

ENERGIE TRIALOG SCHWEIZ

# AUSWIRKUNGEN VON ENERGIEEFFIZIENZ-MASSNAHMEN AUF INNOVATION UND BESCHÄFTIGUNG

Inputpapier für den Energie Dialog Workshop vom 25. Oktober 2007  
Zürich, 17. Oktober 2007

Stephan Hammer, Christian Schneider, Dr. Rolf Iten, INFRAS

in Zusammenarbeit mit  
Dr. Rainer Walz, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung



inFRAS

INFRAS

GERECHTIGKEITSGASSE 20  
POSTFACH  
CH-8027 ZÜRICH  
t +41 44 205 95 95  
f +41 44 205 95 99  
ZUERICH@INFRAS.CH

MÜHLEMATTSTRASSE 45  
CH-3007 BERN

WWW.INFRAS.CH

## INHALT

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>WIRKUNGSMODELL</b>	<b>4</b>
2.1.	ENERGIEEFFIZIENZ-MASSNAHMEN	5
2.2.	AUSLÖSENDE IMPULSE	5
2.3.	INNOVATIONS- UND DIFFUSIONSWIRKUNGEN	6
2.4.	AUSWIRKUNGEN AUF WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG	11
<b>3.</b>	<b>AUSWIRKUNGEN AUF INNOVATION UND BESCHÄFTIGUNG</b>	<b>14</b>
3.1.	INNOVATIONS- UND DIFFUSIONSWIRKUNGEN	15
3.2.	AUSWIRKUNGEN AUF WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG	19
<b>4.</b>	<b>TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER ENERGIEEFFIZIENZ-BRANCHEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH</b>	<b>26</b>
4.1.	INDIKATOREN	27
4.2.	ERGEBNISSE	28
<b>5.</b>	<b>FOLGERUNGEN</b>	<b>31</b>
5.1.	THESEN	31
5.2.	FORSCHUNGSBEDARF	35
	<b>LITERATUR</b>	<b>37</b>

## 1. EINLEITUNG

Der Energie Dialog Schweiz will eine langfristig ausgerichtete, nachhaltige Energiepolitik entwickeln, die insbesondere zur Stärkung der Innovationskraft und der Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz beiträgt. Ein wichtiger Pfeiler dieser Energiepolitik ist die Erhöhung der Energieeffizienz. In diesem Zusammenhang stellen sich aus unserer Sicht folgende Kernfragen:

1. Welche Auswirkungen haben Energieeffizienz-Massnahmen auf Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung? Welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Politik?
2. Wie ist die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen im internationalen Vergleich zu beurteilen? Soll die Politik die internationale Wettbewerbsposition der Schweizer Energieeffizienz-Branchen fördern?

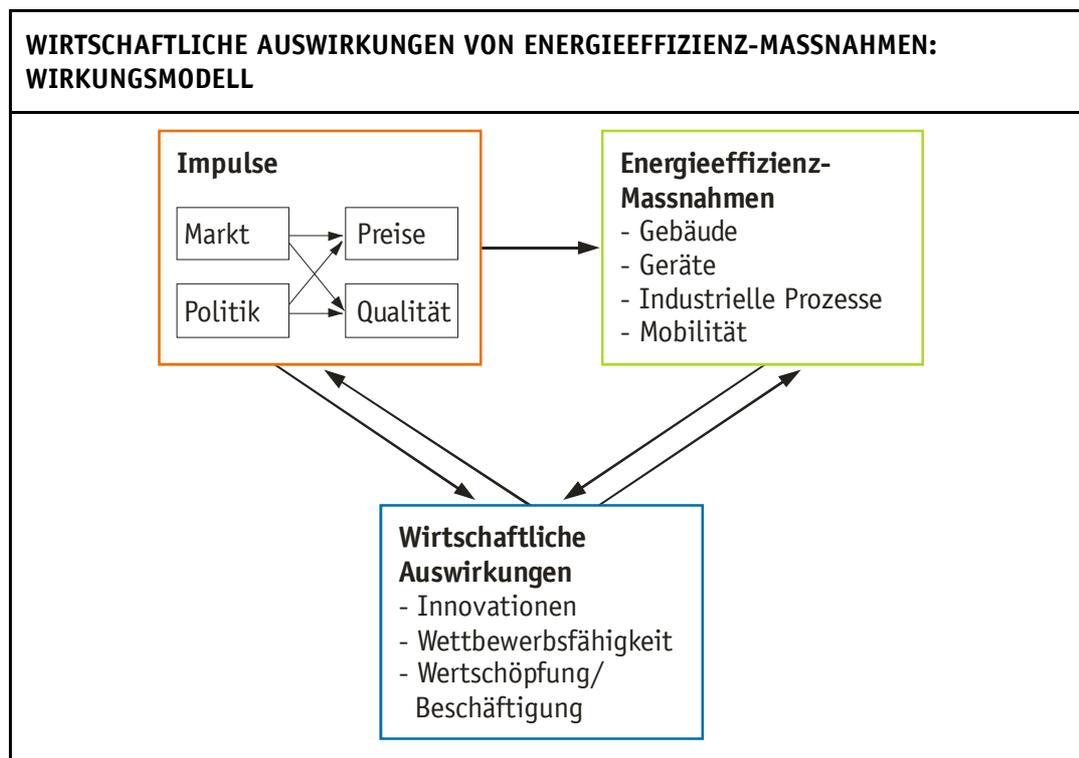
Nachfolgend stellen wir im Sinne eines „State-of-the-Art“ die theoretischen Grundlagen und die Empirie zu den beiden Fragekomplexen dar:

- › In einem ersten Schritt (Abschnitt 2) werden wichtige Begriffe geklärt, und anhand eines theoretischen Wirkungsmodells die Zusammenhänge zwischen wirtschaftlichen und politischen Impulsen, Energieeffizienz-Massnahmen und den Auswirkungen auf Innovation, Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung aufgezeigt.
- › Im dritten Abschnitt fassen wir die empirischen Erkenntnisse zu den Innovations- und Diffusionswirkungen von Energieeffizienz-Massnahmen sowie zu den Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung zusammen. Dabei unterscheiden wir zwischen den Wirkungen autonomer Massnahmen der Wirtschaft (z.B. Einführung eines Umweltmanagementsystems) und Politikmassnahmen (Vorschriften, Informationen und Fördermassnahmen, Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben).
- › Abschnitt 4 stellt anhand von ausgewählten Indikatoren die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen im internationalen Vergleich dar. Angesichts des erwarteten dynamischen weltweiten Wachstums des Marktes für Energieeffizienz-Technologien weist der Spezialisierungsgrad der Schweizer Wirtschaft auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit und möglichen Exportchancen in diesem Technologiebereich hin.
- › Abschnitt 5 enthält zusammenfassende Thesen und zeigt den aus unserer Sicht bestehenden Forschungsbedarf auf.

Inhaltlich beschränken wir unsere Betrachtungen auf die Energieeffizienz-Massnahmen auf der Nachfrageseite. Die Angebotsseite (effiziente Energieproduktion und -umwandlung) berücksichtigen wir nur punktuell (z.B. Exportchancen der Schweizer Wirtschaft, vgl. Abschnitt 4).

## 2. WIRKUNGSMODELL

Die Wirkungszusammenhänge zwischen wirtschaftlichen und politischen Impulsen, Energieeffizienz-Massnahmen und den Auswirkungen auf Innovation, Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung werden nachfolgend anhand eines Wirkungsmodells dargestellt (vgl. Figur 1). Das Wirkungsmodell zeigt auf, welche Wirkungsmechanismen aufgrund von theoretischen Überlegungen zu erwarten sind.



Figur 1 Eigene Darstellung

Nachfolgend werden die verschiedenen Elemente des Wirkungsmodells und die entsprechenden Wirkungszusammenhänge erläutert.

## 2.1. ENERGIEEFFIZIENZ-MASSNAHMEN

Energieeffizienz verstehen wir generell als Reduktion der Energiemenge, die zur Befriedigung eines bestimmten Umfangs an energierelevanten Bedürfnissen (bzw. Energiedienstleistungen) benötigt wird (vgl. Wuppertal-Institut 2002). Die Steigerung der Energieeffizienz bedeutet damit allgemein die Reduktion der Energieintensität. Die Energieeinsparung durch den teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf die Befriedigung von Bedürfnissen ist mit dem Begriff Energieeffizienz nicht gemeint.

Im Bewusstsein, dass Energieeffizienz-Verbesserungen auch durch Verhaltensänderungen erzielt werden können<sup>1</sup>, konzentrieren wir uns nachfolgend in erster Linie auf die Verbreitung energieeffizienter Technologien. Energieeffizienz-Massnahmen verstehen wir somit als Umsetzung einer (technischen) Verbesserung, die zur Steigerung der Energieeffizienz auf der Nachfrageseite führt. Dabei handelt es sich im Allgemeinen um die verbesserte Nutzung bzw. das verbesserte Management vorhandener Geräte, Anlagen, Fahrzeuge und Gebäude (Verbraucherverhalten) und/oder um Investitionen in die Verbesserung der Energieeffizienz von Geräten, Anlagen, Fahrzeugen und Gebäuden (Verbreitung energieeffizienter Technologien). Wichtige Anwendungs- bzw. Nachfragebereiche sind Gebäude, Geräte/Licht/Anlagen, Fahrzeuge (bzw. Mobilität) und industrielle Prozesse.

## 2.2. AUSLÖSENDE IMPULSE

Energieeffizienz-Massnahmen der Haushalte, der Wirtschaft und der öffentlichen Hand können durch wirtschaftliche und politische Impulse ausgelöst werden. Wesentliche Treiber sind in erster Linie eine Erhöhung der Energiepreise und erhöhte Anforderungen an die Produktequalität.

Die gesamtwirtschaftliche Energieintensität (Endenergienachfrage pro BIP-Einheit) sinkt seit Mitte der Achtzigerjahre in der Schweiz kontinuierlich um rund 1 Prozent pro Jahr (Jochem/Jakob 2004). Gemäss den Energieperspektiven des Bundesamtes für Energie (BFE 2007) kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend bis 2035 fortsetzt. Dieser autonome technische Fortschritt resultiert aus der Umsetzung rentabler Massnahmen ohne zusätzliche Eingriffe der Politik in den Markt. Die Wirtschaft bemüht sich um die stetige Verbesserung der Energieeffizienz, wenn der Produktionsprozess energieintensiv ist

<sup>1</sup> Im Grünbuch der EU über Energieeffizienz (EC 2005) und der europäischen Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen vom April 2006 wird das Verbraucherverhalten neben der Verbesserung energieeffizienter Technologien explizit als zentraler Pfeiler der Energieeffizienz-Politik erwähnt.

(z.B. Zementindustrie) oder die Energieeffizienz der Produkte ein wichtiges Wettbewerbs-element darstellt (z.B. Haushaltgeräte).

Das Potenzial für Energieeffizienz-Massnahmen wird jedoch bei Weitem nicht ausgeschöpft. Für die Schweiz wird das heutige technisch-wirtschaftliche Energieeffizienz-Potenzial auf 20 bis 30 Prozent geschätzt (EnergieSchweiz/BFE 2007).<sup>2</sup> Unter Berücksichtigung der technologischen Entwicklung kann angenommen werden, dass sich das technische Einsparpotenzial bis im Jahr 2035 je nach Anwendungsbereich auf 30% bis 70% erhöhen wird. Die Hemmnisse und Marktunvollkommenheiten, die der Umsetzung von Energieeffizienz-Massnahmen entgegenstehen, sind hinlänglich untersucht. Sie umfassen im Wesentlichen Informations- und Ausbildungsdefizite, finanzielle Investitionshemmnisse, strukturelle und rechtliche Hemmnisse sowie die fehlende Integration der externen Kosten des Energieverbrauchs (vgl. u.a. EC 2005, IEA 2006, Enquête-Kommission 2002, Schmid 2004).

Politikmassnahmen zur Förderung der Energieeffizienz lassen sich durch die beschriebenen Marktunvollkommenheiten begründen, insbesondere durch die fehlende Internalisierung der externen Kosten der Energienutzung. Aufgrund von Externalitäten stellt die Politik auch ein wichtiger Impulsgeber für Energieeffizienz-Innovationen dar (vgl. Abschnitt 2.3.).

Die wichtigsten Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz sind marktwirtschaftliche Instrumente (Steuern/Abgaben und handelbare Zertifikate), die über die Veränderung der Energiepreise wirken, und/oder Vorschriften, die maximale Energieverbrauchsstandards definieren und damit die Qualität der Produkte regeln. Weiter kann die Energieeffizienz mit Informationsmassnahmen, freiwilligen Vereinbarungen und finanziellen Anreizen gefördert werden.<sup>3</sup>

### 2.3. INNOVATIONS- UND DIFFUSIONSWIRKUNGEN

Die wirtschaftlichen und politischen Impulse zur Steigerung der Energieeffizienz können vielfältige Innovationen auslösen. Innovation verstehen wir als erstmalige marktmässige Anwendung von als neu wahrgenommenen Produkten, Prozessen und Problemlösungen, beispielsweise der Marktorganisation und Funktions- sowie Bedürfnisinnovationen (vgl.

2 Die EU-Kommission schätzt in ihrem Grünbuch zur Energieeffizienz (EC 2005), dass die EU mindestens 20 Prozent ihres gegenwärtigen Energieverbrauchs auf „kosteneffektive“ Weise einsparen könnte. Dies entspricht einem Gegenwert von EUR 60 Mia. pro Jahr. McKinsey 2007 schätzt das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial für Deutschland bis 2020 auf 30 Prozent. Rund zwei Drittel der Massnahmen seien über ihre jeweilige Nutzungsdauer wirtschaftlich. In den meisten Fällen entstehe durch unmittelbare Energieeinsparung ein direkter wirtschaftlicher Vorteil.

3 Für eine Übersicht über Klimapolitikinstrumente siehe u.a. IPCC 2007.

INFRAS 1998). Neue Energieeffizienz-Massnahmen stellen so genannte inkrementelle Innovationen dar, die eine effizientere Nutzung von Ressourcen und Energie umfassen und meist das Ergebnis eines Lernprozesses der beteiligten Akteure sind. Demgegenüber führen radikale Innovationen, bei denen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eine bedeutende Rolle spielen, zu neuartigen Lösungen und zu einem Austausch eines grossen Teils des vorhandenen Wissens, der Fähigkeiten, Produkte, Prozessverfahren und Produktionsanlagen (INFRAS/Fh-ISI 2005).

Im Sinne der neueren Innovationsforschung stellen Innovationen das Ergebnis eines evolutorisch ablaufenden Prozesses dar, in dem die drei Phasen Invention, Innovation und Diffusion durch zahlreiche Rückkoppelungsschlaufen miteinander verbunden sind (INFRAS/Fh-ISI 2005). In diesem heuristischen Prozess spielen die Vernetzung und Lernprozesse zwischen verschiedensten Akteuren im Rahmen eines Innovationssystems eine zentrale Rolle (vgl. DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007, Walz 2006). Da die Diffusion von Neuerungen mit der Innovation verbunden und hinsichtlich der energetischen sowie wirtschaftlichen Auswirkungen bedeutend ist, werden nachfolgende Diffusionsprozesse von neuen Energieeffizienz-Massnahmen (bzw. -Technologien) ebenfalls betrachtet. Im Sinne des Konzepts der ökologischen Modernisierung (Jänicke/ Jacob 2005)<sup>4</sup> sollte zudem die Innovation und Diffusion der unterstützenden Politikmassnahmen betrachtet werden (vgl. Figur 2).

Innovationen können in Unternehmen durch das verfügbare technologische Know-how („Technology-push“-Hypothese) oder die Nachfrage nach neuen Problemlösungen bzw. bestehenden Marktchancen („Demand-pull“-Hypothese) ausgelöst werden. In der Innovationsforschung besteht mittlerweile ein Konsens, dass sowohl angebots- als auch nachfrageseitige Bestimmungsfaktoren Innovationen beeinflussen (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). In Anlehnung an Porter (1999) können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit über Innovationen durch drei Strategien steigern: 1. Kostenreduktion, 2. Produktdifferenzierung und 3. reduzierte Transaktionskosten aufgrund verbesserter „Stakeholder“-Beziehungen (vgl. auch INFRAS/Fh-ISI 2005).

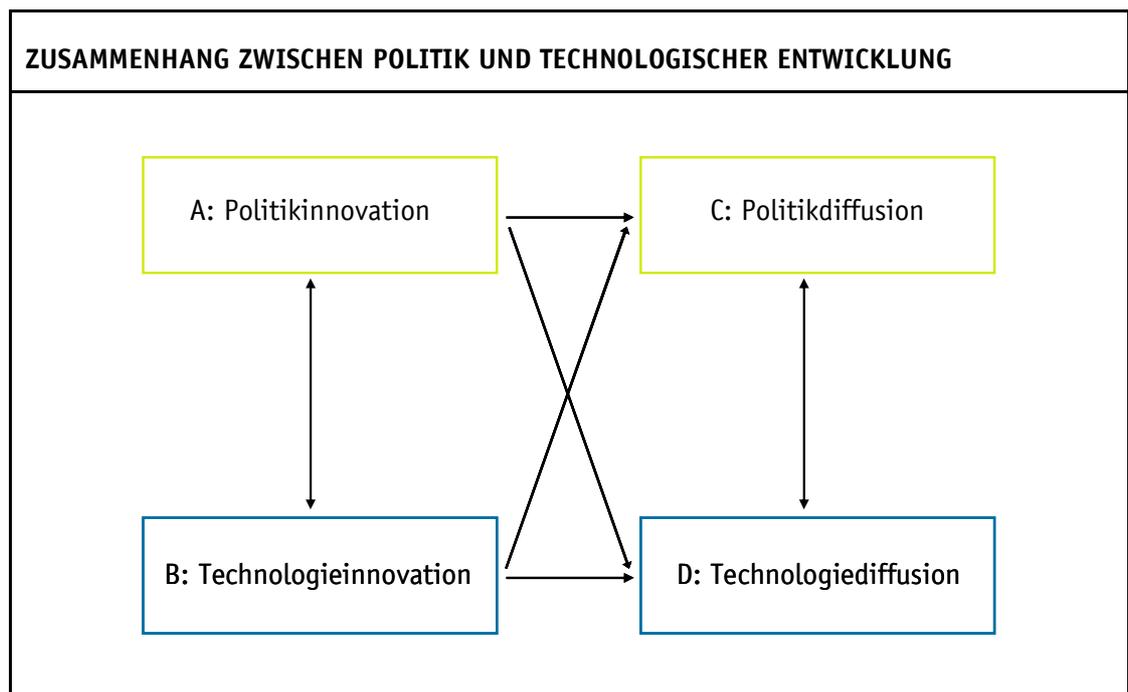
Neben eigenen Anstrengungen der Unternehmen, über Energieeffizienz-Innovationen die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, betont die Innovationsforschung die zentrale Bedeutung der Politik für Innovationen in und die Diffusion von Energieeffizienz-Massnah-

4 Jänicke/Jacob 2005 definieren den Prozess der ökologischen Modernisierung wie folgt: „By ‚ecological modernisation‘ we understand the innovation and diffusion of marketable environmentally friendlier applied technologies, including the innovation and diffusion of supporting policies.“

men. Die Notwendigkeit staatlicher Eingriffe wird durch eine doppelte Externalität begründet (vgl. DIW/Fh-ISI, Roland Berger 2007):

- › Erstens weisen Innovationen in Energieeffizienz-Massnahmen wie andere Innovationen in der Phase der Invention und Markteinführung einen „Free Rider“-Anreiz auf, indem die Unternehmen von einem Nachzug profitieren können (so genannte „Spillover-Effekte“).
- › Zweitens entsteht in der Phase der Diffusion aufgrund der mit dem Energieverbrauch einhergehenden externen Effekte ein Anreiz für die Unternehmen, ungenügend in die Innovation und die Diffusion dieser Energieeffizienz-Massnahmen zu investieren.

Porter/van der Linde 1995 erachten staatliche Anreize zur Innovationsförderung im Umweltbereich ebenfalls als sehr wichtig und begründen diese mit Marktunvollkommenheiten (u.a. Informationsdefizite, ungenügende Innovationskultur in Unternehmen).



Figur 2 Quelle: Jänicke/Jacob 2005

Das Zusammenspiel zwischen Politikmassnahmen (inkl. Politikinnovation und -diffusion) und technologischer Entwicklung ist komplex und kann vielfältige Muster annehmen (vgl. Figur 2). Nach Jänicke/Jacob 2005 stellt die autonome Innovation und Diffusion von Technologien (Muster B → C in Figur 2) eine Ausnahme dar und beschränkt sich v.a. auf Effizienzverbesserungen in Unternehmen. In der Regel ist die Politik an der Innovation und der Diffusion von Technologien beteiligt. Dabei dient die Politik in erster Linie der Diffusion

von Technologien. Zudem kann beobachtet werden, dass die Politik gleichzeitig effizienzverbessernde (bzw. inkrementale) Innovationen unterstütze (Muster  $B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D$  oder  $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$  in Figur 2). Ebenfalls eine Ausnahme stellen politisch forcierte technologische Innovationen dar (so genannte „Technology forcing“, Muster  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  in Figur 2). Im internationalen Zusammenhang wird die Bedeutung der Politikdiffusion betont (vgl. DIW/ Fh-ISI/Roland Berger 2007 in Figur 2). Einerseits ist die Demonstration der technologischen Machbarkeit auf nationaler Ebene oft Voraussetzung einer internationalen Diffusion der Technologie. Andererseits ist die Politikdiffusion häufig eine notwendige Voraussetzung für eine Technologiediffusion, insbesondere wenn diese aus Sicht der Unternehmen noch nicht wirtschaftlich ist. Falls die technologische Innovation das Potenzial besitzt, sich auch ohne eine Politikdiffusion international auszubreiten, kann letztere die Ausbreitung der Technologie beschleunigen.

Zusammenfassend kann die nationale Politik Innovationen in Energieeffizienz-Massnahmen und deren Diffusion durch drei Stossrichtungen unterstützen (vgl. Jänicke/ Jacob 2005):

- › Erstens kann sie die Infrastruktur zur Generierung, zum Transfer und zur Anwendung von neuem Wissen (bzw. von Innovationen) verbessern. Diese Stossrichtung umfasst die traditionelle Innovationspolitik, die primär auf die finanzielle Unterstützung von Forschung und Entwicklung ausgerichtet ist.
- › Zweitens hat sie die Möglichkeit, die Nachfrage nach Energieeffizienz-Massnahmen durch eine gezielte Energieeffizienz-Politik zu fördern.
- › Drittens kann sie über Transfermechanismen darauf abzielen, die internationale Politikdiffusion zu beschleunigen und zu einem Wachstum der internationalen Nachfrage nach Energieeffizienz-Technologien beitragen.

Die Frage, von welchen Politikinstrumenten die stärksten Innovations- bzw. Diffusionsanreize ausgehen, ist in der Vergangenheit kontrovers diskutiert worden:

- › Von der Theorie des induzierten technischen Wandels<sup>5</sup> (bzw. der Hypothese induzierter Innovationen) lässt sich ableiten, dass ein kontinuierlicher finanzieller Anreiz für die Innovationswirkung entscheidend ist. Dementsprechend wird angenommen, dass markt-

5 Gemäss der neoklassischen Theorie des induzierten technischen Wandels werden Innovationen durch eine Veränderung der relativen Preise bewirkt. Beispielsweise bewirke ein relativer Anstieg der Lohnkosten Innovationen in Richtung eines arbeitssparenden technischen Wandels (vgl. INFRAS/Fh-ISI 2005).

wirtschaftliche Instrumente aufgrund ihrer dynamischen Anreizwirkung im Vergleich zu Vorschriften stärkere Innovationswirkungen entfalten (vgl. INFRAS/Fh-ISI 2005).

- › Die neuere Innovationsforschung zeigt jedoch, dass eine nachfrageseitig orientierte Innovationspolitik ebenfalls bedeutend ist (vgl. u.a. Walz 2006, DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). Die Entwicklung und die Verbreitung von Innovationen sind v.a. dann wahrscheinlich, wenn ein entsprechender Markt besteht und sich die erforderlichen Investitionen der Unternehmen mindestens mittel- bis langfristig auszahlen. Instrumente wie z.B. Information und Ausbildung sowie Vorschriften und Fördermassnahmen dienen der Nachfragesteigerung nach Energieeffizienz-Massnahmen und können dadurch Innovationen auslösen und v.a. deren Diffusion beschleunigen.
- › Neben der Instrumentenwahl spielen im Innovationsprozess aus politischer Sicht auch „weiche“ Einflussfaktoren wie die Problemwahrnehmung, die Akteurskonfiguration und der Politikstil eine massgebliche Rolle (Walz 2004, DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007).

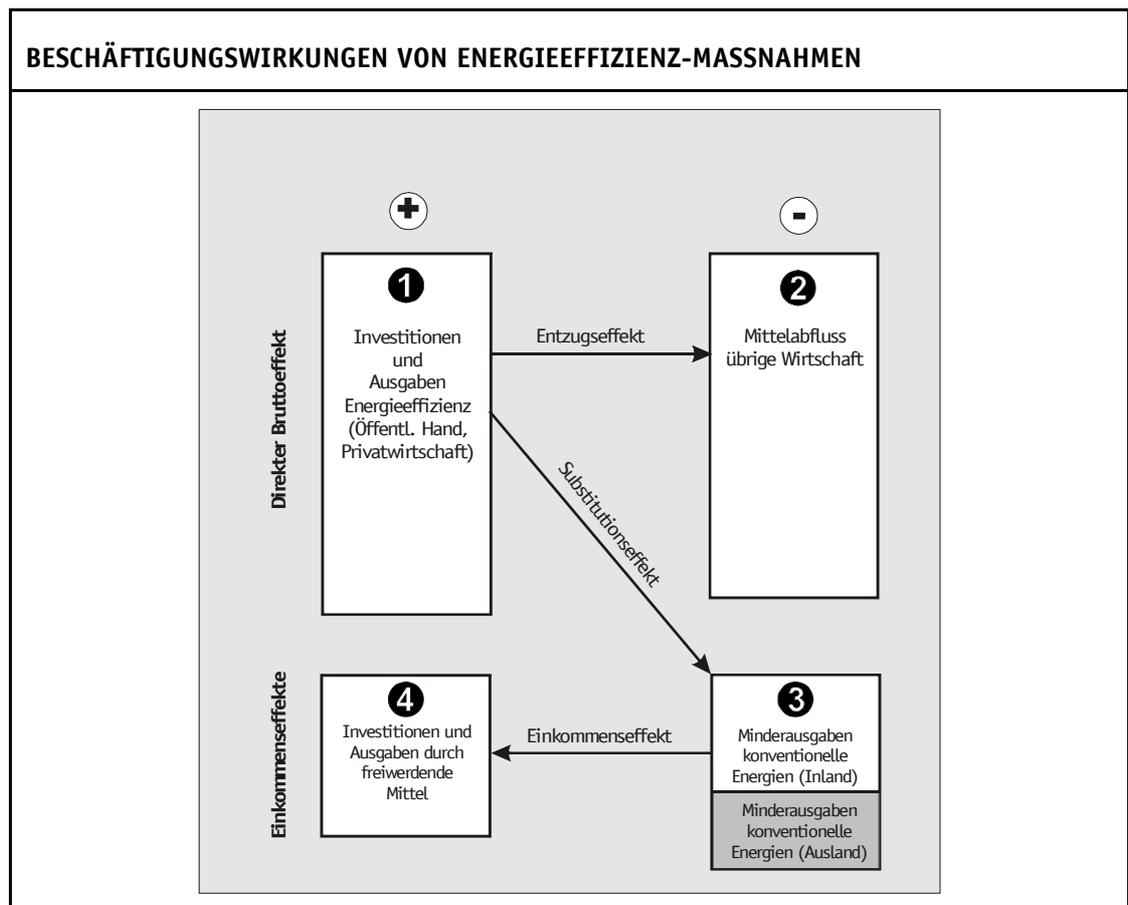
Festzuhalten ist, dass die Innovation und die Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen von der Instrumentenwahl und weiteren politischen Faktoren beeinflusst werden. Marktwirtschaftliche Instrumente dürften aufgrund ihrer dynamischen Anreizwirkung über die relativen Preise im Vergleich zu Vorschriften in vielen Fällen stärkere Innovationswirkungen entfalten (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). Eine Kombination verschiedener energie- und innovationspolitischer Instrumente ist dem Einsatz einzelner Instrumente vorzuziehen.

Dabei ist der Bedeutung des nationalen Innovationssystems besondere Bedeutung beizumessen. Das Innovationssystem umfasst das Zusammenspiel zwischen dem industriellen System (inkl. Finanzsystem), dem Forschungs- und Ausbildungssystem sowie dem politischen System.<sup>6</sup> Dabei haben technologiespezifische Innovationsnetzwerke, in denen auf der Unternehmensseite Systemhersteller, Zulieferer und Anwender oder Kunden zusammen arbeiten, eine besondere Bedeutung. Sie bilden die Wissensbasis für Technologiecluster, die häufig regional konzentriert sind (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). Seitens der Politik sollten Innovationen bei Energieeffizienz-Technologien neben der Energiepolitik durch weitere Politikbereiche gefördert werden (z.B. Forschungs- und Bildungspolitik, Wirtschaftspolitik, Entwicklungszusammenarbeit etc.).

<sup>6</sup> Jochem 2005 stellt das schweizerische Innovationssystem bezüglich Energieeffizienz-Technologien dar.

## 2.4. AUSWIRKUNGEN AUF WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG

Hinsichtlich der wirtschaftlichen Auswirkungen von Energieeffizienz-Massnahmen und entsprechenden Innovationen ist zwischen einer kurzfristigen, statischen und einer längerfristigen, dynamischen Sichtweise zu unterscheiden.



Figur 3 Quelle: INFRAS 2007

In der kurzfristigen Betrachtungsweise führen Investitionen in Energieeffizienz-Massnahmen zu folgenden Teileffekten (vgl. Figur 3):

1. Energieeffizienz-Massnahme von Haushalten und Unternehmen führen zu vermehrten Investitionen in energieeffiziente Produkte und Dienstleistungen. Sofern diese Produkte und Dienstleistungen von inländischen Unternehmen durchgeführt (oder angeboten) werden, resultiert ein direkter positiver Beschäftigungseffekt.

2. Die Investitionen in Energieeffizienz-Massnahmen führen zu einem Mittelabfluss aus den übrigen Branchen. Dieser indirekte „Entzugseffekt“ führt zu negativen Beschäftigungseffekten in diesen Branchen.
3. Die Energieeffizienz-Massnahmen führen zur Substitution herkömmlicher Energien und damit zu einem direkten negativen Beschäftigungseffekt in diesen Branchen. Ein Teil dieses Effekts entsteht im Ausland (v.a. Minderausgaben für fossile Energieträger).
4. Aus den Minderausgaben für herkömmliche Energien (v.a. fossile Energieträger) resultiert ein Einkommenseffekt bei den Haushalten und Unternehmen, der zu zusätzlichen Investitionen und Ausgaben und damit zu einem indirekten Beschäftigungseffekt führt.

Der Gesamteffekt auf die Beschäftigung hängt vom Ausmass der „Umlagerung“ der Wertschöpfung vom Ausland (Ausgaben für fossile Energieträger) ins Inland (zusätzliche Wertschöpfung bei den „Energieeffizienz-Branchen“) und der Arbeitsproduktivität je Wertschöpfungseinheit der „Gewinner- und der Verliererbranchen“ ab. Zusätzlich sind die Auswirkungen der von den Unternehmen getätigten Investitionen auf die Produktionskosten bzw. ihre Wettbewerbsfähigkeit zu berücksichtigen. Da die Investitionskosten in der Regel durch reduzierte Energiekosten kompensiert werden, ist nach Fh-ISI 2001 keine (deutliche) Steigerung der Produktionskosten der Anwender zu erwarten.

Die Wirkungen der ausgelösten Innovationen auf die Wettbewerbsfähigkeit kann mit der Porter-Hypothese verdeutlicht werden. Gemäss der Porter-Hypothese (Porter 1999, Porter und van der Linde 1995) kann eine strikte Umweltpolitik über Innovationen die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens, einer Branchen oder eines ganzen Landes verbessern. Dabei sind zwei Wirkungsmechanismen zu unterscheiden:

- › Erstens kann eine strikte Umweltpolitik Unternehmen zu Innovationen (v.a. Effizienzsteigerungen) veranlassen, die zu Kostensenkungen führen, die die Zusatzkosten der Regulierung kompensieren oder überkompensieren. Dieser Teil der Porter-Hypothese kann durch eine breite empirische Evidenz belegt werden (vgl. Jänicke/Jacob 2005, DIW/Fh-ISI/ Roland Berger 2007).
- › Zweitens kann eine strikte nationale Umweltpolitik über Innovationen zu einem technologischen Vorsprung und damit zu Wettbewerbsvorteilen und Exportchancen einheimischer Unternehmen und Branchen führen (so genannte „First Mover Advantage“-Hypothese). Wichtige Voraussetzung für den Export dieser Technologien ist eine entsprechende Nachfrage im Ausland, die durch die internationale Politikdiffusion gefördert werden kann. Damit eine nationale Vorreiterrolle in der Umweltpolitik über den Qualitätswettbewerb

bzw. eine frühzeitige Spezialisierung zu einer verbesserten Wettbewerbsposition führt, müssen jedoch eine Reihe von weiteren Voraussetzungen erfüllt sein, z.B. Erschwerung neuer Markteintritte im Heimmarkt, richtiger Zeitpunkt der Politikdiffusion, keine Standortverlagerungen ins Ausland (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). Die „First Mover Advantage“-Hypothese bildet den Gegenstand einer laufenden wissenschaftlichen Debatte. Die vorliegenden empirischen Arbeiten unterstützen im Allgemeinen die Porter-Hypothese bzw. zeigen, dass eine ambitionöse Umweltpolitik die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes nicht verschlechtert (Jänicke/Jacob 2005, vgl. auch Abschnitt 3.2.).

Im Zusammenhang mit der „First Mover Advantage“-Hypothese bzw. den Exportmöglichkeiten im Bereich Energieeffizienz-Technologien sind zudem folgende zwei Konzepte von Bedeutung:

- › Damit sich die auf dem Heimmarkt entwickelten Innovationen auf ausländischen Märkten durchsetzen, müssen sie im internationalen Qualitätswettbewerb bestehen. Damit stellt sich die Frage nach der technologischen internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen. Die diesbezüglichen komparativen Vor- und Nachteile eines Landes können anhand des Konzepts der „Spezialisierung“ beurteilt werden (Fh-ISI 2006a). Entsprechende empirische Ergebnisse für die Schweiz werden in Abschnitt 4 dargestellt.
- › Angesichts der erwarteten weltweiten dynamischen Zunahme der Nachfrage nach Energieeffizienz-Technologien messen die EU und v.a. Deutschland der Führungsposition in diesem Technologiebereich auf dem Weltmarkt aus ökonomischer Sicht eine grosse Bedeutung bei (EC 2007a, 2007b und 2006a, BMU 2006a und 2006b). Innovationen und eine hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit bei den Energieeffizienz-Technologien werden als Chancen betrachtet, über die erfolgreiche Beteiligung an einem internationalen Wachstumsmarkt längerfristig Wachstum und Beschäftigung zu erhöhen. Aus deutscher Sicht verschafft die technologische Führerschaft in den „grünen“ Märkten (u.a. Energieeffizienz-Technologien) im globalen Wettbewerb entscheidende Vorteile und ist damit eine Voraussetzung für zukünftiges Wachstum und Beschäftigung. Der notwendige ökologische Strukturwandel soll durch eine „Ökologische Industriepolitik“ seitens des Staates aktiv beschleunigt werden (BMU 2006b). In diesem Zusammenhang wird dem Konzept des so genannten „Lead Markts“ eine grosse Bedeutung beigemessen. „Lead Märkte“ sind geografische Startpunkte für einen globalen Diffusionsprozess (Jänicke/Jacob 2005). Aus „Lead Märkten“ setzen sich im Heimmarkt entwickelte technologische Lösungen weltweit durch,

so dass sich für heimische Unternehmen Exportschancen ergeben, die entsprechende Wertschöpfung und Beschäftigung generieren (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007). Die Forschung in diesem Bereich (vgl. DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007, Walz 2006) hat verschiedene Faktoren identifiziert, die die Wahrscheinlichkeit eines nationalen Marktes erhöhen, zum Lead Markt zu werden. Neben der Vorreiterrolle bei der Entwicklung und der Einführung neuer technischer Lösungen wurden fünf Bedingungen im Heimmarkt identifiziert, die als „Lead-Markt-Faktoren“ bezeichnet werden (DIW/Fh-ISI/Roland Berger 2007): Preis- oder Kostenvorteile, Nachfragevorteile, Exportvorteile, Transfervorteile und Marktstrukturvorteile.

### 3. AUSWIRKUNGEN AUF INNOVATION UND BESCHÄFTIGUNG

Nachfolgend stellen wir die Ergebnisse empirischer Arbeiten zum Zusammenhang zwischen wirtschaftlichen und politischen Impulsen, Innovation und Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen und zu den Auswirkungen auf die Wertschöpfung sowie die Beschäftigung dar. Dabei konzentrieren wir uns in erster Linie auf die Schweizer Literatur. Ergänzend werden ausgewählte Ergebnisse zu EU-Ländern dargestellt, jedoch ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Bei der Darstellung der Wirkungen unterscheiden wir jeweils zwischen den Wirkungen autonomer Massnahmen der Wirtschaft (z.B. Einführung eines Umweltmanagementsystems) und Politikmassnahmen (Vorschriften, Informationen und Fördermassnahmen, Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben).

Generell ist zu bemerken, dass die empirische Evidenz zu den Zusammenhängen zwischen den Energieeffizienz-Massnahmen und den Auswirkungen auf Innovation sowie Beschäftigung relativ „dünn“ ist. Einerseits bestehen erst seit kurzer Zeit Erfahrungen mit bestimmten energiepolitischen Massnahmen (z.B. Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben). Zweitens ist die empirische Auseinandersetzung mit den entsprechenden Fragen ein junges Forschungsfeld. Insbesondere sind die Innovations- und Diffusionswirkungen von energiepolitischen Massnahmen kaum (bzw. nur sehr punktuell) untersucht. Hinsichtlich der Auswirkungen energiepolitischer Massnahmen auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung besteht eine einigermaßen gesicherte empirische Evidenz zu verschiedenen energiepolitischen Instrumenten (z.B. Vorschriften, Information und Förderprogramme). Die Auswirkungen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben sind jedoch v.a. ex ante anhand von ökonomi-

schen Modellen, jedoch kaum ex post untersucht worden. Zudem werden die Innovationswirkungen und die Vermeidung von externen Kosten (v.a. vermiedene Kosten des Klimawandels) in den bisherigen Modellen ungenügend berücksichtigt.

### 3.1. INNOVATIONS- UND DIFFUSIONSWIRKUNGEN

#### **Autonom stattfindende Innovations- und Diffusionswirkungen**

Auf Unternehmensebene wurden in der Schweiz in erster Linie Umweltinnovationsprozesse wirtschaftlicher und sozialer Änderungen untersucht. Das Thema Energie wurde als wichtiger Teil mitberücksichtigt:

- › Dyllick et al. 1997 untersuchten unternehmerische Umweltschutzstrategien. Anhand von Fallbeispielen zeigen sie, dass die Unternehmen verschiedene Strategien verfolgen, um die Energieeffizienz ihrer Produkte zu verbessern (bzw. den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen): Energieeffizienz-Massnahmen (Energiebilanz und Energiesparprogramme) zur Kostenreduktion, Entwicklung energieeffizienter Produkte und Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Energien aus Imagegründen.
- › Dyllick/Hamschmidt 2000 untersuchten anhand einer Umfrage bei rund 150 Schweizer Unternehmen die Wirksamkeit von Umweltmanagementsystemen (UMS). Während die Unternehmen einen vergleichsweise grossen Nutzen des UMS zur Verbesserung des Images in der Öffentlichkeit und zur Erkennung von Kostensenkungspotenzialen sehen, wird der Nutzen für eine Stärkung der Innovationsfähigkeit als geringer beurteilt.

#### **Politisch induzierte Innovations- und Diffusionswirkungen**

Bei den politisch induzierten Innovations- und Diffusionswirkungen ist zwischen verschiedenen Politikinstrumenten zu unterscheiden.

#### ***Vorschriften***

Die Innovationswirkungen energetischer Vorschriften wurden v.a. anhand von Fallstudien untersucht. Gemäss Walz 2004 bestehen nur sehr wenige statistische Analysen, die den Innovationseffekt von Vorschriften messen. Zudem ergaben sie unterschiedliche Ergebnisse. Hauptprobleme sind fehlende Zeitreihendaten und die Schwierigkeit, Daten für die Indikatoren zur Messung von Kontextfaktoren zu erheben.

Die Innovations- und Diffusionswirkungen der energetischen Vorschriften in der Schweiz im Gebäude- und Gerätebereich sind nicht untersucht. Zu den Innovationswirkun-

gen energetischer Vorschriften ist uns lediglich eine ältere empirische Untersuchung über Heizungen bekannt. Balthasar und Knöpfel (1994) zeigten, dass die Kombination von luft-hygienischen und energietechnischen Vorschriften den Entwicklungsprozess der Verbrennungstechnik beschleunigte:<sup>7</sup>

- › Erstens lenkte und beschleunigte das Setzen lufthygienischer Grenzwerte den Inventionsprozess. Anzumerken ist, dass die Schweiz mit den erlassenen NO<sub>x</sub>-Grenzwerten die strengste Norm Europas einführte.
- › Zweitens führte die Typenprüfung mit ihren sicherheitstechnischen, energetischen und lufthygienischen Vorschriften zur Durchsetzung technischer Mindeststandards und zur Verwendung modernster Verbrennungstechniken (Innovationsprozess).
- › Drittens beschleunigte die regelmässige Feuerungskontrolle die Erneuerung des Heizungsbestands (Diffusionsprozess).

Walz (2004) zeigte am Beispiel zweier energetischer Vorschriften in Deutschland (Wärmeschutzverordnung und Heizungssystemverordnung), dass diese v.a. indirekte Innovationswirkungen auslösten. Analog zu den Informationsinstrumenten stellen die energetischen Vorschriften einen Standard (bzw. Benchmark) dar, der unter dem technisch Machbaren liegt. Ein Innovationswettbewerb führte dazu, dass der Standard übertroffen wurde. Hinsichtlich der Innovationswirkung weist Walz 2004 auf die Bedeutung des Vollzugs, der dynamischen Anpassung der Standards und auf eine langfristig orientierte Energie- und Umweltpolitik hin. Ein weiteres Beispiel von Innovationswirkungen energetischer Vorschriften sind die ambitionierten Emissionsvorschriften des Staates Kalifornien, die einen Einfluss auf die weltweite Autoindustrie ausgeübt haben (Jänicke/Jacob 2005).

Die Diffusionswirkung energetischer Vorschriften ist empirisch wohl kaum umstritten. Die stärksten Diffusionswirkungen erwarten wir von dynamisch ausgestalteten Standards. Beispiele dafür sind der so genannte „Top Runner“-Ansatz Japans und die „Best Regulatory Practice“ Australiens (vgl. INFRAS/EAE 2007).<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Die erlassenen lufthygienischen Grenzwerte für Stickoxid.

<sup>8</sup> In Japan wird der „Top Runner“-Ansatz seit 1998 zur Dynamisierung der energetischen Anforderungen für Geräte angewandt. Dabei bilden die marktbesten Produkte einer Produktkategorie („Top Runner“) den Standard, der von den Produzenten (bzw. Importeuren) im Durchschnitt ihrer neu auf den Markt gebrachten Produkte in einer bestimmten Frist zu erfüllen ist. Der „Top Runner“-Ansatz ist ein dynamischer Benchmarking-Ansatz, der die Verbreitung der „Best Available Technology“ fördert und in Japan sehr erfolgreich war. Australien beobachtet im Gerätebereich mit der „Best Regulatory Practice“ die internationale Entwicklung von Standards. Werden in anderen Ländern weitergehende Standards festgestellt, besteht für die Verwaltungsbehörde die Möglichkeit, ihre Standards an diese weitergehenden Standards anzupassen (INFRAS/EAE 2007). Der Ansatz Australiens ist zugleich ein eindrückliches Beispiel der internationalen Politikdiffusion.

### ***Information und finanzielle Förderung***

In der Schweiz wurden die Innovations- und Diffusionswirkungen von Informationsinstrumenten, der Förderung von Netzwerken und finanzieller Fördermassnahmen an den Beispielen des Programms Energie 2000<sup>9</sup> und des Investitionsprogramms Energie 2000 empirisch untersucht:

- › INFRAS (1998) zeigte anhand einer qualitativen Untersuchung der Aktivitäten von Energie 2000, dass das Programm eine wichtige „Schmiermittel“-Funktion im Innovations-/Diffusionsprozess wahrnahm. Anhand von Beispielen konnte gezeigt werden, dass Energie 2000 die Diffusion von energieeffizienzsteigernden Innovationen massgeblich beschleunigte. Verschiedentlich wurden zudem Produkte-, Funktions- und Bedürfnisinnovationen gefördert, die neue Marktpotenziale eröffneten. Als Beispiele werden die Unterstützung von Mobility, des Labels Energiestadt und des Energie-Modells Schweiz angeführt.
- › Das Investitionsprogramm Energie 2000, das für eine Laufzeit von zwei Jahren (Mitte 1997 bis Mitte 1999) einen Kredit von CHF 64 Mio. zur Förderung privater Investitionen im Energiebereich vorsah, führte durch die Unterstützung bekannter Technologien und Verfahren in erster Linie zur schnelleren Verbreitung des neusten Stands der Energieeffizienz-Technik in den Bereichen Wärmedämmung, Fenstertechnik und Solaranlagen (INFRAS/Interface 1999). Vereinzelt wurden jedoch auch innovative Projekte im Sinne der erstmaligen Markteinführung neuer Lösungen festgestellt (z.B. innovative Projekte im Bereich der Abwärme und Biogasnutzung).

Internationale Erfahrungen lassen zudem erwarten, dass u.a. von Labels und dem öffentlichen Beschaffungswesen Innovations- und Diffusionswirkungen unterstützt werden (Jänicke/Jacob 2005).

### ***Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. ökologische Steuerreform)***

Die von Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben erwarteten Innovations- und Diffusionswirkungen sind empirisch kaum untersucht. Auf europäischer Ebene bestehen folgende Erfahrungen:

- › INFRAS/Ecologic 2007 haben die Erfahrungen verschiedener europäischer Länder (Dänemark, Deutschland, Finnland, Norwegen, Niederlande und Grossbritannien) mit Energiesteuern ausgewertet. Die Innovationswirkung wird in allen betrachteten Ländern mit Aus-

<sup>9</sup> Energie 2000 ist das Vorgängerprogramm von EnergieSchweiz.

nahme von Schweden positiv eingeschätzt. In Schweden war das Steuerniveau vor der Verdoppelung der Steuer zu tief, um Wirkungen erkennen zu können. Dass die Höhe der Steuern eine Rolle spielt, zeigt sich auch in anderen Ländern. Damit sich Innovationswirkungen wie beispielsweise in Dänemark beobachten lassen, ist eine minimale Anreizwirkung notwendig. Die Erfahrungen der untersuchten Länder zeigen, dass die Hypothese der induzierten Innovationswirkung in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien in der Tendenz bestätigt wird. Verschiedene Evaluationen weisen zudem auf die Relevanz der Porter-Hypothese hin.

- › Die Bedeutung der Porter-Hypothese, wonach eine Energiesteuer positive Innovationsanreize setzt, die die Entwicklung energiesparender Technologien auslöst und damit über Kosteneinsparungen zu einem Wettbewerbsvorteil führt, wurde auch im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts (COMETR, vgl. NERI et al. 2007) anhand eines ökonometrischen Modells analysiert. Die Ergebnisse stützen die Porter-Hypothese ebenfalls tendenziell. Erstens konnte am Beispiel energieintensiver Branchen in vier ausgewählten Ländern (Dänemark, Finnland, Deutschland und Grossbritannien) gezeigt werden, dass mit wenigen Ausnahmen ein positiver Zusammenhang zwischen der Energieintensität, der Höhe der Steuer und der Innovationstätigkeit bzw. der Wettbewerbsfähigkeit beobachtet werden kann. Zweitens weisen die ökonometrischen Schätzungen auf einen moderaten, jedoch signifikanten positiven Einfluss der Energiesteuern auf Produkt- und Prozessinnovationen hin.
- › Ecologic 2005b untersuchte die Wirkungen der Ökologischen Steuerreform in Deutschland auf Innovation und Marktdurchdringung anhand von Fallbeispielen. Die Untersuchung zeigt, dass die Ökologische Steuerreform v.a. zur Diffusion innovativer Produkte und Dienstleistungen beigetragen hat (z.B. Erdgasautos, Wärmedämmung, Energiesparlampen etc.). Die Verbreitung innovativer Lösungen hat zudem die technische Entwicklung und die Produktdifferenzierung unterstützt.
- › Am Beispiel zweier österreichischer Unternehmen aus der Papier- bzw. der Nahrungs- und Genussmittelbranche zeigen INFRAS/E.V.A. (1997), dass eine Ökologische Steuerreform mittel- und langfristig zu Innovationen hin zu einem effizienteren Energieeinsatz (v.a. Prozessinnovationen) führen würde. Die Fallstudien verdeutlichen jedoch auch, dass aus Sicht des jeweiligen Unternehmens kurzfristig eine Reihe von Hemmnissen bestehen, die den Energieeffizienz-Innovationen im Wege stehen könnten (z.B. interne Unternehmensorganisation, Widerstand der Kunden etc.).

Die Hypothese der durch Energie- und CO<sub>2</sub>-Steuern induzierten Innovations- und Diffusionswirkungen im Bereich Energieeffizienz wird durch frühere empirische Arbeiten ebenfalls tendenziell bestätigt. Die entsprechenden Literaturlauswertungen zeigen, dass

- › Steigerungen in den relativen Energiepreisen energiesparende Innovationen auslösen. Allerdings sind die statistische Signifikanz dieses Zusammenhangs und auch die Grössenordnung des Einflusses, der auf die Energiepreise entfällt, unterschiedlich (INFRAS/Fh-ISI 2005).
- › marktwirtschaftliche Instrumente die Diffusion neuer Technologien fördern, für das Zustandekommen von Innovationen jedoch noch weitere Faktoren bedeutend sind. Zudem wird festgehalten, dass marktwirtschaftliche Instrumente in der Praxis oft zu schwach ausgestaltet werden, so dass nur schon deshalb keine bedeutenden Innovationseffekte entstehen (INFRAS/E.V.A. 1997).

## 3.2. AUSWIRKUNGEN AUF WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG

### **Autonome Energieeffizienz-Massnahmen der Wirtschaft**

Zu Wirkungen der von den Unternehmen autonom durchgeführten Energieeffizienz-Massnahmen auf die Produktivität und die Beschäftigung sind uns nur wenige empirische Arbeiten bekannt. Generell ist davon auszugehen, dass die auf die Technologien zurückzuführenden spezifischen Effekte eher beschäftigungsmindernd wirken, während die erreichten Kostenreduktionen zu einer Steigerung der Nachfrage, der Produktion und damit auch der Beschäftigung beitragen (INFRAS/Fh-ISI 2005).

Unternehmen, die Umweltmanagementsysteme (UMS) eingeführt haben, gehören tendenziell eher zu den wirtschaftlich erfolgreicherer und innovativerer Unternehmen. Deshalb wird ihnen auch eine höhere Produktivität zugesprochen (INFRAS/Fh-ISI 2005). Gemäss der von Dyllik/Hamschmidt (1999) durchgeführten Befragung haben die UMS zu einer Realisierung leicht erreichbarer Kostensenkungspotenziale geführt. So sieht die Hälfte der befragten Unternehmen einen grossen Nutzen der UMS im Erkennen von Kostensenkungspotenzialen. Kurzfristig wäre damit zwar ein Beitrag zur Produktivitätssteigerung zu erwarten. Mittelfristig wird dies von Dyllik/Hamschmidt (1999) jedoch aufgrund des von den Unternehmen angegebenen vergleichsweise geringen Nutzen der UMS zur Verbesserung der Marktposition eher verneint. Eine mittelfristige Produktivitätssteigerung würde eine Neuausrichtung von UMS als strategisches Managementinstrument erfordern, das die Etablierung von Lernprozessen unterstützt.

### **Politikmassnahmen**

Die wirtschaftlichen Auswirkungen von Politikmassnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind empirisch vergleichsweise gut untersucht. Während bei den Vorschriften und den Informations- sowie Fördermassnahmen v.a. die kurzfristigen Wirkungen im Vordergrund stehen, sind bei den Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. der Ökologischen Steuerreform) auch längerfristige Wirkungen untersucht worden.

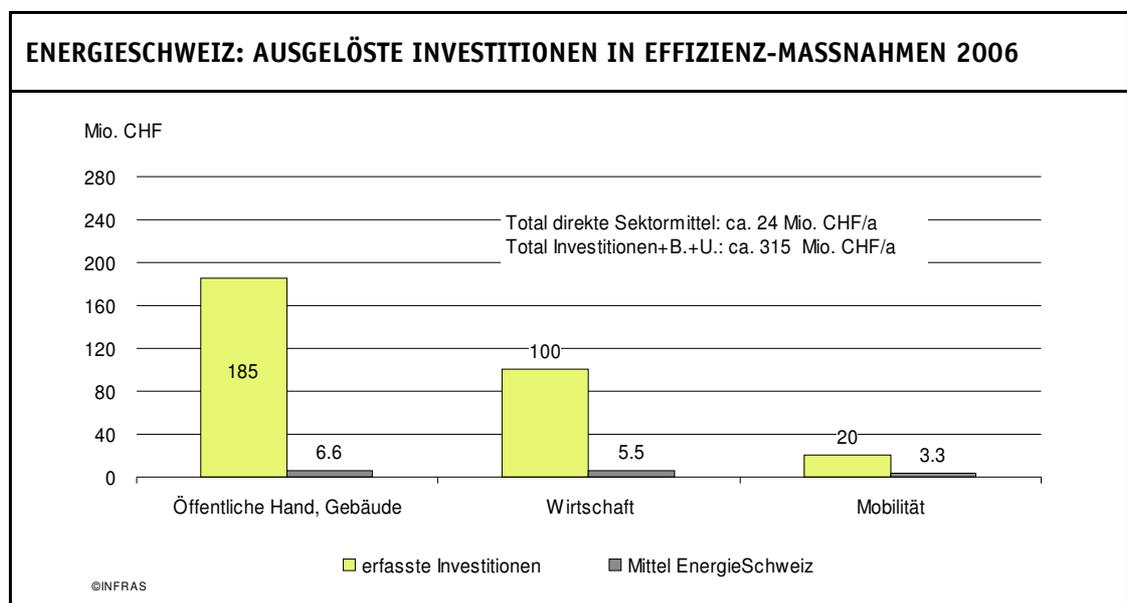
### **Vorschriften**

Die wirtschaftlichen Auswirkungen energetischer Vorschriften wurden von Prognos (2005) im Rahmen der „Ex-Post-Analyse“ zur Bestimmung der Entwicklungsgründe des Energieverbrauchs untersucht. Gemäss Prognos 2005 wirken sich die energetischen Vorschriften leicht positiv auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung aus. Die positiven Beschäftigungseffekte werden primär mit der Energieeinsparung einhergehenden Nachfrageumlenkung von importierten zu (mindestens teilweise) einheimischen Produkten und Dienstleistungen begründet. Durch die damit einhergehenden Investitionen und Ausgaben im Inland erhöhen sich die Wertschöpfung und die Beschäftigung der Unternehmen, die energieeffiziente Produkte anbieten (v.a. Baubranche). Das der mit dem zusätzlichen Einkommen einhergehende Effekt grösser ist als die Reduktion bei den „Verliererbranchen“ (z.B. konventionelle Energiebranchen), ist der Gesamteffekt auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung positiv. Die Anpassungskosten der Haushalte und der Unternehmen werden durch die Orientierung der Vorschriften an technisch-wirtschaftliche Effizienzmassnahmen und die schrittweise und voraussehbare Einführung minimiert.

### **Information und finanzielle Förderung**

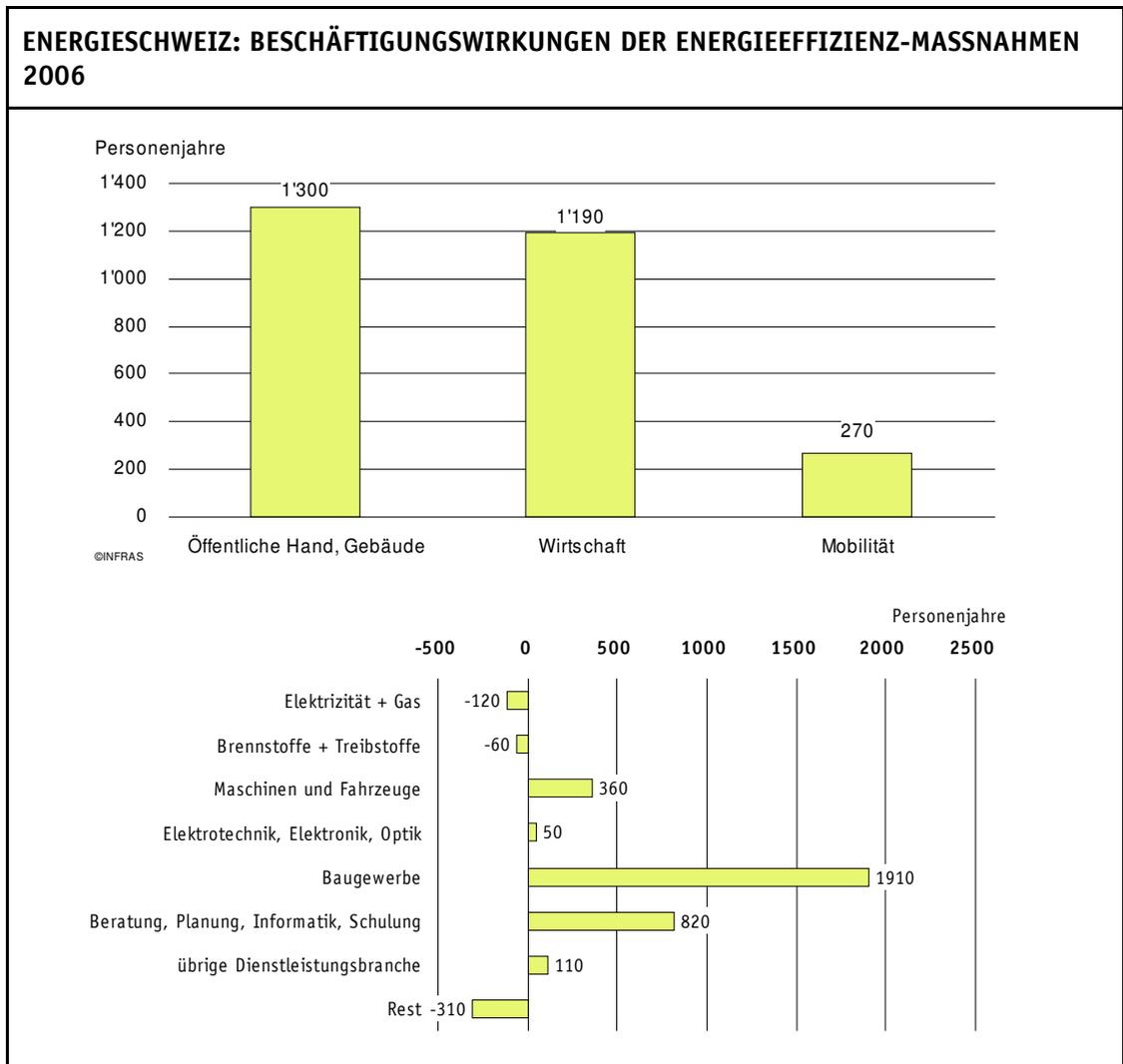
Die wirtschaftlichen Auswirkungen von Informationsmassnahmen und Förderprogrammen zur Steigerung der Energieeffizienz können am Beispiel des Programms EnergieSchweiz verdeutlicht werden. EnergieSchweiz fördert seit dem Jahr 2001 mittels Informationsmassnahmen (bzw. „freiwillige Massnahmen“) und Förderprogrammen der Kantone Energieeffizienz-Massnahmen in den Marktsektoren Gebäude und öffentliche Hand, Mobilität und Wirtschaft. Nachfolgend weisen wir auf Basis der im Rahmen der Wirkungsanalyse EnergieSchweiz (INFRAS 2007) für das Jahr 2006 durchgeführten Erhebungen und Modellschätzungen die Wirkungen der ausgelösten Energieeffizienz-Massnahmen auf Investitionen, Beschäftigung und Branchen aus.

Im Jahr 2006 standen EnergieSchweiz seitens des BFE insgesamt rund CHF 24 Mio. für direkte und indirekte Fördermassnahmen im Bereich Energieeffizienz zur Verfügung. Zusätzlich kamen nochmals rund CHF 7.6 Mio. (exkl. Globalbeiträge) dazu, die durch die Kantone für direkte und indirekte Fördermassnahmen sowie P+D-Massnahmen eingesetzt wurden. Zusammen mit den Marktpartnern und den jeweiligen Zielgruppen wurden damit durch EnergieSchweiz brutto rund CHF 315 Mio. an Investitionen im Bereich Energieeffizienz ausgelöst, davon über die Hälfte im Sektor Gebäude und öffentliche Hand (vgl. Figur 4).



Figur 4 Berechnungen INFRAS (Grundlage: INFRAS 2007).

Ausgehend von den realisierten Energieeinsparungen und den ausgelösten Investitionen schätzte INFRAS (2007) die Auswirkungen der durch EnergieSchweiz ausgelösten Energieeffizienz-Massnahmen auf die Beschäftigung nach Energieanwendungsbereich und die Branchen anhand eines partialanalytischen ökonomischen Modells. Für das Berichtsjahr 2006 resultiert insgesamt eine Netto-Beschäftigungswirkung von rund 2'800 Personenjahren (inkl. anhaltende energetische Wirkungen von EnergieSchweiz aus früheren Jahren und eines Multiplikatoreffektes von 1.3). Der Marktsektor Öffentliche Hand und Gebäude ist infolge der vergleichsweise hohen ausgelösten Investitionen für die grössten Beschäftigungswirkungen verantwortlich, dicht gefolgt vom Sektor Wirtschaft (vgl. Figur 5).



Figur 5 Berechnungen INFRAS (Grundlage: INFRAS 2007).

Die grobe Abschätzung der Beschäftigungswirkungen in den verschiedenen Branchen in der Schweiz zeigt, dass erwartungsgemäss die Baubranche die grösste Nutzniesserin des erzeugten Beschäftigungsvolumens ist (vgl. Figur 5). Positive Auswirkungen zeigen sich auch in den Branchen Maschinen und Fahrzeuge, in der Beratung, Planung, Informatik und Schulung sowie der Elektrotechnik, Elektronik und Optik. Die Auswirkungen auf die herkömmlichen Energiebranchen Elektrizität und Gas sowie Brenn- und Treibstoffe sind leicht negativ.

Die positive Auswirkung von finanziellen Fördermassnahmen wird durch die Erfahrungen mit in- und ausländischen Förderprogrammen bestätigt:

- › Die Evaluation des Investitionsprogramms Energie 2000 (INFRAS/Interface 1999) zeigte, dass das Programm über seine Laufzeit von zwei Jahren pro Jahr rund 2'500 bis 3'000 Ar-

beitsplätze sicherte oder neu schuf. Da der grösste Teil der Investitionen auf die Gebäudehülle (85 Prozent) entfiel, bewirkte das Programm insbesondere in der Baubranche einen relevanten positiven Beschäftigungseffekt. Die Befragung der am Programm teilnehmenden Unternehmen ergab, dass 60 Prozent der Unternehmen von einem spürbaren Beschäftigungseffekt (v.a. Vermeidung von Entlassungen, Abbau von Kurzarbeit, Einstellung zusätzlicher Arbeitskräfte) profitierten.

- › Die Europäische Kommission (EC 2005) folgert aufgrund der Auswertung verschiedener Untersuchungen, dass Investitionen in kostenwirksame Energieeffizienz-Massnahmen aufgrund des „Umschichtungseffektes“ (Reinvestition der Energieeinsparungen) und der direkten Auswirkungen in den Energieeffizienz-Branchen fast immer einen positiven Einfluss auf die Beschäftigung haben werden.

### ***Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. ökologische Steuerreform)***

Die wirtschaftlichen Auswirkungen von Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. der ökologischen Steuerreform) werden seit mehreren Jahren intensiv diskutiert. Die Analysen konzentrieren sich v.a. auf die kostenseitigen Auswirkungen der Veränderung der relativen Preise. Die dynamischen Wirkungen (Innovationen) und die „First-Mover-Advantage“-Hypothese sind jedoch empirisch kaum untersucht.

Die Analysen der wirtschaftlichen Auswirkungen werden v.a. anhand von ökonomischen Modellen durchgeführt. Zu unterscheiden sind Input-Output-Modelle (z.B. Prognos 1996), allgemeine berechenbare Gleichgewichtsmodelle (z.B. Ecoplan 2006) und ökonometrische Modelle (z.B. NERI et al. 2007). Für die Schweiz sind bisher ausschliesslich ex ante-Analysen durchgeführt worden. Für verschiedene europäische Länder bestehen jedoch bereits ex post-Analysen (vgl. INFRAS 2007, NERI et al. 2007, Ecologic 2005a).

Die wichtigsten Ergebnisse der Modellanalysen (ex ante und ex post) können wie folgt zusammengefasst werden:

- › Der Einfluss von Energie- und CO<sub>2</sub>-Abgaben auf die Gesamtwirtschaft ist gering (vgl. u.a. Ecoplan 2006, Jochem/Jakob 2004, INFRAS und Ecoplan 1999, Ecoplan und Previdoli/Stephan 1996). Einerseits führen die höheren Energiepreise kurz- und mittelfristig zu einer Verteuerung der Produkte und damit der „Terms of Trade“. Andererseits können die Mehrkosten durch Innovationen und technischen Fortschritt mindestens teilweise kompensiert werden. Je nach Energieintensität und der neuen Wettbewerbsposition der Unternehmen und Branchen können die Kosten sogar überkompensiert werden. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen hängen stark von der Ausgestaltung der Abgabe und dem induzierten

technischen Fortschritt (resp. der Verbesserung) der relativen Wettbewerbssituation ab. Je nach Höhe der Abgabe, Art der Einführung, Rückerstattungsmodell, Sonderregelung für energieintensive Branchen und Preisstruktur der wichtigsten Handelspartner ergeben die Modellrechnungen hinsichtlich Wachstum und Beschäftigung ein leicht positives, ein gleich bleibendes oder ein leicht negatives Bild. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die konventionellen Modelle den technischen Fortschritt als exogene Variable mit einbeziehen und damit unterschätzen. Entsprechend werden die längerfristigen Anpassungskosten überschätzt bzw. die Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung unterschätzt (Schleich et. al. 2006, INFRAS/Ecoplan 1996). Zudem wird i.d.R. vom Nutzen durch vermiedene Schadenskosten aufgrund des Klimawandels abstrahiert. Anzunehmen ist, dass die Innovationswirkungen und die durch die Lenkungsabgaben vermiedenen Kosten des Klimawandels allenfalls von den Modellen ausgewiesenen geringen Wohlfahrtsverlusten (z.B. Ecoplan 2006) mindestens kompensieren dürften.

- › Die Empirie zeigt, dass ökologische Energiesteuern mit einer Rückerstattung des Aufkommens an die Unternehmen (Reduktion anderer Steuern oder Abgaben) leicht positive Auswirkungen auf das Wachstum und die Beschäftigung haben oder das Wachstum insgesamt nicht negativ tangieren. NERI et al. 2007 analysierten die Auswirkungen von Energie- und CO<sub>2</sub>-Abgaben in sechs europäischen Ländern anhand eines ökonometrischen Modells. Die Ergebnisse zeigen für fünf Länder (Finnland, Schweden, Dänemark, Niederlande, Deutschland) eine signifikante, moderate positive Wirkung der Abgaben auf das Wirtschaftswachstum (bis zu +0.5 Prozent pro Jahr). Für Grossbritannien resultierte aufgrund der geringen Abgabenhöhe ein neutraler Effekt. Begründet werden die positiven wirtschaftlichen Auswirkungen mit dem effizienteren Energieeinsatz (Kostenreduktion) und den tieferen Lohnkosten. Die von INFRAS (2007) durchgeführte Auswertung der Erfahrungen mit Energiesteuern in europäischen Ländern bestätigen diese Ergebnisse. Erstens werden die Wirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit in den untersuchten Ländern (Dänemark, Deutschland, Niederlande, Schweden, Grossbritannien) neutral bis positiv gewertet. Als wichtige Bedingung wird die Ergänzung der Lenkungsabgabe mit zweckmässigen Sonderregelungen erachtet, solange kein international harmonisiertes Vorgehen erreicht werden kann. Zweitens weisen die verfügbaren Evaluationen darauf hin, dass die in den untersuchten Ländern eingeführten Energie- und CO<sub>2</sub>-Abgaben das Wirtschaftswachstum und die Beschäftigung insgesamt wenig beeinflussen und tendenziell positive Effekte identifiziert werden. Neben der Höhe der Abgabe ist v.a. die Mittelverwendung relevant. Eine Rückverteilung der Mittel an die Wirtschaft (z.B. in Form einer Reduktion der Lohnnebenkosten) erweist

sich insbesondere für den Arbeitsmarkt als positiv. Dabei sind selbstverständlich das Ausgangsniveau und die Ursachen der Arbeitslosigkeit von Relevanz.

- › Die ex ante Modellrechnungen und die Empirie bestätigen, dass Energie- und CO<sub>2</sub>-Abgaben zu einem Strukturwandel hin zu weniger energie- bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Branchen führen, der sich auf einige Branchen positiv und auf andere negativ auswirkt. Für die Schweiz ergeben die Modellrechnungen typischerweise v.a. im konventionellen Energiesektor (inkl. Strassenverkehr) negative Beschäftigungseffekte, während die Technologieproduzenten und das Baugewerbe einen positiven Beschäftigungseffekt aufweisen (Jochem/Jakob 2004). Insgesamt findet eine leichte Verschiebung von der Industrie zu den Dienstleistungen statt (Ecoplan 2006).

### **Vermiedene Kosten des Klimawandels**

Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist auch die mit den Energieeffizienz-Massnahmen verbundene Reduktion der externen Kosten zu berücksichtigen. Während die vermiedenen direkten externen Kosten des Energieverbrauchs in den Modellanalysen teilweise berücksichtigt sind (z.B. Ecoplan 2006), wird der Nutzen der vermiedenen Kosten des Klimawandels vernachlässigt. Der „Stern-Report“ (Stern 2006) hat mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen, dass Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgase nicht im Widerspruch zum wirtschaftlichen Wachstum, sondern eine Voraussetzung dafür sind. Stern begründet dies mit den im Vergleich zu den Vermeidungskosten voraussichtlich wesentlich höheren Kosten und Risiken des Klimawandels. Zudem betont er aus Kostengründen den dringenden Handlungsbedarf. In seinem Urteil werden die Kosten geringer sein, je früher und wirksamer gehandelt wird.

Untersuchungen zeigen, dass die Kosten des Klimawandels für die Schweiz bedeutend werden könnten. Ecoplan/Sigmaplan (2007) schätzen den aufgrund nationaler Einflüsse zu erwartenden mittleren Schaden im Jahr 2100 auf 0.48 Prozent des BIP (Bandbreite von 0.15 Prozent bis 1.6 Prozent des BIP). Für die gesamte Periode von 2005 bis 2100 werden die klimapolitisch vermeidbaren durchschnittlichen Schäden auf CHF 0.6 Mrd. bis 1.0 Mrd. pro Jahr und Grad vermiedener globaler Erwärmung beziffert. Die Klimaänderung werde vor allem in den Bereichen Tourismus und Energie zu Schäden führen. Ergänzend wurden die Auswirkungen internationaler Einflüsse der Klimaerwärmung auf die Schweizer Volkswirtschaft untersucht. INFRAS/Ecologic/Rütter+Partner 2007 zeigen anhand von Modellrechnungen, dass der im Jahr 2050 zu erwartende Klimawandel bei der heutigen Wirtschaftsstruktur und den gegebenen Handelsverflechtungen 1.4 Prozent bis 2.5 Prozent der Schwei-

zer Exporte gefährden würde (Anteil von 0.5 bis 0.8 Prozent des BIP). Unter Einbezug des international erwarteten Strukturwandels (höheres Wirtschaftswachstum in den Schwellenländern) könnte sich der durch den Klimawandel gefährdete Exportanteil noch erhöhen.

### **Folgen des Klimawandels für die Wirtschaft aus Sicht der Finanzbranche**

Auch die Finanzbranche interessiert sich zunehmend für die wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels. Verschiedene Institute (z.B. UBS 2007, Deutsche Bank 2007, Citigroup 2007) untersuchen die Chancen und Risiken des Klimawandels für einzelne Branchen. In der Regel werden zwei Wirkungsdimensionen unterschieden: erstens die klimatisch-natürliche Dimension und zweitens die Politikmassnahmen. Einigkeit besteht darin, dass die politischen Rahmenbedingungen zentrale Auslöser für Klimaschutzmassnahmen sind<sup>10</sup> (vgl. insbes. UBS 2007) und ein grosses wirtschaftlich rentables Energieeffizienz-Potenzial besteht (vgl. auch McKinsey 2007).

Gewinner-Branchen des Klimawandels mit Bezug zur Energieeffizienz sind v.a. die Bauwirtschaft und verwandte Branchen, der Maschinenbau/Elektrotechnik und Chemie sowie Kunststoffwaren (Deutsche Bank 2007). Verlierer sind die Energiewirtschaft (fossile Energieträger), die energieintensive Industrie (Baustoffe, Papierindustrie, Metallindustrie) und der Verkehrssektor. In folgenden Branchen führt der Klimawandel zu Chancen und Risiken: Land- und Forstwirtschaft, Finanzwirtschaft, Ernährungsgewerbe, Textil- und Bekleidung und Tourismus.

## **4. TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER ENERGIEEFFIZIENZ-BRANCHEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH**

Nachfolgend wird die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen im internationalen Vergleich anhand von verschiedenen Indikatoren beurteilt. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Energieeffizienz-Technologien ist eine wichtige Voraussetzung zur Realisierung von entsprechenden Exportchancen (vgl. Abschnitt 2).

<sup>10</sup> Vgl. z.B. UBS 2007: „Politische Massnahmen sind derzeit der wichtigste Auslöser für Klimaschutzmassnahmen.“

## 4.1. INDIKATOREN

Zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit werden erstens Patente im Bereich Energieeffizienz-Technologien herangezogen. Patente beschreiben als Forschungs- und Entwicklungsertrags (oder intermediäre) Indikatoren das direkte Ergebnis des Forschungs- und Entwicklungsprozesses. Zugleich gelten sie als Frühindikatoren für die zukünftige technische Entwicklung. Zweitens werden aussenhandelsbezogene Indikatoren dargestellt, die zu den Fortschritts- oder Outputindikatoren zählen. Sie zielen stärker auf die Anwendung und die Diffusion der Technologien auf forschungs- und entwicklungsintensiven Gütermärkten ab.

Die Abgrenzung der Technologien orientiert sich an DIW/ISI/Roland Berger 2007. Methodisch wird an einen produktionswirtschaftlichen Ansatz angeknüpft, bei der die Energieeffizienztechnologien die Güter umfassen, die ihrer Art nach dem Umweltschutz und der Modernisierung der angesprochenen Themenbereiche dienen könnten bzw. sich auf ein ähnlich gelagertes technologisches Wissen beziehen. Bei diesem Potenzialansatz steht also nicht die tatsächlich realisierte Anwendung für die Energieeffizienz, sondern die technologische Leistungsfähigkeit, die für Effizienztechnologien mobilisiert werden könnte, im Vordergrund.<sup>11</sup>

Die Patentrecherchen knüpfen vorrangig bei den Patentanmeldungen am World Patent Office (WO-Patent) und damit den internationalen Patenten an. Bei den Außenhandelsdaten wird die Datenbank „UN-COMTRADE“ herangezogen, die nicht auf den Handel mit OECD-Ländern beschränkt ist, sondern die ganze Welt umfasst. Die Klassifikation der Technologien folgt dem Harmonized System (HS) 2002, so dass sich Abweichungen gegenüber Analysen mit der (gröber gegliederten) Standard International Trade Classification (SITC) ergeben. Dennoch sind auch bei dieser Außenhandelsklassifikation zahlreiche Limitationen in der Technologieschärfe zu berücksichtigen, die die Verwendung des oben skizzierten Potenzialansatzes unabdingbar machen.

Sowohl für die Patentanmeldungen als auch den Außenhandel werden die Anteile der betrachteten Länder an der Weltaktivität verwendet:

- › Es werden die internationalen Patentanmeldungen recherchiert und die Anteile der wichtigsten Ländern und der Schweiz hieran berechnet.
- › Im Bereich des Außenhandels werden die Welthandelsanteile gebildet, d.h. die Anteile der Exporte der jeweiligen Länder an den Weltexporten.

<sup>11</sup> Vergleiche zum Potenzialansatz Fh-ISI 2006a.

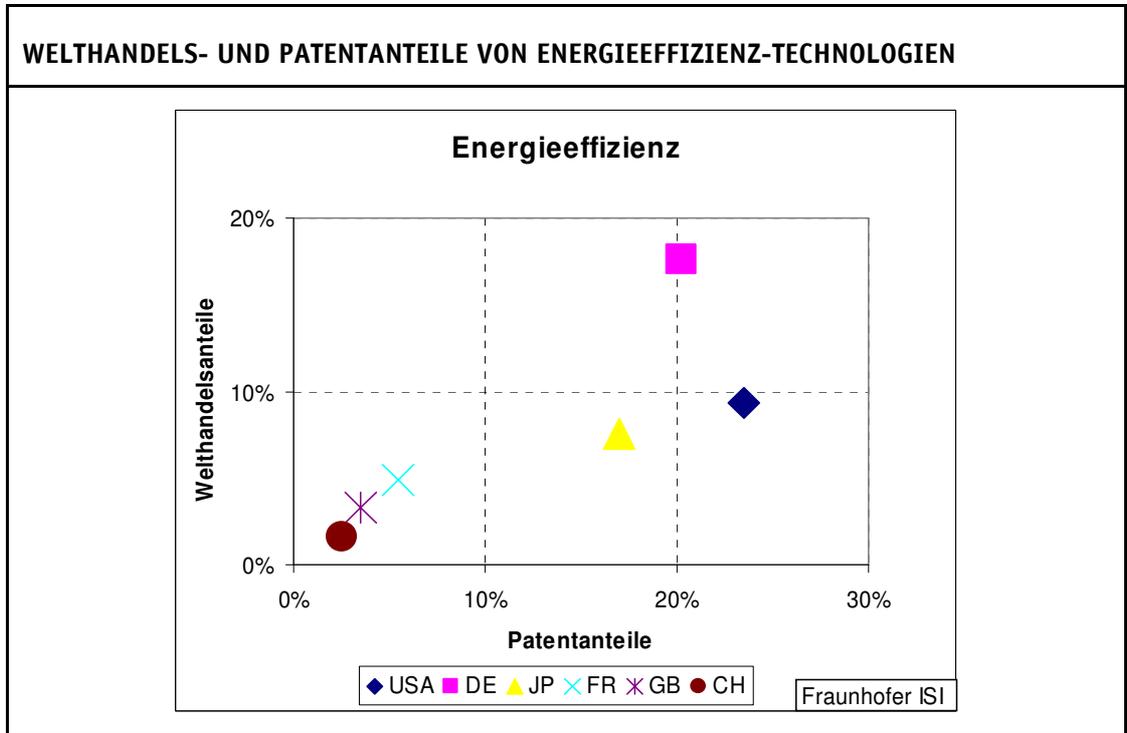
Sowohl die Patentanteile als auch die Welthandelsanteile werden durch die Grösse und das allgemeine Entwicklungsmuster des Landes beeinflusst. Zusätzlich ist es daher üblich, Spezialisierungskennziffern zu bilden. Sie geben an, welchen Stellenwert die besonders interessierenden Technologien und Waren im Verhältnis zum Durchschnitt aller Technologien und Waren innerhalb des betrachteten Landes aufweisen. Positive Spezialisierungskennziffern zeigen an, dass die Kompetenzen des Landes bei Energieeffizienztechnologien relativ zum Durchschnitt aller Technologien und Güter überdurchschnittlich gut sind. Diese Spezialisierungskennziffern werden sowohl für die Patente als auch den Außenhandel gebildet. Sie werden jeweils so genormt, dass die Indikatoren zwischen -100 (extrem ungünstige Spezialisierung) und +100 (extrem hohe Spezialisierung) liegen, wobei ein Wert von 0 einer durchschnittlichen Spezialisierung entspricht:<sup>12</sup>

- › Bei den Patenten wird der relative Patentanteil (RPA) berechnet, bei dem der Patentanteil des betrachteten Landes bei den Effizienztechnologien mit den Patentanteilen des Landes bei allen Technologien verglichen wird. Ist der Patentanteil für den Nachhaltigkeitsbereich überdurchschnittlich hoch, dann nimmt der RPA einen positiven Wert an. Dies bedeutet, dass innerhalb des betreffenden Landes überproportional viel in den Nachhaltigkeitsbereichen patentiert wird und daher – verglichen mit den anderen Technologiebereichen überdurchschnittliche nationale Kenntnisse bestehen.
- › Beim Außenhandel wurde der RWA (relative Welthandelsanteil) sowie der RCA („Revealed Comparative Advantage“) gebildet, der neben den Exporten auch die Importe mitberücksichtigt. Für die Schweiz ergeben sich allerdings kaum Unterschiede in den Werten für diese beiden Spezialisierungsmaße, so dass lediglich der RWA in der Grafik ausgewiesen wird.

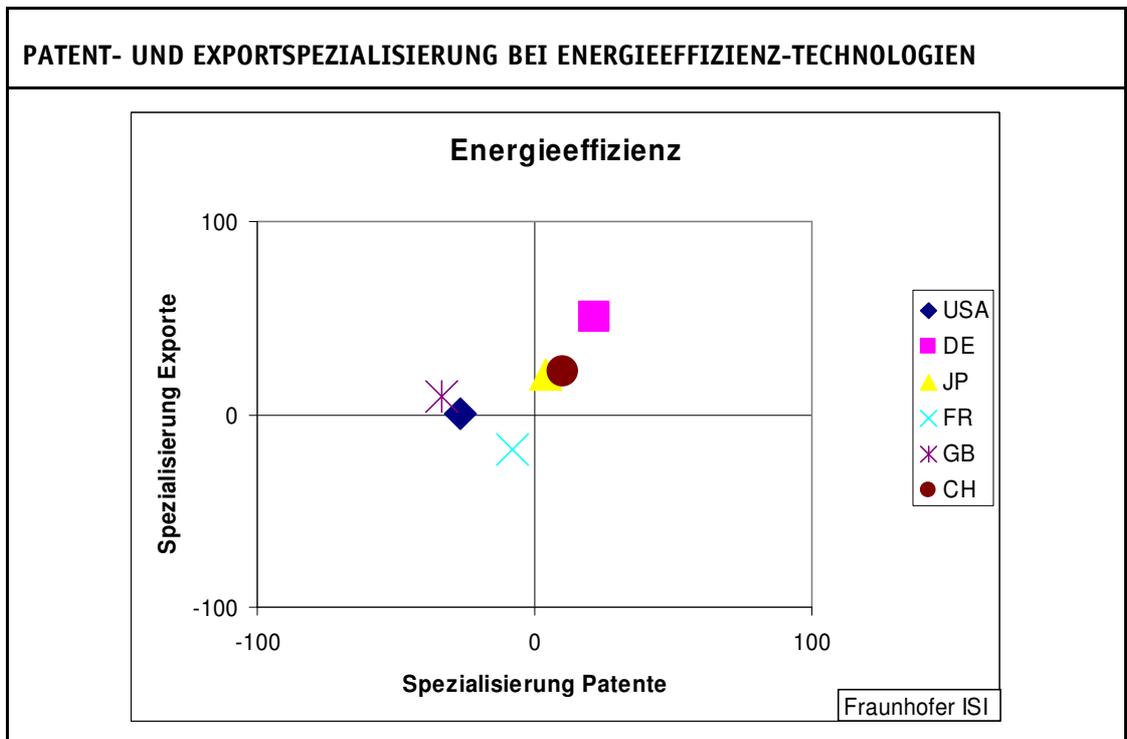
## 4.2. ERGEBNISSE

Figuren 5 und 6 stellen die Ergebnisse zu den relativen Patentanteilen bei den Energieeffizienz-Technologien der Schweiz und zur entsprechenden Spezialisierung im Aussenhandel dar.

<sup>12</sup> Zur Methode vgl. Grupp/Schmoch 1992. In der Literatur wird bei den Außenhandelsindikatoren z.T. auf eine Normierung der Spezialisierungsindikatoren in das Intervall -100 bis +100 verzichtet (vgl. z. B. Fh-ISI 2006a), was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse – zusätzlich zu anderen klassifikations- und datenbedingten Unterschieden – zusätzlich erschwert.



Figur 6 Berechnungen des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI).



Figur 7 Berechnungen des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI).

Die Ergebnisse verdeutlichen die gute Ausgangssituation der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien. Sowohl bei den Patenten als auch im Außenhandel ergibt sich eine positive Spezialisierung. Das heisst, dass Energieeffizienz-Technologien zu den Bereichen gehören, in denen die Schweiz überdurchschnittlich stark ist. Gleichzeitig zeigt Figur 7, dass insbesondere Deutschland bei den Energieeffizienz-Technologien im Aussenhandel (Patente und Exporte) noch stärker spezialisiert ist. Gemäss INFRAS/FH-ISI 2001 besteht aufgrund der Spezialisierung der Schweizer Wirtschaft bei den „Energieeffizienz-Produkten“ und Überlegungen zur entsprechenden Nachfrage ein beträchtliches Exportpotenzial. Abhängig von der globalen Energiepreisentwicklung und der internationalen Energieeffizienz- und Klimapolitik könnten sich die schweizerischen Exporte dieser Produkte verdoppeln bis verdreifachen.

Zu berücksichtigen ist, dass der Bereich der Energieeffizienz-Technologien (bzw. „Rationelle Energieverwendung“) im Vergleich zum Bereich „Rationelle Energieumwandlung“ (Brenner für Feuerungen, Dampf- und Gasturbinen, Blockheizkraftwerke, Heizkessel und Elektromotoren) in der Schweiz deutlich weniger spezialisiert ist (Fh-ISI 2006a):

- › Der Welthandelsanteil der Schweiz im Bereich „Rationelle Energieumwandlung“ betrug im Jahr 2003 im Vergleich zum Bereich Energieeffizienz-Technologien über das Doppelte.
- › Die Exportspezialisierung (RWA-Werte) im Bereich „Rationelle Energieumwandlung“ war im Jahr 2003 im Vergleich zu den Energieeffizienz-Technologien sieben Mal höher.

Nicht geklärt ist, welche Faktoren für die positive Spezialisierung der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien ausschlaggebend sind. Hinweise aus dem Ausland bzw. zum ähnlich gelagerten Technologiebereich der erneuerbaren Energien<sup>13</sup> zeigen auf, dass neben der Existenz komplementärer Branchencluster sicherlich die durchgeführte Energie- und Umweltpolitik eine wichtige Rolle spielt. Wie genau diese Zusammenhänge für die Schweiz zu beurteilen sind, sollte in weiterführenden Analysen geklärt werden.

13 Vgl. Fh-ISI 2006b bzw. FH-ISI 2007 mit einer empirischen Untersuchung von 10 Ländern, darunter auch der Schweiz.

## 5. FOLGERUNGEN

Nachfolgend fassen wir die Erkenntnisse in Thesen zusammen und weisen auf den aus unserer Sicht bestehenden Forschungsbedarf hin.

### 5.1. THESEN

1. Die Förderung von Innovationen und der Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen durch die Politik ist nicht nur aus energie- und klimapolitischen, sondern auch aus volkswirtschaftlichen Gründen von grosser Bedeutung.

Die Förderung von Innovationen und der Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen ist aus folgenden Gründen volkswirtschaftlich von grosser Relevanz:

- › Erstens bestehen im Markt für energieeffiziente Lösungen Markthemmnisse (z.B. Informations- und Ausbildungsdefizite, finanzielle Investitionshemmnisse etc.) und externe Effekte (fehlende Integration der externen Kosten des Energieverbrauchs). Diese Marktunvollkommenheiten führen dazu, dass das betriebs- und volkswirtschaftlich rentable Potenzial an Energieeffizienz-Massnahmen nicht ausgeschöpft wird. Aus ökonomischer Sicht wird damit heute zu wenig in Energieeffizienz-Massnahmen investiert. Durch Politikmassnahmen könnten die Marktunvollkommenheiten beseitigt und die Diffusion von Energieeffizienz-Lösungen beschleunigt werden. Bei der Förderung von Innovationen im Bereich Energieeffizienz-Lösungen ist die Politik ebenfalls von zentraler Bedeutung. Neben den erwähnten Marktunvollkommenheiten trägt insbesondere der „Free Rider“-Anreiz dazu bei, dass die Unternehmen zu wenig in Forschung und Entwicklung sowie in Innovationen investieren. Diese theoretischen Überlegungen werden durch die Praxis bestätigt: Einerseits besteht ein grosses Potenzial an technisch-wirtschaftlichen Effizienzmassnahmen, das vielfach empirisch belegt ist. Andererseits ist in der Regel die Politik an der Innovation und der Diffusion von Energieeffizienz-Technologien beteiligt.
- › Zweitens spielt die Politik eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der Ausschöpfung der Exportpotenziale im Bereich der Energieeffizienz-Technologien. Einerseits kann die Politik darauf abzielen, die internationale Politikdiffusion zu beschleunigen und damit zu einem Wachstum der internationalen Nachfrage nach Energieeffizienz-Technologien beitragen. Andererseits kann die Politik im Sinne des „Lead Markt“-Konzepts die Voraussetzungen des heimischen Marktes für den Export gezielt verbessern.

Die Beutung der Politik im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird auch von der Wirtschaft anerkannt. So gehen verschiedene Finanzinstitute (u.a. UBS, Deutsche Bank, Citigroup) davon aus, dass die wirtschaftlichen Chancen und Risiken einzelner Branchen neben der klimatisch-natürlichen Dimension vor allem von den ergriffenen Politikmassnahmen beeinflusst werden.

2. Die Politik sollte Innovationen und die Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen mit einem Massnahmen-Mix fördern, der neben energie- und klimapolitischen Instrumenten auch Massnahmen in anderen Politikfeldern umfasst.

Da Innovation und Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen sowohl angebots- („Technology-Push“) als auch nachfrageseitig („Demand-Pull“) ausgelöst und beschleunigt werden, sollte die Politik einen Massnahmen-Mix einsetzen, der auf die Förderung von Angebot und Nachfrage nach entsprechenden Lösungen abzielt:

- › Marktwirtschaftliche Instrumente (z.B. Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben) entfalten aufgrund ihrer dynamischen Anreizwirkung über die Veränderung der relativen Preise im Vergleich zu den übrigen Instrumenten stärkere direkte Innovations- und Diffusionswirkungen.
- › Vorschriften sowie Informations- und Fördermassnahmen üben über die Nachfragesteigerung einen indirekten Einfluss auf das Auslösen von Innovationen und die Beschleunigung der Diffusion aus.

Im Sinne des Konzepts des nationalen Innovationssystems und der traditionellen Innovationspolitik ist zudem die Infrastruktur zur Generierung, zum Transfer und zur Anwendung von neuem Wissen (bzw. von Innovationen) zu stärken. Wichtige Instrumente sind die Förderung der Forschung, der Ausbildung und des Wissens- bzw. Technologietransfers.

3. Die autonomen Massnahmen der Wirtschaft beschränken sich v.a. auf die Diffusion von Energieeffizienz-Technologien zur Kostensenkung.

Die Unternehmen setzen grundsätzlich nur Energieeffizienz-Massnahmen um, die aus ihrer Sicht rentabel sind. Die Wirtschaft bemüht sich insbesondere um die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz, wenn der Produktionsprozess energieintensiv ist (z.B. Zementindustrie) oder die Energieeffizienz der Produkte ein wichtiges Wettbewerbselement darstellt. In der Regel stellen jedoch autonome Innovationen der Wirtschaft bei Energieeffi-

zizienz-Lösungen eine Ausnahme dar. Im Vordergrund stehen Effizienzverbesserungen zur Kostensenkung. Die Auswirkungen der Kostensenkungsmassnahmen auf die Produktivität und die Beschäftigung werden jedoch kontrovers diskutiert. Während kurzfristig von einem positiven Effekt auf die Produktivität auszugehen ist, tragen die Effizienz-Massnahmen mittel- bis längerfristig nur zu einer Verbesserung der Marktposition bei, wenn mit Hilfe von Managementinstrumenten (z.B. UMS) kontinuierliche Lernprozesse etabliert werden.

4. Vorschriften sowie Informations- und Fördermassnahmen beschleunigen die Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen und führen zu positiven Beschäftigungseffekten. Zudem unterstützen diese Massnahmen den Innovationsprozess auf indirekte Weise

Die Empirie zeigt, dass energetische Vorschriften sowie Informations- und Fördermassnahmen die Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen beschleunigen und insgesamt zu positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten führen. Die Auswirkungen der heute in der Schweiz bestehenden Vorschriften, Informations- und Fördermassnahmen auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung sind jedoch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht quantitativ kaum von Bedeutung.

- Inwiefern die heute in der Schweiz implementierten Vorschriften sowie Informations- und Fördermassnahmen Innovationen bei Energieeffizienz-Massnahmen ausgelöst oder unterstützt haben, ist kaum untersucht. Es bestehen jedoch empirische Hinweise, dass
- › ambitionöse Normen (z.B. die lufthygienischen Vorschriften bei Heizungen in der Schweiz oder die Emissionsvorschriften für Fahrzeuge in Kalifornien) den Innovationsprozess unterstützen.
  - › Vorschriften einen Anreiz geben, durch einen Innovationswettbewerb den Standard zu übertreffen und damit auf indirekte Weise Innovationen auslösen (Beispiel Wärmeschutzverordnung und Heizungssystemverordnung in Deutschland).
  - › Informationen zur die Förderung von Netzwerken und Fördermassnahmen zur Beschleunigung von Innovationen beitragen können (Beispiel EnergieSchweiz).
  - › Informationsmassnahmen (z.B. Labels) und das öffentliche Beschaffungswesen über die Beeinflussung der Nachfrage Innovationen unterstützen (internationale Erfahrungen).

5. Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. eine ökologische Steuerreform) beschleunigen die Diffusion von Energieeffizienz-Massnahmen und fördern tendenziell entsprechende Innovationen.

Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben (bzw. eine ökologische Steuerreform) tragen in erster Linie zur Beschleunigung der Diffusion innovativer Produkte und Dienstleistungen bei. Die Erfahrungen zeigen zudem, dass Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben tendenziell Innovationen in neue Energieeffizienz-Massnahmen auslösen bzw. unterstützen. So zeigt die Auswertung der Erfahrungen verschiedener europäischer Länder, dass der erste Teil der Porter-Hypothese, wonach Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben Innovationen in energiesparende Technologien auslösen und über Kosteneinsparungen die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen verbessern, tendenziell gestützt wird. Zudem zeigen die Erfahrungen von Deutschland anhand verschiedener Beispiele, dass die Ökologische Steuerreform die technische Entwicklung und die Produktdifferenzierung unterstützt hat.

6. Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben haben positive Auswirkungen auf das Wachstum und die Beschäftigung, insbesondere bei Berücksichtigung der Innovationswirkungen sowie der vermiedenen externen Kosten (inkl. Kosten des Klimawandels). Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben führen zu einem Strukturwandel hin zu weniger energie- bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Branchen.

Die Auswirkungen von Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben auf das Wachstum und die Beschäftigung sind anhand von ökonomischen Modellen vergleichsweise gut untersucht. Generell ist festzuhalten, dass der Einfluss dieser Instrumente auf die Gesamtwirtschaft gering ist. Unter adäquater Berücksichtigung der Innovationswirkungen und der vermiedenen externen Kosten (v.a. des Klimawandels) dürften Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben zu positiven Auswirkungen auf das Wachstum und die Beschäftigung führen.

Durch die ökonomischen Modelle ist auch gut belegt, dass Energie- und CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgaben zu einem Strukturwandel hin zu weniger energie- bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Branchen führen. In der Schweiz dürften insbesondere die Technologieproduzenten und das Baugewerbe profitieren, währenddem der konventionelle Energiesektor (inkl. Strassenverkehr) negative Beschäftigungseffekte erleiden dürfte.

7. Die Ausgangslage der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien ist aufgrund der bestehenden Patent- und Export-Spezialisierung grundsätzlich gut. Damit die Schweiz zukünftig noch stärker von den Exportchancen profitieren kann, ist die internationale Wettbewerbsfähigkeit bei den Energieeffizienz-Technologien weiter zu verbessern.

Verschiedene Indikatoren zur internationalen technologischen Leistungsfähigkeit (v.a. Patent- und Export-Spezialisierung) zeigen, dass die Ausgangslage der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien grundsätzlich gut ist. Aufgrund der guten Voraussetzungen der Schweiz und der Leistungsfähigkeit anderer Länder (v.a. Deutschland) gehen wir jedoch davon aus, dass die Wettbewerbsposition der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien weiter gestärkt werden kann. Angesichts der erwarteten Exportchancen bei den Energieeffizienz-Technologien betrachten wir entsprechende Massnahmen von Politik und Wirtschaft aus ökonomischer Sicht als Chance, einen Beitrag zu Wachstum und Beschäftigung in wertschöpfungsintensiven Branchen zu leisten.

## 5.2. FORSCHUNGSBEDARF

Gut untersucht sind aus unserer Sicht vor allem die Auswirkungen von Politikmassnahmen auf Wachstum und Beschäftigung anhand von ökonomischen Modellen. Forschungsbedarf sehen wir einerseits bei der empirischen Untersuchung von Innovationswirkungen sowie von konkreten Auswirkungen auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung auf Unternehmensebene. Andererseits besteht ein Forschungsbedarf hinsichtlich der verstärkten Nutzung der Exportchancen im Bereich der Energieeffizienz-Technologien sowie zur verstärkten Politikdiffusion. Folgende Fragen wären aus unserer Sicht vertieft zu untersuchen:

### 1. Innovationswirkungen

- › Wie wirken sich Politikmassnahmen (Energie- und Klimapolitik, Forschungspolitik etc.) und autonome Effizienz-Massnahmen der Unternehmen auf den Innovationsprozess (v.a. in Unternehmen) aus?
- › Welche direkten und indirekten Innovationswirkungen konnten ausgelöst und/oder beschleunigt werden?
- › Durch welche Massnahmen könnte das Innovationssystem der Schweiz im Bereich der Energieeffizienz-Massnahmen bzw. -Technologien verbessert werden?

## 2. Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung

- › Welche konkreten Auswirkungen haben die Energieeffizienz-Massnahmen auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung von Unternehmen (z.B. Schaffung neuer Stellen, Vermeidung von Entlassungen, qualitative Beschäftigungseffekte bzw. Know-how-Transfer etc.)?
- › Welches Energieeffizienz-Potenzial besteht in den einzelnen Branchen? Welche Branchen könnten von zusätzlichen Energieeffizienz-Massnahmen profitieren?
- › Wie könnte die Schaffung zukunftsfähiger Arbeitsplätze verstärkt gefördert werden?

## 3. Exportchancen

- › Welche Faktoren sind für die Spezialisierung der Schweiz bei den Energieeffizienz-Technologien ausschlaggebend? Über welche Stärken und Schwächen verfügt die Schweiz? Wie könnte die internationale technologische Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz verstärkt werden?
- › Inwiefern fördert die Schweiz heute die Politikdiffusion? Welche Wirkungen hatten die entsprechenden Bemühungen hinsichtlich der Nachfrage nach Energieeffizienz-Technologien? Wie könnte die Politikdiffusion verstärkt werden?
- › Verfügt die Schweiz über ein „Lead Markt“-Potenzial bei einzelnen Energieeffizienz-Technologien? Falls ja, wie könnte die Ausschöpfung dieses Potenzials unterstützt werden?

## LITERATUR

- Balthasar A., Knöpfel C. 1994:** Umweltpolitik und technische Entwicklung. Eine politikwissenschaftliche Evaluation am Beispiel der Heizungen, Basel und Frankfurt am Main.
- Bundesamt für Energie (BFE) 2007a:** Die Energieperspektiven 2035 – Band 1. Synthese, Bern.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2006a:** Wirtschaftsfaktor Umwelt: Innovation, Wachstum und Beschäftigung durch Umweltschutz, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2006b:** Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen „New Deal“ von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2006c:** Umwelt und Innovation: Leitmärkte der Zukunft. Dokumentation der Fachkonferenz am 30. Oktober 2006 in Berlin, Berlin.
- Citigroup 2007:** Climatic Consequences. Investing Implication of a Changing Climate.
- Deutsche Bank Research 2007:** Klimawandel und Branchen: Manche mögen's heiss!, Frankfurt am Main.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI), Roland Berger Strategy Consultants 2007:** Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation, im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin.
- Dyllick T., Belz F., Schneidewind U. 1997:** Ökologie und Wettbewerbsfähigkeit, Wien/Zürich.
- Dyllick T., Hamschmidt J. 2000:** Wirksamkeit und Leistung von Umweltmanagementsystemen. Eine Untersuchung von ISO 14001-zertifizierten Unternehmen in der Schweiz, Zürich.
- Ecologic 2005a:** Gesamtwirtschaftliche Effekte der ökologischen Steuerreform, Band II des Endberichts für das Vorhaben: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“, im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), Berlin.
- Ecologic 2005b:** 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“, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.

- Ecoplan 1999:** Ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen, im Auftrag der Eidg. Finanzverwaltung (EFV) und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Ecoplan 2006:** Energieperspektiven – wirtschaftliche Auswirkungen. Klimapolitische Szenarien und ihre wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Schweiz in einem globalen Kontext. Resultate aus dem Mehrländer-Gleichgewichtsmodell MultiSwissEnergy, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern.
- Ecoplan und Previdoli P./Stephan G. 1996:** Wirtschaftliche Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative. Ergebnisse zweier Gleichgewichtsanalysen, Bern.
- Ecoplan und Sigmoplan 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse), im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.
- EnergieSchweiz und Bundesamt für Energie (BFE) 2007:** Plattform für Energieeffizienz von EnergieSchweiz für eine nachhaltige Energiezukunft, Bern.
- Enquête-Kommission 2002:** Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung. Schlussbericht, Enquête-Kommission des Deutschen Bundestags, Berlin.
- Europäische Kommission (EC) 2005:** Weniger kann mehr sein – Grünbuch über Energieeffizienz, Brüssel.
- Europäische Kommission (EC) 2006a:** Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie. Grünbuch, Brüssel.
- Europäische Kommission (EC) 2006b:** Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen, Mitteilung der Kommission vom 19.10.2006, Brüssel.
- Europäische Kommission (EC) 2007a:** Energie für eine Welt im Wandel. Eine Energiepolitik für Europa – Wir müssen handeln, Brüssel.
- Europäische Kommission (EC) 2007b:** Energietechnologie für billigere erneuerbare Energie, für mehr Effizienz und für eine weltweite Führungsposition der europäischen Industrie, MEMO/07/14, Brüssel.
- Europäische Kommission (EC) 2007c:** Auf dem Weg zu einem Europäischen Strategieplan für Energietechnologie, Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen vom 10.1.2007, Brüssel.

- Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fh-ISI) 2001:** Arbeitswelt in einer nachhaltigen Wirtschaft. Analyse der Wirkungen von Umweltschutzstrategien auf Wirtschaft und Arbeitsstrukturen, im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), Berlin.
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI) 2006a:** Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft in internationalen Vergleich, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW) und im Auftrag des Umweltbundesamt (UBA), Dessau.
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI) 2006b:** Nachfrageorientierte Innovationspolitik, TAB Arbeitsbericht Nr. 99, Berlin.
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI) 2007:** Regulation and Innovation. The Case of Renewable Energy, Paper for the 6th Infrastructure Research Conference (Infradays) at TU Berlin, 5./6.10.2007, Karlsruhe.
- Grupp H. und Schmoch U. 1992:** Wissenschaftsbindung der Technik – Panorama der internationalen Entwicklung und sektorales Tableau für Deutschland, Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge, Heidelberg.
- INFRAS 1995:** Dynamische Energieabgabe und internationale Wettbewerbsfähigkeit, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW), Zürich.
- INFRAS 1998:** Beschäftigungs- und Innovationswirkungen der Ressortaktivitäten von Energie 2000, INFRAS im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich.
- INFRAS 2007:** Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2006. Wirkungen der freiwilligen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich.
- INFRAS und Ecoplan 1996:** Economic Impact Analysis of Ecotax Proposals, Studie im Rahmen des 3. Rahmenforschungsprogramms der EU, Zürich und Bern.
- INFRAS und Energieverwertungsagentur (E.V.A.) 1997:** Ökologische Steuerreform und Innovation in österreichischen Unternehmen, im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Zürich und Wien.
- INFRAS und Ecoplan 1999:** Soziale und räumliche Verteilungswirkungen von Energieabgaben, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich und Bern.
- INFRAS und Interface 1999:** Evaluation des Investitionsprogramms Energie 2000. Auswirkungen auf Wirtschaft, Energie und Umwelt, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich und Luzern.

**INFRAS und Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fh-ISI)**

**2001:** Förderung des Exports im Bereich der Energietechnologien, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich und Karlsruhe.

**INFRAS und Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fh-ISI)**

**2005:** Auswirkungen des Umweltschutzes auf BIP, Beschäftigung und Unternehmen, Umwelt-Materialien Nr. 197, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

**INFRAS und Ecologic 2007:** Erfahrungen mit Energiesteuern in Europa. Lehren für die Schweiz, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich und Berlin.

**INFRAS, Ecologic und Rütter+Partner 2007:** Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (internationale Einflüsse), im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Zürich.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) 2007:** Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R., Meyer L.A. (eds.)], Cambridge and New York.

**Jänicke M, Jacob K. 2005:** Ecological Modernisation and the Creation of Lead Markets, in: Weber M., Hemmelskamp (Eds.) 2005: Toward Environmental Innovation Systems, Berlin/Heidelberg/New York.

**Jochem E. 2005:** An Agenda for Energy and Material Efficiency Policy – an element of technology policy for a more sustainable use of natural resources, Zürich.

**Jochem E., Jakob M. (Hrsg.) 2004:** Energieperspektiven und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale in der Schweiz bis 2010. Energieeffizienz sowie Substitution durch Erdgas und erneuerbare Energien, Zürich.

**McKinsey & Company 2007:** Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI).

**National Environmental Research Institut, Aarhus (NERI), Cambridge Econometrics Ltd. (CamEcon), Economic and Social Research Institute, Dublin (ESRI), Institute for Economic and Environmental Policy, Prag (IEEP), Policy Studies Institute, London (PSI), Vienna Institute for International Economic Studies (wiiw) 2007:** CO-METR. Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms. Policy Brief, March 2007.

**Porter M.E. 1999:** Nationale Wettbewerbsvorteile: erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt, Wien.

- Porter M.E., van der Linde C. 1995:** Toward a new conception of the environment competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), p. 97-110.
- Prognos 1996:** Wirtschaftliche Auswirkungen der Szenarien IIa und IIb, Basel.
- Prognos 2005:** Entwicklung und Bestimmungsgründe des Energieverbrauchs 2004 im Vergleich mit 2003 und 1990. Synthesebericht, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Basel.
- Schleich J., Nathani C., Meyer B. Lutz C. 2006:** Endogenous Technological Change and CO<sub>2</sub>-Emissions. The case of energy-intensive industries in Germany, Karlsruhe.
- Schmid Ch. 2004:** Energieeffizienz in Unternehmen. Eine wissenschaftliche Analyse von Einflussfaktoren und Instrumenten, Zürich.
- Stern N. 2006:** *Economics of Climate Change*, Cambridge.
- UBS 2007:** Klimawandel. Ein heisses Thema, Zürich.
- Walz R. 2004:** Innovation Effects of Energy Policy Instruments in Germany, in: *Energy & Environment* Vol. 15, No. 2.
- Walz R. 2006:** Impact of Strategies to increase RES in Europe on Employment and Competitiveness, in: *Energy & Employment* Vol. 17, No 6.
- Wuppertal-Institut 2002:** Die vergessene Säule der Energiepolitik. Energieeffizienz im liberalisierten Strom- und Gasmarkt in Deutschland. Vorschläge des Wuppertal-Instituts, Wuppertal.