



# Publikationen des Umweltbundesamtes

## **Wirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Innovation und Marktdurchdringung**

Band V des Endberichts für das  
Vorhaben:

„Quantifizierung der Effekte der  
Ökologischen Steuerreform  
auf Umwelt, Beschäftigung und  
Innovation“

Forschungsprojekt im Auftrag des  
Umweltbundesamts  
FuE-Vorhaben  
Förderkennzeichen 204 41 194

August 2005

**Benjamin Görlach  
Markus Knigge  
Helen Lückge**

## **Wirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Innovation und Marktdurchdringung**

Band V des Endberichts für das Vorhaben:

„Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform  
auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“

Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamts  
FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 41 194

August 2005

**Benjamin Görlach**

**Markus Knigge**

**Helen Lückge**

**Ecologic**

**Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik gGmbH**

**Pfalzburger Str. 43/44, D-10717 Berlin, Tel. +49 30 86880-0, Fax +49 30 86880-100**

**Internet : [www.ecologic.de](http://www.ecologic.de) Email: [goerlach@ecologic.de](mailto:goerlach@ecologic.de)**

## Projekthintergrund

Die Ökologische Steuerreform wurde in Deutschland im Jahr 1999 eingeführt und im Jahr 2000 fortgeführt; im Jahr 2003 wurden ihre Regelungen in einigen Teilen modifiziert. Sie besteht aus einer Erhöhung der Mineralölsteuer in mehreren Schritten sowie der Einführung einer Stromsteuer. Das Aufkommen wird im Wesentlichen für eine Senkung der Lohnnebenkosten verwendet, wodurch die Ökologische Steuerreform weitgehend aufkommensneutral ist.<sup>1</sup> Meinungsumfragen zeigen jedoch, dass die Verknüpfung zwischen einer Verteuerung von Energie und der Entlastung des Faktors Arbeit nur ungenügend verstanden wird.

Vor diesem Hintergrund untersucht Ecologic gemeinsam mit dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) die Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation. In der vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Untersuchung liegt der Schwerpunkt auf den Auswirkungen auf die Privatwirtschaft. So werden im Projekt Unternehmen beschrieben, die besonders von der Ökologischen Steuerreform profitiert haben. Zudem werden Be- und Entlastungswirkungen der Ökologischen Steuerreform nach Produktionsbereichen sowie ihre gesamtwirtschaftlichen Effekte untersucht. Darüber hinaus werden die Auswirkungen auf technische Innovationen und die Einführung und Marktdurchdringung neuer Produkte und Dienstleistungen analysiert. Durch eine Umfrage werden aber auch die Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform auf private Haushalte erfasst und ausgewertet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in fünf Teilberichten festgehalten:

- Be- und Entlastungswirkungen der ökologischen Steuerreform nach Produktionsbereichen;
- Gesamtwirtschaftliche Effekte der ökologischen Steuerreform;
- Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform auf private Haushalte;
- Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Unternehmen; sowie
- Wirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Innovation und Marktdurchdringung.

Dabei ist der vorliegende Band der fünfte von fünf Teilberichten, die zusammen den Endbericht des Vorhabens darstellen. Die Teilberichte eins und zwei wurden von Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung erstellt, die Teilberichte drei bis fünf von Ecologic. Zudem wurden die erarbeiteten Ergebnisse von der Kommunikationsagentur neues handeln für die Öffentlichkeit in Form einer Broschüre aufbereitet. Im November 2004 veranstaltete Ecologic eine Informationsveranstaltung zu dem Vorhaben in Berlin (nähere Informationen unter <http://www.ecologic-events.de/oekosteuer>).

---

<sup>1</sup> Ein geringer Teil wird zur Förderung der Erneuerbaren Energien und der energetischen Gebäudesanierung verwendet, vor allem seit der Modifizierung im Jahr 2003 fließt zudem ein Teil des Aufkommens in den Bundeshaushalt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1	Die ÖSR als Beitrag zur ökologischen Modernisierung der Wirtschaft .....	5
1.2	Ziel der Studie .....	6
1.3	Methodisches Vorgehen .....	6
<b>2</b>	<b>Begriff, Konzepte und Bedingungen von Innovation</b> .....	<b>7</b>
2.1	Auswirkungen auf Wirtschaft und Beschäftigung .....	9
2.2	Innovationswirkungen und –kanäle .....	10
2.3	Rahmenbedingungen ( <i>push</i> - und <i>pull</i> -Faktoren) .....	11
<b>3</b>	<b>Veränderung der Rahmenbedingungen durch die ÖSR</b> .....	<b>14</b>
3.1	Mineralölsteuer und Stromsteuer .....	15
3.2	Entlastung des Faktors Arbeit .....	16
3.3	Sonderregelungen .....	17
3.4	Weitere Maßnahmen der Umweltgesetzgebung auf nationaler und EU-Ebene .....	18
<b>4</b>	<b>Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform auf ausgewählte Bereiche</b> ..	<b>21</b>
4.1	Energieeffiziente Produkte .....	21
4.1.1	Energiespar- und LED-Lampen .....	22
4.1.2	Wärmeschutzverglasungen .....	27
4.2	Contracting .....	33
4.2.1	Energie-Einspar-Contracting .....	34
4.2.2	Energieliefer-Contracting .....	37
4.3	Innovationen im Fahrzeugbereich .....	41
4.3.1	Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs .....	41
4.3.2	Erdgasfahrzeuge .....	42
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b> .....	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>55</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für ökologische Innovationen im Bereich der Mobilität .....	8
Tabelle 2: Regelsteuersätze für Mineralöl und Strom im Rahmen der ÖSR.....	16
Tabelle 3: Vergleich Glühlampe - Energiesparlampe.....	23
Tabelle 4: Heizöl Kostenersparnis pro Jahr durch den Einbau von Wärmedämmglas .....	30
Tabelle 5: Erdgas Kostenersparnis pro Jahr durch den Einbau von Wärmedämmglas.....	31
Tabelle 6: Steuerentlastung für Erdgas- und Heizöl-BHKW durch ÖSR-Sonderregelungen .	39
Tabelle 7: Kraftstoff-Endpreise .....	43
Tabelle 8: Anteil von Erdgasfahrzeugen an der Bestandsveränderung aller Kraftfahrzeuge.	45
Tabelle 9: Erdgastankstellen in Deutschland .....	47

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erhöhungssätze im Rahmen der Ökologischen Steuerreform.....	15
Abbildung 2: Entwicklung des Strompreises in Deutschland.....	22
Abbildung 3: Verbrauchspreisanteile für leichtes Heizöl (Cent je Liter).....	28
Abbildung 4: Anteile der Mineralölsteuer an der Entwicklung der Erdgaspreise für private Haushalte (1999-2003).....	29
Abbildung 5: Absatz von Wärmedämmglas und Fenstern von 1990 bis 2002.....	32
Abbildung 6: Das Konzept des Energie-Einspar-Contracting .....	35
Abbildung 7: Flottenverbrauch in Deutschland 1995 – 2003, l/100km.....	41
Abbildung 8: Entwicklung der Mineralölsteuer für Diesel und Erdgas als Kraftstoffe.....	43
Abbildung 9: Anzahl der Erdgasfahrzeuge in Deutschland .....	44

# 1 Einleitung

## 1.1 Die Ökologische Steuerreform als Beitrag zur ökologischen Modernisierung der Wirtschaft

In den 90er Jahren bildete sich im Zuge der Nachhaltigkeitsdiskussion die gesellschaftliche Überzeugung heraus, dass ökonomische, soziale und ökologische Entwicklungen nicht voneinander abgespalten und gegeneinander ausgespielt werden dürfen. So entstanden Konzepte wie „Qualitatives Wachstum“ oder „Ökologische Modernisierung“,<sup>2</sup> mit denen angestrebt wird, eine neue Wirtschaftsdynamik mit wesentlich stärkerer Berücksichtigung von Umweltbelangen zu entfalten. In diesem Zusammenhang ist auch die Einführung der Ökologischen Steuerreform (ÖSR) zu betrachten, die die Energiepreise in vorhersehbaren Schritten angehoben hat und aus deren Aufkommen gleichzeitig die Arbeitskosten gesenkt werden.

Die ÖSR zielt darauf ab, Anreize zu schaffen, die zu einem Transformationsprozess in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen: Während die Senkung der Lohnnebenkosten sich positiv auf die Beschäftigung auswirkt, führt das Ansteigen der Energiesteuern – das die absehbare Verknappung natürlicher Ressourcen vorwegnimmt und negative externe Effekte des Energieverbrauchs zumindest teilweise internalisiert – zu einer Steigerung der Energieproduktivität. Die Ökologische Steuerreform trägt damit zur Einleitung eines ökologischen Strukturwandels bei, der darin besteht, sowohl gegebene Produktionsprozesse und Produkte durch technische Innovationen umweltfreundlicher zu gestalten als auch den Konsum von Gütern durch weniger ressourcen- und energieintensive Formen der Bedürfnisbefriedigung zu ersetzen. Vor dem Hintergrund der Importabhängigkeit Deutschlands in Bezug auf fossile und nukleare Energieträger stellt dies auch einen Beitrag zur Schaffung einer zukunftsfähigen Energieversorgung dar.

Als marktbasierendes Instrument schränkt die Ökologische Steuerreform die Entscheidungsfreiheit von Verbrauchern und Unternehmen weniger ein als dies etwa bei ordnungsrechtlichen Vorgaben der Fall ist. Die ÖSR zielt darauf ab, die ökonomischen Rahmenbedingungen, in denen unternehmerisches Handeln und privates Verbrauchsverhalten stattfinden, langfristig und vorhersehbar zu verändern. Auf diese Weise werden dauerhafte Anreize für Verhaltensänderungen geschaffen, die sich in der Praxis sehr unterschiedlich auswirken. Die Ökologische Steuerreform schafft damit auch in stärkerem Maße Raum für Innovationen.

---

<sup>2</sup> Der Begriff der ökologischen Modernisierung wurde von Martin Jänicke mitgeprägt und bezeichnet im engeren Sinne das große Segment möglicher Umweltverbesserungen, die durch Innovationen jenseits von End-of-pipe-Ansätzen zu erzielen sind. Indem die Entwicklungsrichtung des technischen Fortschritts hin zu einer umweltgerechten Wirtschaftsweise verändert wird, wird der Zwang zur ständigen Verbesserung von Verfahren und Produkten in den Dienst der Umweltverbesserung gestellt. Die Mechanismen von Innovation und Diffusion spielen dabei eine zentrale Rolle. Jänicke (2001).

## 1.2 Ziel der Studie

Im Rahmen des Vorhabens „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“ werden die Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform erstmalig *ex post*, also nach ihrer Einführung und Fortentwicklung, analysiert. Die vorliegende Studie untersucht dabei die Auswirkungen der ÖSR auf Innovationen sowie deren Marktdurchdringung. Die Innovationswirkungen politischer Instrumente sind grundsätzlich schwer zu quantifizieren. Dies liegt zum einen darin begründet, dass die Zielgröße „Innovation“ nur bedingt messbar ist, zum anderen auch daran, dass eine Maßnahme wie die Ökologische Steuerreform nur einer von vielen Faktoren ist, die die Innovationstätigkeit beeinflussen, so dass ihr konkreter Beitrag zu bestimmten Entwicklungen schwer zu ermitteln ist. Zu der Vielzahl weiterer Einflussfaktoren zählen unter anderem:

- ökonomische Faktoren, wie Skaleneffekte, Verbund- und Lerneffekte, aber auch die Entwicklung des allgemeinen Preisniveaus, Liberalisierung der Energiemärkte (Strom und Gas), Entwicklung des Preisniveaus einzelner Güter (insbesondere der Öl- und Strompreise) und des Lohnniveaus, sowie die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung;
- politische Faktoren, wie Gesetzgebung auf nationaler und EU-Ebene, Normen und Standards, Förderung von Forschung und Entwicklung; institutionelle Verankerung und effektiver Schutz von geistigem Eigentum;
- gesellschaftliche Faktoren, wie die Risikobereitschaft oder das Bildungsniveau.

Ziel der vorliegenden Studie ist vor diesem Hintergrund eine in erster Linie qualitative Einschätzung, ob von der Ökologischen Steuerreform eine Innovationswirkung auf bestimmte Branchen und Produkte ausgegangen ist und welche Regelungen der Ökologischen Steuerreform dabei von besonderer Bedeutung waren. Soweit möglich, werden diese durch quantitative Fallstudien und Beispiele unterfüttert.

## 1.3 Methodisches Vorgehen

Aus den oben angeführten Gründen ist eine statistische Analyse der Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform bislang nicht möglich. Angesichts der beschränkten Bearbeitungszeit konnte zudem im Rahmen der Studie keine Erhebung von Primärdaten vorgenommen werden. Stattdessen werden die Innovationswirkungen, unterstützt von Fallbeispielen in qualitativer und, soweit dies die bestehende Datenlage erlaubt, quantitativer Form dargestellt. In Kapitel 2 werden der Innovationsbegriff und damit verbundene Konzepte vorgestellt und diskutiert. Zudem wird in komprimierter Form vorhandenes Wissen über Rahmenbedingungen und Kanäle für Innovation aufgearbeitet, mit besonderem Augenmerk auf den Umweltbereich. Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 der Studie analysiert, auf welche Weise die Ökologische Steuerreform die Rahmenbedingungen für Innovationen geändert hat. In Kapitel 4 wird die Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform auf ausgewählte Branchen und Produkte untersucht, die auf Grundlage von Literaturrecherchen und mehreren Expertengesprächen identifiziert wurden. Für die einzelnen Sektoren wurden jeweils geeignete Kennzahlen und Indikatoren für Innovationsprozesse dargestellt. Zu den relevanten Kennzahlen zählen unter anderem die Steigerung der Energieeffizienz bei einzelnen Techniken und Produkten, die preisliche Entwicklung und die Marktdurchdringung.

## 2 Begriff, Konzepte und Bedingungen von Innovation

„Innovation“ bezeichnet die „Einführung einer Neuerung“ und ist damit nur ein Schritt bei der Entstehung technischer (oder anderer) Neuerungen: Der Innovation geht die Invention voraus, d. h. die Erfindung einer Neuerung. Die Invention wird zur Innovation, wenn die Neuerung die Marktreife erreicht hat. Im Anschluss an die Innovation folgt die Diffusion<sup>3</sup>: Wird eine Innovation zunächst nur von einem oder wenigen Vorreitern eingesetzt, verbreitet sie sich in der Folge auf andere Firmen, andere Sektoren oder auch andere Anwendungsgebiete.<sup>4</sup> In der vorliegenden Studie werden neben Innovationen auch Diffusionsprozesse betrachtet, da diese einerseits entscheidend für die Umweltauswirkungen einer Innovationen ist, und da die Diffusion von Neuerungen andererseits in vielen Fällen von der Ökologischen Steuerreform beeinflusst wurde.

Der Begriff Innovation wird meist auf technische Entwicklungen bezogen, kann aber auch soziale, organisatorische oder sonstige Neuerungen bezeichnen. Innovation beinhaltet somit nicht nur den Einsatz kostensparender Produktionstechniken oder die Einführung neuer Produkte, sondern heißt auch, bessere Arbeitsbedingungen zu entwickeln, für eine sauberere Umwelt zu sorgen oder Produktionsprozesse effizienter zu organisieren.

Die Innovationsökonomie unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Arten von Innovationen, den Produkt- und den Prozessinnovationen.<sup>5</sup> Produktinnovationen bezeichnen neue Produkte, während Prozessinnovationen neue Wege für die Herstellung bekannter Produkte liefern. Darüber hinaus werden zahlreiche andere Innovationstypen identifiziert, so etwa organisatorische Innovationen, die die Arbeitsorganisation innerhalb eines Betriebes betreffen, sowie institutionelle und soziale Innovationen. Für den Umweltbereich sind zudem „Funktionsinnovationen“ und „Bedürfnisorientierte Innovationen“ relevant, die auf Änderungen der Verhaltensmuster von Verbrauchern oder Änderungen der politischen Rahmenbedingungen abzielen.<sup>6</sup> Für den Bereich Mobilität lassen sich etwa die folgenden Beispiele für ökologische Innovationen unterscheiden:

---

<sup>3</sup> Der Begriff der Innovation ist nicht eindeutig definiert und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich verwendet. Die Unterscheidung in Invention, Innovation und Diffusion, die in diesem Bericht angewandt wird, findet sich u.a. bei Hemmelskamp (1997). Andere Autoren bezeichnen dagegen mit dem Begriff der Innovation sowohl die Erfindung (Invention), als auch die Markteinführung und Marktdurchdringung (Diffusion).

<sup>4</sup> Die Innovationsökonomie geht auf die Arbeiten des Nationalökonom Joseph Schumpeter (1883 - 1950) zurück, der in seiner "Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung" davon ausging, dass der wirtschaftliche Fortschritt hauptsächlich von kreativen Neuschöpfungen dynamischer Unternehmer ausgelöst würde, die sich am Markt durchsetzen (Schumpeter 1911).

<sup>5</sup> Eine allgemein anerkannte Kategorisierung von Innovationen besteht jedoch nicht, zudem sind die vorhandenen Unterscheidungen nicht immer trennscharf. Ein Standardwerk zur Erfassung, Bewertung und Kategorisierung von Innovationen ist das Oslo-Handbuch der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD 1997). Darin werden Produkt-, Prozess- und Organisationsinnovationen beschrieben (letztere betreffen u.a. das Management innerhalb eines Betriebes, wie bspw. Umweltmanagementsysteme oder Total Quality Management). Die OECD-Kategorisierung wurde allerdings bspw. von Klaus Rennings (2000) als zu eng kritisiert, da sie Innovationen in privaten Haushalten und institutionelle Veränderungen nicht abdeckte.

<sup>6</sup> Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages (1994); Minsch et al. (1996).

**Tabelle 1: Beispiele für ökologische Innovationen im Bereich der Mobilität**

Innovationsform	Innovationsziele	Beispiel Automobilhersteller
Prozessinnovation	Verringerung der ökologischen Prozessbelastungen bei vorgegebenem Produkt	Innovation: materialsparende Verfahrenstechnik im Herstellungsprozess Vorgegebenes Produkt: PKW
Produktinnovation	Verringerung der ökologischen Belastungen entlang des Produktlebenszyklus bei vorgegebener Funktion	Innovation: sparsamer Motor (z. B. 3-Liter-Auto, Erdgasantrieb) Vorgegebene Funktion: Individualverkehr mit PKW
Funktionsinnovation	Ökologische Optimierung eines Funktionsverbundes im Hinblick auf ein vorgegebenes Bedürfnis	Innovation: Erweiterung der Produktpalette für Transportverbünde (z. B. Car-Sharing-Agenturen, integrierte PKW-ÖPNV-Bahn-Systeme, Call-a-Bike, siehe Innovationsbeispiel 1) Vorgegebenes Bedürfnis: individuelle Mobilität
Bedürfnisorientierte Innovation	Anpassungen des Produkt- und Dienstleistungsportfolios an die (geänderten) Bedürfnisse	Wie kann ein zukunftsfähiges Verkehrssystem gestaltet werden? Anpassungen: Entsprechende Ausrichtung der Angebotspalette. Übergang vom Automobilhersteller zum Mobilitätsdienstleister

**Innovationsbeispiel 1: „Call-a-Bike“-Mietfahrräder**

Ein Beispiel für eine erfolgreiche Funktionsinnovation auf dem Gebiet der Mobilität sind die „Call-a-Bike“-Mietfahrräder der Deutsche-Bahn-Tochter DB Rent, mit denen das Prinzip des CarSharings auf Fahrräder ausgeweitet wird. Seit 2002 werden 4.200 Fahrräder an zentralen Punkten in Berlin, Köln, Frankfurt am Main und München platziert, die von registrierten Kunden per Telefon entliehen werden können. Die Fahrräder werden nach Nutzung im Stadtbereich abgestellt und telefonisch abgemeldet. Die Abrechnung erfolgt dabei minutengenau. Der Vorteil des Systems gegenüber dem herkömmlichen Fahrradverleih liegt dabei in seiner Flexibilität, da die Fahrräder nicht an einem bestimmten Ort oder zu einer bestimmten Zeit abgeholt und zurückgebracht werden müssen. Dieser Service wurde 2004 von 71.000 Kunden genutzt, was einem Zuwachs von 40% gegenüber dem Vorjahr entspricht. Gleichzeitig nahm die Zahl der Fahrten von 320.000 auf 380.000 pro Jahr zu. Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von ca. 35 Minuten entspricht dies in etwa einer Gesamtstrecke von rund zwei Millionen Kilometern.

Die Nutzer bestehen dabei vormittags hauptsächlich aus Berufstätigen, die die Fahrräder auf dem Weg zur Arbeit nutzen. Nachmittags und abends werden sie dagegen vor allem für Freizeitfahrten genutzt, etwa zum Einkaufen oder ins Kino. Dabei wird die Nutzung der „CallBikes“ häufig mit dem öffentlichen Nahverkehr kombiniert. Da die Fahrräder räumlich flexibel nutzbar sind und minutengenau abgerechnet werden, eignen sie sich besonders, um gezielt Lücken im Netz des öffentlichen Nahverkehrs zu überbrücken und so die Attraktivität des Systems insgesamt zu steigern. Nach Angaben des DB Rent-Sprechers Hartmut Sommer ist nicht bekannt, wie viele Kunden vom Auto auf das Mietfahrrad umsteigen, und wie viele innerstädtische Autofahrten durch die „CallBikes“ vermieden werden. Ebenfalls wurde bisher nicht untersucht, inwieweit die gestiegenen Benzinpreise eine Wirkung auf die Nutzung des „Call-a-Bike“-Service gehabt haben. Indem der Service die Reisezeiten „von-Tür-zu-Tür“ insgesamt verkürzt, trägt er dazu bei, die Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs gegenüber dem Auto insgesamt zu steigern.

## 2.1 Auswirkungen auf Wirtschaft und Beschäftigung

Die Entwicklung und Marktdurchdringung neuer Produkte wurde erstmals von Vernon (1966) in der Theorie des Produktlebenszyklus beschrieben. Demnach durchläuft jedes neue Produkt vier Phasen: die Innovationsphase der Markteinführung, die Wachstumsphase, in der die Diffusion des Produktes bei sinkenden Stückkosten voranschreitet, die Reifephase der automatisierten Massenproduktion, und schließlich die Schrumpfung bis hin zum Ersatz durch ein neues Produkt.<sup>7</sup> Mittels der Produktlebenszyklustheorie lassen sich auch Rückschlüsse auf die Schaffung von Arbeitsplätzen ziehen: Danach ist die Innovationsphase von arbeitsintensiver Forschung und Entwicklung geprägt, folglich besteht in dieser Phase ein großer Bedarf an hochqualifizierten Arbeitskräften. Auch die Herstellung ist anfänglich noch nicht vollständig automatisiert und somit abhängig von gut ausgebildetem Fachpersonal. Dies führt, zusammen mit der nachfragebedingt geringen Produktionsmenge, zu relativ hohen Stückkosten und damit auch zu hohen Verkaufspreisen. Die Humankapitalintensität nimmt im Laufe des Produktzyklus immer mehr ab: Hochqualifizierte Arbeiter werden immer mehr durch Maschinen und geringer qualifizierte Arbeitskräfte ersetzt.<sup>8</sup>

Dieser Produktlebenszyklus wirkt sich auch auf die Handelsströme aus: So findet die Entwicklung und Einführung von Produkten zumeist in hochindustrialisierten Ländern oder Regionen statt, da hierfür hochqualifizierte Arbeitskräfte benötigt werden und durch Forschung und Entwicklung hohe Kosten entstehen. Das Produkt setzt sich zunächst im heimischen Markt durch. Mit den gesammelten Erfahrungen und erzielten Skaleneffekten verfügen die Unternehmen über einen komparativen Vorteil gegenüber den Wettbewerbern und können somit ausländische Märkte erschließen. Im Verlaufe des Lebenszyklus findet dann eine Verlagerung in weniger entwickelte Länder statt.

Vor dem Hintergrund der Globalisierung der Wirtschaft sind Innovationen für viele Unternehmen aus Industrieländern zu einer Überlebensfrage geworden, da sie ihre Position im internationalen Wettbewerb nur aufrechterhalten können, indem sie neue Verfahren, Güter oder Dienstleistungen entwickeln. Denn die Produktion von Gütern, die am Markt etabliert sind und deren Technologie verbreitet ist, wird in zunehmendem Maße in Länder mit geringeren Produktionskosten verlagert. Im Preiswettbewerb mit diesen Ländern können Hersteller aus Industrieländern nicht dauerhaft bestehen. Höhere Löhne lassen sich nur sichern, wenn die Industrieländer im Qualitäts- und Innovationswettbewerb bestehen. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive ergibt sich, dass Innovationen zur Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und damit zum Erhalt hoch bezahlter Arbeitsplätze unverzichtbar sind.<sup>9</sup>

Für Umweltinnovationen – seien es umweltfreundliche Produkte oder umweltschonende Produktionsmethoden – gelten dabei Sonderbedingungen. Auch hier können Innovationen zu einem internationalen Wettbewerbsvorsprung führen, etwa indem die Innovationen zunächst in einem ökologischen „Lead-Markt“ entwickelt und zur Marktreife gebracht werden,

---

<sup>7</sup> Vernon (1966).

<sup>8</sup> Hirsch (1967).

<sup>9</sup> Dieser Zusammenhang wurde bereits 1979 von Paul Krugman beschrieben (Krugman 1979). Demnach findet eine schleichende Diffusion von Produktionstechnologien in ärmere Länder statt, gefolgt von der Verlagerung der Produktion. Die reicheren Industriestaaten können ihr höheres Lohnniveau nur dann bewahren, wenn es ihnen gelingt, durch Forschung und Entwicklung einen Innovationsvorsprung aufzubauen.

häufig unterstützt durch umweltpolitische Maßnahmen.<sup>10</sup> Ein Wettbewerbsvorteil ergibt sich häufig jedoch erst dann, wenn zugrunde liegende Umweltprobleme auch in anderen (Industrie-) Ländern als wesentliche Zukunftsaufgaben wahrgenommen werden (wie der Klimaschutz – durch das Kyoto-Protokoll und die Klimarahmenkonvention) und entsprechende umweltpolitische Maßnahmen auf diese Länder diffundieren (z. B. Umweltauflagen, deren Einhaltung eine neue Technik erforderlich macht).<sup>11</sup>

## 2.2 Innovationswirkungen und –kanäle

Es gibt zahlreiche Kanäle, auf denen Neues in die Welt kommt. Dabei ist die „klassische“ Forschung und Entwicklung, die von großen Firmen selbst durchgeführt wird oder von ihnen beauftragt und finanziert wird, nach wie vor einer der Hauptfaktoren. Gleichzeitig unterstützt der Staat die Innovationstätigkeit von Unternehmen auf verschiedene Weise. Hierzu gehören vor allem stabile Rahmenbedingungen, etwa im Hinblick auf den Schutz geistigen Eigentums, die Gewährleistung fairer Wettbewerbsbedingungen sowie innovationsförderliche Regelungen durch Normung, Standards, Zulassungsbestimmungen etc.. Eine wichtige Rolle spielen zudem öffentliche Förderprogramme, insbesondere durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Europäische Kommission.

Weitere entscheidende Faktoren für die Innovationstätigkeit werden nur mittelbar vom Staat beeinflusst; hierzu zählen die Wettbewerbsbedingungen auf den Märkten, die Zugangsmöglichkeiten zu Kapital, das Vorhandensein einer ausreichenden Zahl qualifizierter Fachkräfte sowie die Risikokultur und Veränderungsbereitschaft in einer Gesellschaft.

Für den Innovationsanreiz eines Unternehmens ist von entscheidender Bedeutung, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich aus der Innovation Wettbewerbsvorteile erzielen lassen. Es wirkt sich daher ungünstig aus, wenn das Wissen um eine Innovation sich mit geringen Kosten auf konkurrierende Betriebe übertragen lässt, ohne dass eine entsprechende Kompensation stattfindet. Während eine schnelle Diffusion von Umweltinnovationen volkswirtschaftlich an sich wünschenswert ist, senkt dies gleichzeitig den Anreiz für Unternehmen, Investitionen in Forschung und Entwicklung zu tätigen, sondern ermutigt sie stattdessen, sich als Trittbrettfahrer zu verhalten. Schutzmechanismen wie Patente oder Geheimhaltung spielen hier eine entscheidende Rolle. Sie dienen dazu, geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die Erträge aus Innovationen dem Innovator zu Gute kommen, um so Innovationsanreize für Unternehmen zu erhalten.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Zur Theorie der „Lead-Märkte“ siehe auch Jänicke und Jacob (2002). Die Idee, dass anspruchsvolle Umweltregulationen die ökonomische Modernisierung fördern und so auch die Wettbewerbsfähigkeit stärken können, wird auch als *Porter-Hypothese* diskutiert. Diese besagt, dass eine strikte Umweltpolitik Unternehmen zu Innovationen und Effizienzsteigerungen veranlasst, die zur Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit beitragen können (siehe hierzu auch die Diskussion auf Seite 14)

<sup>11</sup> Siehe hierzu auch: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002).

<sup>12</sup> Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002).

### 2.3 Rahmenbedingungen (*push*- und *pull*-Faktoren)

Innovationen können inkrementelle Verbesserungen bestehender Produkte und Techniken sein (dies gilt eher für Prozess- und Produktinnovationen), oder sie können radikale Neuerungen einführen (dies trifft eher auf funktions- und bedürfnisorientierte Innovationen zu). Die meisten Prozess- und Produktinnovationen finden entlang bestimmter „technologischer Pfade“ statt. Produkte und Techniken werden schrittweise verbessert, wobei die Verbesserungsschritte zwar nicht planbar, aber immerhin absehbar sind. Nur sehr selten werden völlig neue Wege eröffnet, die dann bisherige Märkte zerstören und neue schaffen: Solche radikalen Innovationen wurden etwa durch die Informations- und Kommunikationstechniken ermöglicht und können in der Zukunft vielleicht durch den Übergang zu einer wasserstoffbasierten Wirtschaft entstehen.

Treibende Auslöser für Innovationen können wissenschaftliche oder technische Neuentwicklungen sein (dies wird auch als *science* oder *technology push* bezeichnet), oder auch die Nachfrage nach neuen Problemlösungen (*market pull*). Auch gesellschaftliche Wunsch- und Zielvorstellungen können die Genese von Innovationen beeinflussen. Inkrementelle Verbesserungen werden meist vom *market pull* ausgelöst, während radikale Innovationen häufig erst durch wissenschaftlich-technische Durchbrüche möglich werden. Solche Durchbrüche betreffen häufig Schlüsseltechnologien (wie z. B. Informations- und Kommunikationstechnologien), die in der Folge zahlreiche weitere Innovationen nach sich ziehen und Wirtschaftsbranchen radikal verändern.

Auf dem Gebiet der Umwelttechnologien kommt dem Staat in der Innovationsförderung eine zentrale Bedeutung zu. Innovationen in diesem Bereich sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht häufig nicht rentabel, sofern der Staat nicht die entsprechenden Rahmenbedingungen schafft und externe Kosten zumindest teilweise internalisiert. Aus wirtschaftlicher Sicht liegt das Problem darin begründet, dass die positiven Auswirkungen von Innovationen im Umweltbereich teilweise aus verringerten Umweltbelastungen bestehen. Diese kommen jedoch nicht dem Urheber der Innovation zu Gute, sondern (als positive Externalitäten) der Allgemeinheit. Daher bleibt die Innovationstätigkeit hinter dem volkswirtschaftlichen Optimum zurück.<sup>13</sup> Umweltfreundliche Innovationen sind zwar häufig auch mit betriebswirtschaftlichen Ersparnissen verbunden, diese reichen jedoch (mit Ausnahme der sog. „win-win-Lösungen“) oft nicht aus, um der Innovation zum Durchbruch zu verhelfen.

Rennings (2000) unterscheidet aus diesem Grund neben den beiden Kategorien *market pull* und *technology push* als dritte Kategorie den *regulatory push/pull* - Effekt. Wie der Name andeutet, kann staatliches Handeln in beide Richtungen wirken – indem es die technische Entwicklung fördert (*push*) oder indem es Nachfrage stimuliert (*pull*). Auf der „push“-Seite kann mit staatlicher Unterstützung der Entwicklungsprozess einzelner Technologien gezielt vorangetrieben werden, sei es durch gezielte Forschungsprogramme oder auch durch steuerliche Anreize für Forschung und Entwicklung. Auf der „pull“-Seite stehen verschiedene Instrumente zur Nachfragestimulierung zur Verfügung, darunter ökonomische Instrumente (Umweltsteuern, Zertifikatehandel) zur künstlichen Verknappung und Verteuerung des Ressourcen- und Energieverbrauchs und damit verbundenen Anreizen, Maßnahmen zur steuerlichen Besserstellung ausgewählter Techniken, sowie Informations- und Aufklärungsmaßnahmen. Zudem kann auch die öffentliche Beschaffung dazu beitragen, eine aus-

---

<sup>13</sup> Siehe bspw.: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002) oder Jaffe et. al. (2002).

reichend große Nachfrage nach neuen Produkten und Dienstleistungen zu schaffen, um diese wirtschaftlich anbieten zu können. Auf die Vorreiterrolle und die Signalfunktion der öffentlichen Beschaffung, insbesondere auch bei der Verbreitung von Innovationen wie dem Contracting, weist unter anderem auch das Handbuch „Umweltfreundliche Beschaffung“ des Umweltbundesamtes hin (Umweltbundesamt 1999). Laut OECD hatte das öffentliche Auftragswesen im Jahr 1997 einen Anteil von 13% am deutschen Bruttosozialprodukt; allein fünf bis sechs Prozent des Endenergieverbrauchs können den öffentlichen Einrichtungen zugerechnet werden.<sup>14</sup>

Die Umweltpolitik kann zum Beispiel auch durch die Einführung von Standards die Verwendung vorhandener Technologien und die Entwicklung neuer Technologien beeinflussen. Maßnahmen wie Benchmarking oder die Ermittlung der besten verfügbaren Technik dienen dazu, vorhandenen Techniken zu einer weiteren Verbreitung zu verhelfen, indem diese zum Standard erhoben werden. Durch gezieltes *technology forcing* kann Umweltpolitik die Innovationstätigkeit auch direkt beeinflussen, etwa indem zukünftige Standards festgelegt werden, die auf der Grundlage vorhandener Techniken nicht zu erreichen sind, oder indem für vorhandene Standards eine automatische und regelmäßige Verschärfung verankert wird.<sup>15</sup>

In den Wirtschaftswissenschaften wird die Frage nach den Innovationswirkungen verschiedener umweltpolitischer Instrumente seit längerem diskutiert. Dabei besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass ökonomische Instrumente (wie etwa Umweltsteuern oder handelbare Emissionszertifikate) in der Regel zu stärkeren Innovationswirkungen führen als etwa Verordnungen und Standards. Ökonomische Instrumente schaffen Anreize für Innovationen, indem sie den Ressourcen- und Energieverbrauch gezielt verteuern und so den *market pull*-Effekt verstärken. Die Richtung der Innovationstätigkeiten wird auf diese Weise hin zu ressourcen- und energiesparenden Techniken verändert. Ökonomische Instrumente schaffen zudem einen permanenten Innovationsanreiz – im Unterschied etwa zu herkömmlichen Standards, deren Wirkung endet, sobald ein bestimmtes Emissions- oder Effizienzniveau erreicht ist oder sobald eine bestimmte Technik zum Einsatz kommt.

Besonders umfassende und nachhaltige Wirkungen auf den umweltfreundlichen technischen Fortschritt gehen dabei von Umweltabgaben aus, da jede Emissions- oder Schadstoffeinheit besteuert wird und nicht (wie im Fall von Auflagen oder Standards) eine bestimmte Emissions- oder Schadstoffmenge erlaubt ist. Umweltsteuern haben außerdem den Vorteil, dass ein Investor mit einem konstanten bzw. im Fall der Ökologischen Steuerreform mit einem vorher festgelegten Tarif rechnen kann. Im Gegensatz dazu ist z.B. die Preisentwicklung von Emissionszertifikaten abhängig vom Marktgeschehen und ist daher für den Innovator weniger vorhersehbar und planbar.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> OECD (1997) und Deutsches Institut für Urbanistik (1998), zitiert in Umweltbundesamt (1999).

<sup>15</sup> Japan beispielsweise wendet das Instrument des „Top Runner Approach“ im Automobilsektor in der Weise an, dass die umweltfreundlichste bestehende Technik innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zum bindenden Standard im Markt wird. Als Beispiel für *technology forcing* können beispielsweise die EU-Euro-Abgasnormen für PKW und LKW dienen, oder auch die kalifornischen Abgasstandards für Kraftfahrzeuge.

<sup>16</sup> Für einen Vergleich der verschiedenen umweltpolitischen Instrumente und deren Innovationswirkung siehe z.B. Cansier (1996).

Ein weiterer Vorteil von Umweltsteuern ist, dass sie sowohl die Innovation an sich unterstützen als auch die anschließende Diffusion neuer Techniken.<sup>17</sup> Sofern keine Ausnahmetatbestände oder Steuerfreibeträge vorhanden sind, ist die Anreizwirkung von Umweltsteuern konstant: So kommt zum Beispiel bei einer Energiesteuer dem Verbraucher oder Unternehmen für jede eingesparte Energieeinheit die gleiche Ersparnis zu Gute. Die Anreize, die von Umweltsteuern ausgehen, sind zudem unabhängig von der Verbreitung der bereits eingesetzten Techniken. Im Gegensatz dazu ist die Wirkung von handelbaren Zertifikaten auf die Diffusion von Umwelttechniken begrenzt: Falls Umwelttechniken zu weiter Verbreitung kommen, sinken die Umweltbelastungen und dadurch auch der Preis der Zertifikate, was wiederum den Anreiz für weitere Diffusion abschwächt.<sup>18</sup> Der Anreiz kann allerdings erhalten werden, wenn der Staat die verfügbare Gesamtmenge von Zertifikaten kontinuierlich verringert.

Abschließend ist anzumerken, dass die tatsächliche Innovationswirkung umweltpolitischer Instrumente letztlich vor allem von der konkreten Ausgestaltung des Instruments und den Erwartungen der Akteure abhängt. Falls beim Emissionshandel ambitionierte, womöglich zeitlich differenzierte Ziele vorgegeben werden und die Akteure von einem langfristig steigenden Zertifikatspreis ausgehen, kann dieses Instrument erhebliche Innovationsanreize schaffen. Ebenso kann eine stufenweise und vorhersehbare Verschärfung von Emissions- oder Effizienzstandards eine beträchtliche Innovationsdynamik entfalten. Dies gilt um so mehr, wenn die Innovationsdynamik selbst zum Bestandteil der Regulierung wird, wie dies etwa durch den „Top Runner“-Ansatz geschieht.

Umgekehrt können sich die Innovationsanreize von ökonomischen Instrumenten durch die Gewährung von Ausnahmen und Sonderregelungen bei Umweltsteuern und im Emissionshandel erheblich vermindern. Dies gilt insbesondere, wenn Sonderregelungen nicht als zeitlich begrenzte Übergangsregelungen wahrgenommen werden, sondern als dauerhafte Besitzstände (siehe Kapitel 3.3 Sonderregelungen).

---

<sup>17</sup> Dies gilt für alle umweltpolitischen Instrumente, die auf den *market pull*-Effekt setzen, da sich die Stärkung für die Nachfrage bzw. die Entstehung eines Marktes für ein Produkt und dessen spätere Verbreitung bedingen.

<sup>18</sup> Jaffe et al. (2002).

### 3 Veränderung der Rahmenbedingungen durch die ÖSR

Es war von Anfang an ein wesentliches Anliegen der Ökologischen Steuerreform, Innovationen im Bereich der effizienten Energieverwendung zu begünstigen. Im Zuge dieser „ökologischen Modernisierung“ sollten Anreize zur ständigen Verbesserung von Verfahren und Produkten geschaffen werden, um so die Entwicklungsrichtung des technischen Fortschritts hin zu energiesparenden Technologien umzusteuern. Dabei wurden insbesondere ökologisch-ökonomische Win-win-Lösungen gesucht, bei denen die Energieeinsparung mit Kostensenkungen für das einzelne Unternehmen oder den Verbraucher einhergeht.<sup>19</sup> Auf diese Weise trägt die Ökologische Steuerreform dazu bei, einerseits die externen Kosten der Energieerzeugung und -verwendung teilweise zu internalisieren, und andererseits durch Preissignale und Marktanreize die absehbare Verknappung von Energieressourcen vorweg zu nehmen, und somit die Entwicklung zukunftsfähiger Produkte und Dienstleistungen zu fördern.

Die Idee, dass anspruchsvolle Regulierungen in der Umweltpolitik als Motor der ökologischen und ökonomischen Modernisierung wirken und so die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit eines Landes steigern können, wurde von Porter und van der Linde als Porter-Hypothese formuliert. Diese Hypothese besagt, dass eine strikte Umweltpolitik Unternehmen zu Innovationen und Effizienzsteigerungen veranlasst, und so die Entwicklung und Einführung umweltfreundlicher bzw. ressourcensparender Produktionsverfahren und Produkte fördert. Dies kann sich auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens, einer Branche oder eines ganzen Landes positiv auswirken: entweder, indem die Innovationen und Effizienzsteigerungen zu Kostensenkungen führen, die die Zusatzkosten der Umweltregulierung überkompensieren; oder, indem eine Innovation dem Unternehmen einen technischen Vorsprung (*first-mover-advantage*) im Bereich umweltschonender und effizienter Technologien verschafft.<sup>20</sup> Obwohl diese Effekte auch ohne staatliche Regulierung möglich sind, halten Porter und van der Linde den zusätzlichen Druck durch Regulierungen für grundlegend: „Dem Glauben, dass Unternehmen profitable Möglichkeiten auch ohne einen regulativen Stimulus aufgreifen werden, liegen falsche Annahmen über die tatsächliche Wettbewerbssituation zu Grunde – nämlich, dass alle profitablen Innovationsmöglichkeiten schon bekannt seien, dass die Entscheidungsträger perfekte Informationen darüber haben, und dass die innerbetrieblichen Anreizstrukturen auf Innovationen ausgerichtet seien.“<sup>21</sup>

Die Ökologische Steuerreform in Deutschland verbindet Verhaltensanreize, die durch die gezielte Verteuerung des Energieverbrauchs geschaffen werden, mit Anreizen, die durch die Verwendung des Aufkommens entstehen. Dies kommt in dem Konzept der doppelten Dividende zum Ausdruck: Zu der ökologischen Lenkungswirkung durch die gezielte Verteuerung des Energieverbrauchs kommt die Beschäftigungswirkung durch Absenkung der Lohnnebenkosten. So werden die Einnahmen der Ökologischen Steuerreform dafür verwendet, die Rentenversicherungsbeiträge zu senken, um so die Belastung des Faktors Arbeit zu verringern und auf den Faktor Umweltverbrauch zu verlagern. Ein geringer Teil der

---

<sup>19</sup> Jänicke (2001), S. 2.

<sup>20</sup> Porter (1991), S. 625.

<sup>21</sup> Porter und van der Linde (1995), S. 127, eigene Übersetzung.

Einnahmen aus der Ökologischen Steuerreform kommt nicht der Rentenkasse zu Gute, sondern fließt in Marktanreizprogramme zur Förderung erneuerbarer Energien, sowie seit 2003 in die Förderung der energetischen Gebäudesanierung. Vor allem seit den Gesetzesänderungen im Jahr 2003 fließt zudem ein kleiner Teil der Einnahmen in den Bundeshaushalt.

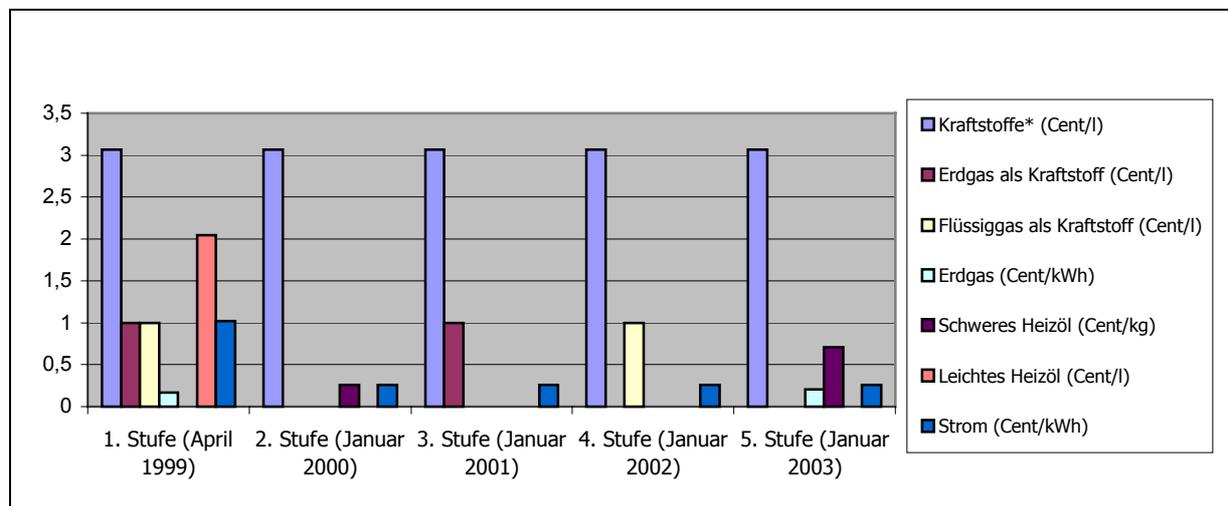
Im Zuge der Ökologischen Steuerreform wurden zahlreiche Sonderregelungen geschaffen, um einerseits Wettbewerbsnachteile für international tätige und besonders energieintensive Branchen sowie soziale Härten zu vermeiden, und andererseits die ökologische Lenkungswirkung zu unterstützen. Die Sonderregelungen wurden durch die Gesetzesänderungen 2003 angepasst.

Im Folgenden werden die einzelnen Bestandteile der Ökologischen Steuerreform auf die von ihnen gesetzten Innovationsanreize untersucht: zum einen die Verteuerung der Energiepreise durch Steuern auf Mineralöl, Strom und Gas, zum anderen die Senkung der Lohnnebenkosten und die Ausnahmeregelungen der ÖSR.

### 3.1 Mineralölsteuer und Stromsteuer

Zum 1. April 1999 wurden mit dem Gesetz zur Einführung der Ökologischen Steuerreform in einer ersten Stufe die Mineralölsteuersätze für Kraftstoffe, leichtes Heizöl und Erdgas erhöht sowie eine neue Stromsteuer eingeführt. Entsprechend dem Gesetz zur Fortführung der Ökologischen Steuerreform wurde von 2000 bis 2003 die Besteuerung in vier Schritten angehoben (siehe Abbildung 1).

**Abbildung 1: Erhöhungssätze im Rahmen der Ökologischen Steuerreform<sup>22</sup>**



Bezüglich der Innovationswirkung ist neben dem Preisanstieg für verschiedene Energieträger auch die Planungssicherheit der Produzenten und Verbraucher von besonderer Bedeutung. Eine schrittweise, vorhersehbare Erhöhung der Energiepreise schafft die nötige Transparenz und gibt den Akteuren Zeit, sich an veränderte Energiepreise anzupassen und diese in anstehenden Entscheidungen über Investitionen oder private Anschaffungen

<sup>22</sup>

Quelle: Umweltbundesamt (2002).

energiesparender Techniken und Produkte zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund ist eine frühzeitige und langfristige Festlegung über die Weiterentwicklung der Ökologischen Steuerreform hilfreich, um die Planungssicherheit für Innovationen und Investitionen auf dem Gebiet der rationellen Energieverwendung zu erhöhen.

**Tabelle 2: Regelsteuersätze für Mineralöl und Strom im Rahmen der ÖSR<sup>23</sup>**

	vorher	Apr. 99 1. Stufe	Jan. 00 2. Stufe	Jan. 01 3. Stufe	Jan. 02 4. Stufe	Jan. 03 5. Stufe	Anteil der ÖSR
Heizstoffe	<i>Euro je 1.000 Liter</i>						
Leichtes Heizöl	40,90	61,36	61,36	61,36	61,35	61,35	20,45
Leichtöle und mittelschwere Öle	18,41	34,77	34,77	34,77	34,76	34,76	16,35
	<i>Euro je 1.000 Kilogramm</i>						
Schweres Heizöl	15,34	15,34	17,90	17,90	17,89	25,00	9,66
Flüssiggas (zur Wärmegewinnung)	25,56	38,35	38,35	38,35	38,34	60,60	35,04
	<i>Euro je Megawattstunde</i>						
Erdgas (zur Wärmegewinnung)	1,84	3,48	3,48	3,48	3,48	5,50	3,66
Strom	<i>Cent je Kilowattstunde</i>						
Regelsteuersatz	-	1,02	1,28	1,54	1,8	2,05	2,05
Unternehmen des produzierenden Gewerbes und der Land- u. Forstwirt- schaft	-	0,2	0,26	0,31	0,36	1,23	1,23

Für die beabsichtigte ex-post-Analyse gilt es jedoch festzuhalten, dass die Ökologische Steuerreform mit bislang fünf Jahren noch ein vergleichsweise junges Instrument ist. Da Investitionen in innovative Anlagen und Produkte zumeist mit der anstehenden Erneuerung älterer Anlagen einhergehen, ist der Einfluss der Ökologischen Steuerreform auf Investitionsentscheidungen noch nicht abschließend zu beurteilen.

### 3.2 Entlastung des Faktors Arbeit

Die Mehreinnahmen aus der Erhöhung der Energiesteuern werden überwiegend für Leistungen des Bundes an die gesetzliche Rentenversicherung verwendet, um auf diese Weise die Lohnnebenkosten zu senken bzw. deren Anstieg zu bremsen. Bis zur Einführung der ÖSR stieg der Beitragssatz zur gesetzlichen Rentenversicherung kontinuierlich an, wodurch der Arbeitsmarkt zunehmend belastet wurde. Erst seit 1999 ist dieser Trend grundsätzlich rückläufig, wobei ein zwischenzeitlicher konjunkturbedingter Anstieg durch die ÖSR

<sup>23</sup>

Quelle: Bundesministerium der Finanzen,  
[http://www.bundesfinanzministerium.de/cln\\_05/nn\\_4192/sid\\_35987AEA49102DBAE754818DDF69D2DF/nsc\\_true/DE/Service/Downloads/Downloads\\_6/29085\\_0,templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/cln_05/nn_4192/sid_35987AEA49102DBAE754818DDF69D2DF/nsc_true/DE/Service/Downloads/Downloads_6/29085_0,templateId=raw,property=publicationFile.pdf).

zumindest abgemildert wurde. Rechnerisch hätte 2003 bis 2005 der Rentenbeitragssatz ohne die ÖSR um 1,7 Prozentpunkte höher liegen müssen. Die Entlastung durch die ÖSR kam jeweils zur Hälfte den Arbeitnehmern und Arbeitgebern zu Gute. Für die Arbeitgeber sanken die Lohnzusatzkosten, während für die Arbeitnehmer die Nettolöhne stiegen.<sup>24</sup>

Für die Innovationswirkungen der ÖSR ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass die Entwicklungs- und Einführungsphase neuer Produkte und Prozesse relativ arbeitsintensiv ist (siehe Kapitel 2.1). Insofern wirkt sich eine Entlastung des Faktors Arbeit tendenziell positiv auf die Innovationsleistung aus. Zudem begünstigt die Verlagerung der Steuerlast vom Faktor Arbeit auf den Faktor Umwelt solche Innovationen, die auf eine teilweise Substitution von (ressourcenintensivem) Sachkapital durch (arbeitsintensive) Dienstleistungen abzielen, wie dies etwa für die ökoeffizienten Dienstleistungen (bspw. CarSharing, Contracting) der Fall ist.

### 3.3 Sonderregelungen

Die Sonderregelungen im Zusammenhang mit der Ökologischen Steuerreform wurden aus unterschiedlichen Motiven geschaffen, die hinsichtlich der Lenkungs- und damit auch der Innovationswirkung verschieden zu bewerten sind. Zu unterscheiden sind

- Sonderregelungen zur Vermeidung von Wettbewerbsnachteilen und sozialen Härten, sowie
- Sonderregelungen zur Stärkung der ökologischen Lenkungswirkung.

Bei den **Sonderregelungen zur Vermeidung von Wettbewerbsnachteilen** handelt es sich in erster Linie um die ermäßigten Steuersätze und die Spitzenausgleichsregelung für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes.<sup>25</sup> So wird der Energieverbrauch, der eine Sockelbelastung übersteigt, mit einem verringerten Steuersatz belastet (seit 2003 60 % des Normalsteuersatzes)<sup>26</sup>. Der *Spitzenausgleich* für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sieht außerdem vor, dass diejenigen ÖSR-Zahlungen, die die Entlastung beim Arbeitgeberanteil zur Rentenversicherung übersteigen, zu 95 % erstattet werden, was faktisch einen Grenzsteuersatz von 3 % des Regelsteuersatzes (5 % von 60 %) ergibt. Zur **Vermeidung sozialer Härten** bei Privathaushalten werden vor dem 1.4.1999 installierte Nacht-speicherheizungen bis Ende 2006 nur mit 60 % des Regelsteuersatzes auf Strom belastet.

Die aus Wettbewerbsgründen erlassenen Sonderregelungen schwächen die mögliche Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform in den betroffenen Unternehmen erheblich ab. Das „Abschmelzen“ der Steuerermäßigung von 80 auf 40 Prozent sowie die Reduktion des Spitzenausgleichs von 100 auf 95 Prozent im Jahre 2003 bedeutete dementsprechend auch einen Schritt zu tendenziell stärkeren Innovationsanreizen für die Industrie.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> Die Mehreinnahmen aus der Fortentwicklung der Ökologischen Steuerreform von 2003 kommen nicht der gesetzlichen Rentenversicherung zu Gute, sondern fließen in den allgemeinen Bundeshaushalt und die Aufstockung des KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms.

<sup>25</sup> Bergbau, Energie- und Wasserversorgung, Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe.

<sup>26</sup> Diese Regelung gilt auch für die Landwirtschaft.

<sup>27</sup> Vgl. dazu die kritische Analyse der neuen Spitzenausgleichsregelung hinsichtlich der Beschäftigungswirkung in Bach (2004).

Auch der ermäßigte Stromsteuersatz für Nachtspeicherheizungen ist ökologisch kontraproduktiv; jedoch ist die Ermäßigung befristet und es werden gleichzeitig aus dem Aufkommen aus der ÖSR Mittel zur Umrüstung auf energetisch günstigere Heizungssysteme bereitgestellt, so dass eine Diffusion umweltfreundlicher Techniken gefördert wird.

Zur Förderung der **ökologischen Lenkungswirkung** wurde der Steuersatz auf Strom für den öffentlichen Schienenverkehr zunächst auf 50% und seit 2004 auf 56 % des Regelsteuersatzes abgesenkt. Ebenso wird Kraftfahrzeugen im genehmigten Linienverkehr ein Teil der Mineralölsteuer rückerstattet. Darüber hinaus wurde der Einsatz von Erd- und Flüssiggas im Verkehrsbereich gegenüber Benzin und Diesel steuerlich stark begünstigt (siehe Kapitel 4.3). Weitere Sonderregelungen in Form einer vollständigen oder teilweisen Mineralölsteuerbefreiung gelten für effiziente Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und hoch-effiziente Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke (siehe Kapitel 4.2.2 Energieliefer-Contracting).

Vor allem die letztgenannten Sonderregelungen sind für mögliche Innovationswirkungen relevant: Durch den günstigen Steuersatz auf Erdgas wird die Verbreitung erdgasbetriebener Fahrzeuge begünstigt; durch die Sonderregelungen für bestimmte, besonders energieeffiziente Kraftwerkstypen wird deren Weiterentwicklung und Diffusion gefördert.

Auf Basis der eben beschriebenen Maßnahmen lassen sich Bereiche identifizieren, in denen die Ökologische Steuerreform neue Rahmenbedingungen geschaffen hat, die Innovationswirkungen erwarten lassen. Die Bereiche sind im Wesentlichen:

- **Produktinnovationen** und Diffusion innovativer Produkte im **Haushaltsbereich**: energieeffiziente elektrische Geräte (siehe zum Beispiel auch Kapitel 4.1.1 Energiespar- und LED-Lampen) oder verbesserte Wärmedämmung (siehe Kapitel 4.1.2 Wärmeschutzverglasungen);
- **Produktinnovationen** hinsichtlich energieeffizienter Antriebsarten und der Nutzung alternativer Treibstoffe im **Verkehr** (siehe zum Beispiel Kapitel 4.3 Innovationen im Fahrzeugbereich)
- **Prozessinnovationen** hinsichtlich energieeffizienter Herstellungs- und Energieerzeugungsprozesse (diese können auch als Produktinnovationen auf der Anlagenebene betrachtet werden);
- **Funktionsinnovationen** im Sinne von neuen Dienstleistungen, die die Energie- und Materialeffizienz verbessern (siehe Kapitel 4.2 Contracting).

### **3.4 Weitere Maßnahmen der Umweltgesetzgebung auf nationaler und EU-Ebene**

Bevor im folgenden Kapitel die Innovationswirkungen der Ökologischen Steuerreform anhand von Fallstudien näher untersucht wird, muss darauf hingewiesen werden, dass die Rahmenbedingungen für Innovationen durch zahlreiche Faktoren bestimmt werden, von denen die Ökologische Steuerreform lediglich einer ist. So gibt es zum Beispiel im Bereich der Energie-Effizienz von Gebäuden und elektrischen Geräten besteht neben der Ökosteuer in Deutschland eine Vielzahl weiterer Instrumente und Regelungen:

- **Verbindliche Höchstverbrauchsnormen** für Kühl- und Gefriergeräte sowie Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen, darüber hinaus einige freiwillige Vereinbarungen für Kommunikations- und Unterhaltungselektronik.
- Die **Energieeinspar-Verordnung** schreibt Höchstwerte für den Energieverbrauch neuer oder umfangreich renovierter Gebäude sowie die Erstellung von Gebäudeenergiepässen vor.
- Verbraucherzentralen, Stadtwerke und Energieagenturen bieten **individuelle Energieberatung** an. Die Deutsche Energie-Agentur informierte unter anderem mit der „Initiative Energieeffizienz“ über Stromsparmöglichkeiten bei Haushaltsgeräten, Haushaltsbeleuchtung und Leerlaufverlusten, z.B. hervorgerufen durch Bereitschaftsschaltung; das Umweltbundesamt hat die Initiative „No Energy“ zur Vermeidung von Leerlaufverlusten ins Leben gerufen.
- Einige Stadtwerke und Kommunen bieten Förderprogramme für effiziente Haushaltsgeräte, Wärmedämmung oder Heizungsumstellungen an.<sup>28</sup>

Darüber hinaus gibt es mehrere Gesetzgebungsakte und Initiativen auf EU-Ebene. Besonders relevant im betrachteten Zusammenhang sind die folgenden Beispiele:

- Die geplante **EcoDesign-Richtlinie**<sup>29</sup> soll den Rahmen für die beschleunigte Einführung weiterer verbindlicher Höchstverbrauchsnormen bei Energie verbrauchenden Geräten und Anlagen schaffen.
- Die geplante Richtlinie zu **Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen**<sup>30</sup> soll den Mitgliedsstaaten Vorgaben zur Steigerung der Energieeffizienz machen (zusätzlich ein Prozent pro Jahr). Diese Ziele sollen insbesondere durch Energiesparprogramme und –dienstleistungen erreicht werden.
- Durch die **Gebäuderichtlinie** ist Deutschland verpflichtet, bei Bürogebäuden auch die Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung in die Energieeinspar-Verordnung mit aufzunehmen sowie Energiepässe bei Verkauf oder Vermietung von Gebäuden vorzuschreiben.
- Nach der **IVU-Richtlinie** benötigen bestimmte Anlagen zur Inbetriebnahme behördliche Genehmigungen, wobei geprüft wird, ob die „beste verfügbare Technik“ zum Einsatz kommt.
- **Kennzeichnungen** auf EU-Ebene tragen zur Information über die Energie-Effizienz von Elektrogeräten bei. Für Haushaltsgroßgeräte, wie z.B. Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen oder seit Dezember 2004 auch für Raumklimageräte, besteht eine Kennzeichnungspflicht über deren Energieverbrauch durch den EU-Energieaufkleber. Verschiedene Energieverbrauchsklassen geben Konsumenten eine erste Orientierung über den Energieverbrauch der Geräte.<sup>31</sup> Ebenso gibt die freiwillige

---

<sup>28</sup> Thomas (2004), S. 24; siehe auch: BMU-Broschüre „Geld vom Staat“ [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/geld\\_energiesparen.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/geld_energiesparen.pdf).

<sup>29</sup> Ursprünglicher Vorschlag: Europäische Kommission (2003a); gemeinsamer Standpunkt vom 10. 12. 2004: vgl. Europäische Kommission (2004).

<sup>30</sup> Europäische Kommission (2003b).

<sup>31</sup> Gesetzesgrundlagen sind einzusehen unter <http://www.eu-label.de/page/index.php?down>.

Kennzeichnung durch den Energystar<sup>32</sup> Auskunft über den Energieverbrauch von Bürogeräten und Unterhaltungselektronik. Im Gegensatz zu anderen Kennzeichnungssystemen, wie z.B. dem GEEA-Zeichen<sup>33</sup>, stellt es jedoch keine hohen Ansprüche.<sup>34</sup>

- Seit Juli 2004 verlangt die **Europäische Stromrichtlinie** eine Kennzeichnung des Stromes, so dass Kunden erfahren, aus welchen Quellen ihr Strom erzeugt wird und mit welchen Umweltbelastungen die Stromerzeugung verbunden ist.

Von Bedeutung für die Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform sind ebenso die Steuer- und Lenkungspolitiken anderer Länder, die die Beschaffenheit möglicher Exportmärkte beeinflussen. So können durch die internationale Ausbreitung von umweltpolitischen Instrumenten wie der Ökologischen Steuerreform neue Märkte für innovative Produkte und Dienstleistungen entstehen oder bestehende Märkte Wachstumsimpulse erhalten. Die entstehende Nachfrage kann neben Skaleneffekten in der Herstellung energieeffizienter Güter unter anderem zusätzliche Anreize für Innovationen durch stärkeren Wettbewerb oder positive Netzwerkexternalitäten nach sich ziehen.<sup>35</sup> So sind z.B. Erdgasfahrzeuge durch positive Netzwerkexternalitäten gekennzeichnet, da eine hohe Zahl verkaufter Fahrzeuge den Ausbau der Tankstelleninfrastruktur für Erdgasfahrzeuge unterstützt. Von Bedeutung ist insofern auch, dass mehrere europäische Länder ebenso wie Deutschland ökologische Elemente in ihren Steuersystemen aufgenommen haben.<sup>36</sup> Als jüngstes Beispiel hat die Schweiz im März 2005 beschlossen, ab 2006 eine CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe und ggf. ab 2008 auch auf Treibstoffe einzuführen.<sup>37</sup>

Innovationseffekte sind zudem durch die Einführung des europaweiten Emissionshandels zu erwarten. Innerhalb und außerhalb Europas wird der Klimaschutz als eine der zentralen Zukunftsaufgaben angesehen. Langfristige Reduktionsziele für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von bis zu 80 % gegenüber 1990 machen deutlich, dass für einen effektiven Klimaschutz langfristig nicht weniger als der ökologische Umbau des bestehenden Wirtschaftssystems erforderlich ist. Der Entwicklung und Verbreitung umweltfreundlicher und energieeffizienter Techniken kommen dabei Schlüsselrollen zu.

---

<sup>32</sup> <http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/energystar/index.htm>.

<sup>33</sup> <http://www.efficient-appliances.org>.

<sup>34</sup> Für einen Vergleich der Kennzeichnungssysteme Energy Star und GEEA-Zeichen siehe Umweltbundesamt (2003) „Neues zum Thema Leerlaufverluste“, Ausgabe 2003/1, S. 8, online abrufbar unter: [http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/Tabelle\\_IFA\\_2003-31.pdf](http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/Tabelle_IFA_2003-31.pdf).

<sup>35</sup> Jänicke (2001), S. 11.

<sup>36</sup> Siehe hierzu auch Interwies et. al (2002); FÖS (im Auftrag von WWF Schweiz & Greenpeace Schweiz) (2005) „Die Schweizer CO<sub>2</sub> Abgabe im Europäischen Vergleich“, <http://www.foes-ev.de/downloads/studyger.pdf>.

<sup>37</sup> <http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/presse/artikel/20050323/01158>.

## 4 Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform auf ausgewählte Bereiche

Anhand ausgewählter Güter- und Dienstleistungsbereiche sollen die Innovationswirkungen der Ökologischen Steuerreform exemplarisch untersucht werden. Die Auswahl der untersuchten Bereiche wurde auf Basis einer Literaturrecherche und Experteninterviews getroffen. Dabei wurde nicht nur beachtet, in wie weit von der Ökologischen Steuerreform ausgehende Innovationswirkungen auf die jeweiligen Bereiche zu erwarten sind, sondern ebenso das Vorhandensein von belastbarem Zahlenmaterial berücksichtigt.

### 4.1 Energieeffiziente Produkte

Das Ziel, ein zukunftsfähiges Energiesystem zu schaffen, wird in Deutschland durch Maßnahmen sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite verfolgt. Auf der Seite der Nachfrage steht die effiziente Nutzung von Energie im Vordergrund. Eine höhere Energieeffizienz ermöglicht die Befriedigung gleicher Bedürfnisse mit geringerem Energieeinsatz. Durch die Steigerung der Energieeffizienz werden Ressourcen geschont sowie mittel- und langfristig Kosten gesenkt. Eine höhere Energieeffizienz trägt zudem dazu bei, die Sicherheit der Energieversorgung zu erhöhen, indem die Abhängigkeit von importierten Energieträgern verringert wird.

Bestehende Potenziale für Steigerungen der Energieeffizienz werden gegenwärtig nicht vollständig erschlossen, weder in privaten Haushalten noch im gewerblichen Bereich. Dies liegt unter anderem an den höheren Investitionskosten für innovative und energieeffiziente Techniken, die sich erst nach mehreren Monaten oder Jahren durch die eingesparten Energiekosten rentieren. Ein weiteres Hemmnis ist häufig die fehlende Information über Möglichkeiten, die vorhandenen Potenziale für Energieeinsparungen zu erschließen. Auch Aufklärungskampagnen, die auf die Vorteile eines effizienteren Einsatzes von Energie aufmerksam machen und die Einsparungen an laufenden Kosten über den Lebenszyklus von Produkten verdeutlichen, konnten dies nur zum Teil ändern. Die Erhöhung der Mineralöl- und Strompreise im Rahmen der Ökologischen Steuerreform setzt auf wirtschaftliche Anreize – und über die öffentliche Diskussion über höhere Energiepreise auch auf Aufklärung und Bewusstseinsbildung –, die das Energiesparverhalten sowie das Investitions- und Innovationsverhalten der wirtschaftlichen Akteure beeinflussen.

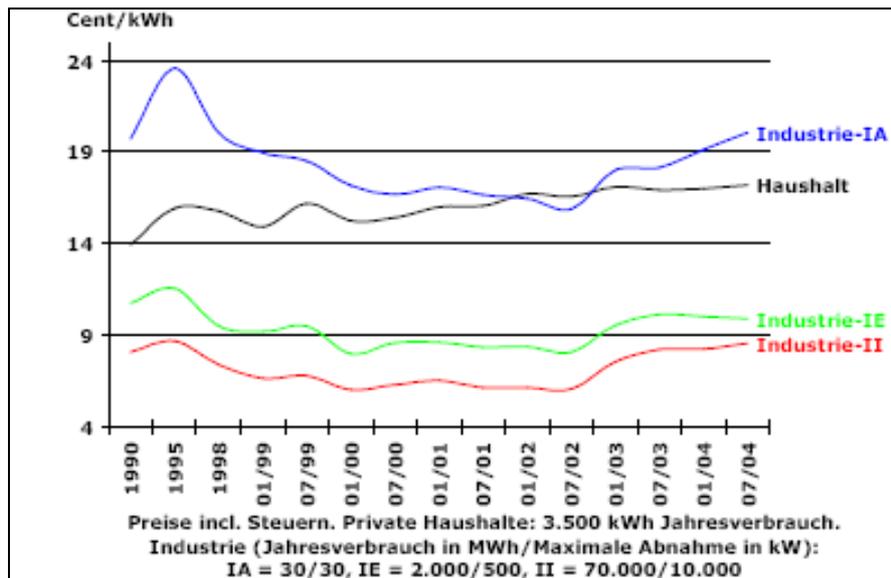
Im Folgenden wird anhand der Beispiele Energiespar- und LED-Lampen sowie Wärmeschutzverglasung aufgezeigt, welche Wirkungen von der Ökologischen Steuerreform auf den Markt für energieeffiziente Produkte ausgingen. Dabei konzentrieren sich die Beispiele primär auf die Entwicklung bei den privaten Haushalten. Dies liegt zum einen an der besseren Verfügbarkeit von frei zugänglichem Datenmaterial in diesem Bereich. Außerdem ist dieser Bereich sehr bedeutsam, da private Haushalte mehr Energie verbrauchen (30 %) als der Bergbau und das verarbeitende Gewerbe (25 %), der Verkehr (28 %) oder Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (17 %).<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Daten aus 2003; hier Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Struktur des Energieverbrauchs in Deutschland nach Sektoren <http://www.ag-energiebilanzen.de/daten/inhalt1.htm>.

#### 4.1.1 Energiespar- und LED-Lampen

Im Rahmen der Ökologischen Steuerreform wurde mit der Einführung einer Stromsteuer in Höhe von 1,02 Cent je Kilowattstunde ein Anreiz geschaffen, sparsamer mit Strom umzugehen. Da der Steuersatz auf Strom bei den verschiedenen Stufen der Ökologischen Steuerreform bis 2003 um jährlich 0,26 Cent je kWh auf gegenwärtig 2,05 Cent je kWh erhöht wurde, hat sich dieser Anreiz in den vorangegangenen Jahren deutlich verstärkt.<sup>39</sup>

**Abbildung 2: Entwicklung des Strompreises in Deutschland<sup>40</sup>**



Aus wettbewerbspolitischen und umweltpolitischen Erwägungen, sowie zur Vermeidung sozialer Härten, gilt für die Stromsteuer eine Anzahl von Sonderregelungen, die die bereits bestehende Diversifizierung der Strompreise für unterschiedliche Verbraucher weiter verstärkt hat (siehe Abbildung 2).

Haushalte werden – abgesehen von den Sonderregelungen für Nachtspeicherheizungen, die Ende 2006 auslaufen – von den Sonderregelungen der Ökologischen Steuerreform nicht begünstigt. So ist die Steuerbelastung auf Strom für private Haushalte in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Einführung der Ökologischen Steuerreform zeitlich mit der Liberalisierung des Deutschen Strommarktes zusammenfiel. So wurde die Einführung der Stromsteuer zunächst von den Preissenkungen kompensiert, die durch den neu entstandenen Wettbewerb hervorgerufen wurden. Die Strompreise sanken daher nach 1999 zunächst für alle Verbraucher. Erst seit 2000 sind die Strompreise für die privaten Endabnehmer spürbar angestiegen.

<sup>39</sup> Strom aus erneuerbaren Energieträgern unterliegt im Regelfall der gleichen Besteuerung wie Elektrizität aus konventionellen Kraftwerken. Steuerbefreit wird Elektrizität aus erneuerbaren Energien nur dann, wenn sie vom Erzeuger selbst verbraucht oder aus einem Netz entnommen wird, das ausschließlich mit regenerativ erzeugten Strom gespeist wird.

<sup>40</sup> Haushaltskunden: 3.500 Kilowattstunden (kWh) Jahresverbrauch, einschließlich aller Steuern; Industriekunden: Einschließlich aller Steuern, ohne Mehrwertsteuer; Industrie 1 bis 3: Maximale Leistung / Jahresverbrauch = Industrie 1: 500 Kilowatt / 1,5 Mio. kWh, Industrie 2: 10 Megawatt / 44 Mio. kWh, Industrie 3: 50 Megawatt / 300 Mio. kWh; Quelle Energie Informationsdienst, hier: Bundesministerium der Finanzen (2004), S. 8.

Haushalte haben verschiedene Möglichkeiten Strom zu sparen. Eine davon ist der Einsatz energieeffizienter Geräte, wie z.B. der Kompaktleuchtstofflampen, umgangssprachlich Energiesparlampen genannt. Diese verbrauchen bei gleicher Lichtausbeute rund 80 Prozent weniger Strom als herkömmliche Glühlampen. So entspricht eine Energiesparlampe mit 15 Watt dem Lichtstrom einer herkömmlichen Glühlampe von 75 Watt. Darüber hinaus haben Energiesparlampen eine höhere Lebensdauer: Mit schätzungsweise 6.000 – 15.000 Betriebsstunden<sup>41</sup> ist sie 6 – 15 Mal so lang wie die herkömmliche Glühlampen. Auf diese Weise lohnt sich die Anschaffung von Energiesparlampen trotz des höheren Anschaffungspreises: Über die Lebensdauer einer Energiesparlampe ergeben sich ohne die Stromsteuer Ersparnisse von 55,10 Euro. Mit der Stromsteuer liegen diese Einsparungen bei 63,14 Euro. Aufgrund ihres geringeren Energieverbrauches macht sich eine Energiesparlampe trotz ihres höheren Anschaffungspreises nach einer bestimmten Brenndauer bezahlt. Ohne die Ökologische Steuerreform liegt dieser „break-even-point“ bei 955 Stunden, mit ihr bei weniger als 840 Stunden.

**Tabelle 3: Vergleich Glühlampe - Energiesparlampe<sup>42</sup>**

	Glühlampe	Energiesparlampe	Glühlampe	Energiesparlampe
	Ohne ÖSR		Mit ÖSR	
Anschaffungspreis	0,50 Euro	7,50 Euro	0,50 Euro	7,50 Euro
Leistung	60 Watt	11 Watt	60 Watt	11 Watt
Lebensdauer in Stunden	1.000	8.000	1.000	8.000
Stromkosten Euro/kWh	0,1495 Euro		0,17 Euro	
Energiekosten für 8.000 Stunden Betrieb	71,76 Euro	13,16 Euro	81,60 Euro	14,96 Euro
Gesamtkosten	75,76 Euro	20,66 Euro	85,60 Euro	22,46 Euro
Einsparung	55,10 Euro		63,14 Euro	

Nach Angaben der deutschen Lampenindustrie ist der Gesamtmarkt der Lampen für Privathaushalte in den letzten Jahren rückläufig. Dabei stieg der Anteil von Energiesparlampen an der Gesamtzahl verkaufter Einheiten zwischen 1998 bis 2003 leicht von 6,1 auf 6,8 Prozent an.<sup>43</sup> Hierbei gilt es zu beachten, dass der Bedarf an Ersatzbestückung von Energiesparlampen durch deren Langlebigkeit sinkt. So ersetzt eine gekaufte Energiesparlampe etwa 5 bis 14 herkömmliche Glühlampen. Dies ist einer der Gründe für die scheinbare Diskrepanz zwischen dem geringen Anteil von Energiesparlampen an den verkauften Stückzahlen und ihrer weiten Verbreitung: Einer repräsentativen forsa-Umfrage vom Oktober 2004 zufolge

<sup>41</sup> Die Angaben über die Lebensdauer von Energiesparlampen schwanken: Laut der Initiative Energieeffizienz liegt die Lebensdauer zwischen 5000 und 10.000 Stunden <http://www.initiative-energieeffizienz.de/page/index.php?anker>; die Fördergemeinschaft gutes Licht spricht von bis zu 15.000 Stunden, [http://www.licht.de/index.php?id=904&backPID=618&tt\\_news=159](http://www.licht.de/index.php?id=904&backPID=618&tt_news=159), während interne Angaben des UBAs eine Spannweite von 1.500 bis hin zu 50.000 Stunden angeben.

<sup>42</sup> Eigene Berechnung. <http://www.swb.bonn.de/616.0.html>.

<sup>43</sup> Die Daten beruhen auf einer Studie der Gesellschaft für Konsumforschung, die von zwei großen Deutschen Lampenherstellern in Auftrag gegeben wurde. Die genannten Angaben erfassen etwa 90% des deutschen Gesamtmarkts.

setzen 67 % der Bundesbürger Energiesparlampen ein, um Strom zu sparen.<sup>44</sup> Nach einer Emnid-Umfrage von 2003 benutzen sogar 79 % der Haushalte Energiesparlampen.<sup>45</sup> Dabei wurde lediglich gefragt, ob Energiesparlampen zum Einsatz kommen, und nicht wie viele davon. Darüber gibt der Anteil der Energiesparlampen an den Brennstellen Auskunft: Eine 2001 im Auftrag der Lampenindustrie erstellte Studie kommt zu dem Ergebnis, dass damals bereits etwa 30 % aller Brennstellen in Deutschland mit einer Energiesparlampe bestückt waren.<sup>46</sup>

Nach einer Umfrage des Marktforschungsinstituts GEWIS sind die höheren Anschaffungskosten das Hauptargument gegen den Einsatz von Energiesparlampen – obwohl mehr als zwei Drittel der Befragten wissen, dass der höhere Kaufpreis innerhalb kurzer Zeit durch die eingesparten Energiekosten ausgeglichen wird.<sup>47</sup> Das Verhältnis von Anschaffungskosten und Ersparnis im Betrieb ändert sich jedoch tendenziell zu Gunsten der Energiesparlampe. So sinken die Kosten für Energiesparlampen – insbesondere durch Importe aus Asien - erheblich.<sup>48</sup> In jüngster Zeit haben sich Energiesparlampen preislich weiter zur Massenware entwickelt und auf diese Weise auch den Weg in die Discounter gefunden. Seit Januar 2005 sind z.B. beim Discounter Aldi-Nord Energiesparlampen bereits ab 1,79 Euro erhältlich.<sup>49</sup>

Neben steigenden Energiepreisen und sinkenden Anschaffungskosten sind auch technische Weiterentwicklungen für die Verbreitung von energieeffizienten Lampen entscheidend. So waren Energiesparlampen lange Zeit wegen ihres bläulichen Lichtes unbeliebt. In Reaktion hierauf wurde durch Beimischung von Edelgasen und seltenen Erden (Lanthaniden) die Farbtemperatur in Hinblick auf menschliches Farbempfinden verbessert.<sup>50</sup> Heute reicht die Auswahl von Energiesparlampen von tageslichtweiß bis extra-warmweiß, was etwa der Lichtfarbe von Glühlampen entspricht und ein gemütlicheres Licht erzeugt.<sup>51</sup> Weitere Verbesserungen lagen vor allem in der Erhöhung des Wirkungsgrades und der Lebensdauer. Zudem wurden Größe und Form der angebotenen Energiesparlampen weiter diversifiziert.

Nach einer aktuellen Studie von Frost and Sullivan werden Leuchten, Lampen und Beleuchtungssteuerungen mit verbesserter Energieausbeute in Zukunft starke Zugewinne verzeichnen, da sich der europäische Markt entsprechend der ökologisch und wirtschaftlich motivierten Nachfrage in Richtung energiesparende Hochleistungsprodukte bewegt. Laut der Studie werden Energiesparlampen zusammen mit der Metallhalogen- und der Leuchtdioden (LED)-Technologie eine wichtige Rolle bei der Verfestigung dieses Trends spielen.<sup>52</sup> Insbesondere die LED-Technik (aus dem Englischen *light emitting diode*) hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Nach ihrer Markteinführung dienten Leuchtdioden vor allem als Kontroll- und Stand-by-Lämpchen bei Elektrogeräten oder in Displays von Taschenrechnern. Wegen ihrer kompakten Form, ihres geringen Stromverbrauchs und ihrer

<sup>44</sup> Knigge & Görlach (2004a), S. 5.

<sup>45</sup> <http://www.presseportal.de/story.htx?nr=493162>.

<sup>46</sup> Die Studie wurde von der GfK erstellt, ist aber nicht öffentlich zugänglich. Die Informationen wurden mündlich von Vertretern der Lampenindustrie übermittelt.

<sup>47</sup> <http://www.energiekonsens.de/index.html?service/presseinformationen/apr0301.html>.

<sup>48</sup> <http://www.innovations-report.de/html/berichte/studien/bericht-28772.html>.

<sup>49</sup> <http://www.discountfan.de/artikel/200501/466.php>.

<sup>50</sup> <http://physikerboard.de/lexikon/Energiesparlampe.definition.htm#Energiesparlampen>.

<sup>51</sup> <http://www.initiative-energieeffizienz.de/page/index.php?id=1759>.

<sup>52</sup> <http://www.innovations-report.de/html/berichte/studien/bericht-28772.html>.

langen Lebensdauer waren sie für solche Zwecke ideal.<sup>53</sup> Als Ersatz für Glühbirnen waren Leuchtdioden jedoch lange nicht hell genug. Neue Anwendungsgebiete wurden erst durch Weiterentwicklungen der LED-Technik möglich: So kommen LED heute zum Beispiel in kompakten Taschenlampen, als Fahrradbeleuchtung, in der Innenbeleuchtung von Kraftfahrzeugen, in Notausgang-Schildern oder in Verkehrsampeln zum Einsatz (siehe Innovationsbeispiel 2). Weitere Anwendungen reichen von Heckleuchten im Auto, Blitzlicht für Handy-Kameras bis hin zu Scheinwerfern für Lokomotiven. In jüngster Zeit kommen LED auch als Leuchtmittel im Haushalt zum Einsatz, die herkömmliche Glühbirnen oder Energiesparlampen ersetzen. Dabei waren LED zunächst nur in rot verfügbar, dann kamen Gelb und Grün und schließlich blau hinzu. Erst als alle Farben des Spektrums erzeugt werden konnten, wurden auch LED mit weißem Licht möglich, das aus den Grundfarben "gemischt" werden muss.<sup>54</sup> Schwierigkeiten in der Fertigung machen weiße LEDs teurer als beispielsweise rote. Zudem wird ihr Licht – ähnlich wie bei den frühen Energiesparlampen – häufig als kalt empfunden. Erst vor kurzer Zeit kamen warmweiße LEDs auf den Markt.<sup>55</sup>

### **Innovationsbeispiel 2: LED Technik macht Ampeln heller, kostengünstiger und pflegeleichter**

Die Eigenschaften der LED nutzen mehrere Städte, wie z.B. Aachen, Berlin, Krefeld oder München, beim Betrieb ihrer Ampelanlagen. In Berlin sind beispielsweise mittlerweile 150 der insgesamt 2000 Ampeln mit LED Technik ausgerüstet. Vor der Wende leuchteten in den Ampeln in Reflektoren eingesetzte 220-Volt-Glühlampen mit einer Leistung von 40 bis 70 Watt. Diese erwiesen sich jedoch im Betrieb als sehr kostenintensiv, insbesondere durch den Stromverbrauch und den alle sechs Monate notwendigen Austausch der Glühbirnen. Nach der Wende begann man vor allem in den östlichen Bezirken, diese veraltete Technik durch Halogenlampen zu ersetzen. Die Niedervoltanlagen verbrauchen nur 20 Watt, müssen allerdings jährlich ausgetauscht werden. Im Gegensatz dazu werden LED Leuchten nach einem Jahr erstmals gereinigt, dann nur noch alle zwei Jahre. Die Dioden selbst halten bis zu 20 Mal länger. Zudem liegt der Stromverbrauch ca. 90 % unter dem der zuvor verwendeten Halogenlampen. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass an den neuen LED-Displays keine "Phantombilder" entstehen können. So nennt man das gefährliche Phänomen, wenn der Reflektor die Strahlen der tiefstehenden Sonne so verstärkt, dass ein Signal aufzuleuchten scheint. Zudem fällt eine Ampel nicht aus, wenn nur eine LED defekt ist, denn in einer Ampel leuchten über 100 kleine Leuchtdioden.

Verglichen mit herkömmlichen Glühlampen und Energiesparlampen, verfügt die LED Technik über mehrere Vorteile. Hierzu gehört insbesondere der deutlich niedrigere Energieverbrauch lichtstarker Hochleistungsdioden von 1 – 4 Watt. Ein Vergleich mit herkömmlichen Leseleuchten verdeutlicht das Kostenreduktionspotenzial von LED-Leuchten. Eine 5-Watt-LED-Lampe, die eine 60-Watt Glühbirne ersetzt, reduziert bei einer täglichen Betriebsdauer von 4 Stunden den Stromverbrauch um ca. 80 Kilowattstunden im Jahr.<sup>56</sup> Dies entspricht bei einem Strompreis von 0,17 Euro/kWh einer Ersparnis von 13,60 Euro jährlich. Der Anteil der Ökologischen Steuerreform an dieser Kostensenkung beläuft sich auf 1,64 Euro<sup>57</sup>.

<sup>53</sup> Kommerziell wurden 1962 die ersten roten Lumineszenzdioden von General Electric angeboten. [http://www.led-info.de/grundlagen/l\\_geschi.htm](http://www.led-info.de/grundlagen/l_geschi.htm).

<sup>54</sup> dpa-Meldung, 19.04.2004:

<http://www.verivox.de/News/ArticleDetails.asp?version=print&cat=Energy&aid=6608>.

<sup>55</sup> [http://www.wdr.de/tv/ardbauen/archiv/041016\\_4.phtml](http://www.wdr.de/tv/ardbauen/archiv/041016_4.phtml).

<sup>56</sup> „Super sparsam: Lampen der Zukunft“, in Solarboulevard, 2/2005, S. 8.

<sup>57</sup> Auch im Vergleich mit Energiesparlampen schneidet die LED Technik gut ab. Wird im vorangegangenen Beispiel eine 11-Watt-Energiesparlampe durch eine LED-Lampe ersetzt,

In der Summe haben diese Ersparnisse insbesondere für Kommunen und Unternehmen beträchtliche finanzielle Auswirkungen: die Stadt Krefeld ersetzte beispielsweise beim Umbau eines Verkehrsknotenpunktes insgesamt 275 Spezial-Glühlampen (mit je 40 Watt Leistung) durch stromsparende LED-Leuchten mit je 15 Watt. Diese reduzieren den Stromverbrauch um rund 60 Prozent, mit jährlichen Einsparungen von etwa 5.000 Euro (davon ca. 600 Euro durch die ÖSR). Hinzu kommen die Einsparungen durch verringerte Wartungskosten, die mit bis zu 28.000 Euro im Jahr angegeben werden.<sup>58</sup>

Große Einsparungspotentiale liegen zum Beispiel auch im Dienstleistungsgewerbe, wo in manchen Bürogebäuden bis zu 40 % des gesamten Stromverbrauchs auf Lampen und Leuchten entfallen.<sup>59</sup> Zu den Einsparwirkungen von LED in der Raumbelichtung liegen bislang kaum Erfahrungen vor, da die Technik noch vergleichsweise jung ist. Die Größenordnung der Einsparpotenziale lässt sich aber anhand der Einsparungen abschätzen, die durch die Umrüstung auf herkömmliche Energiesparlampen (Kompaktleuchtstofflampen) erreicht werden. Die Münchner Ludwig-Maximilians-Universität konnte beispielsweise in ihrem Hauptgebäude samt angrenzenden Neubauten durch den Einsatz von Energiesparlampen bei besserer Lichtausbeute 22.500 Euro jährlich sparen.<sup>60</sup> Im Berliner Innovationspark Wuhlheide wurden 29.000 Euro im Jahr durch den Einsatz von Energiesparlampen in Verbindung mit Bewegungsmeldern eingespart.<sup>61</sup>

Bei Beispielrechnungen gilt es zu beachten, dass LED-Leuchten derzeit noch deutlich teurer sind als normale Glüh- oder Energiesparlampen. Dafür beträgt die durchschnittliche Lebensdauer der Leuchtdioden unter normalen Einsatzbedingungen 100.000 Stunden, was einem Dauerbetrieb von 11,4 Jahren entspricht.<sup>62</sup> Insofern sind LED-Lampen auch den Energiesparlampen hinsichtlich Verbrauch und Lebensdauer weit überlegen, weshalb ihnen in Zukunft ein großes Wachstum vorhergesagt wird. Alleine durch den breiten Einsatz der LED Technik bei der Raumbelichtung könnten große Mengen an Energie und dadurch Kosten eingespart werden. Schätzungen des US-Energieministeriums gehen im günstigsten Fall davon aus, dass der Energieaufwand für Beleuchtung in den USA dank LED bis 2025 halbiert werden kann.<sup>63</sup> Hierdurch könnte der Verbraucher laut dem US-Verband der optoelektronischen Industrie bis zu 113 Milliarden Dollar bis zum Jahr 2020 einsparen.<sup>64</sup> Zudem wird die Wirtschaftlichkeit der LEDs weiter zunehmen und die Anschaffungskosten abnehmen. Seit der Markteinführung der LED Technik in den sechziger Jahren hat sich die

---

reduziert sich der Stromverbrauch immer noch um knapp 9 Kilowattstunden, was einer Ersparnis von etwa 1,50 Euro im Jahr entspricht (davon knapp 18 Cent durch die Ökologische Steuerreform).

<sup>58</sup> Siehe Pressemitteilung der Stadt Krefeld, „Neue Lichtsignalanlage am „Wasserturm-Knoten“ in Betrieb genommen“ vom 25. Mai 2005, <http://www.krefeld.de/C1256D480036412E/0/56802E5A03A7BA35C125700C004CC227?Open>.

<sup>59</sup> siehe Homepage der Stadt Erlangen, [http://www.erlangen.de/news.asp?Folder\\_id=1628&MainFolder\\_id=1586&News\\_id=28424&Page=1&PageSize=10](http://www.erlangen.de/news.asp?Folder_id=1628&MainFolder_id=1586&News_id=28424&Page=1&PageSize=10).

<sup>60</sup> Siehe Abschlussbericht „Ökoprofit 2003/2004“ der Landeshauptstadt München, [http://213.183.19.252/publikationen/oekoprofit\\_broschuere\\_2004.pdf](http://213.183.19.252/publikationen/oekoprofit_broschuere_2004.pdf).

<sup>61</sup> Siehe Pressemitteilung von Ökoprofit Berlin vom 4. Dezember 2002, [http://www.oekoprofit-berlin.de/download/pressemit\\_04\\_12\\_02.pdf](http://www.oekoprofit-berlin.de/download/pressemit_04_12_02.pdf).

<sup>62</sup> Die Lebensdauer hocheffektiver LED liegt oftmals niedriger, ca. bei 25.000 bis 50.000 Stunden [http://www.led-info.de/grundlagen/l\\_alter.htm](http://www.led-info.de/grundlagen/l_alter.htm).

<sup>63</sup> US Department für Energie US-Verband der optoelektronischen Industrie (2001).

<sup>64</sup> Arpad Bergh in dem Forschungsmagazin "Pictures of the Future"; hier aus: Norbert Aschenbrenner, Siemens AG 03.11.2003 <http://idw-online.de/pages/de/news71496>.

Effizienz von LED-Leuchten ungefähr jedes Jahrzehnt verzehnfacht.<sup>65</sup> So wird auch erwartet, dass sich die Lichtausbeute innerhalb der nächsten Jahre auf circa 60 Lumen pro Watt bei Weißlicht-LED steigern wird, was mehr als 500 Prozent der Lichtausbeute einer herkömmlichen Glühlampe entspricht.<sup>66</sup>

Dabei geben die durch die Ökologische Steuerreform erhöhten Strompreise einen besonderen Anreiz, energieeffiziente Produkte einzusetzen und weiter zu entwickeln. Gleichzeitig sinken die Anschaffungskosten der Dioden und somit auch die Schwelle für Verbraucher, sich LED-Leuchten anzuschaffen.<sup>67</sup> Angesichts der Eigenschaften von LEDs wird erwartet, dass diese die herkömmliche Beleuchtung nicht nur ersetzen, sondern sie werden darüber hinaus eine neue Art von Beleuchtung ermöglichen: Durch ihre Größe und Lebensdauer lassen sich LED beispielsweise direkt in Möbel, Wände und Decken integrieren.<sup>68</sup>

Die Entwicklung der LED-Technik schlägt sich deutlich im Umsatz der Herstellerunternehmen nieder. Zum Beispiel machte die Firma Osram im Geschäftsjahr 2003 neun Prozent des Gesamtumsatzes mit LED. 3.300 der weltweit etwa 36.000 Mitarbeiter erwirtschafteten Erlöse von 392 Millionen Euro in einem Markt, der durch zweistellige jährliche Zuwachsraten gekennzeichnet ist.<sup>69</sup> Vom Bundesministerium für Forschung und Entwicklung wurden Leuchtdioden als effiziente und umweltschonende Lichtquellen für die Beleuchtung als prioritär identifiziert, da sie einen wichtigen und nachhaltigen Beitrag für die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland versprechen.<sup>70</sup>

#### 4.1.2 Wärmeschutzverglasungen

Wärmeerzeugung macht beim Energieverbrauch privater Haushalte den Löwenanteil aus: Mehr als drei Viertel entfallen alleine auf das Heizen.<sup>71</sup> Durch einen hohen Dämmstandard, eine luftdichte Gebäudehülle, innovative Gebäudetechnik und mit einer effektiven Tageslichtnutzung lassen sich jedoch erhebliche Einsparungen erzielen.

Der energetische Standard von Neubauten hat sich infolge der sukzessiv erhöhten gesetzlichen Anforderungen durch die Wärmeschutzverordnung und die Energieeinsparverordnung deutlich verbessert.<sup>72</sup> Neben den gesetzlichen Anforderungen sind durch die gestiegenen Energiepreise für Erdöl und Erdgas weitere Anreize entstanden, Energie zu sparen und wärmeisolierende Investitionen zu tätigen. Insbesondere durch die Entwicklung an den Ölmärkten sind die Heizkosten in den letzten Jahren stark angestiegen. So hat sich zwischen

<sup>65</sup> [http://www.led-info.de/grundlagen/l\\_geschi.htm](http://www.led-info.de/grundlagen/l_geschi.htm).

<sup>66</sup> [http://www.wdr.de/tv/ardbauen/archiv/041016\\_4.phtml](http://www.wdr.de/tv/ardbauen/archiv/041016_4.phtml).

<sup>67</sup> Laut Aixtron-Sprecher Claus Ehrenbeck ist der Preis für blaue Dioden in den letzten fünf Jahren von vier bis fünf US Dollar auf 70 Cent gesunken. „Lichtblick in die Zukunft“ von Andreas Fasel, Welt am Sonntag: 16. Februar 2003; online <http://www.wams.de/data/2003/02/16/42496.html>.

<sup>68</sup> Dr. Norbert Aschenbrenner, Siemens AG 03.11.2003 <http://idw-online.de/pages/de/news71496>.

<sup>69</sup> dpa-Meldung, 19.04.2004: <http://www.verivox.de/News/ArticleDetails.asp?version=print&cat=Energy&aid=6608>.

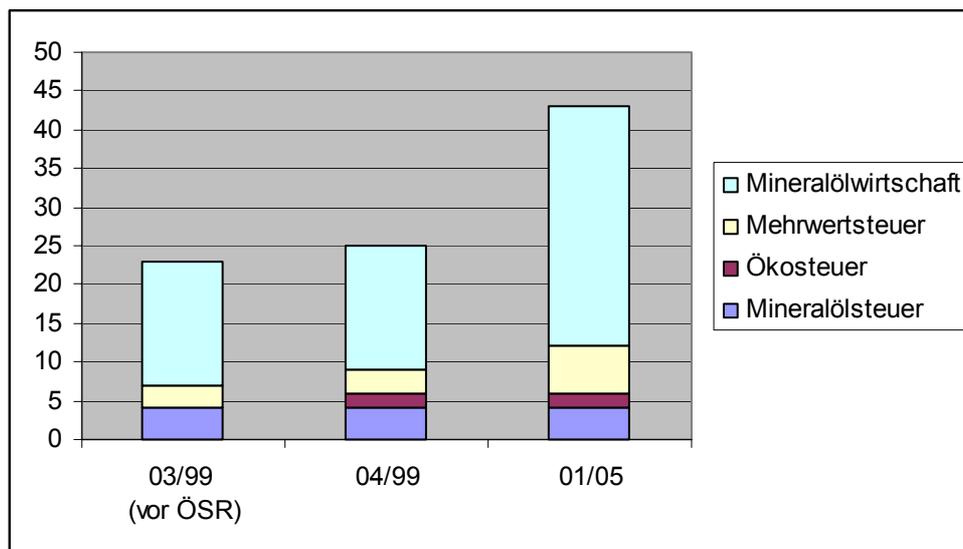
<sup>70</sup> <http://www.optischetechnologien.de>.

<sup>71</sup> Heizenergie macht 78% des Energieverbrauchs in privaten Haushalten aus (ohne Verkehr). Siehe Umweltbundesamt (2002).

<sup>72</sup> [http://www.bine.info/templ\\_main.php/gebaeude](http://www.bine.info/templ_main.php/gebaeude).

1998 und 2005 der Erdölpreis von 9 auf zwischenzeitlich über 60 US-Dollar pro Barrel mehr als versechsfacht. Allein zwischen 2003 und 2005 erhöhte sich der Heizölpreis um rund 25 Prozent von 0,35 €/Liter auf 0,44 €/Liter. Zum Anstieg der Verbraucherpreise für Heizöl hat auch die Ökologische Steuerreform beigetragen, auch wenn der Anteil der Ökosteuer im Vergleich zu den Rohölpreisen vergleichsweise gering ist. Mit der Ökologischen Steuerreform 1999 wurde die Mineralölsteuer für leichtes Heizöl einmalig um 2,05 Cent/Liter erhöht. Die Ökosteuer machte damals noch acht Prozent am Endpreis aus. Dieser Anteil sank vor allem wegen der gestiegenen Rohölpreise auf 4,5 Prozent im Jahr 2005 (vgl. Abbildung 3).

**Abbildung 3: Verbrauchspreisanteile für leichtes Heizöl (Cent je Liter)<sup>73</sup>**



Seit den achtziger Jahren ist leichtes Heizöl jedoch nicht mehr der wichtigste Heizstoff. Er wird vor allem in Neubauten zunehmend durch Erdgas verdrängt: Während 1980 noch knapp 50% aller Neubauten mit leichtem Heizöl beheizt wurden, waren es im Jahr 2000 nur noch knapp 15%. Gleichzeitig ist der Anteil von Erdgasheizungen vor allem in Neubauten, aber auch im gesamten Wohnungsbestand stark angestiegen.<sup>74</sup> Während im Jahr 1993 nur ein Drittel aller Wohnungen mit Gas beheizt wurden, waren es im Jahr 2002 bereits 46%.<sup>75</sup> Über die Ölpreisbindung sind auch die Erdgaspreise seit 1999 stark gestiegen, wenn auch mit einer leichten Verzögerung.<sup>76</sup> Ähnlich wie beim leichten Heizöl, wird der Anreiz zum effizienteren Umgang mit Energie, der von den höheren Preisen ausgeht, durch die Ökologische Steuerreform noch verstärkt. Die Belastung von Erdgas zur Wärmegewinnung durch Mineralöl- und Ökosteuer ist seit 1998 stark angestiegen. Während eine Megawattstunde Erdgas 1998 noch mit 1,84 Euro besteuert wurde, hat sich der Steuersatz

<sup>73</sup> <http://www.bundesfinanzministerium.de/Anlage29877/Anteile-am-Verbraucherpreis-fuer-Benzin-Diesel-und-leichtes-Heizoel-Januar-2005.pdf>.

<sup>74</sup> [http://www.stadtwerke-karlsruhe.de/aktuelles/phpindex.php?nav=Presse&X=presseinfo.php?id\\_presse=518](http://www.stadtwerke-karlsruhe.de/aktuelles/phpindex.php?nav=Presse&X=presseinfo.php?id_presse=518) und Statistisches Bundesamt: <http://www.destatis.de/basis/d/bauwo/wositab5.php>.

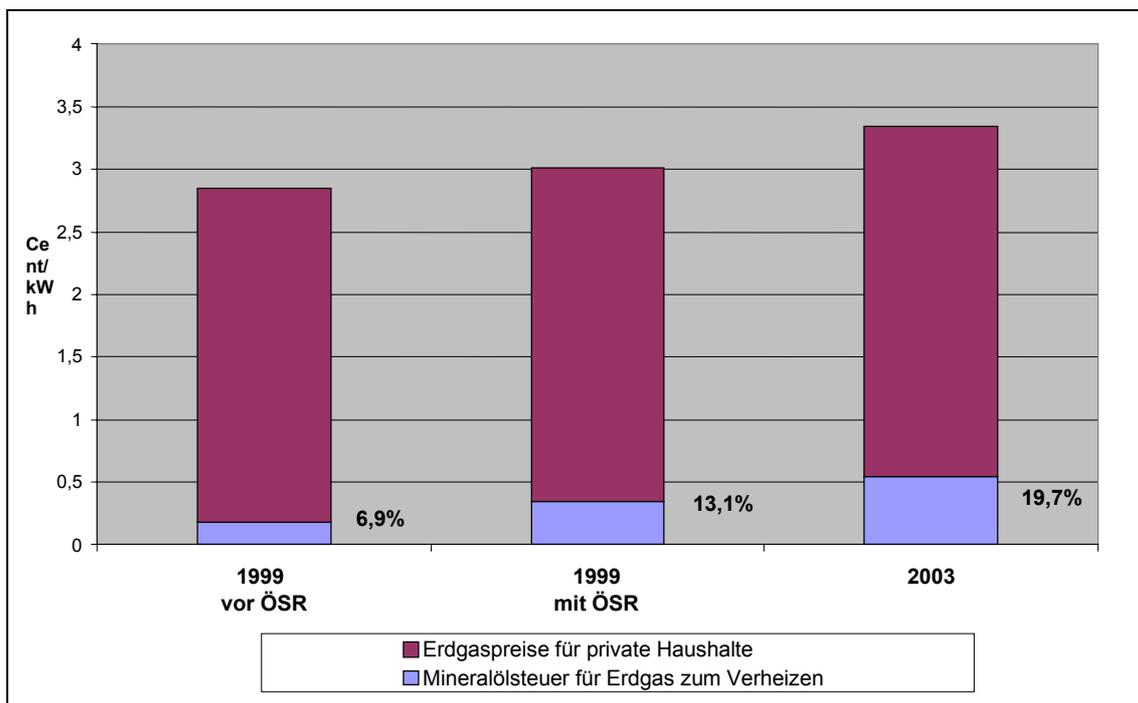
<sup>75</sup> E.ON Ruhrgas AG: <http://www.ruhrgas.de/deutsch/erdgas/default.htm>.

<sup>76</sup> Die rein privatwirtschaftliche, meist im Verhältnis von Importeur und Lieferant vereinbarte Ölpreisbindung verhindert, dass die wenigen ausländischen Erdgasproduzenten bei sinkenden Ölpreisen ihre Marktmacht ausspielen und die Gaspreise hoch halten können.

durch die Ökologische Steuerreform bis 2003 auf 5,50 Euro erhöht und somit fast verdreifacht. Der Anreizwirkung der ÖSR zum sparsameren Umgang mit Heizenergie ist damit beim Erdgas noch größer als beim Heizöl. Während beim Heizöl der Anteil der Mineralöl- und Ökosteuern am Preis zwischen 1998 und 2005 sank, ist der Anteil beim Erdgas von knapp sieben auf fast 20 Prozent gestiegen. (vgl. Abbildung 4).

Indem sie Energie kontinuierlich und vorhersehbar verteuert, hat die Ökologische Steuerreform Investitionen in wärmeisolierende Maßnahmen profitabler und kalkulierbarer gemacht. Dies lässt sich an der Entwicklung von Wärmeschutzverglasungen verdeutlichen.

**Abbildung 4: Anteile der Mineralölsteuer (inklusive Ökosteuern) an der Entwicklung der Erdgaspreise für private Haushalte (1999-2003), Angaben in Cent/kWh<sup>77</sup>**



Nach Angaben der Deutschen Energie-Agentur (dena) sind Fenster entscheidend für die Wärmedämmung: So sind Fenster für mehr als 50 Prozent der Wärmeverluste privater Haushalte verantwortlich.<sup>78</sup> Energieeffiziente Verglasungen können diese Wärmeverluste erheblich verringern und somit zur Senkung der Heizkosten sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Die noch vor 30 Jahren gebräuchliche Einscheibenverglasung verfügte über eine sehr hohe Wärmedurchlässigkeit. Technisch lässt sich diese mit einem U-Wert von  $U = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$  beschreiben.<sup>79</sup> Durch die derzeit übliche Zweifachverglasung mit einem U-Wert von  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  kann der Wärmeverlust ungefähr halbiert werden. Die neue Generation von Wärmeschutzverglasungen verfügt sogar über U-Werte von nur  $0,4$  bis  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Diese

<sup>77</sup> Statistisches Bundesamt (2004); Bundesministerium der Finanzen, <http://www.bundesfinanzministerium.de/Anlage29085Uebersicht-zur-Mineraloel-und-Strombesteuerung.pdf>. Die Gesamtpreise für Erdgas sind ohne Mehrwertsteuer.

<sup>78</sup> <http://www.energieforum-berlin.de/news/ganzenews.asp?id=753&rid=27&mm=1&yy=2002&page=1>.

<sup>79</sup> Mit dem U-Wert wird ausgedrückt, welche Leistung (=Energie pro Zeiteinheit) pro m<sup>2</sup> des Bauteils auf einer Seite benötigt wird, um eine Temperaturdifferenz von 1 Kelvin aufrecht zu erhalten.

Fenster bestehen aus drei Scheiben, einer speziellen Beschichtung und gegebenenfalls einer Edelgasfüllung, und bilden kombiniert mit aufwendig verbesserten Rahmenkonstruktionen so genannte „Superfenster“. Gegenüber der Einscheibenverglasung können Wärmeverluste durch den Einsatz moderner Wärmeschutzverglasungen also um den Faktor 10 reduziert werden.<sup>80</sup>

Die Senkung des Energieverbrauchs durch Wärmeschutzverglasungen hat deutliche Auswirkungen auf die Heizkosten. So lassen sich ca. 21 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> einsparen, wenn veraltetes Isolierglas durch Wärmedämmglas ersetzt wird.<sup>81</sup> Im folgenden Beispiel wurden die finanziellen Vorteile berechnet, die für ein Einfamilienhaus mit 35m<sup>2</sup> Fensterfläche entstehen, wenn Isolierglas durch handelsübliches Wärmedämmglas ersetzt wird. Der Beitrag der Ökologischen Steuerreform ist in der folgenden Tabelle ebenfalls ersichtlich.

**Tabelle 4: Heizöl Kostenersparnis pro Jahr durch den Einbau von Wärmedämmglas<sup>82</sup>**

	04/1999		01/2005	
	Ohne ÖSR	Mit ÖSR	Ohne ÖSR	Mit ÖSR
Preis Heizöl €/Liter, inkl. MWSt.	0,23 €	0,25 €	0,41 €	0,43 €
Einsparung an Heizöl durch Einsatz von Wärmedämmglas bei 35m <sup>2</sup> Fensterfläche	732 l		732 l	
Kostenreduzierung	168,36 €	183 €	300,12 €	314,76 €
Davon Ersparnis durch ÖSR		14,64 €		14,64 €
Anteil der ÖSR an der Ersparnis		7,99 %		4,63 %

Die Beispielrechnung zeigt, dass die Ökosteuer den Einbau von Wärmedämmglas deutlich rentabler machte. Die mit Hilfe der Wärmedämmung gesparte Ökosteuer beträgt knapp 15 Euro im Jahr, was je nach Jahr und Heizölpreis ca. 8 bzw. 4,6 % der Gesamtersparnis entspricht. Dabei ist zu beachten, dass sich die Ersparnisse noch vergrößern, wenn nicht – wie in der Tabelle – Isolierglas, sondern eine Einfachverglasung mit einem höheren U-Wert (hier 5,8 W/m<sup>2</sup>) durch Wärmedämmglas ersetzt wird. Bei gleicher Berechnungsgrundlage können durch diese Maßnahme pro Jahr sogar 1870 Liter Heizöl eingespart werden. Bei den Heizölpreisen von 2005 fällt durch die geringere Ökosteuer eine zusätzliche Ersparnis von 37,40 Euro pro Jahr an Heizkosten durch den Einsatz von Wärmedämmfenstern.

Noch größere Ersparnisse ergeben sich, wenn man die Kalkulation für den Energieträger Erdgas durchführt.

<sup>80</sup> [http://www.agsn.de/agsn\\_texte/baustoffe/fenster/index.html](http://www.agsn.de/agsn_texte/baustoffe/fenster/index.html).

<sup>81</sup> Zur Errechnung wurde die Formel  $E = [(U_a - U_n) * F * G * 1,19 * 24] / [H * W]$  genutzt: U<sub>a</sub> (U-Wert Isolierglas 3,0 W/m<sup>2</sup>K), U<sub>n</sub> (U-Wert von aktuellem Wärmedämmglas 1,2 W/m<sup>2</sup>K (nach DIN EN 673), F (Verglasungsfläche in m<sup>2</sup>), G (G "Heizgradtagzahl" nach DIN V 4108-6, hier Durchschnitt Bundesrepublik von 3600), 1,19 (Umrechnung von Kg Heizöl in Liter), H (Heizwert Heizöl = 11.800), W (Wirkungsgrad Ölheizung = 0,75). Ein elektronischer Rechner steht auf der Webseite der Initiative „Energiesparen mit Glas“ zur Verfügung, siehe <http://www.energiesparen-mit-glas.de/emg.html>.

<sup>82</sup> Berechnungen basiert auf der in Fußnote 81 angegeben Formel und den entsprechenden Werten.

**Tabelle 5: Erdgas Kostenersparnis pro Jahr durch den Einbau von Wärmedämmglas**

	1999		2005	
	Ohne ÖSR	Mit ÖSR	Ohne ÖSR	Mit ÖSR
Preis Erdgas €/MWh, inkl. MWSt. <sup>83</sup>	25,36 €	27,00 €	36,90 €	42,40 €
Einsparung an Erdgas durch Einsatz von Wärmedämmglas bei 35m <sup>2</sup> Fensterfläche <sup>84</sup>	813,33 m <sup>3</sup> oder 8,29 MWh		813,33 m <sup>3</sup> oder 8,29 MWh	
Kostenreduzierung	210,23 €	223,83 €	305,90 €	351,49 €
Davon Ersparnis durch ÖSR		13,60 €		45,59 €
Anteil der ÖSR an der Ersparnis		6,07 %		12,97 %

Durch den Ersatz von Isolierglas durch Wärmedämmglas konnten in diesem Beispiel 1999 über 220 Euro und 2005 über 350 Euro im Jahr gespart werden. Die Erhöhung der Mineralölsteuer für Erdgas hat zu einer Ersparnis von knapp von 13,60 Euro im Jahr 1999 und im Jahr 2005 zu einer Ersparnis von über 45 Euro geführt. Dies entspricht etwa 6 beziehungsweise etwa 13 % der Gesamtersparnis.

Zur Preisentwicklung von Wärmedämmglas können nur schwer detaillierte Angaben gemacht werden, da der Markt aus einer großen Anzahl mittelständischer Anbieter besteht und die Kosten von einer Vielzahl von Faktoren abhängen, wie z.B. der Fenstergröße und der Beschaffenheit des Rahmens. Man kann jedoch davon ausgehen, dass für ein Einfamilienhaus mit 35m<sup>2</sup> Fensterfläche Investitionen von etwa 2.800 bis 4.900 Euro für eine Umrüstung auf Wärmedämmglas entstehen.<sup>85</sup> Durch die Einsparung an Heizöl kann sich diese Investition bei einem Preis von 0,43 €/l Heizöl nach etwa 9 Jahren; bei Erdgasnutzung und einem Erdgaspreis von 42,40 €/MWh sogar schon nach 8 Jahren rechnen. Wärmedämmglas wird zusätzlich noch durch andere Instrumente gefördert. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) stellte lange Zeit zinsgünstige Kredite für Investitionen in Wärmedämmfenster zur Verfügung. Auch einige Bundesländer sowie einzelne regionale Versorger bieten ähnliche Förderungen an.<sup>86</sup>

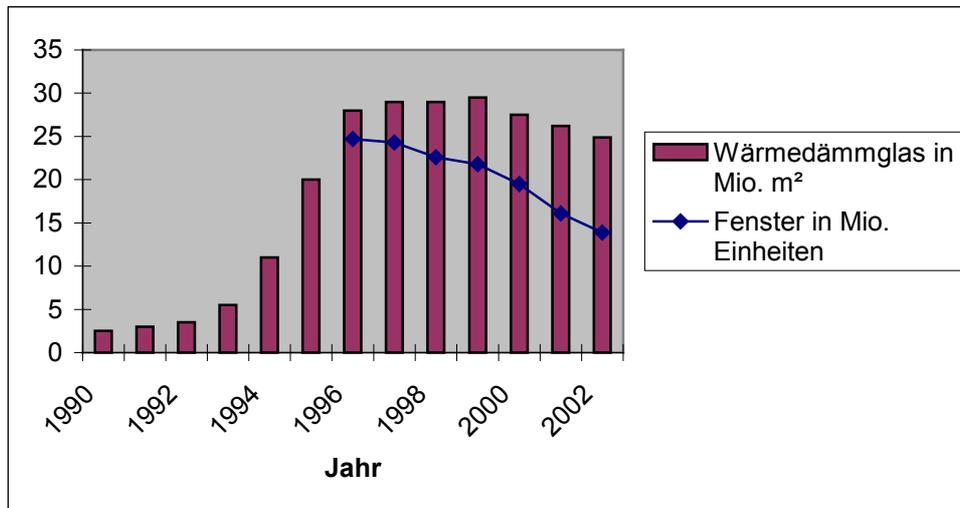
<sup>83</sup> Ungefähre Durchschnittspreise für Privatkunden. Für 1999 Spartarif der Stadtwerke Düsseldorf AG [http://www.swd-ag.de/unternehmen/pressearchiv1999/artikel\\_271299.htm](http://www.swd-ag.de/unternehmen/pressearchiv1999/artikel_271299.htm), für 2005 Bundesdurchschnitt vom Bund der Energieverbraucher [http://www.energieverbraucher.de/pre\\_cat\\_41-id\\_115-subid\\_312-subsubid\\_1543\\_.html](http://www.energieverbraucher.de/pre_cat_41-id_115-subid_312-subsubid_1543_.html).

<sup>84</sup> Umrechnung mit Heizwert Öl 10 kWh/L und Erdgas 9 kWh/m<sup>3</sup>.

<sup>85</sup> <http://www.architekttool.de/themen.php?rub=4&thema=20&do=news&news=275>

<sup>86</sup> Z.B. im "CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm" oder „Wohnraum-Modernisierungs-Programm 2003“, die beide 2004 ausliefen, stellte die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) für Maßnahmen der Wärmeisolierung zinsgünstige Kredite zur Verfügung.

**Abbildung 5: Absatz von Wärmedämmglas und Fenstern (neu installierte Einheiten) von 1990 bis 2002<sup>87</sup>**



In einem konjunkturbedingt schrumpfenden Markt ist der Anteil des Wärmedämmglases am gesamten deutschen Fenstermarkt seit Einführung der Ökologischen Steuerreform deutlich gestiegen. Durch die Krise der Bauwirtschaft ging die Nachfrage nach Fenstern seit 1998 in Deutschland insgesamt stark zurück. Während im Jahr 1999 noch 21,8 Millionen Fenstereinheiten errichtet wurden, waren es im Jahr 2002 nur noch 13,9 Millionen Einheiten. Das bedeutet einen Rückgang um insgesamt über 36%. Im Zuge dieser Krise ging auch die installierte Fläche an Wärmedämmglas (in m<sup>2</sup>) zurück. Dabei ist die Nachfrage nach Wärmedämmglas seit 1997 jedoch deutlich weniger geschrumpft (ca. 15%) als die Nachfrage nach neu installierten Fenstern (ca. 40%), so dass sich bei fallendem Gesamtvolumen ein gesteigerter Anteil für Wärmedämmglas ergibt. Wärmedämmglas erlebte bereits Mitte der 90er Jahre einen großen Aufschwung, bevor es dann trotz der allgemeinen Krise der Bauwirtschaft, im Vergleich zum Fenstermarkt insgesamt, lediglich einen mäßigen Rückgang hinnehmen musste. Wärmedämmglas stellt somit ein Beispiel für eine Produktinnovation dar, die bereits vor Beginn der Ökologischen Steuerreform die Marktreife erreicht hatte, deren Marktdurchdringung aber durch die Steuerreform unterstützt wurde.

<sup>87</sup>

Quelle: Präsentation von Herrn Rainer Walk, Koordinator der Initiative „Energiesparen mit Glas“.

Abbildung 5 macht zudem deutlich, dass Wärmedämmglas Mitte der 90er Jahre einen großen Aufschwung erlebte und dann trotz der allgemeinen Krise der Bauwirtschaft, im Vergleich zum Fenstermarkt insgesamt, lediglich einen mäßigen Rückgang hinnehmen musste. Wärmedämmglas stellt somit ein Beispiel für eine Produktinnovation dar, die bereits vor Beginn der Ökologischen Steuerreform die Marktreife erreicht hatte, deren Marktdurchdringung aber durch die Steuerreform unterstützt wurde.

Auch die Gebäudetechnik insgesamt wurde durch die Ökologische Steuerreform beeinflusst. Niedrigenergiehäuser und Passivhäuser setzen sich auf dem Markt immer stärker durch, was auch zusätzliche Nachfrage nach Wärmedämmglas mit sich bringt (vgl. Innovationsbeispiel 3).

### **Innovationsbeispiel 3: Energie-Effiziente Wohngebäude**

Im Bereich Neubau von Wohngebäuden verbreitet sich seit Beginn der 1990er Jahre verstärkt die Innovation „Niedrigenergiehäuser“. So hat die Kombination von Nutzung solarer Wärmegegewinnung, verbesserte Dämmung, sowie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine weitere Senkung des Energiebedarfs hin zum Passivhaus ermöglicht. Passivhäuser sind Gebäude, die "passiv" von der Sonne, von inneren Wärmequellen und von zurückgewonnener Wärme warm gehalten werden, weshalb sie keine konventionellen Heizsysteme benötigen. Das Passivhaus ist eine konsequente Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses, die zum Heizen zwischen vier und acht Liter Heizöl pro Quadratmeter im Jahr verbrauchen. Im Vergleich hierzu kommt ein Passivhaus im Jahr mit weniger als 1,5 Liter pro Quadratmeter aus. Konventionelle Gebäude hingegen benötigen zur Befriedigung des Heizbedarfs zumeist über 10 Liter Heizöl pro Quadratmeter im Jahr.

Gleichzeitig mit der technischen Weiterentwicklung sind die Preise für energie-effiziente Wohngebäude stark gesunken. So sanken die investiven Mehrkosten von Passivhäuser gegenüber Standardhäusern auf 10 bis 15 %. Gemeinsam mit den erhöhten Energiekosten führten die technische Weiterentwicklung und die Senkung der Mehrkosten zu einer verstärkten Nachfrage. Das Resultat ist eine Verzehnfachung des Marktanteils von Passivhäusern und Niedrigenergiehäusern seit 1998.

**Quelle:**

Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (2004), S. 8-15.  
<http://www.ig-passivhaus.de/>

## **4.2 Contracting**

Contracting stellt eine Innovation im Dienstleistungsbereich dar, die sich sowohl auf innovative Prozesse als auch Produkte bezieht. Contracting ist ein Oberbegriff für Energiedienstleistungen, die zur Umsetzung von Effizienzverbesserungen bei Energieumwandlungs- und verteilungsanlagen in allen Verbrauchsbereichen geeignet sind. Energie-Contracting ist eine Dienstleistung für Eigentümer, Verwalter und Nutzer von Immobilien, und wird vor allem von gewerblichen und industriellen Nutzern in Anspruch genommen. Dabei werden die Aufgaben der Energiewandlung und Bereitstellung von Nutzenergie (z.B. Raumwärme, Raumbeleuchtung) auf ein darauf spezialisiertes Unternehmen (Contractor) übertragen. Grundsätzlich kann zwischen verschiedenen Contracting-Arten unterschieden werden, wobei die vorliegende Analyse nur auf das Energie-Einspar-Contracting und das Energieliefer-Contracting eingeht. Das Finanzierungscontracting, bei dem es um die Investitions- und Finanzierungsentlastung des Energie-Nutzers geht, sowie die Contracting-Form des tech-

nischen Anlagenmanagements bleiben in dieser Analyse außen vor, da nicht abzuschätzen ist, ob die Ökologische Steuerreform einen nennenswerten Einfluss auf deren Weiterentwicklung gehabt hat.

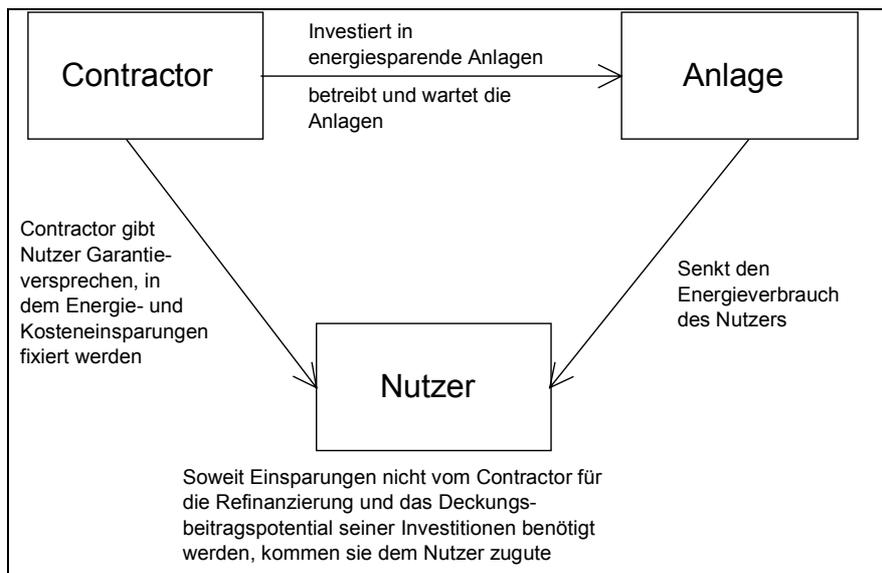
Sowohl beim Energie-Einspar-Contracting als auch beim Energieliefer-Contracting hat die Ökologische Steuerreform in zweifacher Hinsicht die Diffusion begünstigt. So haben erstens die höheren Steuern für Energie und das damit verbundene gesteigerte Bewusstsein für Energiekosten die weitere Verbreitung der Innovation „Contracting“ an sich befördert. Da der spezialisierte Contractor über die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten besser informiert ist als sein Kunde, kann das Energie-Contracting zweitens wiederum als Vehikel für die Verbreitung technischer Innovationen zur Energieeinsparung und -erzeugung dienen. Dies betrifft insbesondere solche Techniken, die durch die ÖSR gezielt gefördert werden. So hat etwa das Energieliefer-Contracting insbesondere zur Verbreitung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) beigetragen (siehe Kapitel 4.2.2 Energieliefer-Contracting).

#### **4.2.1 Energie-Einspar-Contracting**

Hinter dem Konzept des Einspar-Contracting steht die Idee, dass in vielen Bereichen der Energienutzung oftmals große Einsparungspotenziale bestehen, die eigentlich wirtschaftlich zu erschließen wären, jedoch in der Praxis nicht ausgeschöpft werden. Die Gründe für die mangelnde Erschließung sind zumeist fehlende Informationen und Fachkenntnisse, mangelnde organisatorische Kapazitäten sowie institutionelle Mängel. Beim Einspar-Contracting werden Einsparpotenziale von einem Contractor identifiziert und auch umgesetzt. Der Contractor führt die identifizierten Energiesparinvestitionen in Eigenregie durch, indem er sie auf eigene Rechnung plant, durchführt und finanziert.

Die Investitionen des Contractors amortisieren sich aus den eingesparten Energiekosten. Der Contracting-Vertrag eröffnet somit dem Kunden die Möglichkeit, das Investitionsgut sofort zu nutzen, ohne selbst vor der Inbetriebnahme der Anlage finanzielle Aufwendungen zu tätigen. Energie-Einspar-Contracting umfasst meist mehrere Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs, wie etwa den Einbau neuer Brenner, Wärmeisolierung, Steuerungselektronik oder die Benutzung energieeffizienter Anlagen und Geräte (siehe Abbildung 6).

**Abbildung 6: Das Konzept des Energie-Einspar-Contracting<sup>88</sup>**



Nach der Kalkulation der notwendigen Investitionen und der Wartungs- und Betriebskosten kann der Contractor anhand des gegenwärtigen Energieverbrauchs seines Kunden berechnen, nach welcher Zeit sich die Investition amortisiert hat. Nach Angaben des Verbands für Wärmelieferung e.V. können durch Energie-Einspar-Contracting und damit einhergehende energiesparende Investitionen durchschnittlich 15% Energie eingespart werden, in Einzelfällen liegt das Einsparpotenzial jedoch noch wesentlich höher.<sup>89</sup>

Durch die Ökologische Steuerreform hat das Energie-Einspar-Contracting einen zusätzlichen An Schub erhalten. So wurden im Rahmen der ÖSR ab 1999 die Steuersätze für Heizstoffe angehoben. Zudem wurde 1999 die bereits erwähnte Stromsteuer eingeführt, die in vier Schritten erhöht wurde (siehe Tabelle 2, S. 16). Durch die Erhöhung der Mineralölsteuer und die Einführung der Stromsteuer verkürzt sich die Zeit, in der ein bestimmtes energiesparendes Investitionsprojekt rentabel wird und sich somit für den Contractor und den Kunden lohnt.

Die Anreizwirkung durch die Ökologische Steuerreform ist für Contracting-Unternehmen tendenziell sogar stärker als für private Energiekonsumenten. Denn sie können Energiekosten, auch aufgrund besserer Informationen über den Energiemarkt, wesentlich genauer kalkulieren als private Energie-Nachfrager und somit Einsparungspotenziale besser identifizieren und erschließen. Schon geringfügige Änderungen im Energiepreis können darüber entscheiden, ob Investitionen und Projekte für einen Contractor vorteilhaft sind. Die Energiepreiserhöhungen der Ökologischen Steuerreform spielen hier dementsprechend eine besonders große Rolle, ebenso wie die durch die ÖSR geschaffene Investitions- und Planungssicherheit. Ein anschauliches Beispiel für den Einsatz von Energie-Einspar-Contracting im industriellen Bereich liefert das Pharma-Unternehmen Schering.

<sup>88</sup> Quelle: Bundesverband Privatwirtschaftlicher Energie-Contracting Unternehmen e.V.: Contracting – Mehr als Energie, [http://www.pecu.de/index\\_con.html](http://www.pecu.de/index_con.html).

<sup>89</sup> Verband für Wärmelieferung e.V. (2005): Der Verband für Wärmelieferung e.V. in Zahlen.

#### **Innovationsbeispiel 4: Energie-Einspar-Contracting bei Schering**

Zum Berliner Pharma-Konzern Schering gehören weltweit mehr als 26.000 Mitarbeitern in 140 Tochtergesellschaften. Schering produziert in Europa, den USA, Lateinamerika und Asien; die Forschung findet an neun Standorten in Europa, den USA und Japan statt. Der Konzernumsatz lag im Jahr 2004 bei 4,9 Milliarden Euro. Die Schering AG zählt damit zu den dreißig größten Unternehmen Deutschlands und wird im Deutschen Aktienindex (DAX) geführt. Das Pharma-Unternehmen Schering griff auf einen Contracting-Dienstleister zurück, um auf seinem Werksgelände im Berliner Stadtbezirk Wedding den Energieverbrauch von Büros und Labors analysieren und energetisch optimieren zu lassen. Dabei wurden pneumatische durch elektrische Antriebe ersetzt, Ventilatoren und Antriebe ausgetauscht und auf Drehzahlregelung umgestellt. Außerdem wurde die Beleuchtung durch den Einbau von Sensoren und Tageslicht-Regelungssystemen optimiert und Frequenzumformer eingesetzt. Innerhalb der Vertragslaufzeit von fünf Jahren werden diese Maßnahmen in vier Gebäuden der Schering AG umgesetzt. Insgesamt führten die Investitionen von Seiten des Contractors in Höhe von knapp 2,6 Mio. Euro bisher zu Einsparungen von jährlich 7.750 Mwh. Ausgehend vom Jahr 1998 konnten so die jährlichen Energiekosten von 2,73 Mio. Euro um etwa 23% bzw. 639.000 Euro reduziert werden. Gleichzeitig wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen jährlich um 5.300 Tonnen reduziert. In der fünfjährigen Vertragslaufzeit werden also Einsparungen von knapp 3,2 Mio. Euro erzielt, so dass sich die Investitionskosten bereits in der Laufzeit amortisieren.

**Quelle:**

Schering Konzernumweltbericht, [http://www.schering.de/scripts/KUB2003/index.php?page=de\\_ecocontract](http://www.schering.de/scripts/KUB2003/index.php?page=de_ecocontract), Siemens Building Technologies, [http://www.sbt.siemens.de/marketplaces/servlet/index.jsp?sdc\\_p=t15c61z3s5uo1000000015917pfl0m34i1000000016121&sdc\\_sid=6946162968&sdc\\_rh=&sdc\\_bcpaht=1000000059745.s\\_4,1000000059859.s\\_4,1000000016121.s\\_5&](http://www.sbt.siemens.de/marketplaces/servlet/index.jsp?sdc_p=t15c61z3s5uo1000000015917pfl0m34i1000000016121&sdc_sid=6946162968&sdc_rh=&sdc_bcpaht=1000000059745.s_4,1000000059859.s_4,1000000016121.s_5&).

In der Praxis finden sich zahlreiche weitere Beispiele. So konnte die Firma EBG Gesellschaft für elektromagnetische Werkstoffe mbH allein durch die Errichtung einer verbesserten Beleuchtungsanlage im Rahmen eines Contracting-Projektes 68 % der Energie- und Wasserkosten einsparen. Bei der Hannoverschen Lebensversicherung wurden die Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen durch einen Contractor energetisch optimiert und die Verbrauchskosten nachhaltig gesenkt. Der Contractor garantierte für die Vertragslaufzeit von sieben Jahren eine Einsparung von knapp über 40.000 Euro pro Jahr.<sup>90</sup> Im nordrhein-westfälischen Wiehl konnte der Stromverbrauch für die Beleuchtung einer Sporthalle und von Klassenräumen durch den Einsatz neuer Beleuchtungsanlagen und verbessertes Energiemanagement um 70% reduziert werden.<sup>91</sup>

Aufgrund der zahlreichen Ausnahmeregelungen im Rahmen der Ökologischen Steuerreform und wegen der Vielzahl der Maßnahmen, die in einem Einspar-Contracting-Projekt durchgeführt werden, ist es jedoch schwierig den Anteil der Ökologischen Steuerreform am wirtschaftlichen Erfolg eines Contracting-Projektes zu isolieren. Zudem wirken sich Einspar-Contracting-Projekte oft sowohl auf den Strom- als auch auf den Heiz-/Mineralölverbrauch

<sup>90</sup> Quelle für beide Beispiele:  
[http://www.sbt.siemens.de/marketplaces/servlet/index.jsp?sdc\\_p=t15c61z4s4uo1000000016121pfl0m34i1000000012363&sdc\\_sid=12311095008&sdc\\_rh=&sdc\\_bcpaht=1000000059744.s\\_4,1000000012363.s\\_4,&&sdc\\_defnav=true&sdc\\_flags=0#3](http://www.sbt.siemens.de/marketplaces/servlet/index.jsp?sdc_p=t15c61z4s4uo1000000016121pfl0m34i1000000012363&sdc_sid=12311095008&sdc_rh=&sdc_bcpaht=1000000059744.s_4,1000000012363.s_4,&&sdc_defnav=true&sdc_flags=0#3)

<sup>91</sup> Energieagentur NRW (2002): Ein Leitfaden zur Projektabwicklungsform Contracting, [http://www.ea-nrw.de/database/data/datainforpool/Contractin\\_Leitfaden\\_NRW.pdf](http://www.ea-nrw.de/database/data/datainforpool/Contractin_Leitfaden_NRW.pdf).

aus, so dass unterschiedliche Steuersätze zu berücksichtigen sind. Die Innovationswirkung der Ökologischen Steuerreform auf das Einspar-Contracting kann daher an dieser Stelle nur grob abgeschätzt werden.

Bei der Kosten-Nutzen Analyse von Contracting-Projekten stellt sich heraus, dass die Ökologische Steuerreform oftmals ausschlaggebend für deren Wirtschaftlichkeit ist. Nur wenn der Nutzen die Kosten übersteigt wird er das Projekt durchführen. Da sich durch die Ökologische Steuerreform der Energieverbrauch verteuert hat, vergrößert sich der Nutzen von Energie-Einspar Projekten, so dass viele Projekte vorteilhaft werden, die ohne die Ökologische Steuerreform noch unrentabel waren. Durch die Sonderregelungen im Rahmen der Ökologischen Steuerreform geht jedoch ein Teil dieser Anreizwirkung verloren. Da die Unternehmen des Produzierenden Gewerbes nicht dem Regelsteuersatz unterliegen, fällt die Verringerung der Steuerbelastung bei Energieeinsparungen geringer aus. Da die Ermäßigungen nach 2002 reduziert wurden und sich somit die Anreizwirkungen zum effizienteren Umgang mit Energie auch für größere Unternehmen verstärken, wird auch in diesen Unternehmen das Energie-Einspar-Contracting attraktiver und somit weiter an Bedeutung gewinnen.

Wenn auch Contracting als innovative Form der Energiebereitstellung bereits vor Einführung der Ökologischen Steuerreform existierte, hat die ÖSR zur Verbreitung dieser Innovation beigetragen. Zudem hat das Geschäftsmodell Contracting an sich wiederum die Verbreitung von technischen Innovationen in der Energieerzeugung und -verwendung befördert. So kommen im Energie-Einspar-Contracting unter anderem die zuvor beschriebenen Beispiele von energiesparenden Techniken (Energiesparlampen, LED und Wärmeschutzverglasungen) zum Einsatz. Das sogenannte Beleuchtungscontracting konzentriert sich auf den Einsatz von Energiesparlampen, die z.B. in Sporthallen, Schulen oder Bürogebäuden die Energiekosten drastisch senken können.

#### **4.2.2 Energieliefer-Contracting**

Die dem Umsatz nach wichtigste Form des Energie-Contracting ist das so genannte Energieliefer-Contracting. Nach Angaben des Verbands für Wärmelieferung e.V. machte das Energieliefer-Contracting im Jahr 2003 rund 87% aller Contracting-Verträge aus. Anstatt selbst Brennstoffe und Strom zu beschaffen und Investitionen in Kraftwerke und Heizungsanlagen zu tätigen, bietet das Energieliefer-Contracting Energieverbrauchern die Möglichkeit, ein Dienstleistungsunternehmen mit der Bereitstellung der benötigten Nutzenergie zu beauftragen. Aufgrund von Informationsasymmetrien und der zusätzlichen Fachkenntnis des Contractors kann dieser die benötigte Nutzenergie wesentlich effizienter zur Verfügung stellen. Ein innovatives Beispiel hierfür bietet das Sägewerk Dold.

### **Innovationsbeispiel 5: Energie-Contracting im Sägewerk Dold**

Mit über 190 Beschäftigten in den beiden Werken Buchenbach und Viljandi/Estland ist das Sägewerk Dold einer der bedeutenden Produzenten der Holzindustrie. Getreu dem Slogan „Innovation in Holz“ verwendet das Sägewerk seit 2001 sogar seine Holzreste in innovativer Form: Im Rahmen eines Contracting-Vertrages wurde ein Heizkraftwerk mit 11 t/h Dampfleistung (34 bar) und einer elektrischen Leistung von 1,2 MW installiert. Brennstoffe sind im Sägewerk anfallende Rinde, Sägemehl, Holzstücke und Hobelspäne.

Durch das neue Heizkraftwerk konnte der Wärmebedarf im Sägewerk Dold um 40 % reduziert werden. Die Anlage hat eine jährliche Betriebszeit von 8.000 Stunden, der erzeugte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist und gemäß den Tarifen des Erneuerbaren-Energien-Gesetz vergütet. Zudem werden durch das Heizkraftwerk jährlich 5.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.

Im Rahmen dieses Contracting-Vertrages wurde eine neuartige Überhitzerkonstruktion in Deutschland erstmalig eingesetzt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Überhitzerkonstruktionen muss die neue Konstruktion im Sägewerk nicht mit Wasser vorgefüllt werden, zudem kann sie von der Feuerung getrennt werden, so dass kein Energieverlust entsteht. Außerdem konnte das Heizkraftwerk im laufenden Sägewerksbetrieb ohne Unterbrechung der Wärmeversorgung errichtet werden. Die Investitionen von Seiten des Contractors betragen 5 Mio. Euro. Das verwirklichte Konzept ist auf andere Holz verarbeitende Betriebe übertragbar und hat somit Vorbildcharakter. Mittlerweile wird die neue Überhitzerkonstruktion in mehreren Biomassekraftwerken eingesetzt. Das Projekt wurde mit dem „Contracting Award 2004“ ausgezeichnet.

**Quelle:**

SEC Contracting: <http://de.sec-contract.de/sec/Biomasse/Heizkraftwerke/Buchenbach/?a=site.id=181>

Sägewerk Dold: <http://www.dold-holz.de/index.htm>.

Wie beim Energie-Einspar-Contracting wirkt sich die Ökologische Steuerreform auf das Energieliefer-Contracting in zweifacher Weise positiv aus. So haben einerseits die höheren Energiepreise und das damit gestiegene Bewusstsein für Energiekosten die Verbreitung von Energieliefer-Contracting insgesamt begünstigt, auch wenn die Innovation Contracting auch schon vor dem Einstieg in die Ökologische Steuerreform bestand. Zudem hat die Ökologische Steuerreform gezielt die Weiterentwicklung und Verbreitung von technischen Innovationen gefördert, die im Rahmen des Energieliefer-Contracting häufig zum Einsatz kommen. So spielt etwa für das Energieliefer-Contracting neben der Lieferung von Heizwärme aus modernisierten Kesselanlagen insbesondere die Versorgung mit Strom und Wärme aus Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eine wichtige Rolle.<sup>92</sup> Im Gegensatz zu konventionellen Kraftwerken, in denen 2004 durchschnittlich nur 39 Prozent der im Brennstoff enthaltenen Energie in Strom umgesetzt werden, können Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung rund 80 oder sogar bis zu 90 Prozent der eingesetzten Primärenergie umwandeln, da die erzeugte thermische Energie nicht nur zur Stromerzeugung, sondern auch als Heiz- oder Prozesswärme genutzt wird.<sup>93</sup>

<sup>92</sup> Es können keine genauen Aussagen über den mengenmäßigen Anteil von KWK-Technik beim Energieliefercontracting gemacht werden. Der Einsatz von KWK-Anlagen im Contracting ist so vielfältig, dass man die Zahlen nicht standardisieren kann (Angaben des Verband für Wärmelieferung e.V. ).

<sup>93</sup> Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.  
[http://www.bkww.de/bkww/infos/grundlagen/index\\_html?ztitel=Energieeffizienz](http://www.bkww.de/bkww/infos/grundlagen/index_html?ztitel=Energieeffizienz).

Die Nutzung solcher Anlagen wird zudem durch Sonderregelungen im Rahmen der Ökologischen Steuerreform erheblich gefördert. Hocheffiziente KWK-Anlagen mit einem Nutzungsgrad von mindestens 70 Prozent sind vollständig von der Mineralölsteuer (6,135 Cent/l bei leichtem Heizöl, 0,55 Cent/kWh bei Erdgas) befreit. Anlagen, die den Energiegehalt des verwendeten Energieträgers zu mindestens 60 Prozent nutzen, werden zumindest vom "Ökosteur-Anteil" (0,366 Cent/kWh bei Erdgas und 2,05 Cent/Liter bei leichtem Heizöl) ausgenommen. Zusätzlich werden KWK-Anlagen bis 2 MW von der Stromsteuer befreit, wenn der Strom "im räumlichen Zusammenhang zu dieser Anlage entnommen und von demjenigen, der die Anlage betreibt oder betreiben lässt, geleistet wird."<sup>94</sup> Diese beiden Regelungen kommen dem Energieliefer-Contracting besonders zugute, da im Rahmen solcher Projekte oftmals kleine BHKW direkt vor Ort installiert werden. Blockheizkraftwerke sind eine dezentrale Anwendungsform von KWK-Technik, bei denen die Wärmeversorgung auf die nähere Umgebung beschränkt ist (z.B. auf einen Häuserblock). So wurden z.B. von der Berliner Energieagentur GmbH in der Fabrik Osloer Straße e.V. eine erdgasbetriebene BHKW-Anlage in Betrieb genommen, die jährlich 65 MWh Primärenergie einspart. Auch in mehreren Wohnhäusern wurden BHKW-Anlagen installiert. In der Berliner Kollwitzstraße wurden vier Gebäude und die angrenzenden Seitenflügel zu einem Nahwärmeverbund zusammengeschlossen und in einem Stromverbund integriert.<sup>95</sup>

Tabelle 6 zeigt die Steuerentlastung für Erdgas- und Heizöl-Blockheizkraftwerke durch die Sonderregelungen für KWK im Zuge der Ökologischen Steuerreform. Sie schaffen für Contractoren ein Anreiz, herkömmliche Heizungsanlagen gegen effizientere KWK-Anlagen auszutauschen und bei neu zu installierenden Anlagen KWK-Anlagen zu installieren.

**Tabelle 6: Steuerentlastung für Erdgas- und Heizöl-BHKW im Rahmen der Sonderregelungen der ÖSR<sup>96</sup>**

Elektrische Leistung	Entlastung Mineralölsteuer über 10 Jahre		Entlastung Stromsteuer über 10 Jahre	Steuerentlastung kumuliert über 10 Jahre	
	Erdgas	Heizöl		Erdgas	Heizöl
Alle Werte in Euro					
5 kW <sub>el</sub> / 13 kW <sub>th</sub> / 20 kW <sub>FWL</sub>	5.291	5.652	6.150	11.441	11.802
30 kW <sub>el</sub> / 60 kW <sub>th</sub> / 93 kW <sub>FWL</sub>	24.420	26.086	36.900	61.320	62.986
50 kW <sub>el</sub> / 100 kW <sub>th</sub> / 170 kW <sub>FWL</sub>	40.700	43.477	61.500	102.200	104.977
110 kW <sub>el</sub> / 196 kW <sub>th</sub> / 333 kW <sub>FWL</sub>	79.772	85.214	135.300	215.072	220.514

<sup>94</sup> vgl. § 9, Abs. 1, Nr. 3 StromStG. Hier von <http://www.hessenenergie.de/Angebote/Contracting/Standard-BHKW/oekobhkw.htm>.

<sup>95</sup> Diese und weitere Beispiele sind auf der Homepage der Berliner Energieagentur GmbH zu finden: <http://www.berliner-energieagentur.de/>.

<sup>96</sup> Quelle: Meixner (2005): Präsentation des Vortrags von Horst Meixner und der hessenENERGIE GmbH auf der Veranstaltung "Perspektiven dezentraler Energiesysteme" des Bundesumweltministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Rechengrundlage: Jahresnutzungsgrad BHKW > 70%; 6000 Betriebsstunden p.a.; Laufzeit: 10 Jahre, 100% Stromnutzung im Objekt; Heizöl mit einem Energieinhalt von 10 kWh/l und Ho/Hu = 1,06).

Je nach Größe eines mit Erdgas betriebenen BHKW können über eine Laufzeit von 10 Jahren durch die Ökologische Steuerreform für den BHKW-Betreiber und Strombezieher kumulierte Steuerentlastungen von bis zu 215.072 Euro im Vergleich zu einer herkömmlichen Heizungsanlage erreicht werden. Bei BHKWs die mit leichtem Heizöl betrieben werden, kann sich die Steuerentlastung sogar auf bis zu 220.514 Euro addieren. Für ein BHKW mit einer Leistung von 50 kW (elektrisch) - einer Größe die noch im privaten Bereich genutzt werden kann - ergibt sich z.B. bei Betrieb mit Erdgas eine kumulierte Steuerentlastung von 102.200 Euro. Wenn man diese Steuerentlastung mit den Kosten für den Kauf und die Inbetriebnahme eines solchen BHKW von 70.000 bis 80.000 Euro<sup>97</sup> vergleicht, wird deutlich, dass die Kosten der Inbetriebnahme eines BHKW schon im betrachteten Zeitraum von 10 Jahren durch die Steuerentlastung kompensiert werden.

Die Sonderregelungen im Zuge der Ökologischen Steuerreform haben stark dazu beigetragen, dass sich die KWK-Technik in Deutschland weiter verbreitet hat und in neuen Anwendungsfeldern eingesetzt wird. Vor allem im Einfamilienhausbereich und bei vielen öffentlichen Liegenschaften wurde durch die Ökologische Steuerreform der Ausbau von KWK-Anlagen vorangetrieben. Nach Auffassung des Bundesverbandes Kraft-Wärme-Kopplung (B.KWK) können kleine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (sog. Mikro-KWK) in der Größe von Waschmaschinen oder Wandschränken den Brennwertkesseln in den nächsten Jahren den Rang als effizienteste Heiztechnik ablaufen.<sup>98</sup> Durch den Rückgang der Energiepreise im Zuge der Liberalisierung des Energiemarktes verringerte sich die Anzahl der KWK-Anlagen in Deutschland, da sich vor allem kleine KWK-Anlagen durch die niedrigen Strompreise nicht mehr rentierten und stillgelegt wurden. Unter anderem wegen der Sonderregelungen der Ökologischen Steuerreform, aber auch durch die Regelungen des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes vom April 2002 ist die Zahl der Anlagen in den letzten Jahren aber wieder um jährlich mehr als 2000 Stück auf heute schätzungsweise 12.000 gestiegen. Dies ist insbesondere dem Zuwachs im Bereich der Mikro-KWK geschuldet.<sup>99</sup>

Die skizzierten Entwicklungen im Sektor des Energieliefer-Contracting werden durch den Markt bestätigt. Die durchschnittliche Anzahl der abgeschlossenen Contracting-Verträge der Mitgliedsfirmen des Verbands für Wärmelieferung e.V. hat sich seit 1998 fast verdreifacht (von 38 auf 107 Verträge pro Firma). Damit hat sich auch der Umsatz der angeschlossenen Contracting-Unternehmen verdreifacht. Während 1998 insgesamt 253 Mio. Euro von den Mitgliedsunternehmen des Verbands für Wärmelieferung erwirtschaftet wurden, waren es im Jahr 2004 bereits 908 Mio. Euro. Die Neuinvestitionen, die im Rahmen von Contracting-Verträgen durchgeführt wurden, sind ebenfalls stark gestiegen. Im Jahr 1998 betrugen die Neuinvestitionen 212 Mio. Euro, im Jahr 2004 bereits 520 Mio. Euro. Im Zuge dieser positiven Entwicklung der Contracting-Branche konnten von 1998 bis 2004 insgesamt 3760 neue Arbeitsplätze geschaffen und ein beträchtlicher Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen geleistet werden.<sup>100</sup> Zugleich ist das Marktpotenzial des Energie-Contractings bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Nach Einschätzungen von Experten waren im Jahr

<sup>97</sup> Eine Modulvariante 2725-02 der Firma Comuna Metall mit 50 kW elektrischer Leistung kostet 54.000 Euro. Die Installation des BHKW (Anschluss an das System, Abgasleitung, Brennwerttaucher und ggf. Pufferspeicher) kostet weitere 15.000-25.000 Euro: <http://www.comuna-metall.de/>. (unter Rubrik Produkte und Leistungen/Blockheizkraftwerke.

<sup>98</sup> Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.: [http://www.bkww.de/bkww/aktuelles/presse/view\\_html?zid=225](http://www.bkww.de/bkww/aktuelles/presse/view_html?zid=225).

<sup>99</sup> Angaben des Bundesverbandes Kraft-Wärme-Kopplung e.V.

<sup>100</sup> Verband für Wärmelieferung e.V. (2005): Der Verband für Wärmelieferung e.V. in Zahlen.

2000 nur knapp 5% des Marktpotenzials ausgeschöpft. So wurde z.B. im Rahmen einer Studie von Technomar im Jahr 2000 ein Potenzial von 1.250.000 möglichen Contracting-Objekten identifiziert, von denen bisher nur knapp 7% erschlossen sind.<sup>101</sup>

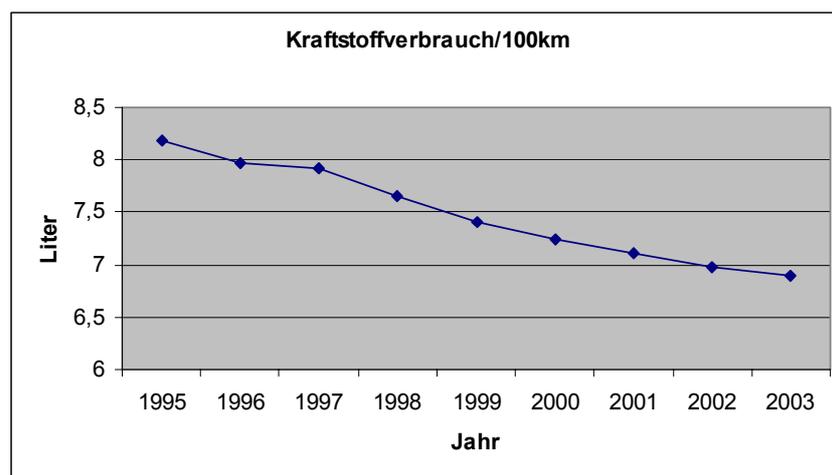
### 4.3 Innovationen im Fahrzeugbereich

#### 4.3.1 Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs

Die unter anderem durch die Ökologische Steuerreform angezogenen Preise für konventionelle Kraftstoffe haben Innovationen ausgelöst, die zur Senkung des Treibstoffverbrauchs führten. Bei den Neuzulassungen von PKW/Kombi aus deutscher Produktion ist der gewichtete Kraftstoffverbrauch stark gesunken.

So hat z.B. DaimlerChrysler den Flottenverbrauch aller in Deutschland verkauften Autos (Pkw, Kombis, Minivans, SUV) im Vergleich zu 1995 um 23 Prozent verringert. Auch für die Zukunft wird das Potential für weitere Verbrauchseinsparungen von 10 bis 20 Prozent im herkömmlichen, mit Benzin oder Dieselmotor betriebenen Verbrennungsmotor, gesehen.<sup>102</sup> Diese Entwicklung kommt auch der Nachfrageentwicklung in Deutschland entgegen. Laut einer vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Auftrag gegebenen Umfrage vom Juni 2004 ist 90 Prozent der Befragten bei der Kaufentscheidung von Autos ein niedriger Kraftstoffverbrauch besonderes wichtig.<sup>103</sup> Das unter anderem durch die Ökologische Steuerreform gestiegene Bewusstsein für Energiepreise schafft somit eine größere Nachfrage nach verbrauchsarmen Kraftfahrzeugen. Der sogenannte *market pull*-Effekt schafft Anreize für Unternehmen und Produzenten, den Treibstoffverbrauch der von ihnen angebotenen Fahrzeuge weiter zu reduzieren.

Abbildung 7: Flottenverbrauch in Deutschland 1995 – 2003, l/100km<sup>104</sup>



<sup>101</sup> Hirschl (2000), S. 6-7.

<sup>102</sup> <http://www.daimlerchrysler.com/dccom/0,,0-5-74514-49-75561-1-0-0-0-0-0-135-7166-0-0-0-0-0-0-0,00.html>.

<sup>103</sup> Umfrage siehe: [http://www.bmu.de/files/umfrage\\_russfilter.pdf](http://www.bmu.de/files/umfrage_russfilter.pdf).

<sup>104</sup> <http://www.daimlerchrysler.com/dccom/0,,0-5-74514-49-75561-1-0-0-0-0-0-135-7166-0-0-0-0-0-0-0,00.html>

### 4.3.2 Erdgasfahrzeuge

Auf dem Fahrzeugmarkt ist in den letzten Jahren ein Trend hin zu Fahrzeugen mit neuartigen Antrieben festzustellen. Im Zuge dieser Entwicklung nehmen vor allem Erdgasfahrzeuge eine wichtige Rolle ein. Erdgas eignet sich gut als Kraftstoff für Verbrennungsmotoren, da es nicht im Motor vergast werden muss und sich gut mit Luft vermischt. Zudem sind Erdgas-Moleküle kleiner als Benzin-Moleküle und verbrennen deshalb vollständiger. Erdgasfahrzeuge verursachen im Vergleich zu dieselbetriebenen Fahrzeugen ohne Partikelfilter deutlich weniger Emissionen von Benzol und Rußpartikeln (Feinstaub) sowie geringere NOx-Emissionen.<sup>105</sup> Ihre Emissionen entsprechen den Anforderungen des europäischen EEV-Standards (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) und sie halten heute bereits die ab 2010 geltenden Abgasgrenzwerte ein.<sup>106</sup> Gerade in emissionskritischen Ballungsräumen können Erdgasautos zu einer erheblichen Verbesserung der Luftqualität führen. Darüber hinaus ist mit Biogas, das mit gewissen Reinheitsanforderungen in Erdgasfahrzeugen genutzt werden kann, ein praktisch klimaneutraler Kraftstoff schon heute ergänzend verfügbar.

Der Erdgasantrieb stellt zur Zeit die einzige verfügbare alternative Antriebstechnologie dar. Hier kommt Druckgastechik - wie für Wasserstoffantriebe erforderlich – zum Einsatz. Die Perspektive des Wasserstoffantriebes selbst kommt nach gegenwärtigem Kenntnisstand erst in einigen Jahrzehnten zu vertretbaren Kosten auf den Markt. Bis zu ihrer breiten Anwendung sollten die erheblichen technischen Optimierungspotenziale der Erdgastechnologie genutzt werden, um die Umweltbelastungen des Verkehrs deutlich zu reduzieren.

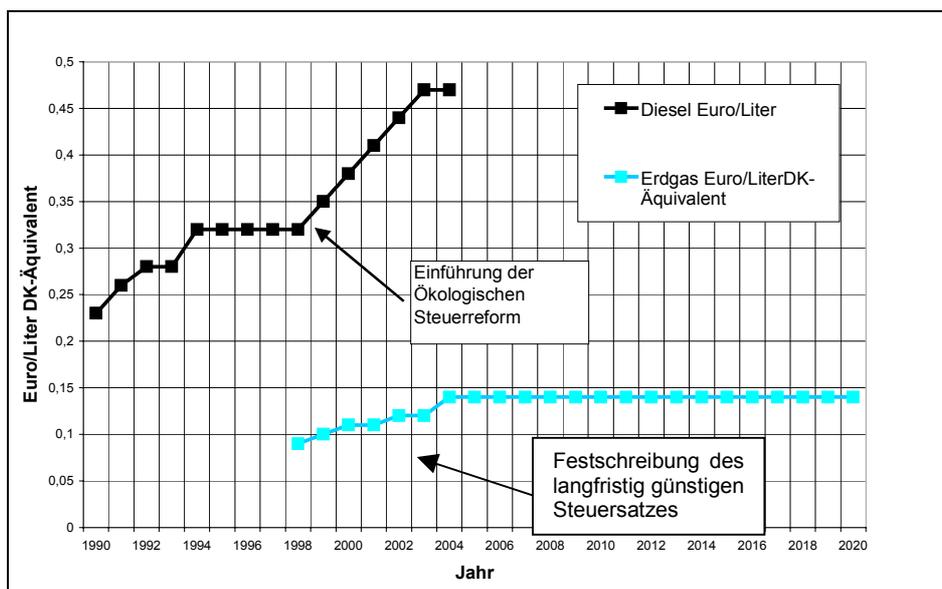
Um eine breite Markteinführung des umwelt- und klimafreundlichen Kraftstoffs Erdgas zu ermöglichen sowie Wirtschaft und Verbrauchern langfristige Investitionssicherheit zu gewähren, wurde im Rahmen der fünften Stufe der Ökologischen Steuerreform ab 01.01.2003 ein günstiger Mineralölsteuersatz für Erdgas als Kraftstoff langfristig bis 2020 festgeschrieben.

---

<sup>105</sup> Pehnt (2001).

<sup>106</sup> „Feinstaub: Rußfilter allein Reichen nicht“, Pressemitteilung vom Trägerkreis Erdgasfahrzeuge 28.04.2005. Im Internet unter <http://www.erdgasfahrzeuge.de> unter Presseservice.

**Abbildung 8: Entwicklung der Mineralölsteuer für Diesel und Erdgas als Kraftstoffe<sup>107</sup>**



Nach dem Mineralölsteuergesetz wird für Erdgas und andere gasförmige Kohlenwasserstoffe zum Antrieb von Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen bis zum 31. Dezember 2020 der ermäßigte Steuersatz von 13,90 Euro für 1 MWh verwendet.<sup>108</sup> Die im Vergleich zu Diesel und Benzin sehr niedrige Besteuerung trägt wesentlich zu einer Veränderung des für den Verbraucher entscheidenden Endpreises bei. Bei einem Durchschnittspreis für Erdgas von 0,70 €/kg kostet die Füllmenge an Erdgas, die dem Brennwert von 1 Liter Benzin entspricht, nach Steuern gegenwärtig rund 46 Cent. In anderen Worten bedeutet dies, dass die Kosten einer Tankfüllung sich – abhängig vom regionalen Gaspreis und dem aktuellen Benzinpreis – durch den Umstieg auf erdgasbetriebene Fahrzeuge mehr als halbieren lassen.<sup>109</sup> Dieser Vorteil besteht trotz der Preiserhöhungen von zahlreichen Gasversorgungsunternehmen in jüngster Vergangenheit weiter, da im selben Zeitraum auch die Preise für Benzin und Diesel angestiegen sind.

**Tabelle 7: Kraftstoff-Endpreise<sup>110</sup>**

	Erdgas	Benzin	Diesel
<b>Preis</b>	0,70 €/kg	<b>1,04 €/Ltr.</b>	<b>0,84 €/Ltr.</b>
<b>Durchschnittlicher Heizwert</b>	13,16 kwh/kg	8,77 kwh/Ltr.	9,86 kwh/Ltr.
<b>Erdgaspreis für Heizwert entspricht</b>		<b>0,46 €/Ltr.</b>	<b>0,52 €/Ltr.</b>

<sup>107</sup> Quelle: Daten aus dem Bundesfinanzministerium, Referat: IV A 1, Umrechnungsfaktor Euro/MWh zu Euro/Liter DK-Äquivalent 9,86 (1 Liter Diesel entspricht 9,86 kWh). Informationen hier von Otto Berthold, GASAG (Januar 2005).

<sup>108</sup> MinöStG § 3 Abs. 1 Nr. 2., sowie § 1 Abs. 3 Nr. 3.

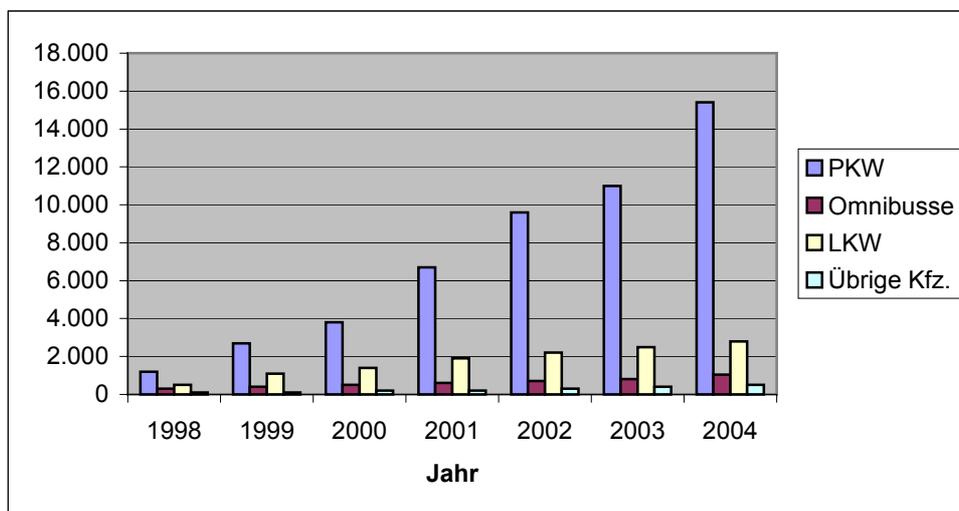
<sup>109</sup> Stand Januar 2005: 1,06 € pro Liter Normalbenzin, durchschnittlicher Erdgaspreis 0,70 € pro Kilogramm.

<sup>110</sup> Erläuterung der Umrechnung: Beispiel: 0,70 €/kg Erdgas dividiert durch den Heizwert (13,16 kWh/kg) und multipliziert mit dem jeweiligen Heizwert der Kraftstoffe Benzin (8,77 kWh/Ltr.) bzw. Diesel 9,86 kWh/Ltr.).

Nach Berechnungen des Bundesverbandes der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) spart ein Autofahrer mit einem Fahrzeug der Mittelklasse bei einem Durchschnittsverbrauch von sieben Litern Benzin und einer Fahrleistung von 15.000 Kilometern durch ein Erdgasfahrzeug mehr als 600 Euro pro Jahr an Kraftstoffkosten. Auch eine Studie des ADAC kommt zu dem Ergebnis, dass die meisten lieferbaren Erdgas-Modelle schon bei einer Laufleistung von weniger als 10.000 Kilometer pro Jahr niedrigere Kilometerkosten als vergleichbare Benzin- und Dieselfahrzeuge haben.<sup>111</sup> Damit rechnet sich der Kauf eines Erdgasfahrzeugs in Abhängigkeit von der jährlichen Fahrleistung nach spätestens vier bis fünf Jahren, bei Vielfahrern schon deutlich eher. Berücksichtigt man auch noch, dass viele Gasversorgungsunternehmen zusätzliche Anreize durch Zuschüsse zur Umrüstung, durch Tankguthaben und ähnliche Vergünstigungen bieten<sup>112</sup>, ist der höhere Kaufpreis schon nach ein bis zwei Jahren ausgeglichen.<sup>113</sup>

Mit der Steuererleichterung für Erdgas als Kraftstoff im Rahmen der Ökologischen Steuerreform wurde zudem bis 2020 Investitionssicherheit für die breite Markteinführung des Kraftstoffs geschaffen, die zuvor von der Wirtschaft gefordert worden war. Sowohl für die Akteure der Gaswirtschaft, der Mineralöl- und der Automobilindustrie, als auch für die Verbraucher wurde so ein sicherer Planungshorizont für langfristige Investitionen in Tankstellennetz und Fahrzeuge geschaffen. Dies schlägt sich bereits jetzt in der Entwicklung des Bestands an Erdgasfahrzeugen, am Umfang der verfügbaren Serienmodelle sowie in der schnell wachsenden Tankstelleninfrastruktur in Deutschland nieder.<sup>114</sup>

**Abbildung 9: Anzahl der Erdgasfahrzeuge in Deutschland<sup>115</sup>**



<sup>111</sup> ADAC Presseinformation 74/04 vom 17. Februar: „ADAC Kostenvergleich: Gas hängt Diesel und Benzin ab“. Grundlage der Berechnung waren Anschaffungspreis, Wertverlust, Kraftstoff- und Werkstattkosten sowie Verbrauch und Steuern.

<sup>112</sup> Mehr dazu unter <http://www.erdgasfahrzeuge.de/appFrameset.html> unter / Wirtschaftlichkeit / Förderung / lokale Förderung.

<sup>113</sup> [http://www.bmu.de/verkehr/erdgasfahrzeuge/erdgasfahrzeuge\\_im\\_aufwind/doc/2110.php](http://www.bmu.de/verkehr/erdgasfahrzeuge/erdgasfahrzeuge_im_aufwind/doc/2110.php).

<sup>114</sup> Neben den günstigen Kraftstoffpreisen unterstützt eine Reihe von Förderprogrammen und –instrumenten, wie z.B. vom Bund geförderte Demonstrationsprojekte oder Initiativen der lokalen Energiedienstleistungsunternehmen, diese positive Entwicklung.

<sup>115</sup> Schätzung des Bundesverbandes der Gas- und Wasserwirtschaft nach Umrüster und Herstellerangaben. Jeweils. 1. Januar; <http://www.bgw.de/cng> unter Potenzialermittlung, Statistik.

Die Zahl der Erdgasfahrzeuge ist nicht nur absolut gestiegen, sondern Erdgasfahrzeuge machen einen immer größer werdenden Anteil der Bestandsveränderung aus.

**Tabelle 8: Anteil von Erdgasfahrzeugen an der Bestandsveränderung aller Kraftfahrzeuge<sup>116</sup>**

Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Bestandsveränderung Erdgas-Fahrzeuge<sup>117</sup></b>	1.600	3.500	3.680	3.911	4.685	8.070
<b>Bestandsveränderung Kraftfahrzeuge insgesamt<sup>118</sup></b>	746.223	578.482	649.080	243.569	333.285	337.441
<b>Anteil der Erdgasfahrzeuge an Kraftfahrzeugen insgesamt</b>	0,21 %	0,60 %	0,56 %	1,60 %	1,40 %	2,39 %

Derzeit machen Erdgasfahrzeuge knapp 2,5 % der Bestandsveränderung aus. Damit hat sich der Anteil erdgasbetriebener Fahrzeuge in den vergangenen sechs Jahren mehr als verzehnfacht.

Ein wesentlicher Effekt der Ökologischen Steuerreform und der damit verbundenen Steuerbegünstigung für Erdgas besteht darin, dass große Automobilhersteller seitdem in die Serienproduktion von Erdgasfahrzeugen eingestiegen sind.<sup>119</sup> Fast alle Markenhersteller, darunter Opel, Volkswagen, Fiat, Ford, BMW, Volvo, MAN, IVECO, DaimlerChrysler und Mercedes, haben mittlerweile – und die meisten erst seit der langfristigen Festlegung des günstigen Steuersatzes für Erdgas – verschiedene Modelle und Klassen erdgasbetriebener Fahrzeuge in ihrem Angebot.<sup>120</sup> Auch die gestiegene Kundennachfrage trug zur Erweiterung der Angebotspalette bei. Je nach Einsatzbereich kann der Kunde in Deutschland heute schon zwischen mehr als 10 Pkw, 10 Transportern in unterschiedlichen Varianten, verschiedenen Lkw und 20 Bustypen wählen.<sup>121</sup> Weitere Modelle werden in absehbarer Zeit hinzukommen. Gleichzeitig werden Erdgasmotoren leistungsfähiger und umweltschonender,

<sup>116</sup> Der Anstieg gegenüber dem Vorjahr wird in diesem Zusammenhang als Näherung für die Neuzulassungen herangezogen. Das Kraftfahrtbundesamt weist Antriebsarten nur in den Kategorien Ottomotor (Benzin und Gas), Dieselmotor, Wankelmotor, Elektromotor und sonstige Antriebe aus. Die Neuzulassung von Kraftfahrzeugen mit Erdgas als Antriebsart wird nicht gesondert ausgewiesen und somit hier näherungsweise über die Bestandsveränderung bestimmt. Neben fehlendem statistischen Material hat diese Methode auch einen praktischen Grund: bei den Neuzulassungen werden Umrüstungen von alten Fahrzeugen auf Erdgasantrieb nicht berücksichtigt, so dass ein verzerrtes Bild entstehen würde.

<sup>117</sup> Zahlen bis 2000 Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft: Anzahl der Erdgasfahrzeuge in Deutschland, (Oktober 2004); ab 2000 Bestand an erdgas- und flüssiggasgetriebenen Kraftfahrzeugen in Deutschland. Beides online unter: [http://www.bgw.de/de/energiepolitik/erdgasfahrzeuge/cng-marketing/potentialermittlung\\_statistiken](http://www.bgw.de/de/energiepolitik/erdgasfahrzeuge/cng-marketing/potentialermittlung_statistiken)

<sup>118</sup> Kraftfahrtbundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 1970 bis 2005 nach Fahrzeugarten; hier Summe von Personenkraftwagen, Kraftomnibussen und Lastkraftwagen, <http://www.kba.de>.

<sup>119</sup> Mattes (2004), S. 4.

<sup>120</sup> Für eine Liste der gegenwärtigen Modelle; siehe <http://www.erdgasfahrzeuge.de>.

<sup>121</sup> Siehe <http://www.erdgasfahrzeuge.de/appFrameset.html> für eine Übersicht über angebotene Fahrzeugtypen.

denn in den Entwicklungsabteilungen werden deutliche Fortschritte bei der Optimierung auf den Kraftstoff Erdgas gemacht. So hat die Firma Opel/GM – Marktführer bei Erdgas-Serienfahrzeugen in Deutschland und Europa<sup>122</sup> - Anfang 2004 zwei Prototypen eines neuen, leistungsstärkeren Erdgas-Turbomotors vorgestellt, der durch einen verbesserten Wirkungsgrad bei der Verbrennung die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber Benzin um teilweise bis zu 34 Prozent verringert (bisher waren 25 Prozent im Vergleich zu Benzin üblich).<sup>123</sup> Absehbar ist die Entwicklung von „Struktur tanks“, die die Reichweite von Erdgasfahrzeugen deutlich vergrößern. So sollen z.B. im Opel Zafira die üblichen vier einzelnen Erdgastanks durch zwei Struktur tanks mit insgesamt 150 Liter Volumen ersetzt werden. Hierdurch wird eine Steigerung der Reichweite der Fahrzeuge von 400 auf 545 Kilometer angestrebt, also um mehr als ein Drittel.<sup>124</sup>

Erdgasfahrzeuge stellen insbesondere für Unternehmen eine wirtschaftlich attraktive Alternative dar (siehe Innovationsbeispiel 6 auf der folgenden Seite). Gegenwärtig planen unter anderem TNT Express GmbH, die Deutsche Telekom AG, DHL Express Deutschland GmbH, Teile ihrer Fahrzeugflotten auf Erdgas umzustellen, unter anderem auch im Rahmen des BMU-Demonstrationsvorhaben „Für die letzte Meile auf die sichere Seite“.<sup>125</sup>

---

<sup>122</sup> Die Vorreiterrolle von Opel/GM wird auch im Fortschrittsbericht der Bundesregierung (2004) gewürdigt, Seite 181.

<sup>123</sup> Das Erdgasfahrzeug, Ausgabe 3/2004, Seite 7.

<sup>124</sup> Das Erdgasfahrzeug, Ausgabe 4/2003, Seite 9;  
[http://www.erdgasfahrzeuge.de/starhtml/pdfs/Infodienst\\_4\\_03.pdf](http://www.erdgasfahrzeuge.de/starhtml/pdfs/Infodienst_4_03.pdf).

<sup>125</sup> Das Erdgasfahrzeug, Ausgabe 3/2004, Seite 9.

**Innovationsbeispiel 6: Erdgasfahrzeuge bei Deutsche Post World Net und trans-o-flex Schnell-Lieferdienst**

Die Express- und Logistiktochter DHL der Deutsche Post World Net befördert in den Bereichen Express, Paket und Fracht allein in Europa über eine Milliarde Sendungen und 40 Millionen Tonnen Fracht pro Jahr. Die 2002 veröffentlichten Umweltschleitlinien sehen vor, dass dieses Transporte so umweltfreundlich wie möglich gestaltet werden sollen. Dies geschieht zum einen durch optimierte Routenplanung, die Leerfahrten verhindert und die Auslastung der eingesetzten Fahrzeuge verbessert. Zum anderen setzt der Konzern auf eine moderne Fahrzeugflotte, deren regelmäßige Wartung und Fahrerschulungen. Im Rahmen der Umweltschleitlinien und insbesondere der Optimierung der Logistikaktivitäten unter Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten setzt die DHL verstärkt Erdgasfahrzeuge in der Paketzustellung ein. Mit dem Hersteller IVECO wurde für das Jahr 2005 eine Auslieferung von 50 Fahrzeugen vereinbart, der Kauf von 20 weiteren Fahrzeugen ist bereits beschlossen.

Auch die trans-o-flex Schnell-Lieferdienst GmbH hat im Mai 2005 15 Erdgasfahrzeuge in Betrieb genommen. Die Erdgas-Transporter sind Teil einer größeren Bestellung von mehr als 100 Erdgas-Fahrzeugen und stellen einen Eckpfeiler des umfassenden Umweltkonzepts von trans-o-flex dar. Die Erdgas-Transporter werden im Rahmen des Projekts „Für die letzte Meile auf die sichere Seite“ des BMU gefördert. Trans-o-flex stellt fest: „Der Einsatz von Erdgasfahrzeugen ist nicht nur umweltfreundlicher, sondern dürfte langfristig auch kostengünstiger sein als der Einsatz von Dieselfahrzeugen. Der Preis für Erdgas liegt wegen eines bis zum Jahr 2020 festgelegten, besonders geringen Mineralölsteuersatzes um gut 20 Prozent unter dem von Diesel und stellt somit eine echte wirtschaftliche Alternative dar.“

**Quelle:**

Trans-o-flex, Presse-Information vom 10. Mai 2005:

<http://www.trans-o-flex.de/pages/Presseinformationen1.asp?id=1128>.

Deutsche Post World Net, Pressemitteilung vom 13. Mai 2005:

[http://www.dhl.de/dhl?check=yes&lang=de\\_DE&xmlFile=3000708](http://www.dhl.de/dhl?check=yes&lang=de_DE&xmlFile=3000708).

Eine wesentliche Nebenbedingung für die Verbreitung der Erdgasfahrzeuge in Deutschland war die weiträumige Versorgung mit Erdgas durch den Ausbau der Tankstelleninfrastruktur. Seit Einführung der ÖSR hat sich die Anzahl der Erdgastankstellen in Deutschland mehr als verfünffacht.

**Tabelle 9: Erdgastankstellen in Deutschland<sup>126</sup>**

Jahr	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Tankstellen</b>	44	100	160	250	340	405	545

Die Gaswirtschaft hat sich vorgenommen, in Zusammenarbeit mit der Mineralölwirtschaft bis 2007 über 1000 Erdgastankstellen zu errichten, so dass dann jede zehnte Tankstelle in Deutschland Erdgas führen wird und damit eine flächendeckende Versorgung sichergestellt wird.<sup>127</sup> Damit dieses Ziel erreicht wird, investiert die deutsche Gaswirtschaft in den

<sup>126</sup> Zahlen von <http://www.gibgas.de/german/fahrzeuge/historie.html>.  
<sup>127</sup> Strecker (2004), Seite 3.

kommenden Jahren rund 250 Millionen Euro. Derzeit werden in Deutschland monatlich rund 15 Erdgastankstellen eröffnet.<sup>128</sup>

Auch in Zukunft wird die Bedeutung von Ergasfahrzeugen in Deutschland erheblich wachsen. Schätzungen gehen von einem deutlich ansteigenden Marktanteil von Erdgasfahrzeugen aus. Das Aufkommen an Erdgasfahrzeugen in Deutschland wird für 2005 auf 36.000, für 2007 auf 95.000 und für 2011 auf eine halbe Million Fahrzeuge prognostiziert.<sup>129</sup> Diese Entwicklung geht mit dem starken Ausbau der Tankstelleninfrastruktur einher.

---

<sup>128</sup> <http://www.erdgasfahrzeuge.de/appFrameset.html>.

<sup>129</sup> Statistik von <http://www.bgw.de/cng>; andere Länder, wie z.B. Brasilien und Argentinien verfügen schon gegenwärtig über jeweils mehr als eine halbe Millionen Erdgasfahrzeuge. Siehe *Gas Vehicles Report, April 2004*.

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Innovationstätigkeit von Unternehmen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, unter denen die Ökologische Steuerreform nur einen Einflussfaktor darstellt. Dennoch lassen sich Innovationswirkungen ausmachen, die direkt oder indirekt der Ökologischen Steuerreform zugeschrieben werden können. Indem sie die Entwicklungsrichtung des technischen Fortschritts hin zu energiesparenden Innovationen verändert und verstärkt, hat die Ökologische Steuerreform zur ökologischen Modernisierung beigetragen.<sup>130</sup> Im Wesentlichen trägt die Ökologische Steuerreform auf drei Arten zu diesem Prozess bei:

- Die Ökologische Steuerreform hat zusätzliche **finanzielle Anreize** geschaffen, schonender mit Energieressourcen umzugehen, so dass sich Investitionen in energieeffiziente Produkte schneller amortisieren. Dies ist sowohl durch eine Verteuerung der Energieträger als auch durch Sonderregelungen zugunsten einer effizienten Energienutzung und erneuerbarer Energien erfolgt. Die Senkung der Lohnnebenkosten unterstützt diese Innovationswirkung tendenziell, da Innovationsprozesse und die anschließende Diffusion meist arbeitsintensiv sind – etwa die Forschung und Entwicklung selbst, aber auch die Energieberatung und die Installation energiesparender Technik.
- Insbesondere hat die Ökosteuer zur **Planungssicherheit für Investitionen** beigetragen, da sie im Gegensatz zu den erratischen Bewegungen des Ölpreises vorhersehbar und planbar ist. Dies wirkt sich insbesondere bei Investitionen in die Forschung und Entwicklung, aber auch bei der Anschaffung neuer Anlagen und Produkte aus.
- Neben den finanziellen Anreizen und der gesteigerten Investitionssicherheit ging von der Ökologischen Steuerreform eine **Signalwirkung** aus. Die Debatte um die Ökologische Steuerreform hat bei Verbrauchern und Unternehmen das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer sparsamen und rationellen Energienutzung gestärkt, so dass das Kriterium Energieverbrauch stärker in die Kauf- und Investitionsentscheidungen einfließt.<sup>131</sup> Über den *market pull*-Effekt werden so Anreize für weitere Innovationen und für die stetige Weiterentwicklung und Verbreitung von energieeffizienten Geräten geschaffen.

Der Schwerpunkt dieser Studie lag auf den Impulsen, die von der vorhersehbaren und maßvollen Anhebung der Energiepreise im Rahmen der Ökologischen Steuerreform auf Innovationen und die Diffusion energiesparender Produkte ausgegangen sind.

In einigen Bereichen, wie dem Treibstoffverbrauch im Verkehr oder dem Energieverbrauch privater Haushalte, hat in den letzten Jahren eine bedeutsame Entwicklung stattgefunden. So ist z.B. seit 1999 – erstmals in den letzten fünfzig Jahren – der Kraftstoffverbrauch in Deutschland in mehreren aufeinander folgenden Jahren rückläufig, obwohl der Kraftfahrzeugbestand kontinuierlich steigt. Dies ist im Wesentlichen dem gesunkenen Kraftstoffverbrauch der Fahrzeugflotte zu verdanken, aber auch dem steigenden Anteil des öffentlichen Personenverkehrs, des CarSharings, der verbrauchsarmen Autos und der

---

<sup>130</sup> Zum Begriff der ökologischen Modernisierung siehe auch S. 5

<sup>131</sup> Knigge & Görlach (2004a), S. 21.

Erdgasautos. Das gerade in den letzten Jahren auch maßgeblich durch die ÖSR gestiegene Energiebewusstsein in Firmen und privaten Haushalten schlägt sich ebenfalls in der Entwicklung energieeffizienterer Produkte nieder. Als Indikatoren für die wachsende Bedeutung solcher energieeffizienter Produkte können z.B. die Preisentwicklung, die technische Weiterentwicklung oder die Marktdurchdringung innovativer Produkte und Techniken herangezogen werden, wie anhand der untersuchten Beispiele belegt werden konnte:

- **Marktdurchdringung:** Angebot und Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen in den untersuchten Bereichen haben seit der Einführung der Ökologischen Steuerreform stark zugenommen. Einzelne Produkte und Dienstleistungen, wie z. B. erdgasbetriebene Kraftfahrzeuge oder Energiespar-Contracting, haben erst begonnen, ihr Marktpotenzial zu erschließen. Sie zeichnen sich dementsprechend durch große Wachstumsraten aus: So hat sich die Anzahl der Erdgasautos zwischen 1998 und 2004 in etwa verzehnfacht. Im Jahr 2004 war etwa jedes vierzigste zusätzliche Auto ein Erdgasauto. Der Marktanteil von erdgasbetriebenen Fahrzeugen an der Bestandsänderung stieg seit 1998 um mehr als das Zehnfache. Andere Güter, wie z. B. die Energiesparlampe, werden bereits als Massenprodukte von breiten Teilen der Bevölkerung benutzt.

Energiesparende Produkte und Dienstleistungen werden dabei nicht nur von privaten Verbrauchern, sondern in wachsendem Maße auch von Unternehmen, Kommunen und anderen öffentlichen Institutionen eingesetzt. Beispiele für den Einsatz von energieeffizienten und durch die Ökologische Steuerreform begünstigten Produkten in Unternehmen sind erdgasbetriebene Taxis oder die Umstellung eines Teil des Fuhrparks großer Unternehmen auf Erdgas, etwa bei Paketdiensten oder im öffentlichen Personennahverkehr, aber auch Energieeinspar- und Energieliefer-Contracting werden immer häufiger von Unternehmen und öffentlichen Institutionen in Anspruch genommen.

- **Preisliche Entwicklung:** Die Verbreitung innovativer Produkte am Markt ging vielfach mit einer Preissenkung einher, da die Herstellungskosten durch Massenproduktion verringert werden konnten. Ein Beispiel hierfür sind die Energiespar- und LED-Lampen, deren Preise in den letzten Jahren erheblich gesunken sind und die sich weiter zur Massenware entwickelt haben. Zudem sind durch die Ökologische Steuerreform die Kosten energieintensiver Konkurrenzprodukte im Vergleich zu den energieeffizienten Innovationen gestiegen. Die Ökologische Steuerreform hat Rahmenbedingungen geschaffen, die dazu beitragen, innovativen Technologien zu einem höheren Marktanteil zu verhelfen.
- **Technische Weiterentwicklung und Produktdifferenzierung:** Mit der Verbreitung innovativer Produkte und Dienstleistungen am Markt ist eine Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung der Produktpalette zu beobachten. So hat sich beispielsweise die Zahl der Automodelle, die serienmäßig als Erdgasfahrzeuge angeboten werden, in den letzten Jahren deutlich erhöht. Ebenso gibt es Energiesparlampen in den verschiedensten Wattstärken, Größen, Weißtönen und Formen. Neben der Erweiterung der Produktpalette haben sich aber auch die Produktqualitäten weiterentwickelt. Anfängliche Probleme, wie z.B. das häufig „kalt“ erscheinende Licht von Energiesparlampen, konnten behoben werden. Bei Motoren von Erdgasfahrzeugen sowie bei wärmeisolierenden Fenstern konnte die Isolierungswirkung und damit die Energieeffizienz gesteigert werden.

Die Entwicklung der untersuchten energieeffizienten Produkte und Dienstleistungen macht deutlich, dass die Ökologische Steuerreform einen spürbaren Einfluss gehabt hat, auch wenn sich der Beitrag der Ökologischen Steuerreform in der Regel nicht genau quantifizieren lässt. In Einzelfällen wie z. B. der Verbreitung erdgasbetriebener Fahrzeuge war die Ökologische Steuerreform sogar ein ganz wesentlicher, wenn nicht ausschlaggebender Faktor für Innovation und Diffusion.

## 6 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie liefert eine ex-post Analyse der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Entwicklung und Diffusion innovativer Produkte und Dienstleistungen. Dabei hat das Vorhaben deutlich gemacht, dass Innovationsprozesse direkt oder indirekt mit der Ökologischen Steuerreform in Verbindung gebracht werden können. Darüber hinaus lässt sich eine Anzahl von Schlussfolgerungen ziehen, die sowohl für die Bewertung der Effekte der Ökologischen Steuerreform als auch für ihre mögliche Weiterentwicklung von Bedeutung ist:

- Für eine Bewertung der Innovationswirkung gilt es generell zu beachten, dass die Ökologische Steuerreform erst 1999 eingeführt wurde und dass die Anhebung der Energiesteuern im Rahmen der ÖSR schrittweise erfolgte. Hieraus ergibt sich zum einen, dass viele Investitionen erst mit späteren Erhöhungsschritten rentabel geworden sind. Zum anderen liegen die üblichen Substitutionszyklen für viele Investitionsgüter, wie Fahrzeugen, Maschinen oder Gebäuden, bei mehr als fünf Jahren, und sind damit länger als der Zeitraum seit Einführung der Ökologischen Steuerreform. Somit wurde über viele Investitionsgüter, die heute genutzt werden, in der Zeit vor Einführung der Ökologischen Steuerreform entschieden. Daher ist zu erwarten, dass die hier beschriebenen Wirkungen der Ökologischen Steuerreform auf energiesparende Innovationen und deren Diffusion in Zukunft noch deutlicher zu Tage treten werden.
- Für die Entwicklung der Energiepreise seit 1999 sind die zusätzlichen Belastungen durch die ÖSR tatsächlich nur ein kleinerer Faktor, während der weitaus größere Einfluss von den steigenden Ölpreisen ausgegangen ist. So ist der Weltmarktpreis für Rohöl seit der Einführung der Ökologischen Steuerreform von 12-15 US\$ pro Barrel (Brent) auf zuletzt über 60 US\$ angestiegen.<sup>132</sup> Selbst wenn diese Entwicklung durch den Anstieg des Eurokurses gegenüber dem Dollar zuletzt gemildert wurde, ist der durchschnittliche Preis für leichtes Heizöl von 1998 bis 2004 um 81% (von 22 auf 40 Cent pro Liter) angestiegen. Ähnliche Entwicklungen gelten für Erdgas (von 28 auf 43 Cent pro m<sup>3</sup>, plus 53%) und für Benzin (von 79 Cent auf 1,11 Euro, plus 41%).<sup>133</sup> Der Anteil der Ökologischen Steuerreform an diesem Preisanstieg ist mit 2 Cent/l bei leichtem Heizöl, 4 Cent/m<sup>3</sup> bei Erdgas und 15 Cent/l bei Benzin vergleichsweise gering. Der Einfluss der öffentlichen Debatte zur Ökologischen Steuerreform dürfte jedoch weit über die rein rechnerischen Anteile hinausgehen, so dass die Schaffung von Bewusstsein auch ein ganz zentraler Effekt der Ökologischen Steuerreform ist.

Im Gegensatz zu den Mehrbelastungen, die durch einen Anstieg der Rohölpreise entstehen, gilt für die Zahlungen im Rahmen der Ökologischen Steuerreform, dass erstens die Kosten vorhersehbar und kalkulierbar sind, und dass zweitens das Aufkommen nicht nur im Lande bleibt, sondern über die gesenkten Rentenbeiträge größtenteils wieder an die Verbraucher und Unternehmen zurückfließt. Ungeachtet dessen tragen sowohl die Ökologische Steuerreform als auch der Anstieg der Ölpreise zu einem

<sup>132</sup> Quelle: Energieagentur Nordrhein-Westfalen, <http://www.ea-nrw.de/infografik>.

<sup>133</sup> Angaben inkl. Mehrwertsteuer. Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: Energiedaten – Zahlen und Fakten. <http://www.bmwa.bund.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten>.

gestiegenen Bewusstsein für Energiekosten bei. So herrscht in weiten Teilen der Industrie und der Bevölkerung die Einstellung vor, dass die derzeitigen hohen Ölpreise nicht nur ein vorübergehendes Phänomen sind.<sup>134</sup> Falls die Energiepreise in den Kauf- und Investitionsentscheidungen von Verbrauchern und Unternehmen auf diese Weise eine stärkere Rolle spielen, wird dies den bereits eingeleiteten Trend hin zu sprit- und energiesparenden Techniken noch verstärken und dazu beitragen, dass Produkte und Dienstleistungen wie Erdgasautos und Contracting ihre beträchtlichen Marktpotenziale weiter erschließen.

- Es gilt zu beachten, dass die Entwicklung einer Innovation von der Erfindung bis zur Marktdurchdringung einige Zeit braucht. Techniken, die heute größere Verbreitung erreichen, wie etwa die Kraft-Wärme-Kopplung oder LED, waren schon lange vor Einführung der Ökologischen Steuerreform bekannt und haben durch diese einen weiteren Schub bei der Marktdurchdringung erhalten. Dagegen sind jüngere Techniken wie die Brennstoffzelle, die vornehmlich in den letzten Jahren seit Einführung der Ökologischen Steuerreform entwickelt wurden, noch von der Marktreife entfernt. Dies beschränkt sich nicht auf energieeffiziente oder umweltfreundliche Innovationen – andere, heute gängige Techniken wie Mobilfunk oder Digitalfotografie haben ebenfalls einige Jahre gebraucht, um sich vom Nischenprodukt zu einem Massenprodukt zu entwickeln. Insofern sind keine Beispiele von Innovationen bekannt, bei denen die Ökologische Steuerreform die gesamte Entwicklung „vom Labor bis in den Supermarkt“ begleitet hätte. Vielmehr hat sie sichtbare Effekte primär bei Innovationen gehabt, die schon vorher bestanden, und deren Diffusion beschleunigt. Da für die Umwelteffekte letztendlich die Marktdurchdringung entscheidend ist, hat die Ökologische Steuerreform hier den beabsichtigten Effekt erzielt.
- Die Ökologische Steuerreform gibt Anreize zur Erhöhung der Energieeffizienz quer durch alle Arten von Produkten und Techniken und durch alle Phasen des Produktions- und Konsumprozesses. Es liegt in der Natur der Sache, dass sich solche integrierten Verbesserungen schwerer identifizieren lassen als dies etwa bei nachgeschalteten *end-of-pipe*-Techniken der Fall ist. Am deutlichsten sichtbar sind die Effekte der Ökologischen Steuerreform in solchen Bereichen, in denen die Ökologische Steuerreform nicht allein durch die Anreizwirkung höherer Energiepreise wirksam wurde, sondern in denen einzelne Techniken durch Sonderregelungen zusätzlich gezielt gefördert wurden. Dies betrifft insbesondere den Bereich der Erdgasautos und der Kraft-Wärme-Kopplung.
- Einige der hier beschriebenen Innovationen, insbesondere Erdgasautos und Contracting, sind vor allem in Unternehmen erfolgreich eingesetzt worden, während die Akzeptanz bei privaten Haushalten geringer ist. Für einige Produkte liegt dies darin begründet, dass der Energieverbrauch in Haushalten zu gering ist, als dass sich etwa der Aufwand eines Contracting-Vertrages für den einzelnen Haushalt lohnen würde (anders sieht es bspw. für Mehrfamilienhäuser aus). Für andere der beschriebenen Produkte ist die Nutzung

---

<sup>134</sup> Die Annahme dauerhaft hoher Ölpreise wurde von verschiedenen Wirtschaftsexperten unterstützt, darunter Klaus Matthies (HWWA), Claudia Kemfert (DIW Berlin) und Ifo-Präsident Hans-Werner Sinn. Auch das Frühjahrsgutachten der EU-Kommission vom April 2005 (S. 12) geht davon aus, dass der durchschnittliche Ölpreis in den Jahren 2005 und 2006 bei etwa 50 US\$ bleiben wird, und sieht sogar ein Risiko eines weiteren Preisanstiegs, siehe [http://europa.eu.int/comm/economy\\_finance/publications/european\\_economy/2005/ee2005en.pdf](http://europa.eu.int/comm/economy_finance/publications/european_economy/2005/ee2005en.pdf).

bislang noch aufwändiger als für Konkurrenzprodukte, etwa im Fall der Erdgasautos mit einer bislang geringeren Dichte an Tankstellen. Hinzu kommt auch, dass Privatkunden in ihrem tatsächlichen Verhalten weniger sensibel auf Preisänderungen reagieren als dies für Unternehmen der Fall ist. Dies liegt einerseits daran, dass in Unternehmen ein stärkerer Druck zur Kostensenkung besteht, und andererseits daran, dass sich Dienstleistungen wie das Energie-Contracting an den bestehenden Trend zum Outsourcing anschließen.

- Für private Verbraucher werden die beschriebenen Innovationen erst dann relevant, wenn sie benutzerfreundlich, preisgünstig und kompatibel für den Massenmarkt sind (siehe etwa Energiesparlampen und LEDs). Voraussetzung für die Marktdurchdringung ist, dass in der Nutzung kein Unterschied zu alternativen Produkten spürbar ist, oder dass die energieeffizienteren Produkte einen Zusatznutzen bringen, wie etwa Langlebigkeit oder geringere Wartungsintensität des Produkts. Zudem dürfen energieeffiziente Produkte nicht wesentlich teurer sein als herkömmliche – selbst wenn der höhere Anschaffungspreis innerhalb weniger Jahre durch eingesparte Energiekosten ausgeglichen wird. Die bislang häufig nur schleppende Verbreitung energiesparender Innovationen in Haushalten ist offensichtlich nicht einem mangelnden Umweltbewusstsein geschuldet: Wie zuletzt in einer Studie des Umweltbundesamtes dargelegt, ist das Bewusstsein für Umweltprobleme und der Wunsch nach Lösungen weiterhin ausgeprägt.<sup>135</sup> Als Erklärungsfaktor für die langsame Verbreitung bleibt damit vor allem ein Mangel an Informationen über energiesparendes Verhalten und sparsame Produkte. Ein weiterer Grund ist der Unterschied zwischen den Absichten und angeblichen Verhaltensweisen, die in einer Umfrage genannt werden, und dem tatsächlichen Verhalten der Leute.
- Weite Teile der deutschen Industrie sehen die Ökologische Steuerreform nach wie vor als Wettbewerbsnachteil. Diese Sichtweise ist jedoch einseitig, denn die Ökologische Steuerreform hat im Jahr 2002 per Saldo zu einer Nettoentlastung des Produzierenden Gewerbes geführt. Insgesamt wurden das Produzierende Gewerbe und die Landwirtschaft, für die wegen ihrer Konkurrenzfähigkeit im internationalen Wettbewerb Sonderregelungen innerhalb der Ökosteuer gelten, um 150 Millionen Euro entlastet – insbesondere der Maschinen- und Fahrzeugbau sowie die elektrotechnische Industrie. Gleichzeitig haben sich zahlreiche Unternehmen durch die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, durch energiesparende Maßnahmen im Betrieb und durch die Einführung innovativer Produkte und Geschäftsmodelle erfolgreich auf die neuen Rahmenbedingungen eingestellt.<sup>136</sup> Gerade in Zeiten dauerhaft hoher Ölpreise und knapper werdender Ressourcen wird die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen in zunehmendem Maße von solchen Innovationen abhängen.

---

<sup>135</sup> Umweltbundesamt (2004): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004, im Internet unter: <http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2792.pdf>.

<sup>136</sup> Knigge und Görlach (2004b).

## 7 Literatur

- Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch (2003): Die Ökologische Steuerreform - Vorteil für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Im Internet unter: [http://www.asue.de/veroff/bhkw/image/oeko\\_steuerreform\\_2003.pdf](http://www.asue.de/veroff/bhkw/image/oeko_steuerreform_2003.pdf).
- Bach, Stefan (2004): Be- und Entlastungswirkung der Ökologischen Steuerreform nach Produktionsbereichen. Berlin.
- Baum, Herbert; Pesch, Stephan (1994): Untersuchung der Eignung von Car-Sharing im Hinblick auf Reduzierung von Stadtverkehrsproblemen, Köln.
- BDI (2004a): Nachhaltige Mobilität für Wachstum und Beschäftigung. Vorschläge des BDI für eine zukunftsfähige Verkehrspolitik, Stand: 25. 5. 2004. Bundesverband der Deutschen Industrie.
- BDI (2004b): Für ein attraktives Deutschland. Freiheit wagen – Fesseln sprengen. BDI-Gesamtreformkonzept, Stand: 28. 6. 2004. Bundesverband der Deutschen Industrie.
- Blesl, Markus; Dicke, N. ; Fahl, Ulrich ; Voß, Alfred ; Weber, C. (2000): Entwicklung eines Effizienzkriteriums für eine klimaschutzorientierte KWK-Förderung. Projektbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart.
- Bundesministerium der Finanzen (2003): „Die Förderung des Umweltschutzes im Deutschen Abgabenrecht einschließlich der Ökologischen Steuer- und Finanzreform“ Fachblick Finanz- und Wirtschaftspolitik, Berlin, online abrufbar: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/foerderung\\_umweltschutz.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/foerderung_umweltschutz.pdf).
- Bundesministerium der Finanzen (2004): „Bilanz der Ökologischen Steuerreform“, Berlin, online abrufbar: [http://www.bundesfinanzministerium.de/cln\\_03/nn\\_4142/DE/Steuern/Oekologische\\_Steuerreform/Grundlagen/5237.html](http://www.bundesfinanzministerium.de/cln_03/nn_4142/DE/Steuern/Oekologische_Steuerreform/Grundlagen/5237.html).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Positive Umwelteffekte der Ökologischen Steuerreform. Umwelt 2/2002.
- Bundesregierung (2004): „Fortschrittsbericht 2004 - Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“, online abrufbar: [http://bundesregierung.de/Anlage740735/pdf\\_datei.pdf](http://bundesregierung.de/Anlage740735/pdf_datei.pdf).
- Bundesverband Privatwirtschaftlicher Energie-Contracting Unternehmen e.V. (2005): Contracting – Mehr als Energie, im Internet unter: [http://www.pecu.de/index\\_con.html](http://www.pecu.de/index_con.html).
- Cansier (1996): Umweltökonomie, 2. Aufl., Stuttgart: Lucius und Lucius.
- Energieagentur Nordrhein-Westfalen (2002): Ein Leitfaden zur Projektabwicklungsform Contracting, im Internet unter: [http://www.ea-nrw.de/database/data-datainfopool/Contractin\\_Leitfaden\\_NRW.pdf](http://www.ea-nrw.de/database/data-datainfopool/Contractin_Leitfaden_NRW.pdf).
- Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages (1994): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Bonn.

- EurEnDel (2004): Technology and Social Visions for Europe's Energy Future - A Europe-wide Delphi Study – Summary Report. Im Internet unter: [http://www.izt.de/pdfs/eurendel/results/eurendel\\_final\\_summary.pdf](http://www.izt.de/pdfs/eurendel/results/eurendel_final_summary.pdf).
- Europäische Kommission (2003a): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates, COM(2003) 453, Brüssel.
- Europäische Kommission (2003b): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen, COM(2003) 739, Brüssel.
- Europäische Kommission (2004): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament gemäß Artikel 251 Absatz 2 Unterabsatz 2 EG-Vertrag betreffend den vom Rat angenommenen gemeinsamen Standpunkt im Hinblick auf den Erlaß einer Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinien 92/42/EWG, 96/57/EG und 2000/55/EG des Rates, COM(2004) 800, Brüssel.
- Förderverein Ökologische Steuerreform (2005) im Auftrag von WWF Schweiz & Greenpeace Schweiz: Die Schweizer CO<sub>2</sub> Abgabe im europäischen Vergleich, im Internet unter: <http://www.foes-ev.de/downloads/studyger.pdf>.
- Förderverein Ökologische Steuerreform (Hrsg.) (2004) UMSTEUERN – FÖS-Memorandum 2004 - Forderungen des FÖS zur Weiterführung der Ökologisch-Sozialen Steuer- und Finanzreform, München.
- Hemmelskamp, Jens (1997): Umweltpolitik und Innovationen - Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge, in: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, Nr. 4, 481-511.
- Hennicke, Peter/Jochem, Eberhard/Prose, Friedemann (1999): Mobilisierungs- und Umsetzungskonzepte für verstärkte kommunale Energiespar- und Klimaschutzaktivitäten. Endbericht. Karlsruhe, Kiel, Wuppertal, Institut für Psychologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel. Der Endbericht ist kapitelweise auch im Internet erhältlich: <http://www.nordlicht.uni-kiel.de/publik>.
- Hirsch, Seev (1967): Location of Industry and International Competitiveness. Oxford: Clarendon Press.
- Hirschl, Bernd (2000): Energy Contracting in Germany, Heidelberg: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.
- Horbach, Jens, Joseph Huber und Thomas Schulz (Hrsg.) 2003: Nachhaltigkeit und Innovation – Rahmenbedingungen für Umweltinnovation, München: Ökom.
- Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (2004): Zeitstrategien ökologischer Innovationspolitik bei Wohngebäuden, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin. Im Internet unter: <http://www.ioew.de/home/downloaddateien/ZeitstrategienInnovationspolitik.pdf>.

- Interwies, Eduard; Daniel Blobel; Patrick ten Brink, R. Andreas Kraemer (2002): Ökosteuern – Stand der Diskussion und der Gesetzgebung in Deutschland, auf der EU-Ebene und in den anderen europäischen Staaten. Berlin. Im Internet unter: [http://www.ecologic.de/download/projekte/1850-1899/1880/1880\\_oekosteuer\\_de.pdf](http://www.ecologic.de/download/projekte/1850-1899/1880/1880_oekosteuer_de.pdf).
- Jaffe et. al. (2002): Environmental Policy and Technological Change, in: Environmental and Resource Economics 22, Seiten 41-69.
- Jänicke, Martin (2001): Ökologische Modernisierung als Innovation und Diffusion in Politik und Technik: Möglichkeiten und Grenzen eines Konzepts, FFU-Report 00-01. Berlin. Im Internet unter: [www.fu-berlin.de/ffu/download/rep\\_00-01.PDF](http://www.fu-berlin.de/ffu/download/rep_00-01.PDF).
- Jänicke, Martin und Klaus Jacob (2002): Ecological Modernization and the Creation of Lead Markets. FFU-Report 03-2002. Berlin, Forschungsstelle für Umweltpolitik, FU Berlin. Im Internet unter: [http://www.fu-berlin.de/ffu/download/rep\\_2002-03.pdf](http://www.fu-berlin.de/ffu/download/rep_2002-03.pdf).
- Jasch, Christine und Gabriele Hrauda (2000): Ökologische Dienstleistungen „Markt der Zukunft“, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (Hrsg.), Schriftenreihe 28/00, Wien.
- Klemmer, Paul & Friedrich Hinterberger (Hrsg.) (1999): Ökoeffiziente Dienstleistungen. Dokumentation einer Workshopreihe zur Intensivierung der Branchenkommunikation. Wuppertal Texte. Birkhäuser.
- Knigge, Markus & Benjamin Görlach (2004a): Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform auf private Haushalte. Berlin: Ecologic. Im Internet unter: <http://www.ecologic.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1155>.
- Knigge, Markus & Benjamin Görlach (2004b): Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Unternehmen. Berlin: Ecologic. Im Internet unter: <http://www.ecologic.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1155>.
- Kohlhaas, Michael (2005): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Ökologischen Steuerreform Berlin.
- Krebs, Carsten & Danyel Reiche (1998): Ökologische Steuerreform - Die neue Mehrzweckwaffe? In: Der deutsche Steuerstaat in der Finanzkrise, Politische Bildung, 2/98, Seiten 23–38. Im Internet unter: [http://www.netcity.de/oekosteuer/blaetter2\\_98\\_b.htm](http://www.netcity.de/oekosteuer/blaetter2_98_b.htm).
- Krugman, Paul (1979): A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income. Journal of Political Economy Vol. 87 (2), Seiten 253-66.
- Mattes, Bernhard (2004): Interview in: Das Erdgasfahrzeug, Ausgabe 3/2004, Seite 4.
- Meixner, Horst (2005): Präsentation des Vortrags von Horst Meixner und der hessenENERGIE GmbH auf der Veranstaltung "Perspektiven dezentraler Energiesysteme" des Bundesumweltministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Minsch et al. (1996): Mut zum ökologischen Umbau. Innovationsstrategien für Unternehmen, Politik und Akteurnetze. Basel: Birkhäuser.
- OECD (1997): Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. 2<sup>nd</sup> ed., Paris.

- Pehnt, Martin (2001): Ökologische Nachhaltigkeitspotentiale von Verkehrsmitteln und Kraftstoffen, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., im Internet unter: <http://www.dlr.de/fw/forschung/projekt/smob/mobil.pdf>.
- Porter, M. E., und C. van der Linde, (1995): Towards a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives* 9 (4), Seiten 97–118.
- Porter, M.E. (1991): Nationale Wettbewerbsvorteile: erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt, München.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002): Umweltgutachten 2002 - Für eine neue Vorreiterrolle, Berlin: Deutscher Bundestag, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/8792, Im Internet unter: <http://www.umweltrat.de>.
- Rennings, Klaus (2000): Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics* 32/2000, Seiten 319–332.
- Rotter, Frank (2004): Contracting für Bundesliegenschaften, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 54 Jg., Heft 11, S. 759–763.
- Schering AG (2003): Konzernumweltbericht 2003, im Internet unter: [http://www.schering.de/scripts/KUB2003/index.php?page=de\\_download](http://www.schering.de/scripts/KUB2003/index.php?page=de_download).
- Schumpeter, Joseph A. S. (1911): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus.* München, 8. Auflage
- Statistisches Bundesamt (2004): Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft, 11/2004, Wiesbaden, im Internet zu Bestellen unter <http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1016269&cmspath=struktur,vollanzeige.csp&CSPCHD=000000010002hg6GuYHz9O1752572878>.
- Strecker, Siegbert (2004): Interview in: *Das Erdgasfahrzeug*, Ausgabe 3/2004, Seite 3.
- Thomas, Stefan (2004): Energieeffizienz – die „vergessene“ Reserve, *Die Politische Meinung* Nr. 419.
- Trägerkreis Erdgasfahrzeuge (2003) und (2004): Informationsdienst: „Das Erdgasfahrzeug“, im Internet unter: <http://www.erdgasfahrzeuge.de/appFrameset.html>.
- Trend research - Institut für Trend- und Marktforschung (2003): *Der Markt für Contracting in Deutschland bis 2010 – Marktvolumen, Erfolgsfaktoren, Wettbewerb.*
- Umweltbundesamt (1999): *Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung – Empfehlungen zur Berücksichtigung des Umweltschutzes in der öffentlichen Verwaltung und im Einkauf.* München: Franz Vahlen.
- Umweltbundesamt (2002): *Ökosteuer – sparen oder zahlen?*, Berlin. Im Internet unter: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/oekosteuer.htm>.
- Umweltbundesamt (2003): *Neues zum Thema Leerlaufverluste*, Ausgabe 2003/1, zu Beziehen über das Umweltbundesamt, im Internet unter: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/2580.htm>.

- US Department für Energie US-Verband der optoelektronischen Industrie (2001): The Promise of Solid-State Lighting for General Illumination, Conclusions and Recommendations from OIDA Technology Roadmap.
- Verband für Wärmelieferung e.V. (2005): Der Verband für Wärmelieferung e.V. in Zahlen.
- Vernon, Raymond (1966) „International Investment and International Trade in the Product Life Cycle,” *Quarterly Journal of Economics*, 80, Seiten 190-207.
- Wehnert, Timon, Wolfram Jörß, Rolf Kreibich (2004): Telematik im kommunalen Energiemanagement - Strategien zur Erschließung von Energie- und Kostenreduktionspotentialen. Peter Lang Verlag, Frankfurt.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2003). Bedeutung von Erdgas als neuer Kraftstoff im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung, Kurzzusammenfassung online abrufbar unter [http://www.wupperinst.org/download/4189\\_report\\_dt.pdf](http://www.wupperinst.org/download/4189_report_dt.pdf).
- Zundel, Stefan; Jan Nill und Christian Sartorius (2004): Zeitstrategien ökologischer Innovationspolitik, Berlin.