf diese Weise gelingt es dem Monopolisten, den zahlungskräftigen Käufern einen Preis über den Grenzkosten abzuverlangen und diese zugleich vom Wechsel zur niedrigen Energieeffizienz der low-end Kunden abzuhalten. Der Monopolist muss bei seiner Preis-

²⁴ Dabei ist zu berücksichtigen, dass der gesetzte Preis sich an den Grenzkosten orientiert, d.h. an den Kosten die durch eine zusätzlich bereitgestellte Information entstehen.

²⁵ Ein aktuelles Beispiel für eine Politikmaßnahme, die sich mit dem hier geschilderten Marktversagen begründen lässt, ist das Impuls-Programm Altbau in Baden-Württemberg (UM 2005). Dieses Programm ist die zentrale Informationskampagne des Landes für Hauseigentümer, Handwerker, Planer und andere am Bau Beteiligte. Dabei werden die in der Bauwirtschaft tätigen Multiplikatoren für die Beratungstätigkeit vorbereitet und die Hauseigentümer über energieeffiziente Sanierungen informiert.

²⁶ Gelingt dem Unternehmen perfekte Preisdiskriminierung, kann es jedem Konsumenten entsprechend seiner Präferenz für Energieeffizienz einen Preis setzen, der genau der Zahlungsbereitschaft des Konsumenten entspricht. In diesem Fall wird wie im Wettbewerbsfall die Wohlfahrt maximiert – nur gelingt es hier dem Monopol, die gesamte Wohlfahrt an sich zu ziehen. Freilich ist dies ein theoretischer Fall, da der Preisdiskriminierung durch Informationsprobleme und durch rechtliche Rahmenbedingungen in der Praxis enge Grenzen gesetzt sind.

und Qualitätswahl berücksichtigen, dass er bei einem zu hohen Preis für das high-end Gerät das Abwandern von diesen Kunden zum low-end Gerät provoziert. Diese Abwanderung ist weniger stark, wenn das low-end Produkt eine schlechte Qualität hat. Diesen „Hebel“ nutzt der Monopolist, um seinen Gewinn zu maximieren. Man kann zeigen, dass im Gleichgewicht der Preis für high end gerade so gewählt ist, dass diese Kunden indifferent zwischen high-end und low-end Gerät sind. Die weniger zahlungskräftigen low-end Kunden haben in dieser Situation nur die Wahl, entweder das Produkt mit geringer Energieeffizienz zu einem Preis ebenfalls über den Grenzkosten zu kaufen oder auf den Kauf des Gutes zu verzichten. Die resultierende Allokation ist ineffizient, da die low-end Kunden eine zu geringe Energieeffizienz verglichen mit der Wettbewerbslösung angeboten bekommen.

Das hier dargestellte Monopolproblem ist nicht spezifisch für die Bereitstellung von Energieeffizienz, sondern lässt sich auf das Problem mangelnder Qualität im Monopolfall verallgemeinern (Besanko et al. 1988, Donnenfeld und White 1988, Mussa und Rosen 1978). Es stellt sich zunächst die Frage, ob durch eine Preiserhöhung für Energie das Problem der zu geringen Energieeffizienz für low-end Konsumenten behoben werden kann. Allgemein gilt, dass in einer Monopolsituation nicht die korrekten Knappheitssignale, d.h. die Grenzkosten, an die Konsumenten weitergegeben werden. So wird eine Preiserhöhung für Energie nur zum Teil an die Konsumenten weitergegeben, der verbleibende Teil wird vom Monopol getragen. Dies liegt daran, dass das Monopol bereits vor der Preiserhöhung einen zu hohen, d.h. über den Grenzkosten liegenden, und daher ineffizienten Preis gesetzt hat. Eine Preiserhöhung für Energie verschärft das o.g. Problem, da sich der Unterschied in den Wertschätzungen der Konsumenten für Energieeffizienz vergrößert und damit der Spielraum des Monopolisten für Preisdiskriminierung erhöht.²⁷

Eine Möglichkeit, das Problem der Qualitätsbeeinflussung durch das Monopol zu beheben, besteht in der Setzung von Mindeststandards (Fischer 2004, Besanko et al. 1988). Dabei würde die zuständige Behörde einen Mindeststandard für Energieeffizienz setzen, der dem sozial optimalen Niveau der low-end Konsumenten entspricht. Dem Monopol wird damit die Möglichkeit genommen, den low-end Kunden eine besonders schlechte Qualität anzubieten und damit den high-end Kunden einen überhöhten Preis zu setzen. Daraus folgt, dass beide Konsumentengruppen das optimale Niveau an Energieeffizienz erhalten. Die low-end Konsumenten zahlen auf Grund der höheren Energieeffizienz mehr für ihr Produkt, jedoch entspricht dieser Mehrbetrag genau dem, was sie durch das energieeffizientere Gerät an Energiekosten einsparen. Darüber hinaus wird diesen Konsumenten jetzt das optimale Niveau an Energieeffizienz geboten. Hingegen stehen die high-end Konsumenten nutzenmäßig besser, da der Preis für ihr

²⁷ Annahmegemäß haben high-end Konsumenten auf Grund ihrer geringen Zinsrate eine höhere Wertschätzung für zukünftige Erträge. Steigende Energiepreise erhöhen die Wertschätzung dieser Konsumenten für Energieeinsparungen und verschärfen daher das Problem statt es zu lösen.

Produkt bei gleicher Energieeffizienz wie zuvor fallen muss. Anderenfalls würden diese Konsumenten, die zuvor indifferent zwischen high-end und low-end waren, zum low-end Produkt abwandern. Der Gewinn des Monopolisten ist geringer, da er auf den Betrag verzichten muss, den die high-end Konsumenten weniger zahlen. Insgesamt gesehen kommt es zu einem Wohlfahrtsgewinn, da der erste Effekt einen Wohlfahrtsgewinn und der zweite Effekt einen reinen Transfer von Produzent zu Konsument darstellt.²⁸ Bei dieser Lösung ist allerdings die Umsetzung problematisch. Es ist nicht klar, woher die Behörde die Information über das optimale Niveau an Energieeffizienz für die low-end Konsumenten beziehen soll. Solche Informationen sind üblicherweise privater Natur und nur dezentral, d.h. auf Ebene der Verbraucher, verfügbar. Eine dritte und sehr allgemeine Lösung besteht natürlich darin, über Instrumente der Wettbewerbspolitik (z.B. die Missbrauchsaufsicht im Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen) Monopol-situationen zu verhindern.

3.3.2 Marktbarrieren

Der Begriff der Marktbarriere umschreibt Bedingungen, die Entscheidungen zugunsten einer höheren Energieeffizienz verhindern (Sorrell 2006). Im Folgenden werden die wichtigsten, in der Literatur diskutierten Barrieren betrachtet. Hierzu zählen fehlende Einstellung zu Energieeffizienz, myopische Entscheidungen und Transaktionskosten. Dabei werden zugleich die Begriffe Marktbarriere und Marktversagen voneinander abgegrenzt.

Im Zusammenhang mit ausbleibenden Emissionsminderungsmaßnahmen im Transportsektor benennt der Fourth Assessment Report des IPCC in der Summary for Policymakers explizit fehlende Präferenzen der Konsumenten als eine „Marktbarriere“, die die Durchführung solcher Maßnahmen verhindert (IPCC 2007). An dieser Stelle muss der Unterschied zwischen „Marktbarriere“ und „Marktversagen“ deutlich gemacht werden (Sutherland 1991). Als Marktbarriere wird in der Literatur zur Energieeffizienz üblicherweise eine Bedingung bezeichnet, die die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bis zu einem bestimmten, zuvor extern berechneten Kostenniveau verhindert. Ein Marktversagen ist dagegen eine Bedingung, die zu einer ökonomisch ineffizienten Allokation der Ressourcen führt, d.h. ausgehend von einer solchen Situation ist eine Pareto-Verbesserung möglich. Aus ökonomischer Sicht ist der Tatbestand des Marktversagens der richtige Ansatzpunkt zur Begründung von Staatseingriffen. In der Literatur genannte Marktbarrieren sollten demnach daraufhin überprüft werden, ob sie Marktversagenstatbestände darstellen oder nicht. Ist dies der Fall, können unabhängig von der inhaltlichen Fragestellung ökonomische Instrumente zur Behebung des Marktversagens angewendet werden. Im anderen Fall sind solche „Barrieren“ Bestandteil funktio-

²⁸ In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass Standards nur unter den hier beschriebenen Monopolbedingungen wohlfahrtserhöhend sein können. Unter Wettbewerbsbedingungen haben Standards üblicherweise negative Wohlfahrtswirkungen (vgl. Abschnitt 4.5).

nierender Märkte und jeder Eingriff würde die Effizienz der Ressourcenallokation verschlechtern.

Fehlende Einstellungen zur Energieeffizienz oder „falsche Präferenzen“ stellen möglicherweise eine „Barriere“ dar, die Energieeffizienzmaßnahmen verhindert, jedoch sind sie kein Marktversagen. Konsumenten bringen über ihre Präferenzen zum Ausdruck, was ihnen – bei gegebener Budgetrestriktion – die größtmögliche Wohlfahrt stiftet. In funktionierenden Märkten würde ein Eingriff in diese Entscheidungsfreiheit, z.B. über Verbote oder Zwangsstandards, einen unverhältnismäßigen Eingriff in die Konsumentensouveränität bedeuten und wohlfahrtsreduzierend wirken. Im Fall von Marktversagen kann ein Staatseingriff dagegen die Wohlfahrt erhöhen (vgl. Abschnitt 3.1).

Ein weiteres Beispiel für eine „Barriere“ ist die Hypothese, dass sich Akteure bei langfristigen Investitionsentscheidungen myopisch und damit nicht rational verhalten. Mit diesem Verhaltensmuster wird erklärt, warum Energieeffizienzmaßnahmen nicht durchgeführt werden, obwohl die Rendite dieser Maßnahmen deutlich über der marktüblichen Verzinsung liegt. Im Unterschied zu der Hypothese, dass sich Menschen nur eingeschränkt rational verhalten, kann die ökonomische Theorie jedoch plausible Erklärungen dafür liefern, warum für rationale Akteure Energieeffizienzmaßnahmen höhere implizite Renditen erfordern. Zwei Argumente, die mangelnde Diversifizierbarkeit von Risiken und das Problem irreversibler Kosten bei Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit, werden im Folgenden erläutert.

Die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen stellt aus ökonomischer Sicht eine Investitionsentscheidung dar, bei der über einen bestimmten Zeithorizont hinweg anfänglich Kosten durch die Umsetzung der Maßnahme entstehen und sich nachfolgend über die Zeit Auszahlungen in Form geringerer Energiekosten ergeben. Dabei ist ein positiver Barwert der Investition eine notwendige Bedingung für ihre Durchführung. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die in der Zukunft liegenden Erträge üblicherweise unsicher sind. Dies gilt insbesondere auch für Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz. In diesem Fall ist aus Sicht des einzelnen Investors die tatsächlich realisierte Energieeinsparung unsicher, d.h., die Einsparung hat einen Erwartungswert mit einer bestimmten Streuung. Investoren sind wiederum üblicherweise risikoavers, d.h., bereit einen Betrag zur Reduzierung des Risikos zu zahlen. Eine Möglichkeit, das Risiko einer Energieeffizienzmaßnahme zu reduzieren, besteht in der Diversifizierung der Risiken. Beispielsweise können große Unternehmen mit leichtem Zugang zum Kapitalmarkt ihre Risiken aus Energieeffizienzmaßnahmen poolen, in dem sie viele unterschiedliche Maßnahmen durchführen. Aus der Unsicherheit über die im einzelnen Projekt zu erzielende Energieeinsparung wird damit eine sichere mittlere Energieeinsparung aus den Maßnahmen.

Aus dieser Argumentation folgt, dass große Unternehmen ohne größere Kapitalrestriktionen über ein Portfolio an Energieeffizienzmaßnahmen mit einer bestimmten

unsicheren Rendite verfügen sollten, da sich ein gewisses Risiko nicht absichern lässt.²⁹ Kleinere Unternehmen und Haushalte, die kreditmarktrationiert sind, werden weniger in solche Maßnahmen zur Risikodiversifizierung investieren und können sich daher nicht in dem Maße wie große Unternehmen gegen solche Risiken absichern. Dies bedeutet, dass diese Akteure eine höhere implizite Rendite aus der Maßnahme benötigen, damit diese attraktiv wird. Ärmere Haushalte, die keinerlei Ersparnisbildung betreiben, sind hiervon noch stärker betroffen (Morss 1989, Sutherland 2003).³⁰

Mit anderen Worten: Unterschiedliches Verhalten bei Energieeffizienzmaßnahmen und unterschiedliche Renditeanforderungen sind das Ergebnis von rationaler Anpassung an bestehende Knappheitsverhältnisse und stellen kein Marktversagen dar (vgl. für empirische Evidenz Train 1985). Will man die Wohlfahrt ärmerer Haushalte aus verteilungspolitischen Gründen erhöhen, etwa um sie vor höheren Energiepreisen zu schützen, so sollte dies durch pauschale Transfers geschehen, bei denen die Akteure selbst entscheiden können, für welche Verwendung sie die transferierten Mittel nutzen.

Neben der mangelnden Diversifizierbarkeit von Risiken gibt es mit der Irreversibilität von Investitionskosten ein weiteres Argument, welches scheinbar überhöhte implizite Renditen rational erklären kann. Ist eine Investition in ein Projekt, welches sich verschieben lässt, mit erheblichen irreversiblen Kosten verbunden und sind die zukünftigen Erträge unsicher, dann muss der Barwert der Investition um einen bestimmten positiven Betrag über den Kosten liegen, um die Investition zu rechtfertigen. Dieser Betrag entspricht genau dem Wert der Option nicht zu investieren, sondern zu warten, d.h. das Projekt zu verschieben (McDonald und Siegel 1986, Pindyck 1991). Mit anderen Worten: Die klassische Regel, nach der ein Investitionsprojekt durchzuführen ist, wenn der Barwert mindestens die Investitionskosten deckt, gilt in diesem Fall nicht mehr (vgl. auch Abschnitt 4.1 für eine weitere Einschränkung). Dies liegt daran, dass die Investition „versunken“, d.h. nicht reversibel, ist. Die Entscheidung, die Durchführung des Projekts zu verschieben, ist jedoch reversibel, in dem man z.B. das Projekt in der nächsten Periode durchführt. Die korrekte Lösung dieses Optimierungsproblems beinhaltet den Vergleich der Investitionskosten und Barwerte für eine Investition zu allen möglichen Zeitpunkten. Es wird also explizit berücksichtigt, dass man die Option hat, ein Projekt zu unterschiedlichen Zeitenpunkten durchzuführen. Löst ein Investor die Option zu warten ein, kann er unter Umständen neue Informationen über die zukünftigen Erträge

²⁹ In der Kapitalmarkttheorie wird das Risiko einer Anlage, welches sich nicht „wegdiversifizieren“ lässt, als „systematisches“ Risiko des Wertpapiers bezeichnet. Im Unterschied dazu kann das „unsystematische“ Risiko durch ein effizientes Portfolio von Anlagen vermieden werden (Schneider 1992). Dies bedeutet, dass Akteure, die kein effizientes Portfolio von Anlagen besitzen, einem höheren Risiko ausgesetzt sind.

³⁰ Auch wenn für Kleingeräte wie Kühlschränke das Ausmaß dieses Effektes vermutlich gering ist (vgl. Stoff 1993), bleibt das grundsätzliche Argument insbesondere für größere Investitionen (z.B. bei Heizungsanlagen in Einfamilienhäusern) bestehen. Bei der Messung dieses Effektes ist auch zu berücksichtigen, dass eine Reihe von Annahmen (z.B. die ceteris-paribus-Annahme beim Vergleich von Geräten mit unterschiedlichen Einsparpotentialen) getroffen werden müssen, die in der Realität selten erfüllt sind.

gewinnen und so sein Verhalten an die geänderten Bedingungen anpassen. Diese Option ist umso wertvoller, je höher die Unsicherheit über die zukünftigen Erträge des Projektes ist. Dieses Problem intertemporaler Optimierung ist auch für Investitionen in Energieeffizienzprojekte von Bedeutung (Hassett und Metcalf 1993).³¹ Besteht z.B. durch stark schwankende Energiepreise erhebliche Unsicherheit über die Einsparwirkungen einer mit hohen irreversiblen Kosten verbundenen Investition in ein Energieeffizienzprojekt, kann es rational sein, diese Investition zu verschieben, obwohl der Barwert der Erlöse aus der Investition über den Investitionskosten liegt. Ein Outsourcing der Energiedienstleistung kann in einer solchen Situation sinnvoll sein, da ein spezialisiertes Unternehmen die Effizienzgewinne eher realisieren kann. Eine staatliche Aufgabe kann hier in der Definition und Durchsetzung von Eigentumsrechten liegen.

Die praktische Relevanz dieses theoretischen Ansatzes zeigen Kuper und van Soest (2006) in ihrer Analyse des Effektes von Ölpreisschwankungen auf die Attraktivität von Energiespartetechnologien. Dabei werden Daten über Energieverbrauch und ökonomische Aktivität von 15 OECD-Ländern in der Periode von 1978 bis 1996 verwendet. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Asymmetrie der Auswirkungen von Ölpreisschwankungen und stützen damit das eben skizzierte theoretische Argument. Während steigende Ölpreise einen relativ geringen (negativen) Effekt auf den Energieverbrauch haben, ist der (positive) Effekt auf den Energieverbrauch durch sinkende Ölpreise signifikant stärker. Diese Asymmetrie wird durch höhere Unsicherheit noch verstärkt.

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Energieeffizienz taucht immer wieder der Begriff der Transaktionskosten auf. Der „Entdecker“ der Transaktionskosten, Nobelpreisträger Ronald Coase, beschreibt das Wesen der Transaktionskosten folgendermaßen (Coase 1991):

“... there were costs of using the pricing mechanism. What the prices are has to be discovered. There are negotiations to be undertaken, contracts have to be drawn up, inspections have to be made, arrangements have to be made to settle disputes, and so on. These costs have come to be known as transaction costs. ... It was avoidance of the costs of carrying out transactions through the market that could explain the existence of the firm ...”

Aus Sicht eines Unternehmens werden Transaktionskosten in externe und interne Transaktionskosten unterschieden.³² Im ersten Fall spricht man von Markttransaktionskosten,

³¹ Über das Ausmaß des Effektes gibt es eine kritische Diskussion. So können Sanstad et al. (1995) zeigen, dass der von Hassett und Metcalf identifizierte Effekt nicht ausreicht, um die beobachteten hohen impliziten Diskontraten zu erklären. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass der Effekt der mangelnden Diversifizierbarkeit in die gleiche Richtung geht wie der Effekt der Irreversibilität. Ein abschließendes Urteil über die empirische Relevanz beider Argumente kann demnach noch nicht getroffen werden.

³² Darüber hinaus gibt es politische Transaktionskosten. Hierunter fallen u.a. die Kosten für Einrichtung, Erhaltung und Veränderung des politischen Systems (Richter und Furubotn 1996).

im zweiten von Unternehmenstransaktionskosten (Richter und Furubotn 1996). Unter Markttransaktionskosten versteht man Such- und Informationskosten, Verhandlungs- und Entscheidungskosten sowie Kosten durch Überwachung- und Durchsetzung, die im Zuge der Interaktion auf Märkten anfallen. Beispielsweise entstehen im Vorfeld einer Markttransaktion unweigerlich Kosten, etwa wenn Informationen über einen Transaktionspartner oder über die Qualität des zu handelnden Gutes gesammelt werden müssen. Die Frage ist, wie solche Kosten aus Sicht der ökonomischen Theorie einzuordnen sind.

Transaktionskosten sind (Opportunitäts)-Kosten, die durch den Einsatz knapper Ressourcen entstehen. Insofern müssen sie in einer Erklärungskraft beanspruchenden ökonomischen Theorie berücksichtigt werden. Ein Akteur, der beispielsweise ein neues Auto kaufen möchte, steht vor einem relativ aufwändigen Suchprozess. Dabei muss zunächst beachtet werden, dass diese Such- und Informationskosten durch eine asymmetrische Informationsverteilung erhöht werden können (vgl. Abschnitt 3.3.1). Aber auch in einer Situation ohne solches Marktversagen entstehen zweifellos positive Kosten, etwa durch die Suche nach möglichen Anbietern und den Kostenvergleich der Angebote. Dabei ist jedoch zu beachten, dass solche Kosten unvermeidlicher Bestandteil jeder Markttransaktion sind und nicht spezifisch für Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz sind. Darüber hinaus kommt es aus Sicht der Energieeffizienz auf die inkrementellen Transaktionskosten an, d.h. auf die Kosten, die allein dem Aspekt der Energieeffizienz zuzuschreiben sind (Sutherland 1996). Diese Kosten sind jedoch üblicherweise gering. Um beim Beispiel des Autokaufs zu bleiben: Der Akteur wird Informationen über Motorisierung, Anschaffungspreis, Design und die laufenden Kosten sammeln. Die zusätzlichen Kosten, die dadurch entstehen, dass auch explizit energie-relevante Informationen (z.B. zum Spritverbrauch) erhoben werden, sind jedoch relativ gering. Mit anderen Worten: Fast alle Transaktionskosten, die beim Erwerb des Autos anfallen, sind invariant hinsichtlich der Energieeffizienz des Fahrzeugs.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass (Markt)-Transaktionskosten einen wesentlichen Kostenbestandteil von Markttransaktionen darstellen, jedoch kein spezifisches Charakteristikum von Energieeffizienzmaßnahmen sind.³³ Der Fall überhöhter Transaktionskosten durch asymmetrische Information stellt ein klassisches Marktversagen dar, das durch entsprechende Instrumente behoben werden kann. Darüber hinaus existierende Transaktionskosten sind Bestandteil funktionierender Märkte und rechtfertigen keinen Staats-eingriff.

³³ Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Höhe von Transaktionskosten durch die Regulierung mitbestimmt wird. Durch einheitliche Normierung (z.B. DIN-Normen) können komplizierte und damit teure Abstimmungsprozesse in der Produktion erleichtert werden. Solche für das Funktionieren einer Volkswirtschaft grundlegenden Standards weisen den Charakter eines öffentlichen Guts auf.

3.3.3 Organisationsversagen

Die klassische ökonomische Sicht betrachtet Unternehmen als eine Entscheidungseinheit, die als „Black Box“ rationale und gewinnmaximierende Entscheidungen trifft. Angesichts der vielfältigen unternehmensinternen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Abteilungen und Organisationsebenen ist diese Betrachtungsweise insbesondere für Großunternehmen eine starke Vereinfachung. Sich überlappende Verantwortlichkeiten („split incentives“) von einzelnen Abteilungen innerhalb eines Unternehmens etwa für Anschaffungs- und Betriebskosten können die aus Sicht des gesamten Unternehmens optimale Entscheidung über Investitionen, beispielsweise in energieeffiziente Anlagen, verzerren (Sorrell 2006). In solchen Fällen verhält sich das Unternehmen insgesamt gesehen nicht gewinnmaximierend. So ist leicht vorstellbar, dass eine Abteilung A für die Anschaffung eines Gerätes zuständig ist, jedoch eine andere Abteilung B die laufenden Kosten dieses Gerätes tragen muss. Die Abteilung A hat in dieser Situation einen Anreiz, die Anschaffungskosten gering zu halten. Mit den laufenden Kosten wird diese Abteilung nicht konfrontiert (die trägt annahmegemäß Abteilung B). Daraus kann der Kauf eines weniger energieeffizienten Gerätes resultieren. Gäbe es statt beider Abteilungen eine einheitliche organisatorische Einheit, würde bei dieser Kaufentscheidung die Summe aus Anschaffungskosten und diskontierten Betriebskosten minimiert. Ähnliche Effekte treten auf, wenn die Verantwortung für einzelne Einsparmaßnahmen nicht diesen Abteilungen eindeutig zugeordnet ist, sondern z.B. andere Abteilungen von den Einsparbemühungen einer Abteilung profitieren. In diesem Fall wird diese Abteilung zwar mit den Kosten der Einsparung konfrontiert, nicht jedoch mit dem vollen Nutzen, d.h., die Einsparbemühungen fallen suboptimal aus.

Die o.g. Effekte sind prinzipiell sowohl für privatwirtschaftliche Unternehmen als auch für öffentliche Institutionen wie Universitäten und Behörden denkbar. Allerdings gibt es für Unternehmen ein relatives starkes „Gegenmittel“ welches verhindert, dass solche Effekte langfristig und in erheblichem Maße das Betriebsergebnis reduzieren. Ein funktionierender Wettbewerbsmarkt wird langfristig nicht zu lassen, dass Unternehmen systematisch auf solche Möglichkeiten zur Kostenreduzierung verzichten. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um den Verbrauch von Energie oder um die Nutzung anderer Produktionsfaktoren handelt. So müsste ein funktionierendes Rechnungswesen in einem Unternehmen, entsprechende Ineffizienzen durch die Aufteilung der Verantwortlichkeiten zwischen den Abteilungen A und B im o.g. Beispiel erkennen und die Geschäftsleitung sollte entsprechende Maßnahmen zur Lösung des Problems einleiten (z.B. die Zusammenlegung der entsprechenden Verantwortlichkeiten). Mit anderen Worten, unter Wettbewerbsbedingungen ist die Persistenz solcher Fehlanreize nicht erwarten. Insbesondere liegt in einer solchen Situation, die kurzfristig durchaus vorkommen kann, kein

Marktversagen vor. Damit fehlt die zentrale Rechtfertigung für einen eventuellen Staats-
eingriff.³⁴

Hierbei muss angemerkt werden, dass aus Unternehmenssicht immer die Gesamtkosten der wirtschaftlichen Aktivität im Mittelpunkt stehen. Das Ausbleiben von entsprechenden organisatorischen Änderungen, die Energieeinsparungen ermöglichen würden, kann also sehr wohl durch – möglicherweise von außen nicht beobachtbare – Kosten dieser Umorganisation verhindert werden. Solche „hidden costs“ lassen eine unternehmerische Entscheidung von außen nicht rational erscheinen, obwohl das Unternehmen letztlich die Gesamtkosten minimiert.

Im öffentlichen Bereich, in den der Wettbewerbsdruck praktisch nicht existiert, stellt sich das Problem jedoch aus anderer Perspektive. In diesem Fall gibt es keinen Wettbewerber, der unter Nutzung der Einsparmöglichkeiten, Unternehmen, die auf solches Organisationsversagen nicht reagieren, vom Markt verdrängt. Darüber hinaus gibt es im öffentlichen Bereich häufig Situationen, in denen die Zuordnung von Energiekosten auf unterschiedliche föderalen Ebenen wie Kommunen, Bundes- oder Landesebene, das o.g. Problem noch verschärft. Ein Beispiel für solche Fehlanreize stellt das Deutsche Hochschulwesen dar (Schleich 2006). Die Baumaßnahmen wurden traditionell vom Bund getragen, operative Kosten wie Heizkosten dagegen von den Ländern. Die Verzerrung der Investitionsanreize ist offensichtlich. Diese Art des Organisationsversagens kann nur durch interne Kontrollmechanismen oder durch schrittweise Einführung von Wettbewerb bei gleichzeitiger Stärkung der Finanzkompetenz der betroffenen Bereiche beseitigt werden.³⁵ Dabei ist hervorzuheben, dass es sich hierbei keineswegs um Marktversagen handelt, sondern eher der Begriff „Staatsversagen“ zur Beschreibung der Ursachen für diese organisatorischen Missstände angebracht wäre.

4. Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz

Ziel dieses Abschnitts ist es, Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz aus ökonomischer Sicht zu betrachten und ihre Vor- und Nachteile bei der Erreichung umwelt- und energiepolitischer Ziele zu diskutieren. Dabei geht es in erster Linie um die Wirkung der Maßnahmen im Hinblick auf das angestrebte wirtschaftspolitische Ziel, wobei häufig auf die makro- und mikroökonomischen Argumente aus Abschnitt 3 zurückgegriffen wird. Im Einzelnen werden Emissionszertifikate, Emissions- und Energiesteuern,

³⁴ Liegen Wettbewerbsverzerrungen vor, z.B. bei Monopolen, so kann der Wettbewerbsdruck geringer sein und damit auch die Bereitschaft zu Innovationen bzw. Änderungen in der Organisationsstruktur. In solchen Situationen mögen die Anreize zur Verbesserung der Energieeffizienz nicht ausreichen. In einem solchen Fall sollte staatliche Regulierung sinnvollerweise mit kartellrechtlichen Instrumenten für Wettbewerb sorgen – Energieeffizienzmaßnahmen bleiben ein suboptimales Instrument, da sie nicht am eigentlichen Marktversagen ansetzen.

³⁵ Beispielsweise lässt sich bei Hochschulen durch Einführung eines „Globalbudgets“ ein Teil der Fehlanreize beseitigen (Schleich 2006).

Weißer Zertifikate, Subventionen und Standards besprochen.³⁶ Vorangestellt sind jedoch einige konzeptionelle Anmerkungen.

4.1 Energieeffizienz vs. Kosteneffizienz

Um die aktuelle Debatte über die ökonomischen Effekte von Energieeffizienzmaßnahmen besser zu verstehen, müssen die Begriffe „Energieeffizienz“ und „Kosteneffizienz“ kurz beschrieben und voneinander abgegrenzt werden. In Abbildung 2 ist auf der vertikalen Achse der Zuwachs an Energieeffizienz abgetragen, d.h. die Reduzierung des Energieverbrauchs pro Einheit ökonomischer Aktivität. Die horizontale Achse misst dagegen den Zuwachs an Kosteneffizienz, d.h. den Rückgang der Gesamtkosten pro Einheit ökonomischer Aktivität. Dabei werden sowohl energiebedingte Kosten als auch sonstige (Opportunitäts)-Kosten wie solche durch externe Effekte berücksichtigt (Jaffe et al. 1999). Unterschiedliche Punkte in Abbildung 2 repräsentieren mögliche Technologien, die durch ihre Energie- und Kosteneffizienz charakterisiert sind.

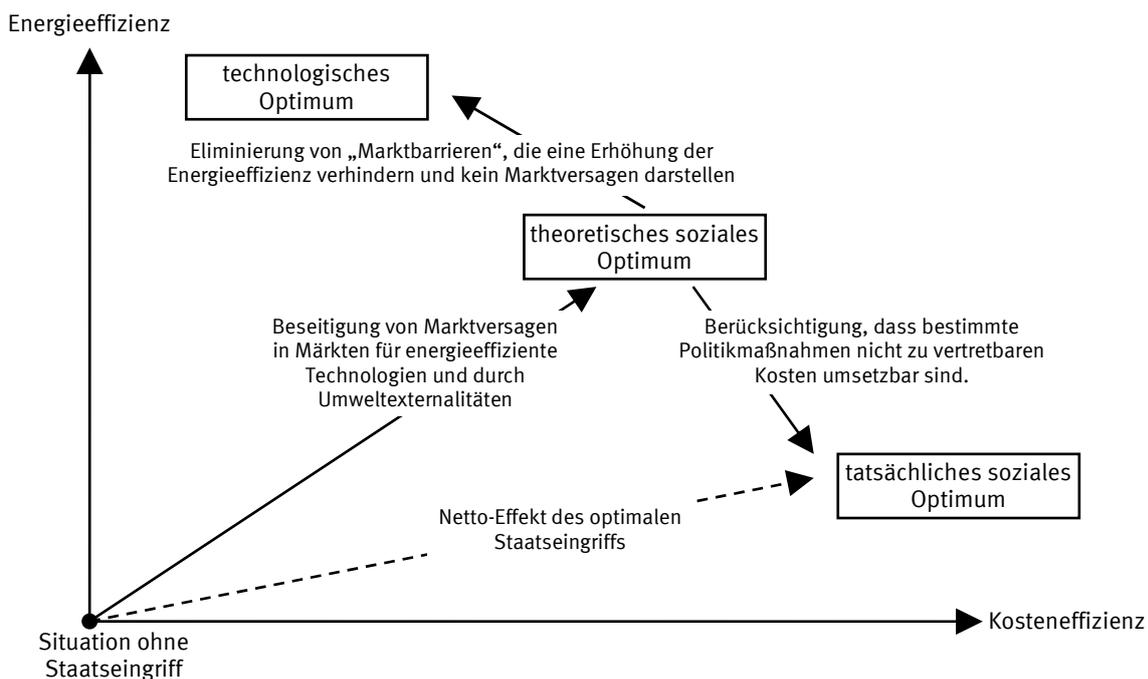
Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen sei die Situation in einem Wettbewerbsmarkt ohne Staatseingriff (im Ursprung von Abbildung 2), in der die Akteure eine aus ihrer Sicht optimale Technologie wählen. Rationale Akteure werden hierbei die Gesamtsumme der privaten Kosten minimieren, d.h., es wird ein bestimmtes Niveau an Kosteneffizienz erreicht. Die Energieeffizienz der gewählten Technologie ergibt sich als Nebenprodukt dieser Optimierung. Auf Grund von Marktversagen in Märkten für energieeffiziente Technologien oder durch Umweltexternalitäten (vgl. Abschnitt 3.2.1) ist die Wahl der Technologien zwar individuell jedoch nicht kollektiv rational, d.h., es wird kein Wohlfahrtsmaximum erreicht. Die Beseitigung des Marktversagens würde Energie- und Kosteneffizienz gleichzeitig verbessern. Die Akteure werden in einer solchen Situation eine Technologie mit höherer Energieeffizienz bei zugleich höherer Kosteneffizienz wählen („theoretisches soziales Optimum“). Allerdings kann nicht jedes energie-relevante Marktversagen zu vertretbaren Kosten beseitigt werden. Ein Teil der Staatseingriffe wäre teurer als die Wohlfahrtsgewinne durch die Beseitigung des Marktversagens. Berücksichtigt man diese Einschränkung ergibt sich das „tatsächliche soziale Optimum“, wobei die Energieeffizienz geringer, aber die Kosteneffizienz höher als im „theoretischen sozialen Optimum“ ist. Die geringere Energieeffizienz erklärt sich daraus,

³⁶ Innovative Energie-Dienstleistungen wie das (Energiespar)-Contracting werden hier nicht diskutiert. Aus ökonomischer Perspektive lässt sich für das Contracting kein klassisches Marktversagen diagnostizieren, d.h., ein Staatseingriff zur Unterstützung des Contracting ist nicht notwendig. Allerdings basiert das Contracting auf Bedingungen, deren Existenz einen Eingriff des Staates erfordern. Hierzu zählen insbesondere rechtliche Rahmenbedingungen mit öffentlichem Gut Charakter wie die Durchsetzbarkeit von Eigentumsrechten zu vertretbaren Kosten. Unter diesen Bedingungen können Dienstleistungsunternehmen, die sich auf die Durchführung von Energiesparmaßnahmen spezialisiert haben, einen Teil der Investitionen in Energieeffizienz übernehmen, wobei hier die Aufwendungen weit weniger spezifisch sind, als wenn ein einzelnes Unternehmen diese tätigt.

dass nur ein Teil der zuvor identifizierten Maßnahmen umgesetzt wird. Die Kosteneffizienz steigt, da nur diejenigen Maßnahmen durchgeführt werden, die die Netto-Wohlfahrt unter Berücksichtigung der Kosten der Politikmaßnahme erhöhen.

Im Unterschied zu dieser ökonomisch orientierten Betrachtungsweise liegt der Fokus von Nicht-Ökonomen häufig auf einer anderen Definition eines Optimums, hier mit dem Begriff „technologisches Optimum“ beschrieben. Dieses Optimum liegt dort, wo eine bestimmte Technologie die Summe aus Anschaffungs- und diskontierten Betriebskosten zu einer vom Analysten festgelegten Diskontrate minimiert. Die Einführung dieser Technologie – etwa durch einen Zwangsstandard – würde die Eliminierung sämtlicher „Marktbarrieren“, die bislang die Nutzung dieser Technologie verhindert haben, voraussetzen (vgl. Abschnitt 3.3.2). Für den Fall, dass diese Hindernisse kein Marktversagen darstellen, steigt bei der Bewegung vom „theoretischen sozialen Optimum“ zum „technologischen Optimum“ zwar die Energieeffizienz, jedoch sinkt die Kosteneffizienz.

Abbildung 2: Energieeffizienz vs. Kosteneffizienz



Quelle: In Anlehnung an Jaffe et al. (1999).

Das zentrale Problem des technologisch orientierten Ansatzes ist, dass nicht notwendigerweise alle verhaltensrelevanten Kosten der Investitionsentscheidung in eine höhere Energieeffizienz berücksichtigt werden. Von zentraler Bedeutung ist dabei, dass bei der Berechnung der Kosten einer Maßnahme auch die so genannten Opportunitätskosten mit berücksichtigt werden. Dies sei an einem Beispiel erläutert. Damit es zu einer

rationalen Investitionsentscheidung von Unternehmen wird, einen alten Elektromotor durch einen energieeffizienteren Motor auszutauschen, reicht es nicht, dass sich die Investition in einem überschaubaren Zeitraum amortisiert. Vielmehr ist zu berücksichtigen, dass die Mittel, die für den Motor investiert werden, für andere Zwecke nicht mehr zur Verfügung stehen. Ist die Rendite anderer Investitionen des Unternehmens hoch genug, wird es bei dem alten Motor bleiben, da die Opportunitätskosten einer Investition in mehr Energieeffizienz zu hoch sind. Die Durchführung einer solchen Maßnahme und damit die Beseitigung dieser „Marktbarriere“ würde zwar die Energieeffizienz erhöhen, die Kosteneffizienz jedoch reduzieren, da der Investor eine aus seiner Sicht suboptimale Investition tätigen muss. Dies bedeutet, dass im „technologischen Optimum“ die Kosteneffizienz geringer und die Energieeffizienz höher ist als im „theoretischen ökonomischen Optimum“. Mit anderen Worten: Es kann einen trade-off zwischen Energie- und Kosteneffizienz geben.³⁷

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass Informationen über die Kosten und Nutzen von Handlungsalternativen häufig nur privat verfügbar sind. Beispielsweise ist nur schwer vorstellbar, wie Informationen über das individuelle Kalkül eines Haushalts bei einer in hohem Maße irreversiblen und mit unsicheren Erträgen verbundenen Investition in eine Heizungsanlage zu beschaffen sind. Üblicherweise liegen für solche Investitionen die Diskontrate (risikoaverser) Investoren deutlich über den Marktzins, wobei die Höhe der Diskontrate vom Ausmaß der Risikoaversion, den Möglichkeiten zur Risikostreuung und der Unsicherheit über die zukünftige Preisentwicklung für Brennstoffe abhängig ist. Auch die geplante Nutzungsfrequenz der Heizung spielt eine Rolle – sie ist z.B. in einem Ferienhaus eine andere als in einem normalen Wohnhaus. Jede Festlegung einer bestimmten „mittleren“ Diskontrate würde die tatsächliche Diskontrate eines Teils der Akteure unterschätzen. Würde basierend auf dieser festgelegten Diskontrate eine Maßnahme zur Erhöhung der Energieeffizienz zwangsweise umgesetzt (z.B. über einen verpflichtenden Gerätestandard), führt diese Maßnahme zwangsläufig zu einem Wohlfahrtsverlust und damit zu einer geringeren Kosteneffizienz.

Aus Abbildung 2 lassen sich damit zwei Schlussfolgerungen ziehen. Die Beseitigung von Marktversagen kann sowohl die Energieeffizienz als auch die Kosteneffizienz steigern. Es kann jedoch Situationen geben, in denen ein trade-off zwischen Energieeffizienz und Kosteneffizienz existiert. Es gibt allerdings keinen Zweifel daran, dass die ökonomische Effizienz, d.h. die wohlfahrtsorientierte Betrachtung, als das legitime wirtschafts- politische Ziel von energie- und umweltpolitischen Maßnahmen anzusehen ist. Daraus

³⁷ Dieser trade-off zwischen Energie- und Kosteneffizienz gilt auch, wenn man relativ energieintensive Technologien zu bestimmten Umweltschutzzwecken wie Klimaschutz einsetzen möchten. Beispielsweise könnte die „Carbon Capture and Storage“-Technologie einen substantiellen Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in die Atmosphäre leisten, jedoch nur unter Inkaufnahme einer geringeren Energieeffizienz. Der gleiche Zielkonflikt existiert für die Wasserstoff-Technologie.

folgt, dass Politikmaßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz nur insoweit durchzuführen sind als sie die ökonomische Effizienz erhöhen und damit kosteneffizient sind.

4.2 Instrumente

4.2.1 Emissionszertifikate

Emissionszertifikate setzen – im Unterschied zu Steuern auf Emissionen (vgl. den nächsten Abschnitt) – direkt an der Menge der Schadstoffemissionen an und lassen den Preis für Zertifikate variabel. Man spricht daher auch von einem Instrument der Mengensteuerung. Der zentrale Vorzug eines solchen Zertifikatsystems besteht darin, dass unter Annahme eines Wettbewerbsmarktes eine bestimmte Menge an Emissionen zu minimalen Kosten für die Gesellschaft erbracht wird, d.h., Emissionszertifikate sind ein kosteneffizientes Mittel zur Internalisierung externer Kosten. Im Kostenminimum wählen die Emittenten ihre Vermeidung so, dass die individuellen Grenzvermeidungskosten gleich dem Preis für Zertifikate sind.

Unabhängig von der Art des Schadstoffes (z.B. CO₂, SO₂) oder des Umweltmediums (z.B. Wasser, Luft) durchläuft jedes System von Emissionszertifikaten folgende Schritte zur Umsetzung:

1. Festlegung der Gesamtmenge an Emissionen („Cap“): Basierend auf naturwissenschaftlicher Expertise legt eine staatliche Behörde die Gesamtmenge der auszugebenden Zertifikate für eine bestimmte Zeitperiode fest. Damit steht – wenn man von Banking und Borrowing³⁸ absieht – auch die Menge der Emissionen in dieser Periode fest.
2. Aufteilung des Caps auf die Emittenten: Die im ersten Schritt festgelegte Gesamtmenge an Zertifikaten wird nun auf die Emittenten verteilt. Für die Anfangsausstattung gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten: kostenlose Vergabe oder Versteigerung. In einem statischen Modell unter Wettbewerbsbedingungen sind beide Methoden der Anfangsverteilung hinsichtlich ihrer Effizienzwirkungen äquivalent. Allerdings gibt es eine Reihe von Gründen, die in der Praxis gegen diese Äquivalenz sprechen und die eher für eine Versteigerung sprechen.³⁹

³⁸ Unter „Banking“ versteht man die Möglichkeit, für eine Verpflichtungsperiode zugeteilte Zertifikate in einer der folgenden Perioden nutzen zu können. Damit erhöht sich die Flexibilität für die Emittenten, für den Regulator steigt jedoch die Unsicherheit über die Gesamtmenge an Emissionen in einer bestimmten Periode. Unter „Borrowing“ versteht man die Möglichkeit, für eine zukünftige Periode zugeteilte Zertifikate bereits in einer der früheren Perioden nutzen zu dürfen.

³⁹ An dieser Stelle ist eine kurze Anmerkung zur Bedeutung der Investitionsentscheidung angebracht. Damit die o.g. Äquivalenz gilt, darf die Entscheidung in eine „saubere“ (z.B. Gas) oder „schmutzige“ (Kohle) Technologie zu investieren, keinen Einfluss auf die Zuteilung im Rahmen einer kostenlosen Vergabe haben. Wenn dagegen – wie im aktuellen NAP für Deutschland – eine brennstoffspezifische

3. Einrichtung eines Marktes für Emissionszertifikate: Der Handel der Zertifikate auf einem Sekundärmarkt sorgt dafür, dass sich eine kosteneffiziente Allokation einstellt. Von entscheidender Bedeutung für den Handel ist, dass der Markt kompetitiv ist, d.h., dass hinreichend viele Marktteilnehmer aktiv sind und kein Akteur den Preis für Zertifikate beeinflussen kann. Nur unter diesen Umständen kann ein Zertifikatmarkt sein gesamtes Kosteneinsparungspotential realisieren.
4. Monitoring und ggf. Sanktionierung: Ein Markt für Emissionszertifikate basiert auf der künstlichen Definition von Eigentumsrechten, in diesem Fall von Verschmutzungsrechten. Wie bei jedem System von Eigentumsrechten muss die Einhaltung der Rechte kontrolliert und durchgesetzt werden. Daher ist eine glaubwürdige Kontrolle und ggf. die Umsetzung von Strafzahlungen bei Verstößen, etwa der Emission von Schadstoffen ohne entsprechende Zertifikate, von zentraler Bedeutung für das Gesamtsystem.

Für die Erhöhung der Energieeffizienz sind Emissionszertifikate insbesondere auf Grund der CO₂-Emissionen durch die Nutzung fossiler Energieträger von Bedeutung. Das herausragende Beispiel hierfür ist das EU Emissionshandelssystem (EU ETS) für CO₂, welches ab dem 1. Januar 2005 in der EU Emittenten aus ausgewählten Sektoren der energieintensiven Industrie verpflichtet, für ihre CO₂-Emissionen eine entsprechende Menge an Zertifikaten einzulösen.⁴⁰ Das vorrangige Ziel des EU ETS besteht in der Deckelung der CO₂-Emissionen aus den betroffenen Sektoren. Das System hat damit jedoch auch Bedeutung für die Energiepreise und damit für die Energieeffizienz in den direkt betroffenen und den nachgelagerten Sektoren. Entsprechend dem Kohlenstoffgehalt der Energieträger verteuert sich Strom aus fossilen Energieträgern, d.h., relativ kohlenstoffintensive Energieträger werden weniger attraktiv im Vergleich zu Energieträgern mit relativ wenig Kohlenstoffgehalt oder sogar kohlenstofffreier Energie. Je nachdem, wie sich die Preiserhöhungen auf dem Strommarkt⁴¹ bemerkbar machen und wie die

kostenlose Vergabe zu Gunsten von Kohle (Kohlekraftwerke erhalten ca. doppelt so viele Rechte wie Gaskraftwerke) durchgesetzt wird, gibt es Anreize, weiterhin in die schmutzige Technologie zu investieren bzw. den Ausstieg aus Kohle zu verzögern. Ein Investor in Kohle bekommt dann mehr Rechte als ein Investor in Gas. Darüber hinaus kann ein „updating“ der kostenlosen Anfangszuteilung basierend auf historischen Emissionswerten Anreize generieren, die Emissionen in der aktuellen Periode zu erhöhen, um in der nächsten Zuteilungsperiode mehr Rechte zugeteilt zu bekommen. Beide Probleme werden vermieden, wenn die Versteigerung gewählt wird (Grubb und Neuhoff 2006).

⁴⁰ Betroffenen sind im Wesentlichen die Sektoren Stromerzeugung, Eisen und Stahl, Mineralverarbeitende Industrie und Papierindustrie. Durch die Überwälzung von höheren Kosten (z.B. durch die Stromwirtschaft) auf Haushalte und Unternehmen sind auch diese Sektoren indirekt betroffen. Das Ausmaß der Überwälzung ist dabei abhängig von der Wettbewerbsintensität in den jeweiligen Sektoren. Dabei gilt: In Sektoren mit hohem (geringem) Wettbewerbsdruck wird relativ viel (wenig) überwälzt.

⁴¹ Üblicherweise bestimmt sich der Strompreis auf der Strombörse nach der letzten verkauften Einheit, wobei diese meist von Gaskraftwerken in der Spitzenlast produziert wird. Damit sollte der Strompreis durch höhere Zertifikatpreise in jedem Fall steigen – jedoch weniger stark als die Grenzkosten der kohle-basierten Stromerzeugung (Ockenfels 2007).

Reaktion der Stromnachfrager ausfallen, führen höhere Energiepreise zu einer höheren Energieeffizienz.

Man beachte, dass damit eine höhere Energieeffizienz sehr wahrscheinliche Folge des EU ETS ist. Neben Ausweichreaktionen wie Brennstoffwechsel (z.B. von Kohle zu Gas) oder Nachfragereduktion zählt die Erhöhung der Energieeffizienz (durch Steigerung des Wirkungsgrades) zu einer der Optionen, mit der auf das neu eingeführte Knappheitssignal für CO₂ reagiert werden kann. Wie im Abschnitt 3.2.1 gezeigt wird, machen aus Klimaschutzgründen jedoch weitere Energiesparmaßnahmen in den vom EU ETS betroffenen Sektoren keinen Sinn. Diese Maßnahmen wie z.B. die Überlegung, herkömmliche Glühlampen durch Energiesparlampen zu ersetzen, führen nicht zu geringeren CO₂-Emissionen, sondern nur zu einer zeitlichen bzw. räumlichen Verlagerung der Emissionen. Stromsparen unter dem EU ETS ist also nur dann sinnvoll, wenn es auch die Stromkosten reduziert.

Abschließend ist festzuhalten, dass Emissionszertifikate ein kosteneffizientes Instrument zur Verringerung von Schadstoffemissionen wie CO₂-Emissionen darstellen. Als Nebeneffekt ergibt sich durch höhere Energiepreise eine verbesserte Energieeffizienz in den Sektoren, die direkt oder indirekt vom EU ETS betroffen sind.

4.2.2 Emissions- und Energiesteuern

Eine Steuerlösung setzt am Preis für ein Gut oder einen Produktionsfaktor an und verteuert dessen Nutzung – ohne dass es dafür eine direkte Gegenleistung von Seiten des Staates gibt. Da nur der Preis variiert wird, ist es von der Reaktion der Verbraucher bzw. der Produzenten abhängig, welche Mengenreaktion eine Steuer zur Folge hat.

Wie bei jedem Staatseingriff muss auch hier zunächst eine mögliche Regulierung motiviert werden. In der Umweltpolitik haben Steuern insbesondere das Ziel, Schadstoffemissionen zu vermeiden, d.h., durch die Erhebung einer Steuer auf eine Schadstoffe verursachende Aktivität werden den Verursachern die externen Kosten ihrer Tätigkeit signalisiert (vgl. Abschnitt 3.2.1). Ist die Steuer richtig bemessen, wird – wie bei Emissionszertifikaten – eine kostenminimale Allokation von Emissionsvermeidung erreicht. Emittenten, die relativ günstig vermeiden können (d.h. mit niedrigen Grenzvermeidungskosten), werden statt die Steuer zu zahlen eher Vermeidung betreiben. Emittenten mit relativ hohen Grenzvermeidungskosten emittieren weiterhin und zahlen die Steuer statt teure Vermeidungsmaßnahmen durchführen zu müssen. Das Ergebnis dieses Anpassungsprozesses ist kostenminimal, d.h., die Grenzvermeidungskosten aller Akteure sind gleich dem Preis für Emissionen (der Steuer), und damit äquivalent zu den Emissionszertifikaten.

Von besonderer Bedeutung für die Zielgenauigkeit bei der Besteuerung von Schadstoffemissionen ist, die Steuer schadstoffspezifisch auszugestalten. Beispielsweise sollte

eine Steuer auf CO₂ nach dem Kohlenstoffgehalt des jeweiligen Energieträgers ausgerichtet sein. Eine auf alle Energieträger einheitliche Steuer würde keine Anreize setzen, CO₂-freie oder -ärmere Energieträger verstärkt zu nutzen.

Die Wirkung einer CO₂-Steuer auf die Energieeffizienz ist praktisch äquivalent zu der des Zertifikatpreises im EU ETS. Ein Unterschied besteht allerdings darin, dass der Zertifikatpreis variabel ist und eine Steuer direkt vom Staat festgelegt wird. Wenn man die regulatorische Unsicherheit, d.h. die möglichen Preisschwankungen auf dem Zertifikatmarkt, berücksichtigt, spricht dieses Argument eher für die Steuerlösung. Im Fall hoher Unsicherheit über den Zertifikatpreis (man denke an die Preisschwankungen im EU ETS von 2005 bis 2007) können möglicherweise Unternehmen die hohen fixen Kosten der Investitionen in Vermeidungstechnologien scheuen. Eine langfristig angekündigte Steuerlösung wäre hier das bessere Instrument. Demgegenüber weisen Zertifikate aus ökologischer Sicht den Vorteil auf, dass sie treffsicher ein Ziel, in diesem Fall eine bestimmte Menge an Emissionen, erreichen.

Besteht das Ziel einer Besteuerung nicht oder nicht allein in der Verringerung von CO₂-Emissionen, sondern soll – etwa um eine bestimmte (Energie-)Ressourcen zu schonen – insgesamt der Verbrauch dieser Ressource reduziert werden, bietet sich eine spezifische Energiesteuer an. Wie im Fall der Emissionssteuer ist auch hier die Kosteneffizienz der zentrale Vorteil der Steuerlösung, insbesondere gegenüber Standards (vgl. Abschnitt 4.2.5). Bei einer solchen Steuer werden nur diejenigen Akteure ihren Konsum reduzieren, die über eine relativ geringe Wertschätzung für die relevante Ressource verfügen. Akteure mit einer hohen Wertschätzung werden dagegen die Steuer zahlen und weiterhin konsumieren. Damit wird die Reduzierung des Ressourcenverbrauchs zu geringstmöglichen Kosten für die Gesellschaft erbracht. Wie diese Anpassung abläuft, ob durch Konsumverzicht, höhere Energieeffizienz oder andere Substitutionsprozesse, bleibt den Akteuren überlassen. Der Vorzug der Steuerlösung besteht insbesondere auch darin, dass eine Steuer relativ leicht auf bestimmte Knappheitserfordernisse angepasst werden kann.⁴²

Damit zeichnet die Steuerlösung aus ökonomischer Sicht zwei wichtige Eigenschaften aus. Erstens kann sie, schadstoffspezifisch erhoben, die externen Kosten von CO₂-Emissionen kostenminimal internalisieren. Zweitens ist eine spezifische Energiesteuer in der Lage, den Verbrauch bestimmter Energieträger zu reduzieren und zwar so, dass dabei wiederum möglichst geringe Kosten entstehen.

Bei einer Erhöhung von CO₂-Steuern bzw. der Einführung einer spezifischen Energiesteuer müssen jedoch auch Verteilungsaspekte berücksichtigt werden. Wird Energie

⁴² Dieses Argument lässt sich analog auf das Ziel der Versorgungssicherheit anwenden. Für bestimmte Energieträger (z.B. Erdgas) ist dieses Problem relevant, für andere nicht (z.B. Atomstrom, erneuerbare Energien). Mit einer spezifischen Steuerlösung kann auf diese Unterschiede zwischen den Energieträgern reagiert werden.

teurer, so verteuert sich auch der für ein grundlegendes Lebensniveau erforderliche Energiebedarf (Heizung, Mobilität und Elektrizität). Diese Verteuerung trifft insbesondere ärmere Bevölkerungsschichten, deren Ausgaben für den grundlegenden Energiebedarf einen höheren Anteil am verfügbaren Einkommen ausmachen als bei anderen Bevölkerungsgruppen. Will man vermeiden, dass ärmere Haushalte gezwungen sind, am grundlegenden Energiebedarf zu sparen, so macht es aus ökonomischer Sicht Sinn, diesen Bevölkerungsgruppen durch direkte Einkommenstransfers zu helfen, statt die Energiepreise zu subventionieren. Auf diese Weise bleiben auch für diese Bevölkerungsgruppen Anreize zu einem sparsamen Umgang mit Energie erhalten, zugleich wird ein Absinken des Lebensstandards vermieden. Einkommenstransfers können zudem sehr zielgenau vergeben werden (z.B. gekoppelt an die Sozialhilfe), wohingegen eine pauschale Subventionierung der Energiepreise allen Bevölkerungsgruppen nützt und zugleich die Anreize zum Energiesparen verringert.⁴³

4.2.3 Weiße Zertifikate

Im Unterschied zu einem herkömmlichen Zertifikatsystem (vgl. Abschnitt 4.2.1) wird bei Weißen Zertifikaten (auch „handelbare Energiesparobligationen“ genannt) nicht die Schadstoffemission gedeckelt, sondern es wird eine bestimmte Menge an Energieeinsparungen definiert, die dann kosteneffizient über den Markt alloziiert werden soll (vgl. Abschnitt 2.2). Das grundlegende Prinzip zur Implementierung eines Systems Weißer Zertifikate ist analog zu den vier Schritten, mit denen ein System von Emissionszertifikaten installiert wird. Ziel der Einrichtung eines solchen Systems ist es, dass Energieeinsparungen dort vorgenommen werden, wo sie die geringsten volkswirtschaftlichen Kosten verursachen.

Bei der Beurteilung dieses Instruments ist zunächst ist die Frage zu diskutieren, ob eine pauschale Energieeinsparung an sich ein sinnvolles Ziel der Wirtschaftspolitik darstellt. Dabei sind die langfristigen Folgen des Energieverbrauchs für Umwelt und Ressourcenbestand zu berücksichtigen. Zum Ersten stellen aus Sicht einer anthropozentrisch orientierten Wirtschaftspolitik die Emissionen von Schadstoffen bei der Energieumwandlung eine negative, d.h. wohlfahrtsmindernde, Externalität dar. Dieses Problem existiert jedoch nicht für alle Energieträger in selbem Maße. Zum Zweiten gibt es starke Indizien dafür, dass der Verbrauch bestimmter Energieträger nicht nachhaltig ist im Sinne der Definition in Abschnitt 3.2.2. Auch dieses Problem existiert für die verschiedenen Primärenergieträger in unterschiedlichem Maße.

⁴³ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass Emissions- und Energiesteuern unter Umständen einen zusätzlichen positiven Wohlfahrtseffekt generieren können (die sogenannte „Doppelte Dividende“). Wenn man das Aufkommen dieser Steuern nutzt, um andere, verzerrende Steuern (z.B. auf dem Arbeitsmarkt) zu reduzieren, dann verschafft die Reduzierung der Zusatzlast der Besteuerung zusätzliche Wohlfahrt. Dieser Effekte kann sogar zu einer Netto-Steigerung der Gesamtwohlfahrt führen (Dannenberget al. 2007).

Daraus lässt sich ableiten: Jede Politik, die pauschal auf der Nachfrageseite für Energie ansetzt, um das Problem der Umweltexternalitäten und der Ressourcenknappheit zu lösen, wird ineffizient sein, weil sie die verschiedenen Energieträger gleichermaßen belastet. Im Energieumwandlungsprozess werden die Anreize zu einem umweltfreundlicheren bzw. die Ressourcen schonenden Wirtschaften nicht richtig gesetzt (dies gilt auch für eine pauschale Energiesteuer).⁴⁴

Aber selbst wenn man das Ziel einer pauschalen Reduzierung des Energieverbrauchs als gegeben hinnimmt, spricht eine Reihe von Gründen gegen Weiße Zertifikate. Das erste Problem ergibt sich aus der Notwendigkeit, die Energieeinsparungen genau festzulegen und (gerichtsfest) zu messen (vgl. die allgemeinen Bemerkungen in den Abschnitten 2.3 und 2.4). Für eine gerichtsfeste Zertifizierung muss (1.) festgelegt werden, wie der Energieverbrauch ohne Maßnahme ausgesehen hätte und (2.) welche Wirkung die Maßnahme auf den Energieverbrauch hat. Insbesondere die Berechnung des kontrafaktischen Energieverbrauchs ist sehr fehleranfällig (vgl. Parkinson et al. 2001, die eine Fehlerstreuung von bis zu 35 % angeben). Darüber hinaus erweist sich die zertifizierte Messung des Energieverbrauchs als relativ teuer (vgl. Vine und Sathaye 2000, nach denen eine Messung 5-10 % der Investitionssumme kostet). Dies liegt insbesondere daran, dass es Anreize für die betroffenen Unternehmen gibt, den Energieverbrauch in der kontrafaktischen Situation überhöht auszuweisen. Die Verhinderung dieser Fehldarstellung durch Kontrollmechanismen verursacht entsprechende Kosten. Ein weiteres Problem stellt die bislang sehr geringe Zahl von Verpflichteten in Märkten für Weiße Zertifikate dar (vgl. Abschnitt 2.2). Auf der Annahme eines Wettbewerbsmarktes basiert aber das Kosteneinsparungspotential eines solchen Systems.

Insgesamt kann auf Grund dieser Nachteile ein System Weißer Zertifikate nicht empfohlen werden, um die Energieeffizienz zu steigern.⁴⁵ Dies liegt auch daran, dass es mit einer spezifischen Energiesteuer ein leicht umzusetzendes und aus ökonomischer Sicht optimales Instrument gibt. In jedem Fall verfehlt wäre es, ein System Weißer Zertifikate mit dem Ziel der CO₂-Reduktion zu implementieren.

4.2.4 Subventionen

Unter einer Subvention versteht man im Allgemeinen einen Eingriff des Staates in die freie Preisbildung mit dem Ziel, den Preis für ein Gut oder einen Produktionsfaktor zu

⁴⁴ Für das Ziel der Versorgungssicherheit lässt sich analog argumentieren.

⁴⁵ An dieser Stelle muss auch auf die Gefahr von ineffizienten Regulierungsüberlagerungen zwischen Weißer Zertifikaten und anderen umweltpolitischen Instrumenten wie dem EU ETS hingewiesen werden. Eine Diskussion findet sich in Harrison et al. (2005). Analog muss die Einführung von Standards mit dem Ziel der Energieeinsparung und des Klimaschutzes unter dem EU ETS kritisiert werden (vgl. Abschnitt 4.2.5).

reduzieren, damit dieser verstärkt genutzt wird.⁴⁶ Aus ökonomischer Sicht werden dabei ausgehend von einer perfekten Wettbewerbsallokation (vgl. Abschnitt 3.1) die relativen Preise verzerrt, was in jedem Fall Wohlfahrtsverluste zur Folge hat. Eine andere Argumentation ergibt sich, wenn die Nutzung eines Gutes oder der Einsatz eines Produktionsfaktors positive externe Effekte generiert. In diesem Fall kann durch eine Subventionierung dieser Aktivität die positive Externalität internalisiert werden. Eine Wohlfahrtsverbesserung ist die Folge.

Eine Möglichkeit, die Energieeffizienz zu steigern, besteht darin, die Netto-Preise für den Kauf bestimmter Güter und Dienstleistungen, die weniger Energie je Outputeinheit benötigen, durch einen staatlichen Eingriff zu reduzieren. Üblicherweise geschieht dies nicht direkt durch Preisregulierung, sondern durch staatliche Zuschüsse bei Kauf dieser Produkte. Durch einen solchen Eingriff in die freie Preisbildung sinkt der relative Preis des subventionierten Produktes. Entsprechend der Nachfrageelastizität ist eine höhere Nachfrage die Folge. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der eigentliche positive Nachfrageeffekt durch die Subvention auf die Verbraucher bzw. Emittenten beschränkt bleibt, die ohne Subvention das Gut nicht nachgefragt hätten, mit Subvention das Produkt jedoch nachfragen. Für Akteure, die auch ohne Subvention das Produkt erworben hätten, stellt die Subvention einen reinen „Mitnahmeeffekt“ dar. Zudem ist zu erwarten, dass auch die Anbieter auf den Staatseingriff reagieren und ihre (Netto)-Angebotspreise weniger stark als die Subvention reduzieren, d.h., ein Teil der Subvention verbleibt bei den Anbietern. Dies erklärt auch, warum Subventionen unter den Unternehmen üblicherweise relativ beliebt sind.⁴⁷ Neben dem Mitnahmeeffekt verzerrt auch der sogenannte „Rebound“-Effekt die Bilanz der Subvention: Der Vermögenseffekt für den Verbraucher kann zu einer stärkeren Nutzung des Geräts führen und damit auch zu einem stärkeren Energieverbrauch (vgl. Abschnitt 2.4).

Aus theoretischer Sicht sind Subventionen in dem Sinne äquivalent zu einer Steuerlösung, dass eine Subvention den relativen Preis eines Produktes reduziert während eine Steuer diesen Preis erhöht. Jedoch ist zu beachten, dass jede Subvention aus Mitteln der öffentlichen Haushalte die Erhebung von Steuern voraussetzt, die wiederum mit z.T. erheblichen Zusatzlasten der Besteuerung einhergeht. Daher werden im allgemeinen Steuern auf zu vermeidende Aktivitäten (wie Energieverbrauch oder Emissionen) einer Subventionierung förderungswürdiger Aktivitäten (wie Energieeinsparung oder Emissionsreduktion) vorgezogen. Diese Präferenz zugunsten der Steuerlösung gilt auch für die hier diskutierten Aspekte des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung.

⁴⁶ Es gibt eine Reihe von Definitionen zum Begriff „Subvention“, z.B. den Subventionsbegriff des Instituts für Weltwirtschaft (IfW) oder die Definition aus dem Subventionsbericht der Bundesregierung. An dieser Stelle wird eine für den Aspekt der Energieeffizienz praxisnahe Definition verwendet.

⁴⁷ Vgl. das ZEW-Energiemarktbarometer 09/2007, in dem sich 94 % der Experten für Subventionen aussprachen, wenn es darum geht wie CO₂-Vermeidung und höhere Energieeffizienz erreicht werden sollen.

Bezüglich der Effektivität, d.h. der Wirksamkeit von Subventionen für Energiesparinvestitionen, muss zwischen relativen Maßen von Energieeffizienz und dem absoluten Maß von Energieeinsparung unterschieden werden. Subventionen sind effektiv, wenn es um Energieeffizienz als relatives Maß des Energieverbrauchs geht. Mit anderen Worten: Pro Outputeinheit sinkt der Energieverbrauch nach der Subvention deutlich. Wenn es dagegen um das absolute Maß des Energieverbrauchs geht, sind Subventionen ineffektiv, da durch „Rebound“-Effekte zumindest ein Teil der Einsparungen wieder zunichte gemacht wird (vgl. Abschnitt 2.4).

4.2.5 Standards

Zwangsstandards zur Erhöhung der Energieeffizienz sind ein weit verbreitetes umweltpolitisches Instrument, insbesondere mit dem Ziel der CO₂-Minderung. Aus Sicht der Politik liegt ihr Vorzug darin, dass sie (scheinbar) ohne direkte monetäre Kosten die Emissionen reduzieren können, in dem den Verbrauchern und Produzenten quasi die Nutzung einer bestimmten Technologie oder Ressource vorgeschrieben wird. Aus ökonomischer Sicht sind hierbei jedoch drei Aspekte zu beachten. Erstens das allgemeine Theorem der Umweltökonomik, dass der Knappheitspreis für einen emittierten Schadstoff im Optimum für alle Emittenten gleich ist. Wenn also das gesamtwirtschaftliche Ziel in der Vermeidung von Emissionen besteht, sollten alle Emittenten denselben CO₂-Knappheitspreis bezahlen. Anderenfalls sind die Grenzvermeidungskosten nicht angeglichen und es resultiert eine ineffiziente, d.h. nicht kostenminimale, Allokation. Die entsprechende Formulierung aus Sicht einer effizienten Ressourcenpolitik lautet: Der Preis für den endlichen Primärenergieträger sollte gleich seiner sozialen Rendite sein. Man beachte, dass die Forderung nach Kosteneffizienz keinen Widerspruch zum Umweltschutzziel darstellt – ganz im Gegenteil. Eine kostenineffiziente Lösung vorzuziehen würde bedeuten, weniger Umweltschutz als möglich für gegebene Mittel zu erreichen. Dies kann keine sinnvolle Umweltpolitik sein.

Standards lassen jedoch keinen Spielraum zur Angleichung der Grenzvermeidungskosten oder der unterschiedlichen Knappheitspreise von Rohstoffen. Die Auflage, ein bestimmtes Produkt mit einer Obergrenze an Schadstoffemissionen zu produzieren, fragt nicht nach den Kosten (z.B. durch die Umorganisation betrieblicher Abläufe), mit denen die Einhaltung verbunden ist. Folglich verursacht die erreichte Emissionsreduktion höhere Kosten im Vergleich zu einem Instrument, das eine Angleichung der Grenzvermeidungskosten zulassen würde. Die Auflage fragt auch nicht nach der spezifischen Knappheit des eingesetzten Primärenergieträgers, sondern verteuert selbst den Einsatz erneuerbarer Energie. Zweitens wird übersehen, dass letztlich die Information über günstige Vermeidungspotentiale bei den Akteuren selbst liegt und nicht beim sozialen Planer. Kein Planer ist in der Lage, die komplexen innerbetrieblichen Optionen und Entscheidungsabläufe, die zu Vermeidung führen, zu überblicken. Häufig werden Vermeidungspotentiale erst dann erkannt, wenn tatsächlich realer Handlungsbedarf für

das Unternehmen gegeben ist, d.h., die Entscheidung über kostenpflichtige Emissionen gleichgestellt wird mit Entscheidungen über den Einsatz „klassischer“ Produktionsfaktoren wie Arbeit und Kapital. Drittens werden bei marktbasierteren Lösungen auch die so genannten Opportunitätskosten der Klimapolitik erfasst (vgl. Abschnitt 4.1). Diese Kosten sind von zentraler Bedeutung, werden aber von der Klimapolitik bisher weitestgehend ignoriert. Man versteht darunter die Nutzenverluste, die entstehen, wenn Menschen durch klimapolitische Maßnahmen gezwungen werden, ihr Verhalten zu ändern. Dies sei an einem Beispiel erläutert: Es ist mühelos möglich, CO₂ einzusparen, indem man das Autofahren am Wochenende verbietet. Die Grenzvermeidungskosten wären scheinbar sogar negativ, denn die Menschen sparen nicht nur CO₂, sondern auch noch Benzinkosten. Tatsächlich wären die Kosten sehr hoch, denn wie man jedes Wochenende sehen kann, haben die Menschen einen hohen Nutzen daraus, mit dem Auto fahren zu können – sonst täten sie es nicht. Dieser Vorteil ginge verloren, wenn man das Autofahren verbietet und die so entstehenden Kosten muss man natürlich mit einbeziehen auch wenn sie sich nicht darin äußern, dass irgendjemand „etwas bezahlt“. Marktkonforme Instrumente wie CO₂-Steuern (oder äquivalent CO₂-Zertifikate) berücksichtigen dagegen die Opportunitätskosten. Sind diese Kosten höher als die Steuer, wird die Aktivität durchgeführt und die Steuer gezahlt, anderenfalls unterbleibt die Aktivität. Eine analoge Argumentation ergibt sich, wenn statt Autofahren die Nutzung von Wärmeenergiequellen über Standards reguliert wird.⁴⁸ Damit bleibt festzuhalten, dass marktbasierende Instrumente wie eine CO₂-Steuer oder ein Zertifikatsystem gegenüber Standards vorzuziehen sind, da sie insgesamt geringere volkswirtschaftliche Kosten verursachen.

Ein häufig nicht beachteter Aspekt von Standards ist, dass solche Maßnahmen neben zusätzlichen Kosten zur Erreichung eines Ziels wie der Emissionsreduktion auch negative Verteilungswirkungen – insbesondere für ärmere Haushalte – haben können (Sutherland 2003). Einkommensschwache Haushalte verfügen häufig über relativ hohe implizite Diskontraten. Setzt die Regierung in einem funktionierenden Wettbewerbsmarkt Energieeffizienzstandards ein, die auf einer durchschnittlichen Diskontrate basieren, die unterhalb der Diskontrate einkommensschwacher Haushalte liegt, dann verschlechtert sich die Wohlfahrt dieser Haushalte. Die Akteure werden zum Konsum hochpreisiger Geräte gezwungen bzw. verzichten ganz auf den Kauf eines Gerätes (vgl. Abschnitt 2.4).⁴⁹ Dieses Argument trifft auf Grund der negativen Korrelation zwischen Einkommen und Diskontrate insbesondere ärmere Haushalte.

Zwangsstandards haben ihre Berechtigung dort, wo marktbasierende Instrumente nicht oder nur zu sehr hohen Kosten einsetzbar sind, zugleich aber ein Umweltstandard erreicht werden muss. Dies ist üblicherweise bei Schadstoffen der Fall, bei denen die

⁴⁸ Aus dieser Sicht kritisieren Löschel und Sturm (2007) den Entwurf des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes.

⁴⁹ Vgl. aber Abschnitt 3.3.1, der erläutert, unter welchen Bedingungen Standards wohlfahrtssteigernd sein können.

Grenzschadenskosten sehr steil verlaufen, d.h., ein Überschreiten der Zielmenge des Schadstoffes mit hohen sozialen Kosten verbunden wäre. Ist in einem solchen Fall ein Zertifikatesystem nicht sinnvoll, bleiben Standards als beste Option der Umweltpolitik und sollten dementsprechend eingesetzt werden.⁵⁰

4.2.6 Labeling und Information

Wie im Abschnitt 3.3 gezeigt wird, kann in Märkten für energierelevante Güter und Dienstleistungen eine asymmetrische Informationsverteilung das Zustandekommen einer effizienten Allokation verhindern. Dieses Marktversagen ist die Begründung für einen Staatseingriff in Form von Labeling, d.h., die Anbieter werden verpflichtet, die für den Energieverbrauch relevanten Angaben zu ihren Produkten bzw. Dienstleistungen dem Verbraucher zu kommunizieren. Durch ein solches Labeling-System wird die asymmetrische Informationsverteilung zumindest reduziert und eine Wohlfahrtsverbesserung kann erreicht werden. Darüber hinaus kann für den Fall von Information als öffentliches Gut ein Staatseingriff begründet werden. An dieser Stelle sei auf die ausführliche Argumentation in Abschnitt 3.3 verwiesen.

5. Fazit

Hinter der Forderung nach höherer Energieeffizienz stehen üblicherweise konkrete umwelt- und energiepolitische Ziele wie Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Ressourcenschonung. Das vorliegende Papier analysiert diese Argumente und diskutiert mögliche umwelt- und energiepolitische Instrumente zur Zielerreichung. Ausgangspunkt der Betrachtung ist das Paradigma funktionierender Wettbewerbsmärkte. Auf solchen Märkten gibt es – abgesehen von Argumenten der intergenerationellen Verteilungsgerechtigkeit – keine plausiblen Gründe, die für einen notwendigen Staatseingriff zur Erhöhung der Energieeffizienz sprechen. Rationale Akteure werden ihre Abwägungsentscheidung zwischen den Investitionskosten in Energiespartetechnologien und zukünftigen Ausgaben für Energie individuell optimal treffen. Zugleich wird ein sozial optimales Ergebnis erreicht. Steigende Preise für Energieträger auf Grund zunehmender Knappheit führen in einer solchen Situation zwangsläufig zu einer höheren Energieeffizienz, da relativ weniger vom Produktionsfaktor Energie und relativ mehr von anderen Produktionsfaktoren wie Kapital und Arbeit eingesetzt wird.

Aus ökonomischer Sicht lassen sich jedoch eine Reihe von Situationen identifizieren, in denen Märkte nicht oder nur eingeschränkt funktionieren. In diesem Fall führt individuell

⁵⁰ Argumente gegen ein Zertifikatesystem könnten z.B. Marktmacht (bei zu wenigen Marktteilnehmern) oder das Problem lokaler Schadstoffkonzentrationen („hot spots“) sein.

rationales Verhalten nicht zu einem sozial optimalen Resultat. Diese Situationen – auch als Marktversagen bezeichnet – können gezielte Eingriffe des Staates in das Marktgeschehen begründen und die gesellschaftliche Wohlfahrt verbessern. Im Bereich der Energieeffizienz sind asymmetrische Information und Umweltexternalitäten (z.B. CO₂-Emissionen) wichtige Beispiele für Marktversagen. Das zentrale Kriterium für die Bewertung von Maßnahmen zur Beseitigung des Marktversagens ist dabei die Kosteneffizienz. Eine Maßnahme ist dann kosteneffizient, wenn sie ein Ziel (z.B. Reduzierung der CO₂-Emissionen) zu geringstmöglichen Kosten für die Gesellschaft erreicht. Ein weiteres Kriterium für einen Staatseingriff ist die intergenerationale Gerechtigkeit bei der Verteilung natürlicher Ressourcen, in diesem Falle der Verteilung der Primärenergieträger. Dieses steht nicht notwendigerweise im Konflikt mit dem Ziel der Kosteneffizienz, es ist aber möglich, dass sich die zukünftige Knappheit der Ressourcen in den heutigen Preisen nicht angemessen widerspiegelt. In diesem Falle sind Staatseingriffe, die die knappen Ressourcen verteuern, also z.B. spezifische Steuern, ökonomisch zu rechtfertigen.

Aus ökonomischer Sicht kommt es insbesondere darauf an, identifiziertes Marktversagen mit kosteneffizienten, spezifischen Instrumenten anzusprechen. CO₂-Zertifikate und spezifische CO₂- und Energiesteuern sowie informatorische Maßnahmen sind die vorzugswürdigen Instrumente, um Marktversagen im Bereich der Energieeffizienz zu beseitigen. Informatorische Maßnahmen reduzieren die Gefahr asymmetrischer Information und erhöhen den Informationsstand der Akteure. Steuern auf CO₂ und ausgewählte Energieträger sowie CO₂-Zertifikate zeichnen sich insbesondere durch ihre Kosteneffizienz aus. Zugleich führen sie durch die gezielte Verteuerung bestimmter (fossiler) Energieträger zu einer höheren Energieeffizienz. Eine höhere Energieeffizienz ist damit Ergebnis von gezielten Staatseingriffen zur Reduzierung von Marktversagen im Bereich der Energienutzung. Diese Instrumente sind auch effiziente Maßnahmen zur Herstellung der intergenerationalen Verteilungsgerechtigkeit.

Zwangsstandards verletzen das Kriterium der Kosteneffizienz und sind daher aus ökonomischer Sicht nicht zu empfehlen, wenn Ziele wie Klimaschutz und Versorgungssicherheit erreicht werden sollen. Auch das Instrument der Weißen Zertifikate – auch „handelbare Sparobligationen“ genannt – ist nicht zielführend, da es pauschal auf der Nachfrageseite für Energie ansetzt und den Akteuren keine ausreichenden Anreize zum Energieträgerwechsel setzt. Zur Erreichung einer gerechten Ressourcenverteilung sind diese Maßnahmen ebenfalls schlecht geeignet.

6. Literaturverzeichnis

- AEEG (Autorità per l'energia elettrica e il gas) (2002), *Proposte per l'attuazione dei Decreti Ministeriali del 24 Aprile 2001 per la promozione dell'efficienza energetica negli usi finali*, Milano
- Adelman, M.A. (1990), *Mineral Depletion, with Special Reference to Petroleum*, The Review of Economics and Statistics 72 (1), pp. 1-10.
- Akerlof, G.A. (1970), *The Market for "Lemons": Quality, Uncertainty and the Market Mechanism*, Quarterly Journal of Economics 84, pp. 488-500.
- Amsberg, J. v. (1995), *Excessive environmental risks: An intergenerational market failure*, European Economic Review 39 (8), pp. 1447-1464.
- Arrow, K., Dasgupta, P., Goulder, L., Daily, G., Ehrlich, P., Heal, G., Levin, S., Mäler, K.-G., Schneider, S., Starret, D. and B. Walker (2004), *Are We Consuming Too Much?*, Journal of Economic Perspectives, 18 (3), pp. 147-172.
- Bentley, R.W. (2002), *Global oil & gas depletion: an overview*, Energy Policy 30 (3), pp. 189-205
- Besanko, D., Donnenfeld, S., and White, L.J. (1988), *The Multiproduct Firm, Quality Choice, and Regulation*, The Journal of Industrial Economics 36, pp. 411-429.
- Blanchard, O. J. and Fischer, S. (1989), *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.
- BMWI (2007) *Zahlen und Fakten – Energiedaten*, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin.
- BP Statistical Review of World Energy June 2007, <http://www.bp.com/statisticalreview>.
- Campbell, C. (2004), *The Coming Oil Crisis*, Independent Publishers Group.
- CERA (2006), *Why the "Peak Oil" Theory Falls Down -- Myths, Legends, and the Future of Oil Resources*, CERA Reports Online.
- Coase, R.H. (1991), *The Institutional Structure of Production*, Nobel Prize Lecture, Stockholm, December 9.
- Daly, H. and J. Cobb (1989), *For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston.
- Dannenberg, A., Mennel, T. and Moslener, U. (2007), *What Does Europe Pay for Clean Energy? - Review of Macroeconomic Simulation Studies*, ZEW Discussion Paper No. 07-019, Mannheim.
- Dasgupta, P. S. and Heal, G. (1974), *The Optimal Depletion of Exhaustible Resources*, Review of Economic Studies, Symposium 1974, pp. 2-28.

- Davis, G. A. and R.D. Cairns (1998), *Simple Analytics of Valuing Producing Petroleum Reserves*, *The Energy Journal* 19 (4), pp. 133-142.
- Deffeyes, K. S. (2002), *Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage*. Princeton University Press.
- Devarajan, S. and A.C. Fisher (1981), *Hotelling's 'The Economics of Exhaustible Resources' – Fifty years later*, *Journal of Economic Literature* 19 (1), pp. 65-73.
- Diamond, P. A. (1965), *National debt in a neoclassical growth model*, *American Economic Review* 55, pp. 1126-1150.
- Diefenbacher, H. (2001), *Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit: Zum Verhältnis von Ethik und Ökonomie*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- DOE (U. S. Department of Energy) (2005), *International Energy Outlook 2005*, Washington D.C.
- Donnenfeld, S. and L. J. White (1988), *Product Variety and Inefficiency of Monopoly*, *Economica* 55, pp. 393-401.
- EnEV (2007), *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)*, vom 24. Juli 2007.
- Fischer, C. (2004), *Who Pays for Energy Efficiency Standards?*, Discussion Paper, Resources for the Future, 04-11.
- Frondel, M. and C. M. Schmidt (2005), *Evaluating environmental programs: The perspective of modern evaluation research*, *Ecological Economics* Volume 55, Issue 4, 1 December 2005, pp. 515-526.
- Gerlagh, R. and M.A. Keyzer (2001), *Sustainability and the intergenerational distribution of natural resources entitlements*, *Journal of Public Economics* 79 (2), pp. 315-341.
- Gillingham, K. R. Newell and K. Palmer (2006), *Retrospective Review of Energy Efficiency Policies*, *Annual Review of Environmental and Resources* 31, pp. 161-192.
- Greene, D.L. and S. Ahmad (2005), *Costs of U.S. Oil Dependence: 2005 Update*, Oak Ridge National Laboratory, TM-2005/45.
- Grubb, M. and Neuhoff, K. (2006), *Allocation and competitiveness in the EU emissions trading scheme: policy overview*, *Climate Policy* 6 (1).
- Halvorsen, R and Smith, T. (1991), *A Test of the Theory of Exhaustible Resources*, *Quarterly Journal of Economics* 106 (1), pp. 123-140.
- Hamilton, K. (2000), *Genuine Saving as a Sustainability Indicator*, Environmental Economic Series 77, Environment Department, World Bank.

- Hamilton, K. (2002), *Savings Rules and Sustainability*, Environment Department, World Bank.
- Harberger, A. (1974), *Taxation and Welfare*. Little, Brown
- Harrison, D., Sorrell, S., Radov, D., Klevnas, P. and Foss, A. (2005), *Interactions of the EU ETS with Green and White Certificate Schemes: Summary Report for Policy Makers*, NERA Economic Consulting.
- Hartwick, J. (1977), *Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources*, American Economic Review 66, pp. 972-974.
- Hassett, K.A. and Metcalf, G.E. (1993), *Energy Conservation Investment. Do Consumers Discount the Future Correctly?*, Energy Policy 21 (6), pp. 710-716.
- Hausman, J.A. (1979), *Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy-using Durables*, The Bell Journal of Economics 10 (1), pp. 33-54.
- Hirschl, B. (2000), *Energy Contracting in Germany*, IÖW.
- Hotelling, H. (1931), *The economics of exhaustible resources*, Journal of Political Economy 39, pp. 137-175.
- Howarth, R.B. and Andersson, B. (1993), *Market Barriers to Energy Efficiency*, Energy Economics 15, pp. 262-272.
- Hubbert, M. K. (1956), *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*, Shell Development Company, Publication No. 95.
- IEA (2004), *Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy*, International Energy Agency Working Paper.
- IEA (2007), *International Energy Outlook 2007, Chapter 5 Coal*, International Energy Agency.
- IMF (2005), *Oil Price Shocks: Can They Account for the Stagflation in the 1970s?*, Hunt, B.; 2005, pp. 43 pages, International Monetary Fund, IMF Working Papers.
- Imrohoroglu, A. (1989), *Costs of business Cycles with Indivisibilities and Liquidity Constraints*, Journal of Political Economy 97, pp. 1364-1383.
- IPCC (2001), *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Intergovernmental Panel on Climate Change 2001, Cambridge University Press.
- IPCC (2007), *Summary for Policymakers*. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Jaffe, A.B. and Stavins, R. N. (1994), *The Energy-efficiency Gap. What does it mean?*, Energy Policy 22 (10), pp. 804-810.
- Jaffe, A.B., Newell, R. G., and Stavins, R. N. (1999), *Energy-efficient Technologies and Climate Change Policies: Issues and Evidence*, Climate Issue Brief No. 19, December 1999, Resources for the Future.
- Johnson, T., D.A. Paxton and R. J. Rizzuto (1995), *Do Investors Follow Accounting or Appraised Petroleum Values?*, Oil and Gas Tax Quarterly 43(4), pp. 685-711.
- Kreitler, V. (1991), *On Customer Choice and Free Ridership in Utility Programs*, Paper Read at Proceedings of the International Energy Program Evaluation Conference, Chicago, August 21-23, 1991.
- Krusell and Smith (1999), *On the Welfare Effects of Eliminating Business Cycles*, Review of Economic Dynamics 2 (1), pp. 245-272.
- Kuper, G.H. and van Soest, D.P. (2006), *Does Oil Price Uncertainty Affect Energy Use?*, Energy Journal 27, pp. 55-77.
- Langniss, O. and Praetorius, B. (2006), *How much market do market-based instruments create? An analysis for the case of "white" certificates*, Energy Policy 34 (2), pp. 200-211.
- Löschel, A. und Sturm, B. (2007), *Staatlicher Zwang verdirbt das Klima, Kommentar zum EE-WärmeG*, in: Süddeutsche Zeitung vom 13. November 2007, S. 20.
- Loughran, D. S., Kulick, J. (2004), *Demand-side management and energy efficiency in the United States*, The Energy Journal 25 (1), pp. 19-43.
- Lucas, R.E. (1987), *Models of business cycles*, Basil Blackwell New York.
- Lynch, M. (2003), *The New Pessimism about Petroleum Resources: Debunking the Hubbert Model (and Hubbert Modelers)*, Minerals & Energy - Raw Materials Report, Volume 18 (1), pp. 21– 32.
- McDonald, R. and Siegel, D. (1986), *The Value of Waiting to Invest*, in: The Quarterly Journal of Economics, 101, 707-728.
- Meadows, D., Meadows, D. L., Randers, J. and W. Behrens (1972), *Die Grenzen des Wachstums - Berichte des Club of Rome zur Lage der Menschheit*. Deutsche Verlags-Anstalt.
- Miller, M.H. and C.W. Upton (1985), *A Test of the Hotelling Valuation Principle*, The Journal of Political Economy 93 (1), pp. 1-25.
- Morss, M.F. (1989), *Incidence of Welfare Loses Due to Appliance Efficiency Standards*, Energy Journal 10 (1), pp. 111-118.
- Mussa, M. and S. Rosen (1978), *Monopoly and Product Quality*, Journal of Economic Theory 18, pp. 301–317.

- Nadel, S. and K. Keating (1991), *Engineering Estimates vs. Impact Evaluation Results How Do They Compare And Why?* Fifth International Energy Program Evaluation, Chicago, Illinois (8/91)
- Nordhaus, W. D. (2007), *Alternative measures of output in global economic-environmental models: Purchasing power parity or market exchange rates*, Energy Economics 29, pp. 349-372.
- Nordhaus, W. D. and J. Tobin (1972), *Economic Growth*, National Bureau of Economic Research, New York.
- Obligation (2001), *Energy Efficiency Obligation*, Order 2001, Bill 2001 No. 4011.
- Ockenfels, A. (2007), *Marktmachtmessung im deutschen Strommarkt in Theorie und Praxis – Kritische Anmerkungen zur London Economics-Studie*, SONDERDRUCK AUS ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN 57. Jg. (2007) Heft 9.
- Odell, P. (2004), *Why Carbon Fuels Will Dominate the 21st Century's Global Energy Economy*, Multi-Science Publishing.
- OECD/IEA (2007), *World Energy Outlook 2006*, OECD, Paris.
- Parkinson, S., Begg, K., Bailey, P., and Jackson, T., 2001, *Accounting for flexibility against uncertain baselines: lessons from case studies in the eastern European energy sector*, Climate Policy 1, 55–73.
- Pindyck, R.S. (1991), *Irreversibility, Uncertainty, and Investment*, Journal of Economic Literature, 29, 1110-1148.
- Ramstorf, S. und H. Schnellhuber (2006), *Der Klimawandel*, C.H. Beck, München
- Richter, R. und Furubotn, E. (1996), *Neue Institutionenökonomik: Eine Einführung und kritische Würdigung*, Mohr, Tübingen.
- Samuelson, P.A. (1958), *An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money*, The Journal of Political Economy 66 (6), pp. 467-482.
- Sanstad, A.H., Blumstein, C., and Stoff, S. E. (1995), *How High are Option Values in Energy-efficiency Investments?*, Energy Policy, 23, 739-743.
- Schleich, J. (2006), *Energy Costs – Why Bother? Barriers to Energy Efficiency in the German Higher Education Sector*, in: Sorrell, S., O'Malley, E., Schleich, J. and Scott, S. (2006): The Economics of Energy Efficiency. Barriers to Cost-Effective Investment, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Schneider, D. (1992), *Investition, Finanzierung und Besteuerung*, Wiesbaden, Gabler, 7. Auflage.
- Sen, A. and J. Foster (1997). *On Economic Inequality*, Oxford University Press

- Solow, R. M. (1974), *Intergenerational Equity and Exhaustible Resources*, Review of Economic Studies 41, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources 1974, pp. 29-45.
- Solow, R. M. (1986), *On the Intergenerational Allocation of Natural Resources*, Scandinavian Journal of Economics 88 (1), pp. 141-149.
- Sorrell, S. (2006), *Understanding Barriers to Energy Efficiency*, in: Sorrell, S., O'Malley, E., Schleich, J. and Scott, S. (2006): *The Economics of Energy Efficiency. Barriers to Cost-Effective Investment*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Stephan, G., Müller-Fürstenberger, G. and P. Previdoli (1997), *Overlapping Generations or Infinitely-Lived Agents: Intergenerational Altruism and the Economics of Global Warming*, Environmental and Resource Economics 10 (1), pp. 27-40.
- Stern, N. (2006), *Stern Review on the Economics of Climate Change*, Cambridge University Press.
- Stiglitz, J.E. and Weiss, A. (1981): *Credit Rationing in Markets with Imperfect Information*, The American Economic Review, Vol. 71, No. 3. (Jun., 1981), pp. 393-410.
- Stoft, S. (1993), *Appliance Standards and the Welfare of Poor Families*, Energy Journal 14 (4), pp. 123-129.
- Sutherland, R.J. (1991), *Market Barriers to Energy Efficiency Investments*, Energy Journal 12 (3), pp. 15-34.
- Sutherland, R.J. (1996), *The Economics of Energy Conservation Policy*, Energy Policy 24 (4), pp. 361-370.
- Sutherland, R.J. (2003), *The High Costs of Federal Energy Efficiency Standards for Residential Appliances*, Policy Analysis, No. 504, Washington, DC, Cato Institute.
- Tol, R. and R. Yohe (2006), *A Review of the Stern Review*, World Economics 7 (4), pp. 233-250.
- Train, K. (1985), *Discount Rates in Consumers' Energy-Related Decisions: A Review of the Literature*, Energy 10 (12), 1243-1253.
- UM (2005), *Klimaschutz 2010.*, Konzept für Baden-Württemberg, Umweltministerium.
- Vine, E.L. and Sathaye, J.A., 2000, *The monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of energy-efficiency projects*. Mitigation and Adaption Strategies for Global Change 5, 189–216.
- Watkins, G.C. (1992), *The Hotelling Principle: Autobahn or Cul de sac?*, The Energy Journal 13 (1), pp. 1-24.
- Weimann, J. (2004), *Wirtschaftspolitik: Allokation und kollektive Entscheidung*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

- Wirl, F. (2000), *Lessons from Utility Conservation Programs*, Energy Journal 21 (1), pp. 87-108.
- Wirl, F. and W. Orasch (1998), *Analysis of United States' Utility Conservation Programs*, Review of Industrial Organization 13 (4), pp. 467-486.
- World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*, Oxford University Press.