



die auswirkung energiepolitischer
instrumente auf technologieinnovation
und –diffusion in österreich
endbericht

A - 1020 Wien
Hollandstr. 10/46
Tel. +43 1 315 63 93-0
Fax +43 1 315 63 93-22
E-Mail: office@oegut.at
www.oegut.at

OeNB Jubiläumsfonds



Impressum:

Für den Inhalt verantwortlich: Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, ÖGUT
Hollandstraße 10/46, A – 1020 Wien,

Tel.: +43 (0)1 315 63 93-0, Fax +43 (0)1 315 63 93-22, E-Mail: office@oegut.at, Homepage:

<http://www.oegut.at>

vertreten durch: Dr. Herbert Greisberger, ÖGUT

Die Auswirkung energiepolitischer Instrumente auf Technologieinnovation und –diffusion in Österreich

Studie

Jubiläumsfondsprojekt Nr. 9244

AutorInnen:

Dr. Herbert Greisberger, Mag. Henriette Gupfinger

Mag. Susanne Hasenhüttl, Mag. Daniela Ingruber

Doris Krenn

(ÖGUT)

Dr. Peter Biermayr, DI Ernst Schriefl

(WZE)

Wien, Dezember 2003

Gefördert von: Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank,
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Auftragnehmerin: Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, ÖGUT

In Kooperation mit: Wiener Zentrum für Energie, Umwelt und Klima (WZE)

Vorwort

Spätestens seit Mitte der 1970er Jahre steht das Energiesystem im Mittelpunkt der globalen umweltpolitischen, aber auch der wirtschaftspolitischen und sozialpolitischen Diskussion oder – um einen modernen Terminus zu verwenden - der Nachhaltigkeitsdiskussion. Eine Entwicklung des globalen Wirtschafts- und Gesellschaftssystems ist untrennbar mit dem Energiesektor verbunden. So ist die gewünschte Erhöhung des Lebensstandards in jenen Ländern, die bisher nicht – oder nur ungenügend – an den Vorteilen der Industrialisierung teilhaben konnten (von Lebenserwartung bis zu Gesundheit und materiellem Wohlstand) ebenso mit der Verfügbarkeit von Energie verbunden wie die Aufrechterhaltung des Wirtschaftssystems moderner Industriestaaten. Aus Sicht der Umweltpolitik sind es vor allem die mit dem Einsatz fossiler Energieträger verbundenen Emissionen an klassischen Schadstoffen und Kohlendioxid sowie deren Auswirkungen auf die natürliche Umwelt des Menschen, einerseits, die möglichen Folgen eines nuklear basierten Energiesystems andererseits, die dem Energiesektor besondere Aufmerksamkeit zuteil werden lassen.

Langfristig steht daher eine – aus heutiger Sicht radikale - Umorientierung des globalen Energiesektors außer Frage. Ein zukunftsfähiges Energiesystem muss aus heutiger Sicht auf dem effizienten Umgang mit Energie sowie der Deckung des Energiebedarfs mit erneuerbaren Energieträgern basieren. Offen bleiben jedoch die Zeiträume in denen die erforderliche Umorientierung des Energiesystems zu geschehen hat sowie die Frage, wie diese Umorientierung unter möglichst geringen sozialen und wirtschaftlichen Kosten erreicht werden kann. Österreich nimmt innerhalb der industrialisierten Länder insofern eine Vorreiterrolle ein, als es im Bereich der Energieeffizienz sowie dem Einsatz regenerierbarer Energieträger (insbesondere Wasserkraft, Biomasse und Solarenergie) eine Spitzenposition einnimmt. Damit verbunden ist auch eine europäische Technologieführerschaft in einzelnen Segmenten, die es im Sinne einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung weiter auszubauen gilt.

Unabhängig von dem global steigenden Bewusstsein für die Anforderungen an ein zukunftsfähiges Energiesystem und der kontinuierlichen Weiterentwicklung der erforderlichen Technologien ist jedoch keine Trendwende im Energiesystem in Sicht. Gerade die sich entwickelnden Staaten (vor allem China, Indien) nutzen weitgehend fossile Energieträger und verstärken damit den globalen Treibhauseffekt. Aber auch die industrialisierten Staaten haben sich bisher als wenig erfolgreich bei der Reform des Energiesystems erwiesen. So werden die technologischen Erfolge auf dem Gebiet der Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträger durch die Erhöhung des materiellen Wohlstandes „überkompensiert“.

Gerade dieses Unvermögen moderner Gesellschaften zur Wandlung ohne unmittelbare Bedrohung lässt dem Begriff der Innovation und der Durchsetzung von neuen Technologien besonderes Augenmerk zukommen. Unter den gegebenen politischen Rahmenbedingungen, in denen es in den westlichen Industriestaaten (und nicht nur in diesen) nicht gelungen ist, die oben beschriebene Umorientierung des Energiesystems herbeizuführen, sondern vielmehr eine erhöhte Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und damit weiter steigende

treibhausrelevante Emissionen aus dem Energiesystem zu erwarten sind, lenkt die Aufmerksamkeit auf den Innovationsprozess der Wirtschaft. Wodurch zeichnen sich (radikale) Änderungsprozesse in Marktwirtschaften aus, wodurch werden diese begünstigt oder beschleunigt? Damit in Zusammenhang stehen Fragen mit Bezugnahme zur österreichischen Technologieführerschaft, der Verbindung zwischen wirtschaftlichen, rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen und technologischer Innovation.

Die vorliegende Arbeit versucht damit zwei Wissensgebiete miteinander zu verbinden, die bisher weitgehend getrennt behandelt wurden, nämlich die umweltbezogene und die innovationsbezogene Forschung. Ziel ist es dabei Möglichkeiten aufzuzeigen, die vor dem Hintergrund des bestehenden (österreichischen) Wirtschafts- und Gesellschaftssystems eine beschleunigte Umorientierung des Energiesystems zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung erlauben.

Die AutorInnen hoffen mit dieser Arbeit einen Anstoß zu geben, den Fokus der umwelt- und energiepolitischen Diskussion in Richtung „Innovation“, das heißt der Durchsetzung von Neuem, lenken zu können. Damit verbunden ist auch eine kritische Hinterfragung der primär statisch orientierten „Förderpolitik“ in Österreich im Hinblick auf ihre dynamischen und langfristigen Wirkungen. Denn nur durch eine konsequente und zielgerichtete Innovationspolitik in diesem Sinne kann die erforderliche Umorientierung des Energiesystems zu sozial akzeptablen Kosten erreicht werden.

Abstract

Die anstehenden Umweltprobleme der Gegenwart mit einem kontinuierlichen Mehrkonsum an Energie und den daraus resultierenden Anstieg der Emissionen (insbesondere von Treibhausgasen) führen eindringlich den dringenden Handlungsbedarf vor Augen, Maßnahmen zu einer nachhaltigen Entwicklung zu treffen. Vor diesem Hintergrund kommt der Entwicklung von Neuerungen, (technologischen) Innovationen, nach Ansicht der AutorInnen der gegenständlichen Studie große Bedeutung zu. Viele moderne Energietechnologien weisen nicht nur in Richtung eines nachhaltigen Energiesystems, sondern bieten der heimischen Wirtschaft auch große Chancen zur Etablierung von Technologieführerschaften in einzelnen Energietechnologien. Dabei stellt sich die entscheidende Frage nach möglichen innovationsfördernden Wirkungen der Lenkungsinstrumente des Staates.

Aus dieser Motivation heraus versucht die gegenständliche Studie mittels qualitativer und quantitativer Ansätze energiepolitische Instrumente auf ihre innovationsfördernden Wirkungen hin zu untersuchen. Dazu werden vier Kategorien von Instrumenten, ordnungsrechtliche, marktorientierte und informatorische Instrumente sowie sonstige Instrumente wie Innovationsagenten, mit Hilfe von Experteninterviews und ökonometrischen Zeitreihenanalysen in den privaten Energieanwendungen Niedertemperaturwärme, Stromspezifische Anwendungen und Motorisierter Individualverkehr analysiert. Die Untersuchung fokussiert den gesamten Innovationsprozess mit den drei Phasen Invention, Innovation/Adaption und Diffusion.

Wie die zentralen Ergebnisse der Studie zeigen, sind die einzelnen Instrumente in unterschiedlicher Weise geeignet, innovationsfördernde Wirkungen zu zeigen. Dafür konnte ein Mix an energiepolitischen Instrumenten identifiziert werden, der mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Innovationen führt, die für die Errichtung eines nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystems nötig erscheinen. Drei Kategorien von Instrumenten weisen einen starken Einfluss auf den Innovationsprozess auf. Dies sind einerseits zukunftsorientierte Standards sowie anreizorientierte Instrumente mit mittleren bis hohen Preiseffekten und andererseits die Förderung von Forschung und Entwicklung. Aber auch Innovationsagenten erweisen sich als geeignetes innovationsförderndes Instrument, wenn sie durch Beobachtung der thematisch/personellen Umfelders entdeckt und entsprechend unterstützt werden.

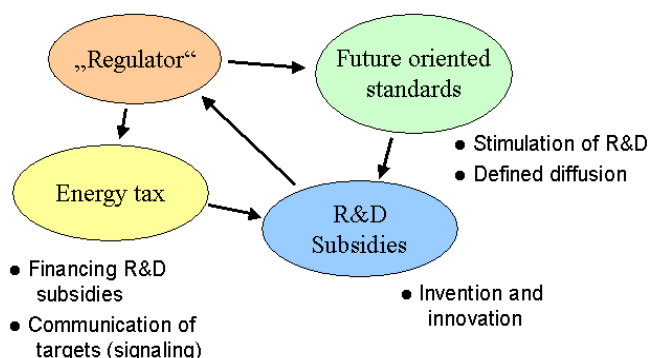
Abstract

The current ecological problems, especially concerning the ongoing rising energy consumption combined with increasing emissions of greenhouse gases, underline the urgent need for action towards a sustainable energy system. Due to this background (technological) innovations seem to be of great importance. At the same time innovative energy technologies offer great chances for the Austrian economy to establish economic leadership. At that point the question arises regarding possible innovation effects of political instruments.

The study on hand tries to examine the effects of political instruments on innovation and diffusion. Four categories of instruments are analysed by different qualitative and quantitative methods namely desk research, interviews with experts and time series analyses. The instruments analysed are direct regulations, market-based instruments, informative and voluntary instruments and the so-called “innovation-agents”. The examination focuses the whole innovation process along the three phases invention, innovation and diffusion. The main objects of investigation are energy applications in private households. These are private heating, electricity and individual motor car traffic.

As the central results of the study show the examined instruments are appropriate to foster innovation differently. The authors identified a mix of policy instruments that likely leads to innovations which seem to be substantial for establishing a sustainable energy and social system. Three categories of instruments show a strong influence on the process of innovation: These are on the one hand “future oriented standards” and market-oriented instruments with medium and high price effects (e.g. energy taxes with medium or high tax rates) and on the other hand R&D subsidies which especially affect invention and innovation. Future oriented standards do not prescribe already existing technologies but ask for new products, processes and institutions for meeting the direct regulations.

Fig. 1: Interactions of essential instruments to establish an environment which fosters the innovation process



The combination of instruments described above may evoke a broad innovation process within the economy to redirect the energy system towards sustainability. Furthermore it will support innovation leadership of the Austrian industry in specific energy technology areas.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Abstract	6
Inhaltsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	10
1 Einleitung	11
1.1 Gegenstand und Aufgabenstellung der Studie	11
1.2 Struktur der vorliegenden Arbeit	13
2 Theoretische Aspekte zu Umweltinnovationen	14
2.1 Umweltinnovationen.....	14
2.1.1 Reichweite/Neuigkeitsgrad von Umweltinnovationen	14
2.1.2 Innovationsprozess.....	15
2.1.3 Weitere Aspekte bzw. Anknüpfungspunkte zur gegenständlichen Untersuchung	18
2.2 Grundlegende Begriffe.....	19
3 Methodik und Daten	22
3.1 Qualitative Methodik	22
3.2 Quantitative Methodik	23
4 Wirkungen (fördernder) Instrumente im Prozess der Umweltinnovation	26
4.1 Ordnungsrechtliche Instrumente.....	28
4.1.1 Standards: Erhöhung der Anforderungen auf Basis bestehender Optionen	29
4.1.2 Festlegung von (neuen) zukunftsorientierten Standards	42
4.2 Anreizorientierte Instrumente.....	46
4.2.1 Energiesteuern	46
4.2.2 Förderungen der Nachfrage	66
4.2.3 Technologieförderung.....	78
4.3 Informatrische Instrumente	81
4.3.1 Allgemeines	81
4.3.2 Empirische Untersuchungen.....	82
4.4 Sonstige Instrumente	88
4.4.1 Innovationsagenten	88
4.4.2 Der Ideenwettbewerb.....	95
4.4.3 Ausschreibungsverfahren	99
5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	101
6 Literaturverzeichnis	108
Anhang	114
Anhang 1 Detaillierte Literaturdokumentationen/Analysen.....	114
Anhang 2 Forschungsansätze in der Innovationstheorie.....	114
Anhang 3 Umfassende Prüfung der Leithypothesen 1 und 2	114
Anhang 4 Aufstellung der Interviewpartner.....	114
Anhang 5 Exemplarischer Interview-Leitfaden	114

Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1	U-Werte von Gebäudeteilen aus der Wärmeschutzverordnung der Stadt Wien.....	38
Tab. 4-2	Wirkung konservativer Standards im Servicebereich Niedertemperaturwärme	39
Tab. 4-3	Wirkung konservativer Standards im Servicebereich Stromspezifische Anwendungen	40
Tab. 4-4	Wirkung von Standards im Servicebereich Motorisierter Individualverkehr	41
Tab. 4-5	Wirkung von zukunftsorientierten Standards	45
Tab. 4-6	Kurz- und langfristige Preis- und Einkommenselastizitäten für den Raumwärmebereich privater Haushalte.....	51
Tab. 4-7	Ergebnisse für Modelle (Produktionsfunktionen) zur Erklärung des Heizenergieverbrauchs	53
Tab. 4-8	Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit kleinen bis mittleren Auswirkungen auf die relativen Preise im Bereich Niedertemperaturwärme	53
Tab. 4-9	Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit kleinen bis mittleren Auswirkungen auf die relativen Preise im Bereich der stromspezifischen Anwendungen.....	57
Tab. 4-10	Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit mittleren bis hohen Auswirkungen auf die relativen Preise und längerer Dauer im Bereich des motorisierten Individualverkehrs	65
Tab. 4-11	Wirkung von Förderungen im Sektor Niedertemperaturwärme	74
Tab. 4-12	Förderung der Nachfrage nach energieeffizienteren Haushaltsgeräten	77
Tab. 4-13	Förderung von (dezentralen) Anlagen zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern	77
Tab. 4-14	Wirkung von Forschungs- und Entwicklungsförderung	80
Tab. 4-15	Wirkung von Informatorischen Instrumenten	87
Tab. 4-16	Wirkung des Instruments „Innovationsagenten“	95
Tab. 4-17	Wirkung des Instruments „Ideenwettbewerb“	99
Tab. 4-18	Wirkung des Instruments „Ausschreibungsverfahren“	100

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1	Entwicklung der thermischen Gebäudequalität (Heizlast) in Österreich	37
Abb. 4-2	Anteil unterschiedlicher Pkw-Typen an der gesamten Fahrleistung.....	41
Abb. 4-3	Preisvergleich Heizöl Extra leicht mit Pellets eines bestimmten Erzeugers.....	50
Abb. 4-4	Relative Entwicklung der wesentlichen Parameter im Bereich Raumwärme	52
Abb. 4-5	Stromverbrauch der Haushalte in Österreich	54
Abb. 4-6	Entwicklung des Stromverbrauchs österreichischer Haushalte nach Gerätegruppen	55
Abb. 4-7	Nominale und reale Treibstoffpreise in Österreich (Bezug: 2000).....	59
Abb. 4-8	Reale (2000=100), absolute Preisdifferenz zwischen einer Kilowattstunde Endenergie aus Dieselkraftstoff und aus Ottokraftstoff.....	60
Abb. 4-9	Spezifische Verbräuche der Pkw-Flotte in Österreich nach Diesel und Benzinmotoren.....	61
Abb. 4-10	Struktur des österreichischen Pkw- und Kombi-Fuhrparks nach Hubraumklassen	62
Abb. 4-11	Jährliche Fahrleistung der Pkw-Flotte in Österreich	63
Abb. 4-12	Die Entwicklung der Treibstoffverbräuche in Österreich für Diesel- und Ottokraftstoffe	64
Abb. 4-13	Anteil der Wärmeversorgung durch Biomasse im Wohnungsneubau im Land Salzburg, in Prozent.....	67
Abb. 4-14	Entwicklung der neu gebauten Wohnungen mit Solaranlagen in Salzburg (Warmwasserbereitung und/oder (teil)solare Raumheizung) in Prozent.....	68
Abb. 4-15	Theoretische Wirkung von Labelling und Standards	84

1 Einleitung

Globale Umweltprobleme der Gegenwart und hier insbesondere die kontinuierlich steigenden Kohlendioxid-Emissionen durch den Einsatz von fossilen Energieträgern in Verbrennungsprozessen stehen zunehmend im Zentrum internationaler Diskussionen. Ergebnis dieser Diskussionen sind wesentliche internationale Vereinbarungen wie die Beschlüsse von Kyoto¹ der Vereinten Nationen, welche nicht zuletzt auch für Österreich einen dringenden Handlungsbedarf definieren². Langfristiges Ziel dieser Abkommen ist die Etablierung eines nachhaltigen Energiesystems, das die gegebenen Knappheiten an fossilen Ressourcen und damit in Zusammenhang stehend die erforderlichen Beschränkungen an globalen Kohlendioxid-Emissionen berücksichtigt. Auch wenn das Erfordernis einer Umorientierung des Energiesystems auf wissenschaftlicher und politischer Ebene bereits weitgehend akzeptiert ist, spiegelt sich dies in den globalen und nationalen Energiesystemen nicht wider. Sowohl auf globaler als auch auf nationaler Ebene steigen der Energiebedarf und die Kohlendioxid-Emissionen unvermindert weiter an. Entgegen dem Ziel Österreichs, die Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2008-2012 um 13% zu reduzieren, kam es bis 2001 zu einem Anstieg der Emissionen um nahezu 10% auf 85,9 Mio. t CO₂-Äquivalente - dies trotz einer Reduktion der Treibhausgasintensität des BIP um 17%.

1.1 Gegenstand und Aufgabenstellung der Studie

Vor dem Hintergrund des Aufrechterhaltens des Lebensstandards (als ökonomische Säule der Nachhaltigkeit) in Österreich einerseits und der Notwendigkeit der Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bzw. der Ausrichtung des Energiesystems an ökologischen Kriterien kommt dem Gesichtspunkt der *Innovation* ein zentraler Stellenwert zu. Neben der Beschleunigung der Verbreitung vorhandener Energietechnologien stellen (technologische) Innovationen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und zur Erhöhung der Energieeffizienz mittel- und langfristig einen zentralen Ansatzpunkt auf dem Weg in ein nachhaltiges Energiesystem dar. Mit einer fundamentalen Umwälzung des Energiesystems sind jedoch nicht nur technologische Innovationen, sondern in hohem Maße auch soziale und institutionelle Neuerungen verbunden.

Langfristig betrachtet erscheint die Ausrichtung der Bedürfnisse nach Energiedienstleistungen nach nachhaltigen Kriterien notwendig, wobei Innovationen gerade in dieser langfristigen Perspektive nicht nur auf die technologische Dimension beschränkt werden dürfen. Die langfristige Sichtweise erfordert weitreichende technologische, soziale und institutionelle Neuerungen, um das Ziel eines nachhaltigen Energiesystems zu erreichen.

In der Vergangenheit wurde dem Bereich der umweltgezogenen Innovationen nur ungenügendes Augenmerk geschenkt. Zudem ist in Österreich eine interessante Umwelt-

¹ Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change; Conference of the Parties; FCCC/CP/1997/L.7/Add.1; 10. December 1997.

² Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2002). *Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels* (Nationale Klimastrategie 2008/2012), Wien Juni 2002.

Innovationslandschaft zu finden, die eine wesentliche Voraussetzung für österreichische Marktführerschaften in einzelnen Energietechnologien ist - Gründe und Motivation genug, um sich der Thematik „Umwelt-Innovationen“ ausführlicher zu widmen.

Energiepolitische Instrumente als Maßnahmen des Staates, mit denen dieser seine energiepolitischen Ziele durchsetzen will, gelten als mögliche exogene Impulse, um Einfluss auf Innovationen ausüben zu können. Die Wirkung energiepolitischer Instrumente auf Innovation wird nach dem Kriterium der dynamischen Anreizwirkung bemessen. Es wird dabei untersucht, inwieweit die einzelnen Instrumente Impulse zur Entwicklung neuer und zur Weiterentwicklung bekannter Technologien sowie deren Anwendung setzen können.

Die Weiterentwicklung der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und zur Erhöhung der Energieeffizienz sind von hoher Relevanz für die österreichische Wirtschaft. Insofern ist es Teil der vorliegenden Studie zu untersuchen, in welchen technologischen Bereichen eine national fokussierte Strategie zur Forcierung von (technologischen) Innovationen effektiv sein kann, und welche Technologien zweckmäßiger Weise einer internationalen Betrachtung bedürfen.

Forschungsziel dieser Studie ist es daher,

- die Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf die (Weiter-) Entwicklung von nachhaltigen Energietechnologien und -systemen in Österreich zu analysieren und auf Basis dieser Analyse
- Vorschläge hinsichtlich der Ausgestaltung dieser Instrumente im Hinblick auf die bereits genannten Zielsetzungen „Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems“ und „Erreichung bzw. Ausbau einer österreichischen Technologieführerschaft“ hinsichtlich einzelner Technologien zu erarbeiten.

Hinsichtlich der zu betrachtenden Instrumente sind es vier Kategorien, die in der Studie näher analysiert werden:

- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Anreiz- bzw. marktorientierte Instrumente
- Informatorische Instrumente
- Sonstige Instrumente

Die Untersuchung der Wirkung der Instrumente auf Innovationsprozesse erfolgt dabei in den drei wichtigsten energiespezifischen Anwendungen der privaten Haushalte, Niedertemperaturwärme (Raumwärme und Warmwasserbereitung), Stromspezifische Anwendungen und Motorisierter Individualverkehr. Mit Blickrichtung auf die erforderliche Untersuchungstiefe wurde eine Fokussierung auf den Haushaltsbereich vorgenommen.

Die verwendete Methodik basiert erstens auf der detaillierten Analyse von spezifischen nationalen aber auch internationalen Erfahrungen und Publikationen, das heißt einer klassischen Literaturrecherche. Den zweiten methodischen Ansatz stellt die empirische Analyse von nationalen Mikro- und Makrodaten mittels Zeitreihen- und Querschnittsanalysen dar. Ergänzend zum empirischen Ansatz wurden leitfadengestützte Interviews mit wesentlichen Akteuren durchgeführt (qualitativer Ansatz).

1.2 Struktur der vorliegenden Arbeit

Im nachfolgenden Kapitel wird versucht, die theoretischen Grundlagen im Themenbereich Umweltinnovationen zu erarbeiten. Hierfür werden am Beginn des Kapitels die für die Studie wesentlichen Begriffe definiert. Anschließend werden relevante Aspekte des Innovationsprozesses diskutiert, um in der Folge einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse aus der Literaturstudie zu geben. Eine ausführliche Darstellung der wichtigsten, diesem Kapitel zugrunde liegenden Literatur findet sich im Anhang.

Kapitel 3 beschreibt die in der Studie verwendeten wissenschaftlichen Methoden, wobei der quantitative und qualitative Zugang näher beschrieben werden.

Kapitel 4 ist der operative Teil der Studie und diskutiert ausführlich die Auswirkungen der einzelnen energiepolitischen Instrumente auf den gesamten Innovationsprozess. Die Gruppe der Ordnungsrechtlichen Instrumente gliedert sich dabei in eher konservative Standards, die auf bereits bestehenden technologischen Optionen aufbauen sowie zukunftsorientierten Standards, die das energiepolitische Ziel vorgeben, aber genügend Freiraum und Optionen für dessen Zielerreichung lassen. In der Kategorie der Anreizorientierten Instrumente werden Energiesteuern, Förderungen der Nachfrage und Forschungs- und Entwicklungsförderungen untersucht. Zum Abschluss werden die informatorischen Instrumenten sowie weitere Instrumente (Innovationsagenten, Wettbewerbe und Ausschreibungsverfahren) diskutiert. Die Analyse erfolgt soweit sinnvoll bzw. erforderlich und soweit empirische Beispiele/Daten vorhanden sind in den Sektoren Niedertemperaturwärme, Stromanwendungen und Motorisierter Individualverkehr. Eine zusammenfassende Darstellung der Wirkungsweisen gibt es jeweils am Ende der einzelnen Unterkapitel.

Kapitel 5 schließlich fasst die Ergebnisse zusammen und versucht Schlussfolgerungen aus den einzelnen Fallbeispielen zu ziehen und daraus allgemein gültige Aussagen hinsichtlich der Wirkung und des Einsatzes energiepolitischer Instrumente im Rahmen der Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems abzuleiten.

Im Anhang finden sich zusätzliche Materialien, die insbesondere für die ausführliche Beschäftigung mit der gegenständlichen Thematik von Bedeutung sind.

2 Theoretische Aspekte zu Umweltinnovationen

2.1 Umweltinnovationen

Unter „Umweltinnovationen“ werden Neuerungen verstanden, die ökologische Belastungen reduzieren bzw. verhindern. Für die gegenständliche Untersuchung bedeutet dies konkret eine Verringerung des Energiekonsums und der damit verbundenen Emissionen. Innovationen im laufenden Wirtschaftsgeschehen haben zwar zu einer deutlichen Reduktion des Energiebedarfs je BIP-Einheit geführt, waren jedoch nicht in der Lage, die für die Etablierung eines nachhaltigen Energiesystems erforderliche Trendumkehr herbeizuführen. Wesentlich für den Erfolg einer Umweltinnovation in diesem Zusammenhang sind die Reichweite bzw. der Neuigkeitsgrad einer (Umwelt)Innovation³. Dabei unterscheidet die Literatur in erster Linie zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen.

2.1.1 Reichweite/Neuigkeitsgrad von Umweltinnovationen

Inkrementelle Innovationen sind mehr oder weniger kontinuierlich stattfindende Veränderungen von Prozessen und Produkten. Sie sind oft weniger das Ergebnis von gezielter Forschung und Entwicklung, sondern vielmehr das Ergebnis von „learning by doing“ und „learning by using“. *Radikale Innovationen* (Basisinnovationen) stellen grundlegende Neuerungen für die Wirtschaft dar. Sie beruhen auf der Anwendung neuen technologischen Wissens und stellen Technologiesprünge dar (vgl. Hillebrand 1998). Einen eher formalen Zugang findet Erdmann (1993), der Basisinnovationen als Wechsel in das Attraktionsgebiet eines neuen ökonomischen Gleichgewichts sieht.

Eine weitere Ebene, die sich nur zum Teil in der zugrunde liegenden Literatur findet, sind sogenannte *Systeminnovationen*. Nach Ansicht der AutorInnen sind Systeminnovationen für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems von zentraler Bedeutung. Freeman/Perez (1988, S. 45ff) sehen Systeminnovationen als Veränderungen in technologischen Systemen, die mehrere Branchen betreffen und zur Entstehung völlig neuer Sektoren führen. Systeminnovationen erfordern „weitreichende evolutionäre organisatorische Transformationsprozesse und soziale Innovationen unter intelligenter Nutzung neuer Technologien“ (vgl. Bierter 2001, zitiert in: Konrad/Nill 2001, S. 32). Die Gründe für die zentrale Positionierung der Systeminnovationen in der Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems liegen zum einen darin, dass sie sowohl was die Qualität als auch die Quantität betrifft große Veränderungen hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen erwarten lassen. Zum anderen ist zu erwarten, dass Systeminnovationen durch gezielte Forschungs- und Entwicklungsarbeit erreichbar sind und häufiger auftreten als Basisinnovationen. Die Ebene der „Systeminnovationen“ wird damit zum zentralen Ansatzpunkt nationaler Politiken zur Durchsetzung von Umweltinnovationen.

³ Die Definitionen zu den in diesem Kapitel (und in der Folge) verwendeten Begriffen finden sich in Kapitel 2.2.

2.1.2 Innovationsprozess

Die vorliegende Studie betrachtet den gesamten Innovationsprozess, wie er schon von Joseph A. Schumpeter, der als Begründer der ökonomischen Innovationstheorie gilt, beobachtet wurde (vgl. Schumpeter 1939). Am Beginn des Prozesses steht die *Invention*, die Entwicklung einer neuen Idee. Als nächste Phase gilt die eigentliche *Innovation*, die erste Markteinführung eines neuen Produktes/Prozesses. Als nächstes folgt die *Diffusion*, ein allmählicher Prozess, bei dem Neuerungen allgemeine Anwendung finden. Dieses lineare Phasenmodell gilt vor allem für techno-ökonomische (Umwelt)Innovationen, die sich vorwiegend auf Neuerungen im Produkt- und Prozessbereich beschränken.

Wie Klemmer et al (1999) in ihren Fallstudien zu Umweltinnovationen zeigen konnten, spielen in der Entstehungsphase von Umweltinnovationen der Einsatz umweltpolitischer Instrumente und aktorspezifische Anreize eine bedeutende Rolle. Als Anreize bzw. Motive für Unternehmen, Umweltinnovationen vorzunehmen, gelten First-Mover-Argumente: Unternehmen wollen der (Umwelt)Gesetzgebung voraus sein und entwickeln vorab (technologische) Lösungen für ein spezifisches umweltrelevantes Problem. Ein positives Image, eine Vorreiterrolle und entsprechende Pioniergewinne sind hier wichtige Motive.

Diese aktorspezifischen Anreize sind eingebettet in gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen, welche die umweltpolitischen Instrumente in ihrer Wirkungsweise beeinflussen. Aber auch das wissenschaftliche und forschungspolitische Umfeld kann wichtige Impulse für die Innovationstätigkeiten vermitteln. Das schließt z.B. das Niveau von Forschung und Lehre in einem Land oder Kooperationsprojekte und Netzwerke mit Unternehmen mit ein. Von großer Bedeutung ist auch das gesamtwirtschaftliche Umfeld, das die Akteure zu einem gegebenen Zeitpunkt antreffen.

In der Phase der **Invention** kommt in der Literatur den sogenannten Innovatoren ein besonderes Interesse zu. Schumpeter (1926) stellte den dynamischen Unternehmer in den Mittelpunkt des Innovationsgeschehens. Dieser versucht Pioniergewinne aus techno-ökonomischen Neuerungen zu lukrieren. Die resultierende ökonomische Dynamik folgt demnach aus der Kreativität des findigen Unternehmers. Diese Kreativität des Unternehmers ist für die Invention von großer Bedeutung. Während Schumpeter in seiner Arbeit große Betonung auf den „Unternehmer“ legt, stehen im Rahmen dieser Arbeit die strukturellen Bedingungen im Mittelpunkt, die Inventionen begünstigen.

Für die eigentliche **Innovation**, die Überleitung in die Produktion und erste Markteinführung, spielen Nischenmärkte eine zentrale Rolle. Interessant in diesem Zusammenhang ist der Ansatz des „Strategischen Nischenmanagements“, der darin besteht, temporär geschützte Bereiche für ausgewählte Technologien zu kreieren und zu managen. Neue Technologien (wie die Energietechnologien auf Basis von erneuerbaren Energieträgern, die im Mittelpunkt der gegenständlichen Studie stehen) sind am Beginn oft noch fehlerbehaftet bzw. fehleranfällig. Nischenmärkte gelten als fehlertoleranter und eignen sich daher für die erste Anwendung am Markt (vgl. Kemp 1998).

Die erste Kommerzialisierung in Nischenmärkten erlaubt ein ständiges „learning by doing“ and „learning by using“, das zu weiteren Verbesserungen der Technologien aber auch zu Kostenreduktionen in der Herstellung führt. Diese Lernprozesse in der Ökonomie werden

allgemein in Form von „learning“ oder „experience curves“ beschrieben. Sie stellen die Abnahme der Produktionskosten pro Einheit mit zunehmender Produktion dar. Die Lernrate (die Steigung der Kurve) ist definiert als die Kostenreduktion pro Einheit (in Prozent) während einer Verdoppelung der akkumulierten Produktion. Es gibt verschiedene Mechanismen des „Lernens“ wie beispielsweise die zunehmenden Erfahrungen der Individuen infolge der Durchführung von Routinearbeiten, Produktstandardisierungen oder economies of scale⁴. Das Potenzial zu Kostenreduktionen verringert sich mit zunehmender Reife der Technologie. Lernkurveneffekte treten vor allem in der Massenproduktion von Konsumgütern auf, wo durch Verringerung der Produktionskosten auch die Preise verringert werden können. Typische Lernraten auch für Energietechnologien variieren zwischen 10% und 30%. Es wurden in der Vergangenheit aber auch schon Lernraten von beinahe 50% insbesondere in den ersten Phasen der Kommerzialisierung beobachtet. Lernkurven dienen unter anderem der Identifizierung von Technologien, die bei adäquaten Investitionen wettbewerbsfähig werden können (vgl. Grübler/Nakićenović/Victor 1999 und Kemp 1997).

In der Phase der Innovation können soziale, technische, ökonomische oder institutionelle Hemmnisse deutlich werden. Wie die bereits angesprochenen Fallstudien von Klemmer et al (1999) zeigen, wird die Innovation oftmals von intrinsischer Motivation einzelner Beteiligter oder von öffentlichen Subventionen beeinflusst. Schließlich gelten Umweltinnovationen gerade in der Anfangsphase meist als unwirtschaftlich und werden dank ihrer ökologischen Vorteilhaftigkeit öffentlich unterstützt. Umweltinnovationen genießen in dieser Phase hohe Aufmerksamkeit von Seite der Umweltszene; entsprechend hoch sind die Erwartungen an ihre weitere Entwicklung. Umweltinteressierte Personen stellen oft die ersten KundInnen bzw. AnwenderInnen der neuen Umwelttechnologien dar.

Auf Ebene der Unternehmen verstärkt sich in dieser Phase die Konkurrenz. Waren es anfangs nur wenige vielleicht kleine Unternehmen⁵, springen nun weitere auf den fahrenden Zug auf (unter der Voraussetzung einer erfolgreichen Innovation). Es ist jetzt von der Innovation an sich abhängig, ob sie sich aus der Nische heraus entwickelt oder eben ein Nischenprodukt bleibt, was für einzelne Unternehmen durchaus interessant sein kann.

Rogers (1995) beschreibt die **Diffusion** als Prozess, bei dem sich eine Innovation durch bestimmte Kommunikationskanäle über die Zeit in einem sozialen System ausbreitet. Der Innovations-Entscheidungsprozess bezieht sich demnach auf die Dimension der Zeit und durchläuft nach Rogers fünf Stufen:

In der ersten Stufe des Diffusionsprozesses erlangt ein Individuum (oder eine beliebige soziale Einheit, die Entscheidungen fällt) *Kenntnis* von der Existenz einer Innovation und ein

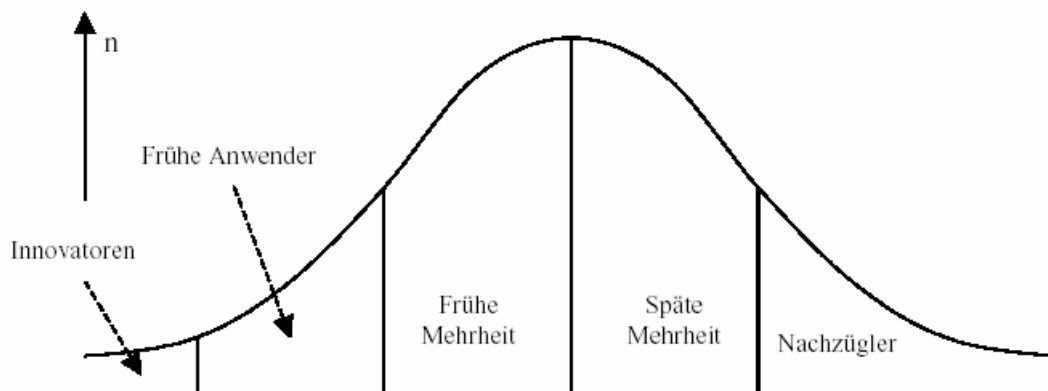
⁴ economies of scale bedeutet geringere Kosten pro Produktionseinheit aufgrund höherer Produktionszahlen.

⁵ Dem Einfluss der Unternehmensgröße wird in der theoretischen Auseinandersetzung um die Innovationsfähigkeit von Unternehmen großer Stellenwert beigemessen. Die Frage, welche Betriebsgröße für das Hervorbringen von Innovationen am besten geeignet ist, wurde immer wieder unterschiedlich beantwortet (beispielsweise sprach Schumpeter von „small ist beautiful“). Es gibt keine pauschale Antwort auf diese Frage, dafür aber zahlreiche Einflussfaktoren (Art des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens, Phase des Innovationsprozesses, Gegenstand der Innovation, Organisationsstruktur, Konkurrenzdruck etc.). Während größere Unternehmen den Vorteil haben, über mehr Kapital zu verfügen, sind kleinere Unternehmungen flexibler. Letztere haben insbesondere Vorteile bei (marktnahen) Produktinnovationen (vgl. Schmid et al. 1994).

zumindest grobes Verständnis, wie diese funktioniert. Danach beginnt die Suche nach anwendungsrelevanten Informationen. In der zweiten Phase, der Phase der *Meinungsbildung*, wird eine Meinung bezüglich einer Innovation gebildet. Information zur Reduktion der Unsicherheit wird in dieser Phase zumeist von nahestehenden Bezugspersonen eingeholt. Wie eine Innovation von den potenziellen AnwenderInnen einer Innovation wahrgenommen wird, ist mitbestimmend dafür, wie schnell sich diese verbreitet. Anschließend wird eine *Entscheidung* über die Übernahme oder Ablehnung einer Innovation getroffen. In diesem Zusammenhang spielt das Ausprobieren der Innovation eine besondere Rolle. Die tatsächliche Umsetzung der Entscheidung erfolgt in der Phase der *Implementierung*, wobei die Innovation zur Anwendung gebracht wird. In der Stufe der *Bestätigung* wird nach Informationen gesucht, die den/die AnwenderIn einer Innovation darin bestärkt, mit der Anwendung der Innovation fortzufahren. Falls jedoch Informationen entstehen, welche die Anwendung der Innovation in Frage stellen, kann auch die Anwendung der Innovation abgebrochen werden.

Bezüglich der Ausbreitung einer Innovation kann zwischen verschiedenen Kategorien von AnwenderInnen gesprochen werden. Abb. 2-1 zeigt die idealisierte Darstellung des Ausbreitungsprozesses, welche der Form einer Glockenkurve folgt. Eine Kategorisierung der AnwenderInnen lässt sich je nachdem, wann die Innovation übernommen wird, vornehmen. Den einzelnen AnwenderInnen-Kategorien werden hierbei typische (idealisierte) Eigenschaften zugeordnet (vgl. Rogers 1995).

Abb. 2-1: Kategorisierung der AnwenderInnen nach Zeitpunkt der Innovationsübernahme



Quelle: in Anlehnung an Rogers 1995, S. 262

Innovatoren gelten als risikofreudig, verfügen zumeist über ein relativ hohes Einkommen (das Risiko eines Fehlschlags einer Innovation kann von dieser Gruppe auch aus finanzieller Sicht getragen werden) und besitzen meist ein großes technisches Verständnis oder Interesse. *Innovatoren* sind eher kosmopolitisch orientiert und müssen nicht unbedingt von den Mitgliedern des lokalen sozialen Systems akzeptiert sein, aber sie erfüllen die Aufgabe, eine Innovation außerhalb der Systemgrenzen des lokalen Systems in dieses System zu importieren. Die *frühen Anwender* sind wesentlich integrierter in das lokale soziale System

als die Innovatoren; sie nehmen oft eine meinungsbildende Rolle („opinion leaders“) ein. Da die frühen Anwender im Grad ihrer „Innovativität“ nicht besonders vor den DurchschnittsbürgerInnen liegen, werden sie eher als die Innovatoren als Vorbilder akzeptiert. Mitglieder der *frühen Mehrheit* haben häufigen Kontakt mit nahen Bezugspersonen, haben aber selten die Rolle von Meinungsführern inne. Sie sind etwas zögernd, werden aber von Meinungsführern beeinflusst. Die Übernahme einer Innovation kann für die *späte Mehrheit* bereits aus ökonomischen Notwendigkeiten oder sozialem Druck erfolgen. Mitglieder dieser Gruppe stehen der Innovation auch skeptisch gegenüber. Die *Nachzügler* sind die letzten, die in einem sozialen System eine Innovation übernehmen. Dies kann an einer sehr traditionellen Grundeinstellung, an einer sehr isolierten Stellung innerhalb des sozialen Netzwerks, aber auch an bestimmten Wertvorstellungen, die zu der Innovation in starkem Gegensatz stehen, liegen (vgl. Rogers 1995).

2.1.3 Weitere Aspekte bzw. Anknüpfungspunkte zur gegenständlichen Untersuchung

Das oben dargestellte lineare Phasenmodell (Invention-Innovation-Diffusion) greift aus heutiger Sicht zu kurz. Vielmehr erlangt das Zusammenspiel aller Akteure und Rahmenbedingungen immer größere Bedeutung. Der technologische Wandel wird zunehmend als interaktiver Prozess mit stetigen Rückkopplungen und Feedbackschleifen zwischen den einzelnen Phasen des Innovationsprozesses gesehen, der zur Bildung von Strukturen führt, die auch als Innovationsnetzwerke bezeichnet werden (vgl. Konrad/Nill 2001). Es sind Lern- und Suchprozesse, die das gesamte Feld der Innovationen dominieren. Dabei handelt es sich einerseits um systematische Bemühungen in den Unternehmen und im Forschungsbereich und andererseits um informelle und nicht institutionalisierte Aktivitäten, die im Produktionsprozess selbst stattfinden. Beides führt dazu, dass die Art und Richtung des technologischen Fortschritts insbesondere vom Stand der vorhandenen Technologien und der Art der Aktivitäten und Prozesse abhängig ist („Technology-push“). Neben diesen angebotsseitigen Einflussfaktoren sind Innovationen oft auch die Antwort auf eine geänderte Marktnachfrage („Demand-pull“). In der Praxis spielen beide Einflussfaktoren zusammen. Demnach ist technologischer Wandel eher als eine kumulative und kontinuierliche Aktivität zu betrachten denn als isoliertes Ereignis (vgl. Dosi 1988).

Minsch et al. (1996) unterscheiden bei Umweltinnovationen (oder ökologische Innovationen wie sie in der Literatur auch genannt werden) in Unternehmen vier Arten: Neben *Prozessinnovationen* und *Produktinnovationen*, die heute in Unternehmen dominieren, definieren sie *Funktionsorientierte Innovationen* und *Bedürfnisorientierte Innovationen*. Erstere konzentrieren sich auf die Funktionen, die Produkte zu erfüllen haben. Es geht dabei auch um den Übergang vom Denken in Produkten zu einem Denken in Dienstleistungen. Gefordert ist die ökologische Optimierung der Erfüllung vorgegebener Funktionen. Bedürfnisorientierte Innovationen schließlich stellen die Funktionen der Produkte und Dienstleistungen selbst in Frage und setzen direkt bei den Bedürfnissen an. Techno-ökonomische Neuerungen reichen nicht aus; ein Zusammenspiel mit sozialen und kulturellen Innovationen erscheint erforderlich zu sein, um den Weg in Richtung nachhaltige Entwicklung einzuschlagen.

Nicht intendierte Rückwirkungen von Umweltinnovationen können darüber hinaus kontraproduktive Effekte zeitigen. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn Umweltinnovationen in einem zweiten Schritt zu unökologischen „Ersatzhandlungen“ führen (z.B. finanzielle Ersparnisse durch eingesparten Energieverbrauch in Wohnungen werden durch energieintensive Freizeitaktivitäten, z.B. Flugreisen, kompensiert). In diesem Fall spricht man von einem „ökologischen Innovationsparadoxon“. So erhöhen Umweltinnovationen die Effizienz des eingesetzten Energieträgers und führen damit zu einer Preisreduktion für die angestrebte Dienstleistung. Dies kann eine Ausweitung der Nachfrage nach dieser Dienstleistung und damit zu einem wiederum erhöhten Energiebedarf zur Folge haben. Wenn Einsparungen, die aus technischen Fortschritten resultieren können, sofort in vermehrte Nachfrage, in vermehrtem Konsum, umgesetzt werden, spricht man von sogenannten Rebound-Effekten. Ob eine Umweltinnovation wirklich eine ökologische Entlastung in der Gesamtwirtschaft mit sich bringt, ist nicht einfach zu bestimmen. Die Kunst der ökologischen Innovation besteht darin, das oben beschriebene Innovationsparadoxon weitgehend zu vermeiden. Es gibt daher keine per se ökologischen Innovationen. Die ökologische Wirkung hängt davon ab, in welchem gesellschaftlichen und politischen Umfeld die Innovation zur Anwendung kommt (vgl. Minsch et al. 1996).

2.2 Grundlegende Begriffe

In diesem Kapitel sollen die wichtigsten grundlegenden Begriffe, die für das gegenständliche Projekt von Bedeutung sind, dargestellt werden. In der Folge werden die Begriffe Umwelttechnologie, technischer beziehungsweise technologischer Fortschritt, Innovationsprozess (mit den drei Phasen Invention, Innovation und Diffusion), Umweltinnovation, Nationales Innovationssystem definiert und eine Einteilung der Innovationen nach Innovationstyp sowie nach Reichweite beziehungsweise Neuigkeitsgrad getroffen. Die weitgehend aus der Literatur übernommenen Definitionen werden in der gegenständlichen Arbeit in dem unten stehenden Sinne gebraucht.

Für den Begriff der **Umwelttechnologie** wird die Definition nach Kemp übernommen:

„Environmental technology as each technique, process or product which conserves or restores environmental qualities. Environmental qualities may be conserved directly, through the treatment of pollution, re-use of waste material, and they may be conserved in an indirect way by technologies and materials that are less environmentally harmful than comparable processes, products and substances.“ (Kemp 1997, S.11).

In der deutschsprachigen Literatur wird hauptsächlich von **technischem Fortschritt** gesprochen. Weber hingegen unterscheidet zwischen

“Technological change as a more encompassing concept which not only includes the wider use and application of new technologies, but also the transformation of knowledge and skills needed to make them operational. It represents the changes which in the end have been achieved in terms of both artefacts and knowledge.“ (Weber 1999, S. 17).

und

„Technical change would then be limited to the artefact dimension of technological change.“ (Weber 1999, S.17).

Hinsichtlich der Definition von **Innovation** bezieht sich die Literatur in einem ersten Ansatz auf Schumpeter, der wichtige Meilensteine in der ökonomischen Innovationstheorie setzte. Für Schumpeter sind *Innovationen alle Aktivitäten, die der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren (Invention), ihrer Markteinführung beziehungsweise ersten Anwendung (Innovation im engeren Sinn) oder ihrer allgemeinen Ausbreitung (Diffusion) dienen* (zitiert nach Klemmer et al. 1999, S. 28).

In der vorliegenden Studie wird der gesamte **Innovationsprozess** betrachtet, der die drei Phasen Invention, Innovation (im engeren Sinn) beziehungsweise Adaption und Diffusion einschließt. Dieses in der Ökonomik gebräuchliche lineare Phasenmodell geht auf Schumpeter zurück.

Drei Phasen des **Innovationsprozesses**:

- Invention (*“the development of a new idea”*)⁶
- Innovation beziehungsweise Adaption (*“the incorporation of a new idea into a commercial product or process and the first marketplace implementation thereof”*)
- Diffusion (*“the typically gradual process by which improved products or processes become widely used”*) (zitiert nach Jaffe 1995, S. 45)

Nach Rogers ist **Diffusion** *„the process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system“* (Rogers 1995, S. 5)

Neben der Definition der einzelnen Phasen des Innovationsprozesses sollte in diesem Zusammenhang ein weiterer Begriff eingeführt werden: Freeman definiert (**Nationales**) **Innovationssystem** als *“the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies“* (vgl. Freeman 1987, zitiert in Konrad/Nill 2001, S. 18).

In Hinblick auf die Zielsetzung des Projekts, die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems, ist der Begriff der Umweltinnovation beziehungsweise ökologischen Innovation interessant. Minsch et al. definieren **Ökologische Innovationen** wie folgt:

„Ökologische Innovationen sind von Akteuren vorgenommene Neugestaltungen des bisherigen Handelns beziehungsweise der Handlungsergebnisse mit dem Ziel, die ökologische Belastung zu reduzieren.“ (Minsch et al. 1996, S. 4).

Wie bereits erwähnt, unterscheiden sie dabei vier Arten ökologischer Innovationen in Unternehmen: Produkt- und Prozessinnovationen, Funktionsinnovationen und bedürfnisorientierte Innovationen.

Klemmer verwendet den Begriff der **Umweltinnovationen** und meint damit jene **technisch-ökonomischen** (Produkt- und Prozessinnovationen sowie organisationsbezogene oder strategische Innovationen), **institutionellen** (in Form der Neugestaltung der

⁶ Jaffe spricht hier von *“technical idea“*. Diese Eingrenzung scheint den AutorInnen für die vorliegende Untersuchung als zu eng.

gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Ordnungsprinzipien) und/oder **sozialen Neuerungen** (die mit der Herausbildung neuer entscheidungsprägender Normen beziehungsweise Verhaltensweisen verbunden sind und sich auch in der praktischen Anwendung neuer Lebensstile ausdrücken), die zu einer Verbesserung der Umweltqualität führen, das heißt, die die anthropogen bestimmten Umweltnutzungen vermindern, indem sie z.B. zur Einsparung von Energie und Rohstoffen, zur Verminderung von Emissionen beitragen, etc. (Klemmer et al. 1999, S. 29).

Des Weiteren können Innovationen je nach ihrer *Reichweite* und *Neuigkeitsgrad* differenziert werden. In diesem Zusammenhang unterscheiden die meisten Untersuchungen zwischen Basisinnovationen (sogenannte radikale Innovationen) und Verbesserungsinnovationen (sogenannte inkrementelle Innovationen). Die AutorInnen möchten eine weitere Kategorie berücksichtigen, die Systeminnovationen:

Verbesserungsinnovationen: Verbesserungsinnovationen beziehen sich vor allem auf technologische Innovationen und stellen die mehr oder weniger kontinuierliche Weiterentwicklung bereits vorliegender Produkte, Prozesse oder Organisationsformen dar (vgl. Hemmelskamp 1999).

Systeminnovationen: Freeman/Perez (1988) sehen Systeminnovationen als Veränderungen in technologischen Systemen, die mehrere Branchen betreffen und zur Entstehung völlig neuer Sektoren führen. Systeminnovationen basieren auf einer Kombination von radikalen und inkrementellen Innovationen. Sie erfordern „*weitreichende evolutionäre organisatorische Transformationsprozesse und soziale Innovationen unter intelligenter Nutzung neuer Technologien. (...)*“ (vgl. Bierter 2001, zitiert in Konrad/Nill 2001, S. 32).

Basisinnovationen: Basisinnovationen stellen grundlegende Neuerungen für die Wirtschaft dar und lassen neue Märkte und Industriezweige entstehen (vgl. Hemmelskamp 1999). Sie beruhen auf der Anwendung neuen technologischen Wissens und stellen Technologiesprünge dar (vgl. Hillebrand 1998). Basisinnovationen sind diskontinuierliche Ereignisse und gewöhnlich das Resultat von Forschung und Entwicklung. Sie sind durch technologische Pfadänderungen gekennzeichnet und begründen damit neue Pfade der Entwicklung (vgl. Klemmer et al. 1999).

Es bleibt noch einen weiteren Begriff einzuführen, nämlich den Begriff der **Evolutionseffizienten Instrumente** nach Erdmann (1993):

Instrumente, welche die Umweltsituation in irreversibler und unumkehrbarer Weise verbessern, das heißt, die auch nach ihrem Aussetzen den Markimpuls erhalten lassen, werden als evolutionseffiziente Instrumente bezeichnet.

3 Methodik und Daten

Neben der Literaturrecherche wurden im Rahmen der Arbeit qualitative und quantitative Methoden angewandt. Ausgangspunkt für den unten beschriebenen methodischen Zugang war die Prüfung von vier Leithypothesen.

- 1) Business as usual führt nicht zur Erreichung des Kyoto-Ziels
- 2) Energiepreissteigerungen führen zu nicht signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs
- 3) Energiepolitische Instrumente sind in unterschiedlicher Weise geeignet, innovationsbezogene Wirkungen zu entfalten.
- 4) Die Erreichung einer Technologieführerschaft bedarf eines funktionierenden (nationalen) Innovationssystems

Diese Leithypothesen wurden für die Bearbeitung weiter in Unterhypothesen unterteilt. Mittels quantitativer und qualitativer Methodik wurde versucht, die innovationsbezogenen Wirkungen der einzelnen energiepolitischen Instrumente zu untersuchen.

3.1 Qualitative Methodik

Im Rahmen des qualitativen Zugangs zur Themenstellung wurde im Rahmen der vorliegenden Studie eine Vielzahl von **Experteninterviews** geführt. Mit Hilfe dieser Interviews wurde ein Teil der Arbeitshypothesen überprüft. Insgesamt wurden dazu vierzehn Interviews mit österreichischen Experten im Energiesektor und mit Unternehmern aus dem Bereich der Produktion von Biomassekesseln durchgeführt. Alle Interviews wurden als Einzelgespräche auf Tonband aufgenommen, teilweise transkribiert und schriftlich zusammengefasst. Als Interviewpartner wählten die AutorInnen allesamt Personen, die sich seit vielen Jahren mit den Themen Energie/Erneuerbare Energieträger, Energietechnologien und Innovation auseinandersetzen.

Die Interviews wurden anhand des beiliegenden Leitfadens (siehe Anhang 5) in teilstrukturierter Weise geführt. Die Auswertung erfolgte qualitativ, indem die persönliche Sichtweise der Interviewpartner entweder mit Hilfe von Zitaten (jeweils unter Anführungszeichen) oder in Form einer inhaltsgemäßen Zusammenfassung wiedergegeben wird. Eine Aufstellung der Interviewpartner und ein exemplarischer Interviewleitfaden finden sich in Anhang 4 bzw. 5.

Die überaus interessanten Gespräche unterscheiden sich in den wesentlichen Aussagen kaum untereinander. Sie gehen zudem konform mit den quantitativen Ergebnissen der Studie. Die für die gegenständliche Untersuchung wesentlichsten Aussagen und gewonnenen Erkenntnisse aus den Interviews werden im nachfolgenden Kapitel ausführlich diskutiert und dargestellt.

An dieser Stelle sei auch noch ganz herzlich all jenen Personen gedankt, die den AutorInnen zu Gesprächen aber insbesondere für Interviews zur Verfügung standen.

3.2 Quantitative Methodik

Aus dem Bereich der quantitativen Methoden liegt in dieser Arbeit der Schwerpunkt auf der **ökonometrischen Zeitreihenanalyse**. Sie wurde zur Überprüfung der Leithypothese 2 („Energiepreissteigerungen führen zu nicht signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs“) angewandt.

Im Zuge einer ökonometrischen Zeitreihenanalyse zur Modellierung von Energieverbräuchen wird versucht, die zeitliche Abhängigkeit des Energieverbrauchs von Preis, Einkommen und anderen Parametern zu modellieren. Das hierbei verwendete ökonometrische Basismodell wird entsprechend einer Produktionsfunktion angesetzt und hat folgende formale Gestalt:

$$EE_s(t) = C * p(t)^\alpha * Y(t)^\beta (* \eta(t)^\chi * ...)$$

$EE_s(t)$	Endenergieverbrauch des Sektors s in der Zeitperiode t
C	Konstante
$p(t)$	durchschnittlicher Preis pro Endenergieeinheit in der Zeitperiode t
α	Exponent von p, Preiselastizität
$Y(t)$	aggregiertes Einkommen der Endenergieverbraucher während der Zeitperiode t, oft wird auch das BIP verwendet
β	Exponent des Einkommens, Einkommenselastizität
$\eta(t)$	durchschnittliche spezifische Effizienz (Endenergie pro Dienstleistungseinheit) in der Zeitperiode t
χ	Exponent der spezifischen Effizienz

Im Basismodell werden zur Erklärung der abhängigen Variable Endenergieverbrauch als erklärende Variablen Preis und Einkommen verwendet. Dieses Basismodell kann mit weiteren Variablen ergänzt werden, z.B. der technischen Effizienz. Zur statistischen Schätzung der Parameter (C, α , β , χ ...) mittels Regressionsanalyse ist die Überführung dieser Produktionsfunktion in eine Summenstruktur erforderlich, welche durch Logarithmieren erfolgt. Die hier angewandte Basis-Modellspezifikation entspricht der international üblichen Vorgangsweise im Bereich der ökonometrischen Energieverbrauchs-Modellierung, wie der einschlägigen Fachliteratur zu entnehmen ist (siehe hierzu beispielsweise Madlener (1996), Wirl und Walker (1993), Dargay (1992/1), Dargay (1992/2) oder Gately (1992)).

Die Modellrechnungen wurden für die Sektoren Motorisierter Individualverkehr, Haushaltselektrogeräte und Raumwärme durchgeführt.

Die Qualität der zugrundeliegenden Zeitreihendaten ist von entscheidender Bedeutung für die Güte der Ergebnisse einer ökonometrischen Zeitreihenanalyse.

Folgende **Datenquellen** wurden herangezogen:

Endenergiepreise:

- IEA-Statistics, Energy Prices and Taxes 1978-2001 als wesentliche Grundlage;
- bzgl. Treibstoffpreise ergänzt durch Daten der Statistik Austria und Informationen des Finanzministeriums;
- bzgl. Endenergieträgerpreise Raumwärme sowie Endverbraucherpreis Strom ergänzt durch Daten der Arbeitsgruppe Energiewirtschaft, TU Wien

makroökonomische Kennwerte (Bruttoinlandsprodukt, Verbraucherpreisindex):

- Statistik Austria

spezifische Energieeffizienz:

- Spezifische Verbräuche der Pkw-Flotte: Umweltbilanz Verkehr, Zahlenspiegel, 1997 (hrsg. vom BMUJF), Daten des Umweltbundesamts;
- Entwicklung der technischen Effizienz (Heizlast) von jeweils neu gebauten Gebäuden in Österreich: Biermayr (1999), Skopetz (2001);

Endenergieverbrauch:

- Treibstoffverbrauch der Pkw-Flotte: Umweltbilanz Verkehr, Zahlenspiegel 1997 (hrsg. vom BMUJF), Daten des Umweltbundesamts;
- Energieverbrauch des Raumwärmesektors: Skopetz (2001) basierend auf Daten des ÖSTAT / Statistik Austria;
- Haushaltsstromverbrauch: Betriebsstatistiken der Energieversorgungsunternehmen, IEA Energy Prices and Taxes 2002;

Zur Bearbeitung der Leithypothese 1 („Business as usual führt nicht zur Erreichung des Kyoto-Ziels“) wurden im Rahmen der Teilhypothese 1.1. („Inkrementelle technologische Verbesserungen kompensieren nicht wohlfahrtsbedingte Emissionsanstiege“) Zeitreihendaten zu Effizienzentwicklungen, welche die inkrementellen technologischen Verbesserungen dokumentieren, den zeitlichen Entwicklungen des Verbrauchs (Energie, CO₂-Emissionen) gegenübergestellt und diskutiert. Die untersuchten Sektoren sind analog zu Leithypothese 2 Motorisierter Individualverkehr, Haushaltselektrogeräte und Raumwärme. Die Quellen für die Endenergieverbrauchsdaten sind analog zu Leithypothese 2 ; Daten zur Entwicklung der technischen Effizienz sind ebenfalls analog zu Leithypothese 2, ergänzt durch Daten der Arbeitsgruppe Energiewirtschaft, TU Wien sowie bezüglich der Effizienzentwicklung einiger Haushaltsgerätegruppen aus Zöchling (1995) entnommen.

Zur Prüfung von Teilhypothese 1.2 („Systeminnovationen und Wechsel des Energieträgers können partiell zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen führen“) werden Energieverbrauch und CO₂-Emissionen während des Lebenszyklus eines Gebäudes für verschiedene Gebäudetypen verglichen. Durch die Auswahl der Gebäudetypen werden sowohl konventionelle nach Bauordnung errichtete Gebäude sowie Gebäudetypen, die verschiedene Grade an Systeminnovation aufweisen (Niedrigenergiehaus, Passivhaus)

einbezogen. Einschränkend ist anzumerken, dass es sich hier um ein vereinfachtes Lebenszyklusmodell handelt, da der Energieaufwand bzw. die Emissionen für die direkten Errichtungsarbeiten und den Abriss des Gebäudes bzw. Entsorgung der Baustoffe nicht inkludiert sind. Die Daten für den kumulierten Energieaufwand (KEA) bzw. kumulierte CO₂-Emissionen der Baustoffe sind aus den Arbeiten der Forschungsstelle für Energiewirtschaft München (vgl. Hutter et al. 1998) entnommen.

4 Wirkungen (fördernder) Instrumente im Prozess der Umweltinnovation

Wicke (1993) versteht unter „umweltpolitischen Instrumenten diejenigen Maßnahmen des Staates, mit denen dieser seine umweltpolitischen Zielvorstellungen durchsetzen will“ (Wicke 1993, S. 193). Das grundlegende Ziel umweltpolitischer Instrumente ist es, das Verhalten der Wirtschaftssubjekte (ProduzentInnen und KonsumentInnen) in Richtung eines schonenden Umgangs mit der Natur zu lenken. Wie der gewünschte Zustand der Umwelt aussehen soll, war in der bisherigen Praxis eine politische Entscheidung. Die einzelnen Instrumente lassen sich nach verschiedenen Kriterien unterteilen bzw. basieren auf unterschiedlichen Mechanismen. Jedes Instrument hat durch seine unterschiedliche Ansatzweise seine spezifischen Vor- und Nachteile. Grundsätzlich wird zwischen ordnungsrechtlichen und anreiz- bzw. marktorientierten Instrumenten unterschieden. Meist wird noch eine dritte Kategorie angeführt, das sind (weiche) Instrumente, die darauf beruhen, die Akteure einerseits mit Informationen auszustatten und andererseits diesen einen Anreiz zu liefern, freiwillig eine Verhaltensänderung in Richtung mehr Umweltschutz durchzuführen.

In der vorliegenden Arbeit wird der Terminus „energiepolitische Instrumente“ verwendet, da von einem umweltpolitischen Ziel der Reduktion des Energieverbrauchs bzw. der CO₂-Emissionen ausgegangen wird. Die einzelnen energiepolitischen Instrumente rufen unterschiedliche Wirkungen hervor, sei es in ökologischer, ökonomischer oder sozialer Hinsicht. Da es darum geht, den Energieverbrauch zu reduzieren, ist davon auszugehen, dass die ökologische Wirkung des Instruments positiv ist. Das Ausmaß der Energieeinsparung bzw. das Treibhausgasreduktionspotenzial durch die Reduzierung der CO₂-Emissionen ist aber unterschiedlich. Die ökonomischen und sozialen Auswirkungen sind ebenfalls differenziert zu betrachten. Gegenstand der vorliegenden Studie sind die Wirkungen energiepolitischer Instrumente auf den Innovationsprozess. Die AutorInnen gehen davon aus, dass energiepolitische Instrumente in unterschiedlicher Weise geeignet sind, innovationsbezogene Wirkungen zu entfalten. Es ist nun Ziel dieses Kapitels, diese Wirkungsweise zu analysieren.

In der allgemeinen umweltpolitischen Literatur werden innovationsbezogene Wirkungen von umweltpolitischen Instrumenten nur am Rande diskutiert. Die Literatur stellt vor allem Kriterien wie ökologische Effektivität, ökonomische Effizienz, politische Akzeptanz und Praktikabilität oder die Effekte auf die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit in den Vordergrund. Die Innovationseffekte umweltpolitischer Instrumente werden grundsätzlich nach dem Kriterium der dynamischen Anreizwirkung bemessen (vgl. z.B. Cansier 1996, OECD 1997). Es wird dabei untersucht, inwieweit die einzelnen Instrumente Impulse zur Entwicklung neuer und zur Weiterentwicklung bekannter (Umwelt)Technologien sowie deren Anwendung und Ausbreitung setzen können.

Bereits vorliegende Untersuchungen und Fallbeispiele liefern kaum empirische Ergebnisse hinsichtlich der dynamischen Anreizwirkung energiepolitischer Instrumente⁷. Die Aussagen, die getroffen werden, sind zum Teil nur sehr vage bzw. sogar widersprüchlich. Schließlich hängen die innovationsbezogenen Effekte ganz entscheidend von den Rahmenbedingungen ab, welche die Instrumente vorfinden. Außerdem gehen die AutorInnen der vorliegenden Studie davon aus, dass energiepolitische Instrumente ihre Wirkungsweise unterschiedlich auf die einzelnen Phasen des Innovationsprozesses entfalten. Auch das muss bedacht werden, wenn über die konkrete Implementierung eines Instruments bzw. eines Instrumentenbündels verhandelt wird.

In der Folge werden die einzelnen energiepolitischen Instrumente und ihre Wirkungen auf den Innovationsprozess dargestellt. Diese Instrumente können in die folgenden drei Kategorien eingeteilt werden:

- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Anreiz- bzw. marktorientierte Instrumente
- Informativische Instrumente
- Sonstige Instrumente

Am Beginn der Darstellung jeder Instrumentenkategorie wird jeweils das Charakteristische, das Gemeinsame der untersuchten Instrumente aufgezeigt. Es folgen einzelne Ergebnisse aus bereits vorhandenen Studien (Fallbeispiele). Im Mittelpunkt steht jedoch die Diskussion der Erkenntnisse aus den von den AutorInnen durchgeführten qualitativen und quantitativen Untersuchungen. Diese werden je Instrumentenkategorie einem der drei untersuchten Sektoren

- Niedertemperaturwärme (Raumwärme und Warmwasserbereitung)
- Stromspezifische Anwendungen und
- Motorisierter Individualverkehr zugeordnet.

⁷ Diesbezügliche Ergebnisse aus der Literatur finden sich zum Teil im Laufe des Kapitels 4; eine umfassende Darstellung der zugrundeliegenden Literatur bietet der Anhang 1.

4.1 Ordnungsrechtliche Instrumente

Ordnungsrechtliche Instrumente umfassen direkte umweltbezogene Verhaltensvorschriften für Wirtschaftssubjekte, mit denen die umweltpolitischen Instanzen ihre Zielvorstellungen durchsetzen wollen. Das Verursacherprinzip wird mit diesen so genannten Umweltauflagen in dem Umfang durchgesetzt, in dem der/die Verursacher/in durch Einhaltung dieser Auflagen die Umweltbelastung verringert (Wicke 1993, S. 195ff). Dieses Instrumentarium ist besonders vielgestaltig. Dazu zählen alle Arten von Standards, Grenzwerte und sonstige gesetzliche Auflagen wie z.B. umweltpolitische Verordnungen auf Bundes- oder Länderebene. Charakteristisch für diese Politik der direkten Regulierung ist der staatliche Zwang, der auf die Wirtschaftssubjekte ausgeübt wird, damit diese ihr „umweltschädliches“ Verhalten aufgeben oder zumindest reduzieren. Ohne geeignete Überwachungs- und Sanktionsmechanismen ist das Ordnungsrecht allerdings wirkungslos. Die Sanktionsmechanismen sind meist finanzieller Natur, können aber bis zum Genehmigungsentzug von Produktionsanlagen oder bis zur strafrechtlichen Verfolgung führen (vgl. Cansier 1996).

Im Allgemeinen können Umweltauflagen an Emissionen, am Produktionsprozess, an der Produktion, oder an den Produkten selbst ansetzen. Emissionsauflagen legen Grenzwerte, das heißt in der Regel eine absolute Höhe der höchstzulässigen Menge an Schadstoffen⁸ fest, die nicht überschritten werden darf. Beispiele für Auflagen am Produktionsprozess sind Input-Auflagen, Bauart- bzw. Betriebsnormen oder Prozessnormen. Bei Prozessnormen wird die anzuwendende Technologie bzw. die Art der Anwendung dieser Technologie festgelegt. Produktionsauflagen wiederum können die Produktionsmengen für schadstoffintensiv hergestellte Güter limitieren bzw. sogar Produktionsverbote aussprechen (Wicke 1993, S. 197ff).

Von Seiten der Behörden erfordert das Ordnungsrecht neben den administrativen Kosten außerdem noch umfangreiches Wissen über den „Stand der Technik“⁹ zur Festsetzung der einzelnen Auflagen. Dabei wird auch mit externen ExpertInnen zusammengearbeitet, um geeignete Auflagen zu definieren. Wie noch zu zeigen sein wird, ist die Festlegung der Grenzwerte etc. nicht unproblematisch.

Im Rahmen der durchgeführten qualitativen und quantitativen Untersuchungen stehen Emissionsgrenzwerte, Qualitätsstandards und Produktnormen im Vordergrund. Dafür soll der allgemeine Begriff der Standards verwendet werden. In der Folge werden zwei Kategorien betrachtet, die sich in ihrer Dimension bezüglich der Innovationswirkung unterscheiden: Einerseits (konservative) Standards, die auf Basis bestehender Optionen angepasst werden und andererseits die Festlegung von (neuen) zukunftsorientierten Standards.

⁸ Auch für CO₂ können Grenzwerte festgeschrieben werden.

⁹ „Ist der Stand der Technik einzuhalten, so ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, die die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen gesichert erscheinen lässt, gefordert.“ (Wicke 1993, S. 199). Zur Bestimmung des Standes der Technik werden vor allem vergleichbare Verfahren oder Einrichtungen herangezogen, die bereits erfolgreich im Betrieb erprobt worden sind.

4.1.1 Standards: Erhöhung der Anforderungen auf Basis bestehender Optionen

Allgemeines

Standards, die auf Basis bestehender Optionen angepasst werden und auf diese Weise die Frage nach der Innovationswirkung stellen, werden von den zuständigen Behörden meist in Abstimmung mit den Verursachern der Umweltbeeinträchtigungen festgelegt bzw. mit deren Interessensvertretungen und orientieren sich in der Regel am „Stand der Technik“. Aus diesem Grund wird dem Ordnungsrecht oft eine innovationsfördernde Wirkung abgesprochen. Insbesondere Technologiestandards, also die bereits erwähnten Prozessnormen, welche die anzuwendende Technologie festlegen, beschränken naturgemäß die technologischen Möglichkeiten und bieten kaum Anreize zur Entwicklung ganz neuer Technologien. Stattdessen werden die vorgegebenen technologischen Pfade weiterhin verfolgt und es bestehen keine Anreize, manchmal sogar keine Möglichkeiten, System- oder Basisinnovationen vorzunehmen. Es ist unbestritten, dass vorhandene Technologien und Entwicklungen den Vorteil haben, bereits (erfolgreich) erprobt zu sein. Schon die Forschung und Entwicklung einer neuen Technologie ist mit einem nicht unbeachtlichen wirtschaftlichen Risiko verbunden, wobei beträchtliche Ressourcen gebunden werden. Das Ergebnis der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit ist hingegen nicht unmittelbar vorhersehbar. Theoretisch stellen sogenannte technologische Paradigmen eine Wissensbasis dar, innerhalb derer eine Vielzahl von Entwicklungs- und Verbesserungsmöglichkeiten von Produkten und Prozessen bestehen, die einer spezifischen Anwendung oder Problemlösung dienen. Ein neues Paradigma entsteht durch eine Basisinnovation (vgl. Hemmelskamp 1997).

Die Entwicklung von Verbesserungsinnovationen verläuft in Richtungen, die als Trajektorien bezeichnet werden. Innerhalb eines technologischen Paradigma bestehen verschiedene technologische Trajektorien, also Muster „normaler“ Problemlösungsaktivitäten, bis sich ein dominantes Design durchsetzt. In der Folge kommt es zu Verbesserungsinnovationen entlang eines Pfades. Diese (inkrementellen) Innovationen resultieren aus einer Reihe von Lernprozessen. Welche Innovationen sich letztlich durchsetzen hängt von Umfeldfaktoren ab, die die Entwicklung von Trajektorien beeinflussen (vgl. Hemmelskamp 1997). Umweltpolitische Instrumente sind eine Gruppe von wesentlichen Einflussfaktoren von (Umwelt)Innovationen.

Das Ordnungsrecht kann jedoch für sich in Anspruch nehmen, ökologische Zielsetzungen mit großer Sicherheit realisieren zu können, indem ein gewünschtes Verhalten erzwungen wird. Vor allem in kritischen Situationen kann auf den Einsatz von Ge- und Verboten oft nicht verzichtet werden. Ihre Vorteile liegen in der schnellen Wirksamkeit und größeren Reaktionssicherheit, ein Grund, warum das Ordnungsrecht als „klassisches“ Instrument der Umweltpolitik bezeichnet wird.

Ordnungsrechtliche Maßnahmen weisen jedoch im Gegensatz zu ökonomischen Instrumenten den Nachteil auf, dass sie Emissionen nur bis zu einem vorgeschriebenen Grenzwert verringern, darüber hinaus aber kein Anreiz besteht, weitere

Emissionsminderungen vorzunehmen (vgl. Hansjürgens 1992). Zudem werden – wie bereits angesprochen - Auflagen meist in Abstimmung mit den Verursachern der Umweltbeeinträchtigungen bzw. mit deren Interessensvertretern festgelegt. Ziel ist es dabei, die Umweltbeeinträchtigung kosteneffizient so weit wie möglich zu reduzieren bei geringst möglichen negativen ökonomischen Auswirkungen. Dabei ist zu erwarten, dass die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Vertretbarkeit von strengeren Auflagen seitens der Wirtschaft bestritten und daher nicht implementiert werden, was weder aus ökologischer Perspektive noch für die Förderung von Innovation positiv zu beurteilen ist.

Diesen Ausführungen müssen allerdings einzelne Untersuchungen entgegengehalten werden, die zeigen, dass dem Ordnungsrecht durchaus wesentliche innovative Wirkungen zugesprochen werden können. Einzelne Fallstudien (vgl. Klemmer et al 1999) zeigen, dass gesetzliche Auflagen insbesondere die allgemeine Verbreitung, die Diffusion von Umweltinnovationen fördern. Aus Sicht der Innovatoren zählt das Ordnungsrecht zu den wichtigsten Bestandteilen der innovationsrelevanten Rahmenbedingungen. Gebote beispielsweise bringen umweltpolitisch erwünschte neue Technologien oder Verfahren unmittelbar zur Anwendung. Verbote stellen die Anwendung bzw. Durchführung einer nicht erwünschten Handlung definitionsgemäß unter Strafe. Auf diese Weise kann rasch auf unmittelbare Umweltbedrohungen reagiert werden. Im Sinne der Diffusion stellt sich das Ordnungsrecht daher als sehr effektiv dar, warum im Allgemeinen das Ordnungsrecht als einfachste Diffusionshilfe gilt.

Ein wichtiger Aspekt ist außerdem, dass die Innovationswirkung der Standards oft über ihre Ankündigung verläuft. Die Ankündigung einer gesetzlichen Vorgabe hat zum Teil sogar stärkere Wirkungen als ihre eigentliche Implementierung. Die Vorphase der Verabschiedung der rechtlichen Regelung hat also erhöhte Bedeutung für die Innovationswirkung. Durch die Erwartung einer zukünftigen Norm oder auch Normverschärfung möchten die Unternehmen dem Gesetzesvollzug zuvorkommen und sich First-Mover Vorteile und damit Wettbewerbsvorteile verschaffen. Zudem zeigen die angesprochenen Untersuchungen, dass das Ordnungsrecht umfangreiche Diffusionsaktivitäten in der Umweltschutzindustrie fördert, da gesetzliche Vorgaben diesen Unternehmen sichere Absatzmärkte bieten. Diese Industrien sind zum Großteil überhaupt erst durch die Etablierung der Umweltgesetzgebung entstanden.

In der Folge werden die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Untersuchungen in den drei Sektoren Niedertemperaturwärme, Stromspezifische Anwendungen und Motorisierter Individualverkehr dargestellt. Am Ende jedes Sektors wird versucht, eine Gesamtbewertung der Wirkung des jeweiligen Instruments auf Invention, Innovation und Diffusion in Tabellenform vorzunehmen.

4.1.1.1 Niedertemperaturwärme (Raumwärme und Warmwasser)

Biomassekleinfeuerungen und solarthermische Anlagen

In den qualitativen Analysen der vorliegenden Arbeit werden die Energietechnologien Kleinfeuerungen auf Basis von Biomassebrennstoffen und die Solarthermie herangezogen. Wie die Ergebnisse aus den durchgeführten Interviews zeigen, ist die Entwicklung dieser Technologien sowohl in quantitativer Hinsicht als auch in technologischer Hinsicht in Österreich sehr positiv verlaufen.

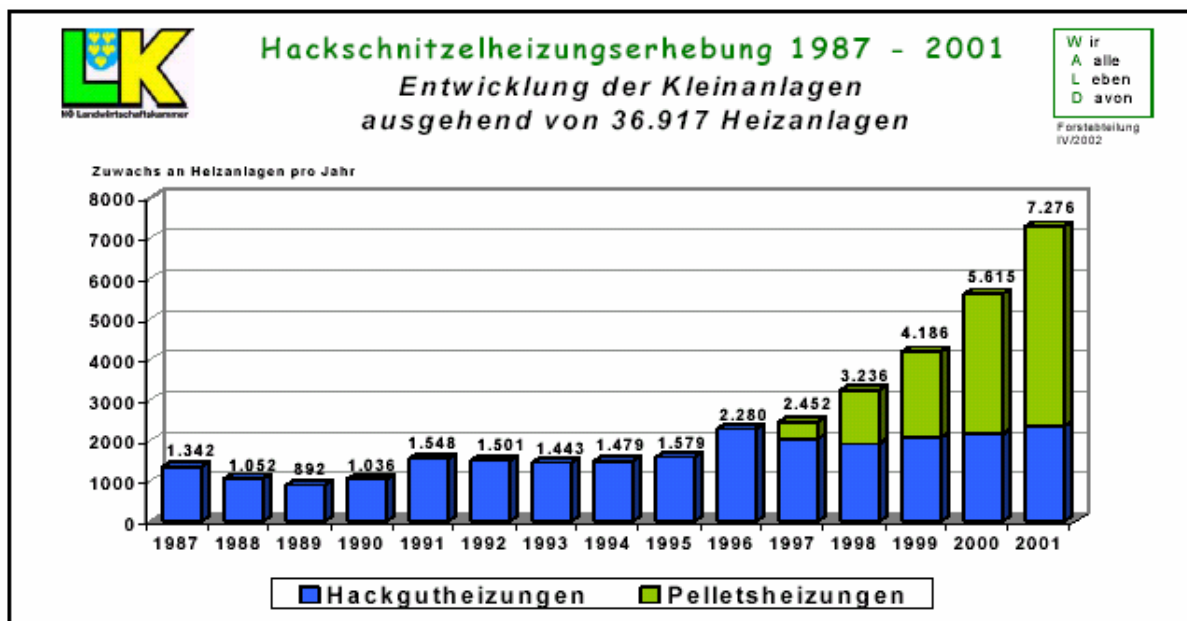
Heizen mit Holz hat in Österreich schon lange Tradition, doch konnten diese Heizungsanlagen mit der Entwicklung der modernen Öl- und Gaskessel in Hinsicht auf die Emissionen bestimmter Schadstoffe, die Wirkungsgrade und vor allem den Bedienungskomfort nicht mithalten. Es stellte sich bald heraus, dass Biomassekleinfeuerungen einen großen Entwicklungsbedarf aufweisen, wenn sie mit den Feuerungen auf Basis fossiler Energie im Wettbewerb bestehen und den umweltpolitischen Anforderungen gerecht werden wollen. Auf Grund der historischen Hochpreisphasen fossiler Brennstoffe während der späten 70er und frühen 80er Jahre wurden biogene Brennstoffe aus ökonomischer Sicht wieder interessant. Vor allem der Brennstoff Holzhackgut war wegen der möglichen Automatisierung von Feuerungen eine neue Alternative für Feuerungen kleinerer Leistung. Allerdings wurden Feuerungen unter 30 kW Nenn-Wärmeleistung zu diesem Zeitpunkt kaum angeboten. Außerdem war es notwendig, einheitliche Normen für Holzbrennstoffe und Normen für die dazugehörigen Feuerungen zu entwickeln. Bereits 1981 wurde damit begonnen, die Emissionen aus Strohfeuerungen zu limitieren. In der Folge wurden zahlreiche Normen in den Fachgebieten Energiewirtschaft, Heizungsanlagen und Biomasse erstellt. Diese Normen stellten grundsätzlich den Stand der Technik dar, beeinflussten aber auch die Entwicklung in der Brennstoffbereitung und in der Feuerungstechnik (vgl. Lasselsberger 2000).

Exkurs: Zahlenmäßige Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen

Als Kleinfeuerungen gelten Heizungsanlagen mit einem Leistungsbereich kleiner als 100 kW. In Biomassekleinfeuerungen werden überwiegend Stückholz, Hackgut oder Pellets verfeuert. Pellets, das sind Stäbchen aus feinen gepressten Holzabfällen oder gemahlene ähnlichen Rohstoffen mit Dicken zwischen 5 und 40 mm und Längen zwischen 10 und 80 mm. Pellets haben eine Restfeuchte von ca. 10% und einen Heizwert von etwa 4,8 kWh/m³, was einer Energiedichte entspricht, die etwa viermal so hoch ist, wie die von Waldhackgut (vgl. Haas/Hackstock 1998). Pelletsfeuerungen sind als Heizkessel, ähnlich Holzhackgutfeuerungen, oder neuerdings auch als Kaminöfen kleiner Leistung (2-6 kW) aufgebaut. Sie werden automatisch aus einem Vorrats- oder Zwischenbehälter beschickt (vgl. Lasselsberger 2000).

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Kleinanlagen von 1987 bis 2001.

Abb. 1: Entwicklung der Biomassekleinanlagen in Österreich

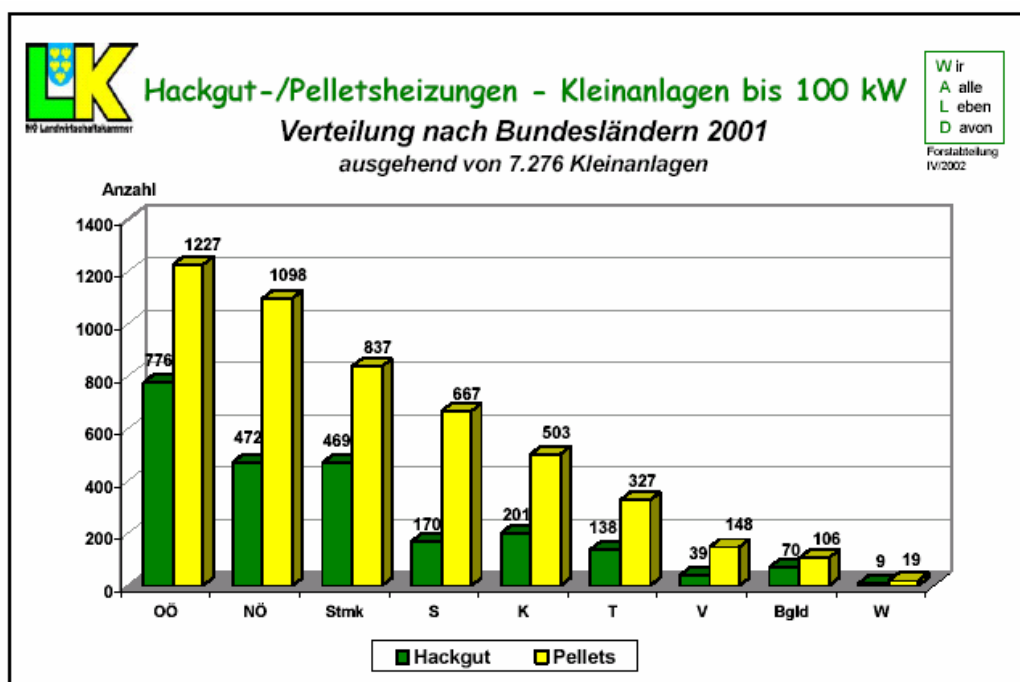


Quelle: Jonas, A., Haneder, H. (2002). *Zahlenmäßige Entwicklung der modernen Holz- und Rindenfeuerungen in Österreich. Gesamtbilanz 1987-2001.*

Die Graphik zeigt deutlich die zahlenmäßig rückläufige Entwicklung der Kleinanlagen nach dem „Ölpreissturz“ 1985/86. Erst in der ersten Hälfte der 1990er Jahre pendelte sich die Zahl der Anlagen bei durchschnittlich 1.500 Neuanlagen pro Jahr ein. Eine erkennbare Steigerung war erst wieder 1996 gegeben. Die darauf folgende rasante Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen ist vor allem auf die erfolgte Entwicklung und beginnende Marktdiffusion der Pelletsheizungen zurückzuführen.

Die folgende Abbildung zeigt die Bundesländerverteilung der Kleinanlagen und das Verhältnis Hackgut- zu Pelletsheizungen. Seit dem Jahr 2000 liegen in allen Bundesländern die Pelletsheizungen mehr oder weniger dominant vor den Hackgutheizungen. Diese Beobachtung ist ein Indiz dafür, dass sich die Diffusion der Hackgutkessel auf ein relativ kleines Marktsegment beschränkt (typischerweise landwirtschaftliche Betriebe). Erst durch die Innovation Pelletskessel konnte in diesem Bereich ein breiterer Markt angesprochen werden.

Abb. 2: Verteilung der Hackgut-/Pelletsheizungen nach Bundesländern im Jahr 2001



Quelle: Jonas, A., Haneder, H. (2002). *Zahlenmäßige Entwicklung der modernen Holz- und Rindenfeuerungen in Österreich. Gesamtbilanz 1987-2001.*

Für die weitere technologische Entwicklung der modernen Biomassekleinfeuerungen war ein „Ideenwettbewerb für marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ ganz wesentlich. Dem Instrument „Wettbewerb“ wird daher ein eigenes Kapitel gewidmet (siehe Kapitel 4.4.2). An dieser Stelle soll nur darauf hingewiesen werden, dass sich der Ideenwettbewerb für die technologische Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen als wesentlich herausstellte. Zu diesem Zeitpunkt waren die Kleinanlagen gegenüber den fossilen Feuerungsanlagen noch nicht konkurrenzfähig. Um eine Alternative auf Biomassebasis zu schaffen, war eine technologische Weiterentwicklung entscheidend, welche durch den angesprochenen Wettbewerb induziert wurde.

Die Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen war mit der Preisverleihung zum Abschluss des Wettbewerbs nicht abgeschlossen. Die Holzfeuerungen wurden seither intensiv weiterentwickelt. Parallel dazu führt seit über 20 Jahren die Bundesanstalt für Landtechnik (BLT) in Wieselburg Prüfungen der Holzfeuerungen durch. Zuerst wurden dazu interne Richtlinien entworfen, später mussten die geprüften Kessel die in den Normen vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte und Wirkungsgrade einhalten bzw. erreichen, um einen positiven Prüfbescheid zu erhalten. Durch die kontinuierlichen Emissions- und Wirkungsgradmessungen wurde der Wettbewerb unter den Kesselherstellern angeregt und somit eine sukzessive Verbesserung der Kessel erwirkt. Auch die Veröffentlichung aller Testergebnisse verstärkte die kompetitive Situation für die Kesselhersteller. Die Emissionen von organisch gebundenem Kohlenstoff und Kohlenmonoxid konnten bei handbeschickten und automatisch beschickten Feuerungen auf einen Bruchteil der ursprünglichen Werte

verringert werden. Der Wirkungsgrad der Kessel stieg in den letzten Jahren um bis zu 30%. Der bislang letzte bahnbrechende Fortschritt lag in der Bereitstellung eines normierten Brennstoffes, der Holzpellets. (Geprüfte) Pellets garantieren eine gleich bleibende Brennstoffqualität, was für die Kesselhersteller ganz entscheidend ist. Die Kesselerzeuger konnten ihr Produkt dem Brennstoff anpassen. Somit konnte ein Gesamtprodukt auf den Markt gebracht werden, das den Anforderungen einer modernen Heizungsanlage entspricht und im Wettbewerb mit fossilen Energieträgern bestehen kann.

Die weiteren Vorteile der Pellets gegenüber Hackgut liegen in der größeren Energiedichte, womit einerseits weniger Lagerraum benötigt und andererseits der Transport vereinfacht wird. Hinzu kommt der große und mit Heizöl vergleichbare Komfort für die NutzerInnen aufgrund der möglichen Lieferung des Brennstoffs ins Haus und der automatischen Beschickung der Heizungsanlagen, womit Pelletsfeuerungen auch in Bezug auf Bedienungskomfort und Benutzerfreundlichkeit eine geeignete Alternative zu modernen Ölfeuerungen sind.

Die bisherige positive Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. Aus technologischer Sicht war der bereits angesprochene Ideenwettbewerb wesentlich, der zu zahlreichen Neuerungen geführt hat (siehe Kapitel 4.4.2). Die weitere Entwicklung verlief dann relativ kontinuierlich und führte zu stetigen Emissionsreduktionen und Verbesserungen der Wirkungsgrade. Es war ein Lernen am Produkt und ein ständiger Wettbewerb mit den anderen MarktteilnehmerInnen. Was die Reichweite der Innovationen betrifft, so handelt es sich dabei also vorwiegend um inkrementelle Innovationen.

„Die Tatsache, dass Wieselburg von Anfang an Emissions- und Wirkungsgradmessungen gemacht hat, hat über einen Zeitraum von 20 Jahren praktisch einen kontinuierlichen Wettbewerb zwischen den Herstellern geschaffen. Im Rahmen dieses kontinuierlichen Wettbewerbs sind die Anlagen sukzessive besser geworden.“ So ein Biomasseexperte im Interview.

Wesentlich für diese Entwicklung war die frühe Standardisierung der Brennstoffe. Besonders der normierte Brennstoff „Pellet“ ermöglichte es den Kesselherstellern, ihr Produkt dem Brennstoff anzupassen. Diese Systemabstimmung zwischen den einzelnen Komponenten, die zum damaligen Zeitpunkt schon bekannt waren¹⁰, war ein bedeutender Schritt, der die Diffusion dieser Technologie beschleunigte. Es war eine ständige Anpassung zwischen Kessel und Brennstoff, die gemeinsam zwischen den Kesselherstellern und Brennstofferzeugern stattfand. Zu Beginn der Entwicklung gab es verschiedene Reklamationen, die aber von den Herstellern berücksichtigt wurden. Erst durch den normierten Brennstoff „Pellet“ mit seinen bereits angesprochenen Vorteilen war es den biomassebefeuerten Heiztechnologien möglich, mit den Anlagen auf Basis fossiler Energieträger zu konkurrieren und Steigerungsraten bis zu 60%¹¹ jährlich zu generieren, die mit Hackgut nicht erzielt worden wären (siehe Exkurs, Abb. 1). „(...) dadurch, dass diese

¹⁰ Nicht nur die Feuerungen auch die Methode der Pelletierung war bereits (aus der Futtermittelindustrie) bekannt.

¹¹ Die 60% Steigerungsraten beziehen sich auf die Pelletsfeuerungen und nicht auf die gesamten Biomassekleinfeuerungen.

Blockade - durch den uneinheitlichen Brennstoff (Anm.: Hackschnitzel) - unterbrochen wurde durch den neuen Brennstoff, ist die Technologie in den Markt hineingewachsen.“

Aber nicht nur der normierte Brennstoff, sondern ganz besonders auch die Implementierung strenger Emissionsgrenzwerte wird als wesentlich für die positive technologische Entwicklung erachtet. Durch die vorgegebenen strengen Emissionsnormen kam es zu einer starken Stimulierung der Hersteller, Forschung und Entwicklung zu betreiben. „(...) Auch die Einführung von strengen Emissionsnormen war eine sehr starke Stimulanz für die Technikentwicklung.“

Die Entwicklung von Normen ist im Allgemeinen ein langwieriger Prozess, in dem die Erfordernisse der technischen Komponenten von Behörden in Absprache mit ExpertInnen, UnternehmerInnen und InteressensvertreterInnen festgelegt werden. „Man macht quasi ein bissl mehr als den kleinsten gemeinsamen Nenner.“ Es ist daher davon auszugehen, dass diese Normen bzw. Grenzwerte dem Stand der Technik entsprechen und auf diese Weise kaum Anreize für Neuerungen bieten. Zitat eines Energieexperten: „Normen behindern auch die Entwicklung. Sie können vorantreiben, aber auch behindern.“ Und weiter: „Schließlich kann man eine neue, super Technologie nicht sofort normen, da würde man ja Firmen ausschließen.“

Insbesondere Normen, die zu früh festgelegt werden, können eine weitere Verbesserung behindern. „Wenn man zu früh in den normativen Prozess hineingeht, dann verhindert man womöglich zukünftige Entwicklungen, die noch neuere, bessere Produkte bzw. Lösungen darstellen könnten“, so ein weiterer Energieexperte.

Die Anreizwirkung, die Normen und Grenzwerte für den Innovationsprozess und insbesondere für die Phasen der Invention und Innovation bieten, ist demnach nur gering. Andererseits sind sie aber von entscheidender Bedeutung für die Verbreitung der Technologien, die den geforderten Standards entsprechen. Der Energieexperte meinte weiters: „(...) sind ein Instrument, um den Standard zu sichern.“ Außerdem sind Produkte und Dienstleistungen, die einem Standard entsprechen, oft zertifiziert und mit einem Qualitätssiegel ausgezeichnet. „(...) ist die Zertifizierung aber ein wichtiger Weg – die Zertifizierung auch von Herstellern -, wo ich mit vernünftigem Investitionsaufwand größtmöglichen Nutzen erziele, nämlich auch Kundensicherheit.“

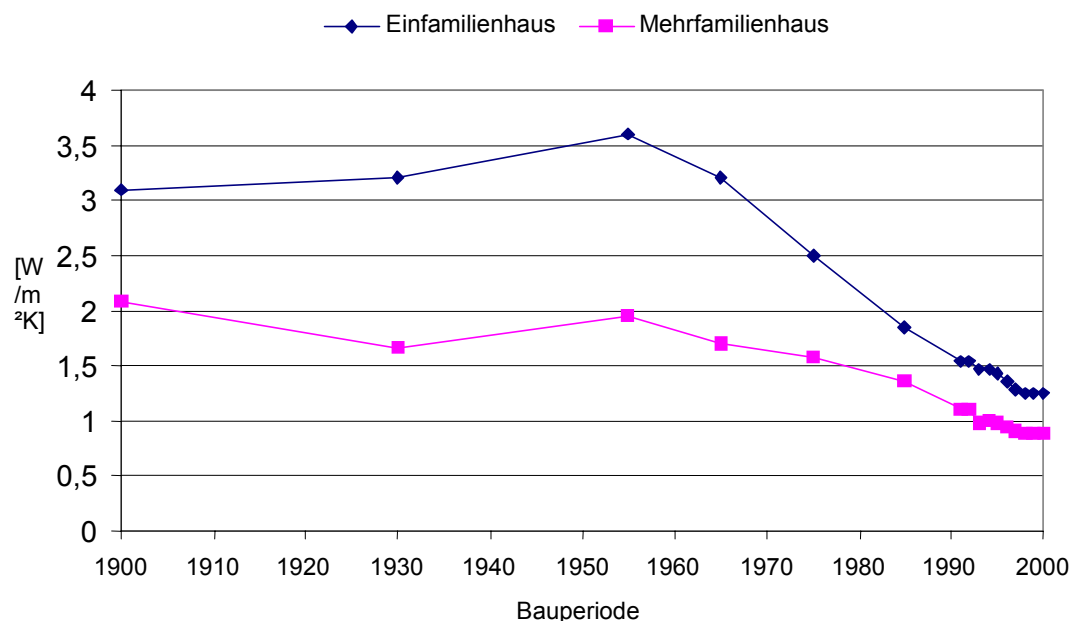
Bei der Entwicklung der Solarthermie hatten Normen keine große Bedeutung. Es gibt natürlich auch auf diesem Gebiet insbesondere im Kollektorbereich (Qualitäts-)Standards und Normen, die für die Qualitätssicherung bedeutsam sind, jedoch für die Entwicklung und Verbreitung dieser Energietechnologie keine entscheidende Rolle spielten und spielen. Hier waren und sind es andere Faktoren bzw. andere Instrumente, die den Innovationsprozess beeinfluss(t)en, wie beispielsweise das Agieren von Diffusionsagenten.

Der Einfluss von Bauordnungen auf die thermische Gebäudequalität¹²

Bauordnungen können als klassische ordnungsrechtliche Instrumente angesehen werden, welche in Österreich auf eine lange Phase der Implementierung zurückblicken können. Die Ausformulierung der Bauordnungen liegt in Österreich im Kompetenzbereich der Länder. Dieser Umstand schafft eine, aus einem nationalen Blickwinkel betrachtet, sehr vielgestaltige Landschaft von Bauvorschriften. Die energetisch bzw. ökologisch relevanten Bereiche der Bauordnung gewinnen erst in jüngster Zeit (ab den 90er Jahren) an Bedeutung. Der wesentlichste Einflussbereich ist hierbei historisch durch die Vorschreibung von maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte, vormals k-Werte) für unterschiedliche Bauteile (wie z.B. Außenwände, Fenster, oberste Geschoßdecken) gegeben, wobei in den letzten Jahren, vor allem jedoch im Bereich der Wohnbauförderungen, auch innovativere Ansätze implementiert werden, welche eine gesamtheitlichere Sicht eines Bauvorhabens forcieren.

Die in den Bauordnungen festgelegten U-Werte für unterschiedliche Bauteile wurden historisch stets in Absprache mit der Bauwirtschaft, insbesondere mit Baustoffherstellern und deren Interessensvertretungen vereinbart. Dies hat zur Folge, dass nur technische Lösungen zum Standard erhoben wurden, welche bereits im Vorfeld verfügbar, ja zum Teil bereits in den Markt diffundiert waren. Es kann aus diesem Grund von keiner wie auch immer gearteten innovations- oder sogar inventionsfördernden Wirkung der Österreichischen Bauordnungen gesprochen werden. Zweifelsohne ist jedoch durch die Bauordnungen eine Förderung der Marktdiffusion von technischen Lösungen bzw. sogar einzelnen Produkten gegeben. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die Marktdiffusion der letzten Ziegelgeneration, wobei Bauordnungen, vor allem im Osten Österreichs, so formuliert wurden, dass die vorgeschriebenen U-Werte von Außenwänden gerade noch mit einem bestimmten Ziegelprodukt erreichbar waren.

¹² Die Ausführungen in diesem Abschnitt bauen – falls nicht anders angegeben – auf die Arbeiten von Biermayr 1999, Biermayr et al. 2001 und Skopetz 2001 auf. Weiters wurde ein qualitatives Interview mit Mag. Jany (Gemeinschaft Dämmstoffindustrie, Mai 2003) ausgewertet.

Abb. 4-1: Entwicklung der thermischen Gebäudequalität (Heizlast) in Österreich

Quellen: Biermayr 1999, *Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte*; Skopetz 2001 *Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich*

Trotz dieser tendenziell konservativen Wirkung der Bauordnungen wurde die thermische Qualität der Gebäudehülle bei Neubauten in den letzten 50 Jahren laufend verbessert, wie dies in obiger Abbildung ersichtlich ist. Die fortschreitenden Verbesserungen sind hierbei auf Wechselwirkungen zwischen marktendogener technologischer Entwicklung (Konkurrenz zwischen den Baustoffherstellern, endogenes technologisches Lernen) und die Festlegung jeweils relativ „guter“ technischer Standards in den Bauordnungen zurückzuführen. Wie schon oben angemerkt, kommt der Bauordnung in diesem Prozess jedoch „nur“ die Funktion der Diffusionsförderung zu, wobei davon ausgegangen werden kann, dass selbst im Bereich der Diffusion durch die Vorgänge der Harmonisierung und Absprache unter den Technologieherstellern energetisch-ökologisch suboptimale Diffusionsraten resultieren.

Untenstehende Tabelle dokumentiert die Veränderung der Wiener Bauordnung in den 90er Jahren. So ist der vorgeschriebene U-Wert für Außenwände erst im Jahr 1993 (!) von 1,14 auf 0,5 gesenkt worden. Aus technologischer aber auch ökonomischer Sicht, wäre diese Verbesserung schon Jahrzehnte davor möglich, und vor allem auch energetisch-ökologisch sinnvoll gewesen. Selbst die signifikante Änderung der Anforderungen 1993 stellt einen schwachen Kompromiss dar. Ein U-Wert für Außenwände von 0,5 W/m²K bedeutet, dass neu errichtete Gebäude auch weiterhin ohne Vollwärmeschutz unter Verwendung eines speziellen Ziegelproduktes errichtet werden dürfen.

Tab. 4-1: U-Werte von Gebäudeteilen aus der Wärmeschutzverordnung der Stadt Wien

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Außenwand	1,14	1,14	1,14	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Wände gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Decken gegen Außenluft, Dachböden	0,78	0,78	0,78	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Decken gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	1,27	1,27	1,27	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fenster	2,50	2,50	2,50	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Außentüren	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70

Quelle: Skopetz 2001 Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich;

Im Vergleich zur neuen Festlegung des U-Wertes im Bereich der Außenwände kann eine signifikant deutlichere Verbesserung des U-Wertes im Bereich der obersten Geschoßdecken beobachtet werden. In diesem Bereich wurde der vorgeschriebene U-Wert von 0,78 auf 0,20 reduziert, das heißt verbessert. Hier ist wiederum deutlich der Einfluss der betroffenen Baustoffhersteller zu sehen, die im Fall der obersten Geschoßdecken kein Problem mit sehr niedrigen U-Werten haben, ja im Gegenteil, die bereits eingesetzte Technologie (Dämmstoff) nur in verstärkten Maßen absetzen können.

Eine neue Dynamik hinsichtlich Weiterentwicklung der Bauordnungen in Österreich lässt sich von der Umsetzung der „Gebäude-Richtlinie“ der EU¹³ in nationales Recht erwarten. Diese Richtlinie sieht vor, dass die Mitgliedstaaten der EU bis 2006 Mindestanforderungen für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden festlegen (z.B. in Form von Energiekennzahlen), wobei zwischen neuen und bestehenden Gebäuden sowie verschiedenen Gebäudekategorien (wie z.B. Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude, etc.) unterschieden werden kann. Die Gesamtenergieeffizienz muss neben Gebäudehülle, Heizungsanlage und Warmwasserversorgung auch Klimaanlage, Belüftung und eingebaute Beleuchtung (bei Nutzbauten) berücksichtigen. Der wesentliche Innovationsschub für die Bauordnungen bei der Umsetzung dieser Richtlinie besteht darin, dass damit anstatt Bauteilbestimmungen gesamtheitlich zu definierende Energieeffizienzkennzahlen Eingang in die Bauordnungen finden. Weiters ist in der Richtlinie die Einführung von Energieausweisen vorgesehen. Da damit der Energieeffizienz einen höheren Stellenwert bei der Beurteilung der Qualität von Gebäuden eingeräumt wird, ist mit einer Beschleunigung der Diffusion von Gebäuden mit verbesserter Energieeffizienz zu rechnen.

¹³ Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Je mehr Freiheitsgrade eine Verordnung offen lässt, desto eher wird das Klima für Innovationen begünstigt. Eine Erweiterung des gesamtheitlichen Ansatzes der EU-Gebäude-Richtlinie würde das Einbeziehen von Lebenszyklusbilanzen darstellen. Diese Möglichkeit ist insofern relevant, da bei sinkenden Energieverbräuchen in der Betriebsphase eines Gebäudes Lebenszyklusbetrachtungen an Bedeutung gewinnen und bei Vergleich von Lebenszyklus- und Betriebsenergiebilanz durchaus signifikante Unterschiede zu Tage treten (siehe Anhang 3).

Ein wesentliches Problem bei der Umsetzung von Verordnungen im Allgemeinen und Bauordnungen im Besonderen sind Defizite beim Vollzug. Eine teilweise Auslagerung des Kontrollaufwandes von der Aufsichtsbehörde auf einschlägige Fachleute wie Ziviltechniker oder Energieberater kann zu einer verbesserten Qualitätskontrolle beitragen. Der zusätzliche finanzielle Aufwand für die ausgelagerte Kontrolltätigkeit könnte über eine Umschichtung der Wohnbauförderungsmittel abgedeckt werden.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass (konservative) Bauordnungen Instrumente zur Diffusionsförderung darstellen, jedoch keine inventions- oder innovationsfördernde Wirkung erwartet werden kann. Ein neuer Aspekt kommt in Zukunft jedoch durch die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie hinzu. Diese stützt sich auf energetische Kennzahlen und stellt somit eine Herausforderung für die (konservative) Bauordnung dar.

Untenstehende Tabelle fasst die Einschätzung der AutorInnen bezüglich der Wirksamkeit von konservativen Standards im thematischen Umfeld des Servicebereichs Niedertemperaturwärme zusammen.

Tab. 4-2: Wirkung konservativer Standards im Servicebereich Niedertemperaturwärme

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	hoch

4.1.1.2 Stromspezifische Anwendungen

Mindeststandards für bestimmte Elektrogeräte wurden in Österreich erst in jüngster Zeit durch Vollzug von EU-Gesetzgebung wirksam. Die 1999 in Kraft getretene EU-Richtlinie 96/57/EC sieht vor, dass Kühlschränke der Klassen D bis G¹⁴ sowie Gefrierschränke der Klassen E bis G nicht mehr in den Markt gebracht werden dürfen (vgl. Schiellerup, Winward 1999). Diese Mindeststandards wurden in Zusammenhang mit der Weiterentwicklung des Labelling-Schemas für Kühlgeräte (EU-Direktive 92/75/EEC) implementiert. Diese Weiterentwicklung des Labelling-Schemas bedeutet, dass für alle Klassen (A bis G) neue spezifische Energieverbrauchswerte definiert und eben zusätzlich Mindeststandards

¹⁴ Im EU-Raum gibt es ein Labelling-Schema, das bestimmte Gerätegruppen in die Klassen A bis G einteilt. In die Klasse A fallen Geräte mit der höchsten Energieeffizienz, in die Klasse G solche mit der niedrigsten.

eingeführt werden, die Obergrenzen für den spezifischen Verbrauch festlegen. Aufgrund dieser Praxis der Festlegung von Standards ist offensichtlich, dass diese keine Effekte auf Invention und Innovation aufweisen, sondern nur auf die Diffusion von Geräten, die die Mindeststandards erfüllen. Dem Einfluss des Labelling-Schemas können eher Effekte auf Innovation zugeordnet werden (siehe dazu Kap. 4.3.2).

Tab. 4-3: Wirkung konservativer Standards im Servicebereich Stromspezifische Anwendungen

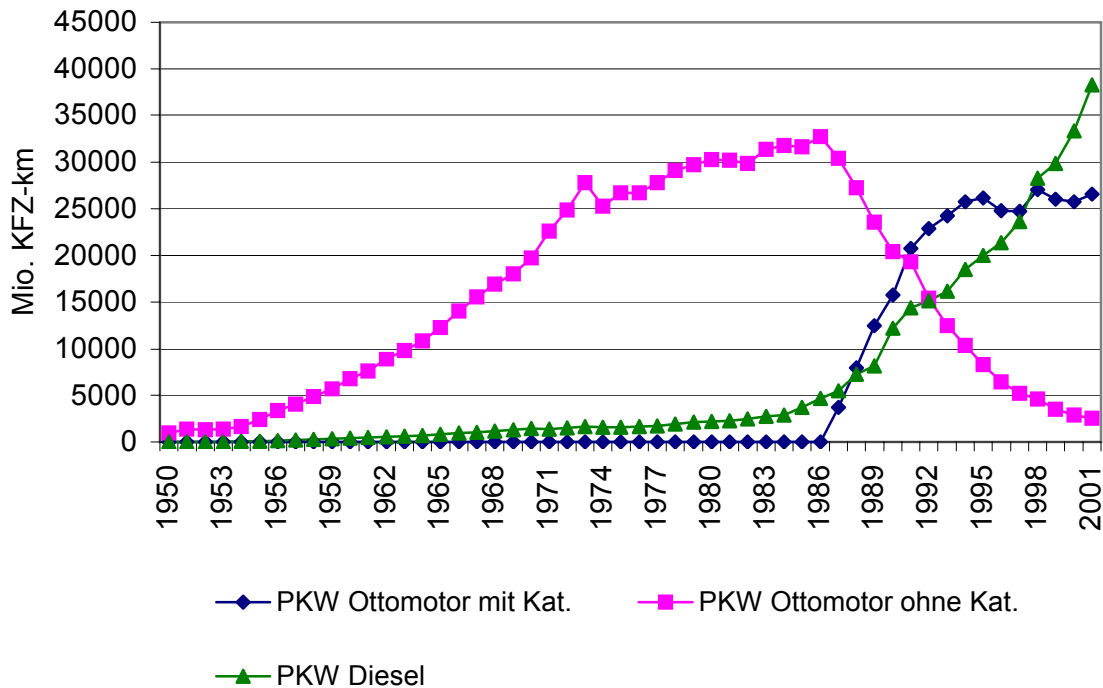
Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	hoch

4.1.1.3 Motorisierter Individualverkehr

Der Bereich des motorisierten Individualverkehrs erbringt ein besonders deutliches Beispiel für die Wirkungsweise normativer Instrumente. Im Fall der Einführung des Katalysators bei Personenkraftwägen (Pkw) mit Ottomotoren zeigt sich die praktisch verordnete Marktdiffusion dieser Technologie, wie dies auch in untenstehendem Diagramm deutlich wird. Ab der Einführung der Katalysator-technologie im Jahr 1986 beginnt quasi eine Substitution von Pkw ohne Katalysator durch solche mit Katalysator, wobei eine Substitutionsrate von größenordnungsmäßig 10% pro Jahr zu beobachten ist. Zusätzlich zur Substitution von Pkw (mit Ottomotoren) ohne Katalysator durch Pkw (mit Ottomotoren) mit Katalysator kommt es ungefähr zeitgleich zu einer auffälligen Diffusion von Pkw mit Dieselmotoren.

Der Schluss liegt hier also nahe, dass mit der Einführung des Katalysators nicht nur eine Technologie zur Reduktion von Schadstoffen im Bereich des Individualverkehrs verordnet wurde, sondern (vermutlich unbeabsichtigt) auch einer „neuen“ Technologie zu einer beschleunigten Marktdiffusion verholfen wurde. Historisch lassen sich für Pkw mit Dieselantrieb stets höhere Investitionskosten als für Pkw mit Ottomotor. Durch die Erhöhung der Investitionskosten von neuen Pkw mit Ottomotor durch den (kostenintensiven) Katalysator wurde dieser Unterschied deutlich verringert bzw. aufgehoben. Durch die geringeren variablen Kosten eines Pkw mit Dieselantrieb musste es in der Folge schon alleine aus ökonomisch-rationalen Gründen zu einer verstärkten Diffusion der Dieselmotortechnologie kommen. Technologische Aspekte, welche bis in die beginnenden 1980er Jahre die Diffusion von Pkw mit Dieselantrieb gehemmt haben (Startprobleme bei tiefen Temperaturen, Motorcharakteristik), waren Mitte der 1980er Jahre vor allem durch endogene technologische Lernprozesse bereits ausgeräumt.

Abb. 4-2: Anteil unterschiedlicher Pkw-Typen an der gesamten Fahrleistung



Quelle: Persönliche Auskunft aus dem Umweltbundesamt (UBA)

Die Einführung bzw. Verordnung der Katalysator-technologie geschah in enger Kooperation der entsprechenden politischen Instanzen mit der Automobilindustrie. Im gegenständlichen Fall lag die Verordnung im Interesse beider Gruppen. Aus der Sicht der politischen Instanzen konnte mit einer definierten Emissionsreduktion gerechnet werden, die Automobilindustrie konnte in jedem Fall mit einer Steigerung der Umsätze rechnen (und zwar unabhängig davon, ob der Konsument einen Pkw mit Ottomotor und Katalysator oder einen Pkw mit Dieselantrieb kaufen würde).

Im Vorfeld der Verordnung kam es auch zu einer sehr raschen Weiterentwicklung der Katalysator-technologie (regelbarer Katalysator, Lamdasonde). In diesem Zusammenhang muss dem Fallbeispiel motorisierter Individualverkehr auch eine gewisse Wirkung im Bereich der Technologieinnovation zugestanden werden. Die Auswirkungen der getroffenen Maßnahmen sind in diesem Servicebereich in jedem Fall komplexer, als dies beispielsweise im Fall der Bauordnungen beobachtet werden konnte.

Tab. 4-4: Wirkung von Standards im Servicebereich Motorisierter Individualverkehr

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	mittel	hoch

4.1.2 Festlegung von (neuen) zukunftsorientierten Standards

Wie im vorigen Kapitel ausführlich diskutiert, wird den (konventionellen) Standards eine große innovationsfördernde Wirkung hinsichtlich Systeminnovationen oder radikaler Innovationen abgesprochen. In Betrachtung des gesamten Innovationsprozesses konnte festgestellt werden, dass die Wirkung dieses Instruments auf die Phasen der Invention und Innovation gering ist. Andererseits verdeutlichen die angeführten technologischen Beispiele auch, dass inkrementelle Innovationen (Wirkungsgradsteigerungen, Emissionsreduktionen) durch die Implementierung von Standards möglich sind. Die stärksten Auswirkungen sind jedoch bei der Verbreitung (Diffusion) der Technologien zu beobachten.

Abgesehen von den Standards, die durch eine Erhöhung der Anforderungen auf Basis bestehender Optionen insbesondere eine diffusionsfördernde Wirkung zeigen, gibt es auch Beispiele im Ordnungsrecht über die Festlegung von „zukunftsorientierten“ Standards. Diese Standards basieren nicht auf der Vorschreibung bereits bestehender Technologien, sondern erfordern für die Einhaltung bzw. Erreichung der ordnungsrechtlichen Vorgabe neue Produkte, Prozesse oder auch Institutionen, die zur Zeit der Standardsetzung noch nicht vorhanden sind. Diese Vorgehensweise findet selten statt, da das Risiko besteht, eine eingeleitete Entwicklung durchaus auch abbrechen zu können wie das Beispiel im Kapitel 4.1.2.2 zeigt. Zukunftsorientierte Standards zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine Festlegungen auf einer technischen Detailebene machen, sondern nur Grenzwerte für bestimmte (möglichst ganzheitliche) Kennzahlen definieren, um Freiraum für verschiedene technische Lösungen zuzulassen.

Allerdings lässt das Setzen von zukunftsorientierten Standards große Innovationserfolge insbesondere in den Phasen der Invention und Innovation erwarten. Zur Erreichung derartiger ordnungsrechtlicher Vorgaben ist es notwendig, vorgegebene technologische Entwicklungspfade, das heißt Trajektorien, zu verlassen. Systeminnovationen oder sogar Basisinnovationen sind in der Folge durchaus zu erwarten.

Es dauert für gewöhnlich lange, eine Norm festzuschreiben. Wenn eine Norm geltend wird, fixiert sie zumeist einen Standard, der von am Markt erhältlichen Anlagen bereits unterboten wird, wie eine Untersuchung über die Entwicklung von Emissionen der Biomassekleinfeuerungen im (zeitlichen) Vergleich zur Festlegung der zugehörigen Normen zeigt (vgl. Krenn 2003). Im Gegensatz dazu kann eine Verordnung rasch implementiert werden, vorausgesetzt der politische Wille ist vorhanden, entsprechende Impulse für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems zu setzen. Eine Verordnung als ordnungsrechtliche Maßnahme kann in diesem Sinne durchaus Anreize für eine innovative technologische Entwicklung liefern.

Im Folgenden werden fünf Beispiele diskutiert, in denen derartige Standards festgeschrieben wurden bzw. werden.

4.1.2.1 Clean Car Legislation

Ein Beispiel aus der politischen Praxis liefert Kalifornien. Nachdem aufgrund der intensiven Lobbyarbeit der US-Automobilindustrie deren Interessen auf Bundesebene durchgesetzt wurden und eine deutliche Verschärfung der Flottenverbrauchstandards verhindern wurde, verabschiedete Kalifornien als erster amerikanischer Bundesstaat strengere Grenzwerte für Treibhausgasemissionen von Fahrzeugen als dies bundesstaatliche Normen vorschreiben. Die neuen Grenzwerte sollen ab 2009 gelten und vom California Air Resources Board definiert und implementiert werden. Durch das Lobbying der großen Automobilfirmen konnte das Gesetz nur mit knapper Mehrheit im Parlament beschlossen werden. Die bestehende Fahrzeugflotte muss jetzt technologisch weiterentwickelt werden, soll sie den gesetzlichen Vorgaben entsprechen. Da Kalifornien 10% des amerikanischen Automobil-Absatzmarktes darstellt, wird die Automobilindustrie auf diesen Markt nicht verzichten können. Es ist durchaus denkbar, dass sich andere Bundesstaaten der gesetzlichen Maßnahme anschließen werden (vgl. Office of Science and Technology 2002).

Versuche wie diese erbringen zweifelsohne einen gewissen Anreiz für die entsprechenden Industriezweige, sich mit dem Thema zu befassen. Dieser Ansatz hat jedoch nur bedingt Verordnungscharakter, da einerseits weder eine technisch konkrete Zielformulierung vorliegt, noch konkrete Sanktionen bei Nichterfüllung festgeschrieben sind. Außerdem ist im konkreten Fall eine Absprache der Produzenten zu erwarten (Oligopol).

4.1.2.2 Emissionsgrenzwerte bei Strohfeuerungen

Die Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen zeigte, dass die Implementierung strenger Emissionsgrenzwerte ein wesentlicher Faktor für den Erfolg dieser Technologie war und nach wie vor ist. Dass eine zu strenge Norm bzw. ein zu strenger Grenzwert auch „tödlich“ sein kann, zeigt das folgende Beispiel:

Im Jahre 1980 wurde versucht, Stroh in Kleinfeuerungen zu verbrennen. Durch die damals noch schlechte Technologie kam es zu großer Rauch- und Geruchsentwicklung. Deshalb wurde 1981 eine Norm zur Begrenzung der Emissionen aus Strohheizungsanlagen entwickelt (dies war die erste Norm zur Emissionsbegrenzung bei der Verbrennung von Biomasse in Kleinfeuerungen). Da dieser Grenzwert für den damaligen Zeitpunkt – so die Meinung der befragten Experten - überhöht war, konnten die Kessel die vorgeschriebenen Grenzwerte nicht einhalten. Eine weitere Entwicklung der Strohfeuerungen fand praktisch nicht mehr statt. Im Jahr 2002 wurde diese Emissionsnorm ersatzlos gestrichen. Es herrschte in den Interviews große Übereinstimmung, dass es wichtig ist, Normen mit Augenmaß zu entwickeln, um die technologische Entwicklung zu forcieren, diese Entwicklung durch (zu frühe) überhöhte Anforderungen aber nicht zum Stillstand zu bringen. Emissionsvorschriften sind immer sinnvoll, „natürlich immer mit Maß und Ziel betrieben“. Ein weiterer Energieexperte dazu: „Natürlich kann eine Norm auch zu streng sein. Das muss schon mit Augenmaß passieren.“

Im Fall der Strohfeuerungen muss jedoch auch angemerkt werden, dass der Markt für diese Technologie von vornherein beschränkt war und ist. Stroh ist ein lokal verfügbarer

Energieträger mit geringer volumenspezifischer Energiedichte und geringem technologischem Automatisierungspotenzial, dessen Verwendung mit erheblichen Transport- und Lagerungsaufwänden einhergeht. Es kann vermutet werden, dass nicht zuletzt aus diesen Gründen auch das Engagement der Hersteller von entsprechenden Feuerungsanlagen begrenzt war.

4.1.2.3 Emissionsgrenzwerte für Biomassekleinfeuerungen

Die qualitativen Untersuchungen bestätigten – wie schon mehrmals erwähnt - die Bedeutung einer Implementierung strenger Grenzwerte und Normen für die erfolgreiche (technologische) Entwicklung der Biomassekleinfeuerungen.

Im Jahr 1987 wurde eine Emissionsnorm für Großfeuerungen¹⁵ (Emissionsbegrenzung an OGC - Organisch gebundenem Kohlenstoff) als Richtlinie für Kleinfeuerungen zur Prüfung an den Prüfständen der BLT Wieselburg herangezogen. Da diese Emissionsnorm für Kleinfeuerungen sehr streng war, konnten in der Folge nur fünf Kessel positiv geprüft werden. Da aber zumindest fünf Kesselhersteller in der Lage waren, die strengen Vorgaben einzuhalten, wurde die Forschung und Entwicklung der österreichischen Kesselhersteller enorm angekurbelt. Ein Biomasseexperte: „In Österreich besteht die Einstellung, wenn 10 – 20 % (Anm.: der Hersteller) eine Forderung erreichen, dann kann der Rest das auch.“ Diese strenge Vorgabe war „(...) insgesamt gut für die Thematik. Viele haben natürlich gejammt.“

Wie dieses Beispiel zeigt, kann ein Standard einen entscheidenden Einfluss auf den Stand der Technik bzw. die weitere technologische Entwicklung haben. Diese innovationsfördernde Wirkung gilt in diesem Fall besonders für die Phase der Invention, aber auch der Innovation. Was in diesem Fall besonders interessant ist, ist, dass es sich bei diesem Grenzwert damals noch um keine (gesetzliche) Norm oder Verordnung handelte, sondern um eine Vorgabe der BLT Wieselburg, die die ÖNORM M 9466 (Entwurf) als Basis für die Beurteilung der Emissionsgrenzwerte heranzog. Die Prüfanstalt legte den Grenzwert fest, nach dem sie die Kessel prüfen wird. Den Kesselherstellern ist im Grunde genommen nichts anderes übrig geblieben als zu versuchen, dem Grenzwert zu entsprechen, um positiv geprüft zu werden.

4.1.2.4 Feuerungsanlagen-Genehmigungsverordnung

Um Probleme mit schlechten Emissionswerten bei Biomassekleinstanlagen zu vermeiden, war es in der Steiermark von Beginn an ein großes Anliegen, strenge Emissionsgrenzwerte vorzuschreiben. Aus diesem Grund führte man Anfang der 1990er Jahre eine Marktanalyse durch und suchte nach den jeweils strengsten Emissionsregelungen in Europa (für alle Kessel, nicht nur Biomasse). Diese strengen Emissionsregelungen wurden dann in einer Landes-Verordnung festgeschrieben. In der Folge gab es einen großen „Aufschrei“ seitens der Unternehmen, weil befürchtet wurde, den Grenzwerten nicht entsprechen zu können. Bei der Festlegung wurde jedoch sehr wohl darauf Bedacht genommen, dass zumindest einige

¹⁵ Es handelt sich hierbei um die ÖNORM M 9466 über die „Emissionsbegrenzungen für luftverunreinigende Stoffe aus Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe mit einer Nennwärmeleistung ab 50 kW“.

Anlagen die Limits einhalten können. "Es war aber eine Gratwanderung", so der befragte Energieexperte. Die Unternehmen, die mit ihren Kesseln die Anforderungen erfüllten, gewannen dadurch einen Marktvorsprung. Die Strategie ist letztlich auch für das Land Steiermark aufgegangen, da mit den strengen Emissionsgrenzwerten eine umweltpolitische Maßnahme erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Bei dieser Verordnung handelte es sich um die „Feuerungsanlagen-Genehmigungsverordnung“, die 1992 erlassen wurde. Mit dieser Verordnung war es gelungen, einen Standard für neue Öfen und Kessel zu etablieren. Die steirische Typengenehmigung galt seither als eine Art Umweltgütesiegel (oft als sogenannte „U-Plakette“ bezeichnet), die auch im Ausland Beachtung fand. Allen Herstellern war es von Beginn an ein großes Anliegen, dieses „Umweltpickerl“ zu erhalten und es dementsprechend auch zu vermarkten.

In der Zwischenzeit gibt es eine Neufassung der Feuerungsanlagen-Genehmigungsverordnung, nämlich das Steirische Feuerungsanlagengesetz. Mit diesem Gesetz werden zwei Verträge zwischen den Bundesländern (bzw. zwischen Bund und Ländern) sowie mehrere Richtlinien der Europäischen Union umgesetzt. Bei den Verträgen handelt es um die Vereinbarung der Bundesländer gemäß Artikel 15a des Bundesverfassungsgesetzes (Art. 15a B-VG) über Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungen sowie die Vereinbarung zwischen dem Bund und den Ländern gemäß Art. 15a B-VG über die Einsparung von Energie. Mit dem In-Kraft-Treten des Steiermärkischen Feuerungsanlagengesetzes wird unter anderem auch im Bereich der bestehenden Feuerungsanlagen eine Ergänzung der Vorschriften für Neuanlagen durch Vorschreibung einer wiederkehrenden Überprüfung der Luftschadstoffemissionen gefordert (vgl. Energiebeauftragter des Landes Steiermark 2001).

4.1.2.5 Europäische Gebäude richtlinie

Als einen vom Ansatz her zukunftsorientierten Standard kann die neue europäische Gebäude richtlinie gesehen werden. Springender Punkt dabei ist, dass die Vorschreibung von Energiekennzahlen erfolgt, und nicht wie im Beispiel der österreichischen Bauordnungen, die Vorschreibung einzelner Bauteilparameter. Ein solcher Ansatz lässt einen breiten Spielraum für Invention und Innovation, da ja nur das umweltpolitische Ziel ausformuliert wird, und nichts bezüglich der möglichen Pfade der Zielerreichung vorweggenommen wird. Wesentlich bei der Implementierung dieses zukunftsorientierten Standards bleiben jedoch die Formulierung entsprechender Maßnahmen bei Nichteinhaltung der Standards und vor allem die Kontrolle der Umsetzung. Je systemumgreifender die Formulierung eines Standards jedoch erfolgt, desto höher wird auch der Kontrollaufwand der entsprechenden Behörde. Dies führt soweit, dass eine Kontrolle nur noch durch spezifische ExpertInnen vorgenommen werden kann.

Tab. 4-5: Wirkung von zukunftsorientierten Standards

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	mittel	hoch	hoch

4.2 Anreizorientierte Instrumente

Anreizorientierte bzw. marktorientierte Instrumente bewirken eine Verhaltensänderung der VerursacherInnen von Umweltbelastungen durch das Setzen ökonomischer Rahmenbedingungen. Diese Rahmenbedingungen sind in Form von finanziellen Anreizen ausgestaltet und führen zu einer Änderung der relativen Preisverhältnisse. Zu den anreizorientierten Instrumenten zählen Abgaben, handelbare (Emissions)Zertifikate und Subventionen bzw. Förderungen. Im Gegensatz zum Ordnungsrecht ermöglichen sie es dem/der VerursacherIn von Umweltbeeinträchtigungen abzuwägen, in welchem Ausmaß er/sie Umweltschutzmaßnahmen treffen möchte. Wenn die nötigen Neuerungen geringere Kosten verursachen als die Zahlung der Abgabe bzw. der Kauf der Zertifikate, werden sie durchgeführt bzw. implementiert. Ökonomische Instrumente gelten daher als kosteneffizient. Darüber hinaus bewirken sie dynamische Anreize für weitere Maßnahmen zur Reduzierung von Umweltbelastungen, da sie auch die Restverschmutzung, die nach der kurzfristigen Anpassung verbleibt, mit einem Preis versehen. Bei der Auslegung anreizorientierter Instrumente muss jedoch mit berücksichtigt werden, dass den VerursacherInnen von Umweltbelastungen bei der Implementierung von Maßnahmen zur Reduktion selbiger nicht nur rational monetär bewertbare Investitionskosten oder Kosten für Forschung und Entwicklung entstehen. Besonders im Bereich innovativer technologischer Lösungen treten auch vermehrt Transaktionskosten in Bezug auf Informationsbeschaffung und Risikokosten auf, welche oft vernachlässigt werden.

In der gegenständlichen Untersuchung werden Energiesteuern, Förderungen für die KonsumentInnen und (Energie)Technologieförderungen analysiert. Zertifikatslösungen (Emissionshandel) werden in der vorliegenden Studie nicht untersucht, da dieses – zweifelsfrei für die Zukunft bedeutsame - energiepolitische Instrument für die Untersuchungsgegenstände Haushalte und Klein- und Mittelbetriebe in der gegenwärtigen politischen Praxis keine Rolle spielen. Industrien – obwohl von zentraler Bedeutung für Innovationsprozesse und für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems - sind nicht Gegenstand der Studie.

4.2.1 Energiesteuern

Energiesteuern gehören zur Kategorie der Umweltabgaben und haben das Ziel, über den Preismechanismus zu einer Vermeidung bzw. Reduzierung des Energiebedarfs bzw. zu einem Energieträgerwechsel (z.B. von einem fossilen Energieträger zu einem CO₂-neutralen) zu veranlassen. Primärer Impuls ist die Veränderung der relativen Preise und die daraus resultierenden Anreize für die Wirtschaftssubjekte, ihren Energiekonsum zu verringern bzw. auf erneuerbare Energieträger zu wechseln. Der Wechsel auf erneuerbare Energieträger wird angeregt, da diese in den meisten Energiesteuerkonzepten von einer Besteuerung ausgenommen werden.

Für Unternehmen beispielsweise bedeutet eine Besteuerung von Energie, dass die geänderten relativen Preise – die Verteuerung der (fossilen) Energie - eine Investition in die Entwicklung neuer Produkte oder Verfahren zur rationelleren Energienutzung attraktiver

erscheinen lassen. Der Erfolg der neu generierten technologischen Lösungen zeigt sich, inwieweit sie vom Markt angenommen werden, das heißt, inwieweit es zu einer Diffusion dieser neuen Lösungen kommt (vgl. Walz et al. 1999).

Die Abgabe stellt also ein Preissignal dar; die Reaktion der Wirtschaftssubjekte auf das Preissignal, das heißt die Mengenreaktion (in welchem Ausmaß der Energieverbrauch reduziert wird) ist allerdings nicht unmittelbar vorhersehbar. Durch die Steuer werden lediglich die energieintensiven Aktivitäten verteuert. Je größer die Preiselastizität der Nachfrage beim besteuerten Gut ist, desto stärker reagieren die Wirtschaftssubjekte auf die abgabeninduzierte Verteuerung, das heißt desto größer ist der Rückgang der Nachfrage nach dem energieintensiven Produkt, Prozess oder der Dienstleistung und desto größer ist der ökologische Erfolg der Steuer.

Exkurs: Steuerungsinstrument Umweltabgabe

Das umweltpolitische Instrument der Umweltabgabe geht auf die Arbeiten von Arthur C. Pigou¹⁶ zurück. Mit der sogenannten Pigou-Steuer wird eine Internalisierung der externen Kosten ermöglicht. Es stellt sich auf dem Markt eine neue Gleichgewichtssituation ein, in der die Umweltbeeinträchtigung berücksichtigt wird. Die Pigou-Lösung setzt allerdings umfangreiche Informationen voraus, die in der Praxis meist nicht vorhanden sind. Daher begnügt sich die praktische Umweltpolitik mit dem sogenannten Standard-Preis-Ansatz, der von Baumol und Oates (1971) entwickelt wurde. Die beiden Ökonomen gehen davon aus, dass Umweltqualitätstandards, also das ökologische Ziel, unter Berücksichtigung aller vorhandenen Informationen durch die Politik exogen vorgegeben werden. Die Aufgabe des Preises ist es, etwa die Emissionen so weit zu verteuern, bis ein politisch für tragbar erachtetes Immissionsniveau erreicht ist. Die Anpassung erfolgt dabei zu minimalen volkswirtschaftlichen Kosten, wobei bis zur korrekten Ermittlung der Höhe des Abgabensatzes ein kontinuierlicher Anpassungsprozess durch das freie Spiel der Marktkräfte erforderlich ist (vgl. Baumol und Oates 1988). Die Bestimmung der richtigen Höhe des Abgabensatzes ist für den ökologischen Erfolg dieses Instrumentes von entscheidender Bedeutung. Da es sich dabei um eine politische Entscheidung handelt, muss versucht werden, die Abgabenhöhe so zu wählen, dass sie politisch noch vertretbar ist und doch auch das ökologische Ziel erreicht.

Obwohl Umweltabgaben primär eine Lenkungsfunktion haben, das heißt darauf abzielen, das Verhalten der Wirtschaftssubjekte in Richtung mehr Umweltschutz zu lenken, dominiert bei der Ausgestaltung der Umweltabgaben in der gegenwärtigen politischen Praxis ihre Finanzierungsfunktion. Umweltsteuern, -beiträge und -gebühren dienen vor allem der

¹⁶ Pigou stellte fest, dass die Wirtschaftssubjekte bei ihren Aktivitäten nur die privaten, nicht aber die sozialen Kosten und Erträge berücksichtigen. Er sah darin einen bedeutenden Grund für die mangelnde Optimalität des Marktergebnisses. Um diese Externalitäten zu beseitigen, so Pigou, müsse der Staat durch den Einsatz geeigneter Instrumente dafür sorgen, dass volkswirtschaftliche und privatwirtschaftliche Grenzkosten übereinstimmen und die Wirtschaftssubjekte ihre Nachfrage verringern (vgl. Pigou 1920, zitiert nach Hansjürgens 1992).

Finanzierung öffentlicher Umweltschutzmaßnahmen bzw. der öffentlichen Budgets. Die Abgabensätze sind – aus ökologischer Sicht - relativ niedrig angesetzt, ein Lenkungseffekt in Richtung eines erhöhten ökologischen Verhaltens ist nicht unmittelbar beabsichtigt bzw. nur schwer erreichbar (siehe z. B. Wicke 1993).

In der umweltpolitischen Literatur (vgl. z.B. Baumol/Oates 1988, Cansier 1996, Michaelis 1996, Wicke 1993) gelten Energiesteuern – wie generell Abgaben - als dynamisch effizient und innovationsfördernd. Die Wirtschaftsakteure haben permanent einen Anreiz, energieeffiziente Technologien zu entwickeln oder andere Maßnahmen zu implementieren, die den Energieverbrauch reduzieren, da dadurch die Steuerbelastung fortlaufend verringert werden kann.

Allerdings wird in einigen der zugrunde liegenden Untersuchungen auch beobachtet, dass die Weiterentwicklung von Technologien vor allem bekannten technologischen Entwicklungspfaden folgt, was bedeutet, dass Steuern kaum radikale Innovationen stimulieren (vgl. Kemp 1997). Weiters wird festgestellt, dass das ausschließliche Setzen auf hoheitlich gestaltete Preispfade als Innovationsimpuls für die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung aller Voraussicht nach nicht ausreichen wird, das heißt, dass der Einsatz weiterer, zusätzlicher Instrumente für die Etablierung eines nachhaltigen Energiesystems erforderlich ist.

Die Bestimmung der Höhe des Steuersatzes ist für den ökologischen Erfolg einer Energiesteuer und für ihre innovationsfördernden Wirkungen von entscheidender Bedeutung. Abgabensätze dürfen nicht zu niedrig sein, da sonst die ökonomischen Anreize zur Reduzierung des Energiekonsums zu gering sind. Der zusätzliche Preisimpuls muss entsprechend hoch sein, damit die sogenannten „Potenzialschwellen“ überwunden werden können und Innovationen getätigt werden. Wie Biermayr (1999) in seiner Untersuchung der Energiedienstleistungen in privaten Haushalten aufzeigt, ist auch im Bereich des Heizenergieverbrauchs der privaten Haushalte dieses „Schwellwertverhalten“ zu beobachten. Maßnahmen, die zu einer Verteuerung des Heizenergiepreises führen, müssen einen gewissen Schwellwert überschreiten, um wirksam im Sinne einer Verbrauchsreduktion zu werden. Eine in kleinen Steigerungsstufen eingeführte Energiesteuer bringt aufgrund dieses Schwellwertverhaltens – so die Studie - nur marginale Reduktionseffekte im Energieverbrauch.

Abgesehen von der Abgabenhöhe können Energiesteuern unterschiedlich ausgestaltet werden, das heißt es können z.B. Ausnahmen für bestimmte (energieintensive) Branchen vorgesehen werden. Meist wird diskutiert, Energiesteuern in Etappen einzuführen, um den Industrien ausreichend Zeit zu geben, sich auf die neue Situation einzustellen. Wichtig ist dabei, dass die Entwicklung klar vorhersehbar ist. Ausnahmeregelungen kann es aus ökologischer Sicht nur am Beginn geben; schließlich ist es ein langfristiges Ziel einer Energiesteuer, einen strukturellen Wandel von energieintensiven zu weniger energieintensiven Industrien herbeizuführen. Je nach konkreter Ausgestaltung der Energiesteuer sind bestimmte soziale Auswirkungen und hier vor allem Verteilungswirkungen zu erwarten. Dabei spielt die Verwendung der Steuereinnahmen eine

entscheidende Rolle. Um etwaige negative soziale Effekte abzufedern sind meist Kompensationslösungen vorgesehen wie beispielsweise Ökobonusmodelle oder Transferleistungen. Bei Ausgestaltung solcher Rückerstattungsmodelle darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass dadurch die innovativen Wirkungen der Energiesteuer erheblich abgeschwächt werden können.

In der Folge werden die qualitativen und quantitativen Ergebnisse der Untersuchungen in den drei Sektoren Niedertemperaturwärme, Stromspezifische Anwendungen und Motorisierter Individualverkehr dargestellt.

4.2.1.1 Niedertemperaturwärme

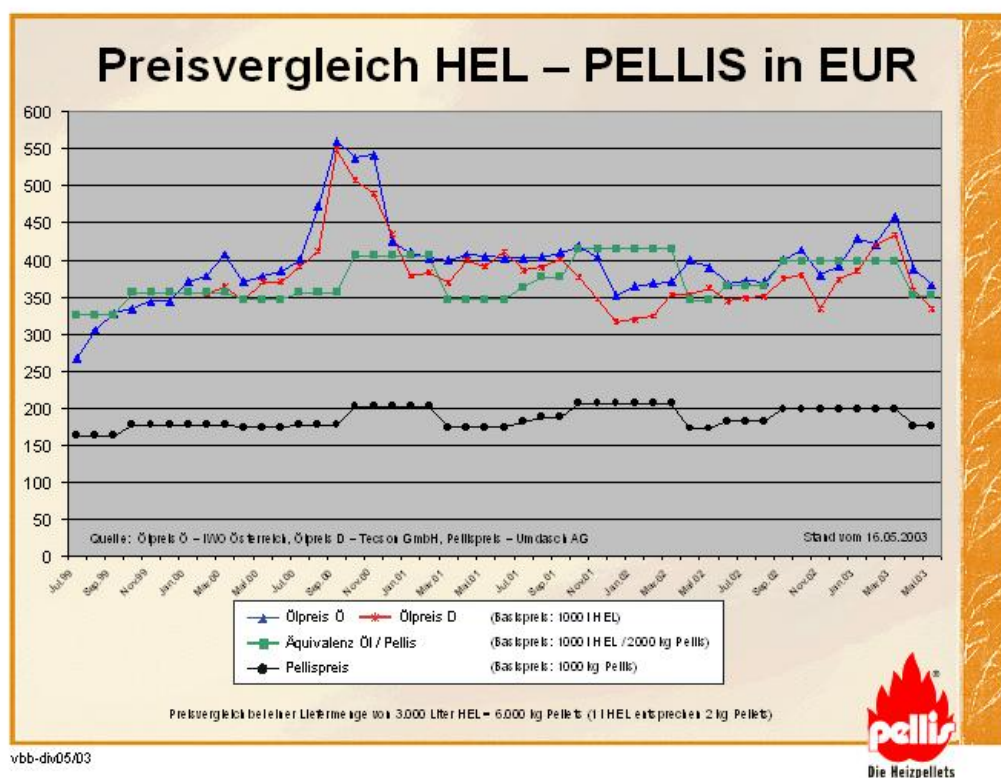
Biomassekleinfeuerungen

Im Zuge der durchgeführten qualitativen Untersuchungen wurde die Bedeutung von Energiesteuern für die Verbreitung von Biomassekleinfeuerungen immer wieder betont. Zitat eines Energieexperten: „Ich würde nur steuerlich lenken. Ist die effizienteste Möglichkeit.“ Eine massive Steigerung der Preise fossiler Energieträger bzw. ein starkes Schwanken der Preise erlaubt erst – so die einhellige Meinung der Experten - einen fairen Wettbewerb unter den verschiedenen Energieträgern und macht in der Folge Förderungen für erneuerbare Energieträger überflüssig. Solange es jedoch keine entsprechenden Preise fossiler Energie gibt, diese also nach wie vor sehr niedrig sind, sind Förderungen für erneuerbare Energieträger nach Ansicht der Experten unabdingbar, um den Preisunterschied annähernd auszugleichen.

„Natürlich, eine ökologische Steuer würden wir uns schon wünschen. Das ist keine Frage.“ Und weiter: „Wenn Förderungen wegfielen, haben wir auch kein Problem damit. Wenn im Gesamtpaket mit einer ökologischen Steuerreform kompensiert wird“ so ein Kesselerzeuger im Interview. In den qualitativen Untersuchungen wird die große Bedeutung des Erdölpreises immer wieder betont. Ein hoher Preis der Mineralölprodukte wird als notwendig für die Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen und für die weitere Verbreitung der erneuerbaren Energieträger gesehen. Es wird in der Branche der Biomasse-Brennstoffhersteller daher versucht, beim Preis der Pellets „nicht mit dem Ölpreis mitzugehen, sondern ihn stabil zu halten.“ Schließlich werden Pelletsfeuerungen aufgrund ihres Bedienungskomforts als echte Alternative zu Ölfeuerungen gesehen. Stabile Brennstoffkosten gelten dabei als wichtiger Faktor im Wettbewerb mit den fossilen Energieträgern.

Die folgende Abbildung zeigt einen Preisvergleich Heizöl EL und Pellets eines bestimmten Anbieters und soll zeigen, dass von Seiten der Pelletserzeuger versucht wird, den Preis ihres Produkts stabil zu halten bzw. ihn vom Erdöl zu entkoppeln.

Abb. 4-3: Preisvergleich Heizöl Extra leicht mit Pellets eines bestimmten Erzeugers



Quelle: Fa. Umdasch, Stand: 16.05.2003

Relative Preisänderungen im Energiedienstleistungssektor Niedertemperaturwärme

Im Unterschied zum Verkehrssektor stellt der Raumwärmebereich der privaten Haushalte historisch einen beliebten Untersuchungsgegenstand dar. Dies ist einerseits durch den Fokus der Energiepolitik auf diesen Dienstleistungssektor zu erklären, andererseits erlaubt auch die bessere Verfügbarkeit von Datenmaterial detaillierte quantitative Untersuchungen. In zahlreichen Arbeiten der nationalen und internationalen Literatur wird vor allem der Einfluss der ökonomischen Parameter Preis und Einkommen untersucht. Beispiele für entsprechende Arbeiten erbringen Al-Sahlawi M.A. (1989)¹⁷ und Bohi D.R. (1981)¹⁸, wobei die wohl umfassendste Darstellung entsprechender Arbeiten in der Literaturarbeit von Madlener R. (1996)¹⁹ zu finden ist. Weitere Zugänge zum Thema sind durch Arbeiten gegeben, welche auf technische Ansätze oder auf soziologische Verhaltensparameter fokussieren. Technische bzw. technisch-ökonomische Ansätze werden beispielsweise von

¹⁷ Al-Sahlawi M.A., 1989. "The Demand for Natural Gas: A Survey of Price and Income Elasticities", The Energy Journal (January): 77-90.

¹⁸ Bohi D.R., 1981. "Analyzing Demand Behaviour: A Study of Energy Elasticities", published for Resources for the Future by Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

¹⁹ Madlener R., 1996. "Econometric Analysis of Residential Energy Demand", The Journal of Energy Literature, Vol. II, No.2, December 1996.

Rosson P.J., Sweitzer R.W., (1981)²⁰ oder Wirl F. (1994)²¹ und soziologische Ansätze von Van Raaij W. F. u. Verhallen T. M. M. (1983)²² verwendet. Eine umfassende, national fokussierende Arbeit, welche interdisziplinäre, empirisch-ökonometrische Modelle unter anderem für den Raumwärmebereich privater Haushalte erstellt, stammt von Biermayr P. (1999)²³.

Aus der zuletzt zitierten Arbeit lassen sich (auch in größenordnungsmäßiger Übereinstimmung mit anderen AutorInnen) kurz- u. langfristige Preis- und Einkommenselastizitäten entnehmen. Die entsprechenden Werte sind in nachfolgender Tabelle dokumentiert:

Tab. 4-6: Kurz- und langfristige Preis- und Einkommenselastizitäten für den Raumwärmebereich privater Haushalte

Raumheizung		
	ε_p	ε_y
Langfristig	-0.83	0.78
Kurzfristig	-0.34	0.20

Quelle: Biermayr 1999, Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte;

Es muss in diesem Kontext jedoch angemerkt werden, dass im Fall der Preiselastizität ein Schwellwertverhalten des Parameters Preis nachgewiesen wurde. Dies bedeutet, dass es sich beim Parameter Preis um keinen kontinuierlich wirksamen Parameter handelt, sondern eine Preissteigerung eine gewisse Größe aufweisen muss, um Effekte zu zeigen. Der große Unterschied zwischen kurzfristiger und langfristiger Preiselastizität ist weiters ein Indiz für die durchaus gegebene Reaktionsbereitschaft der KonsumentInnen bei längerfristigen Preiserhöhungen (sofern dabei eine entsprechende Preisschwelle überschritten wird). Was jedoch durch die hohe langfristige Einkommenselastizität ebenfalls evident wird, ist die starke Erhöhung des Energieverbrauchs im Bereich der Raumwärme im Fall steigender Einkommen, wobei dies ein kontinuierlicher Effekt ist, und kein Schwellwertverhalten aufweist, wie im Fall des Preises. Die langfristige Steigerung des Energieverbrauchs bei steigendem Einkommen kommt dabei hauptsächlich durch die Vergrößerung der Wohnfläche und durch den Umstieg von einer Wohnung in einem Mehrfamilienhaus auf ein Einfamilienhaus zustande.

²⁰ Rosson P.J., Sweitzer R.W., 1981. "Home Heating Oil Consumption. Profiling Efficient and Inefficient Households", Energy Policy 9, 216-225.

²¹ Wirl F., 1988. "Thermal Comfort, Energy Conservation and Fuel Substitution: An Economic-Engineering Approach", Energy Systems and Policy, 11, 311-328, 1988.

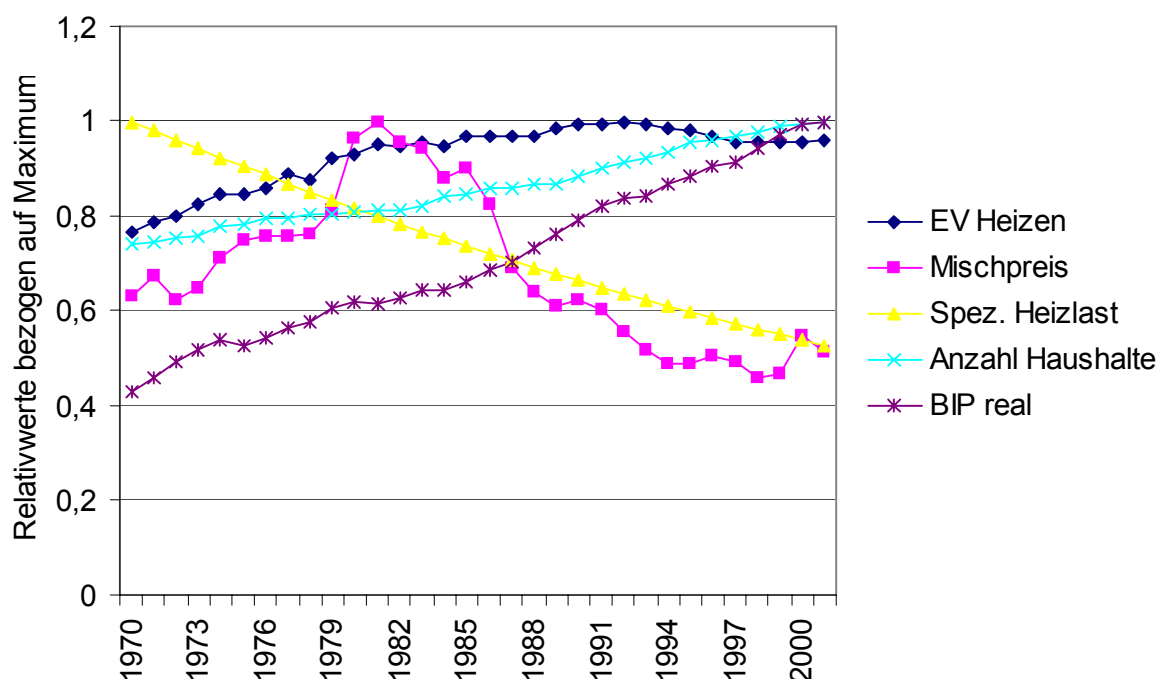
²² Van Raaij W. F., Verhallen T. M. M., 1983. "Patterns of Residential Energy Behaviour", Journal of Economic Psychology 4 (1983) 85-106.

²³ Biermayr P., 1999. „Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte“, Dissertation, Technische Universität Wien.

Für eine tiefere Betrachtung der Zusammenhänge sind in untenstehender Abbildung die zeitlichen Entwicklungen der wesentlichen Parameter im Sektor Raumwärme dokumentiert.

Der Energieverbrauch des Raumwärmesektors weist über den Betrachtungszeitraum 1970 bis 2001 einen sich un stetig abflachenden Verlauf auf, wobei Strukturbrüche ca. in den Jahren 1980 und 1990 auftreten. Seit den 1990er Jahren stagniert also in einer aggregierten Betrachtung der Energieverbrauch für die Raumheizung. Der reale Mischpreis für Heizenergieträger (berücksichtigt wurden verbrauchsanteilig Öl, Gas, Kohle und Holz) weist den historisch typischen Verlauf mit realen Preisanstiegen bedingt durch die Ereignisse 1973 und 1979 auf, wobei nach dem Preissturz 1986 der Mischpreis für Heizenergieträger real noch weiter gesunken ist und heute bereits unter dem realen Preis von 1970 liegt. Das reale Bruttoinlandsprodukt weist über den Betrachtungszeitraum, abgesehen von Abflachungen nach 1973 bzw. 1979, einen kontinuierlichen Anstieg auf. Ebenso wächst die Anzahl der Haushalte. Die spezifische Heizlast sinkt stetig, was eine fortwährende Steigerung der Gebäudeeffizienz dokumentiert.

Abb. 4-4: Relative Entwicklung der wesentlichen Parameter im Bereich Raumwärme



Quelle: Eigene Berechnungen

Es zeigt sich im Zuge der ökonometrischen Zeitreihenanalyse durch Modellbildung, dass der Energiepreis in keiner zeitlichen Periode einen Einflussparameter für den aggregierten Heizenergieverbrauch darstellt. In der Periode 1970 – 1980 kann der Heizenergieverbrauch mit einem erstaunlich hohen Bestimmtheitsmaß alleine mit dem BIP (welches auch als Maß für das Einkommen gesehen werden kann) erklärt werden. Die Einkommenselastizität des

Heizenergieverbrauchs beträgt in der genannten Periode 0,55. In der Periode 1981-1991 ist der Heizenergieverbrauch noch immer vom BIP abhängig, es ist jedoch nur noch eine Elastizität von 0,17 mit deutlich geringerer Signifikanz zu beobachten. Es ist somit beim Übergang von Periode 1 auf Periode 2 ein Strukturbruch erfolgt, welcher einerseits durch die Energiekrisen induziert wurde, andererseits auch auf das stetig anwachsende BIP zurückzuführen ist (das Einkommen ist zunehmend kein begrenzender Faktor mehr). In der letzten untersuchten Periode (1992-2001) hat das Einkommen keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf den aggregierten Heizenergieverbrauch. Das entsprechende Modell wird hauptsächlich von einer Konstanten getragen, wobei erstmals auch die spezifische Heizlast als signifikanter Parameter auftritt. Somit ist nach Wegfallen der Einkommensdominanz der Einfluss der technischen Effizienz nachweisbar geworden.

Tab. 4-7: Ergebnisse für Modelle (Produktionsfunktionen) zur Erklärung des Heizenergieverbrauchs

Periode	Bestimmtheitsmaß	Konstante	t Konstante	Parameter	Koeffizient	t Parameter
1970-1980	0,97	8,20	51,48	BIP	0,55	16,30
1981-1991	0,90	10,08	108,40	BIP	0,17	9,05
1992-2001	0,81	10,86	940,26	Spez. Heizlast	0,25	5,93

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Konsequenzen dieser Beobachtungen für die Wirksamkeit von anreizorientierten Instrumenten, besonders für die Wirksamkeit von Energiesteuern im Energiedienstleistungsbereich Niedertemperaturwärme, sind weitreichend. Da der Energiepreis (innerhalb der historischen Schwankungsbandbreite) keinen Einflussparameter auf den Heizenergieverbrauch darstellt, ist auch im Fall einer Veränderung relativer Preise durch ein anreizorientiertes Instrument in erster Näherung kein Effekt zu erwarten. Führt jedoch ein Instrument zu Preissteigerungen, welche die historischen Hochpreisphasen übersteigen, so ist sowohl mit kurzfristigen als auch langfristigen Reaktionen zu rechnen. Dies gilt für Reaktionen der KonsumentInnen (kurzfristiges Nutzerverhalten und mittel- bis langfristiges Investitionsverhalten) und für Reaktionen entsprechender Branchen (Forschung und Entwicklung). Die Einführung einer solchen „dramatischen“ Energiesteuer muss jedoch trotz deren Effizienz und viel versprechenden Auswirkungen als politisch nicht durchsetzbar bewertet werden und soll aus diesem Grund auch nicht weiter diskutiert werden.

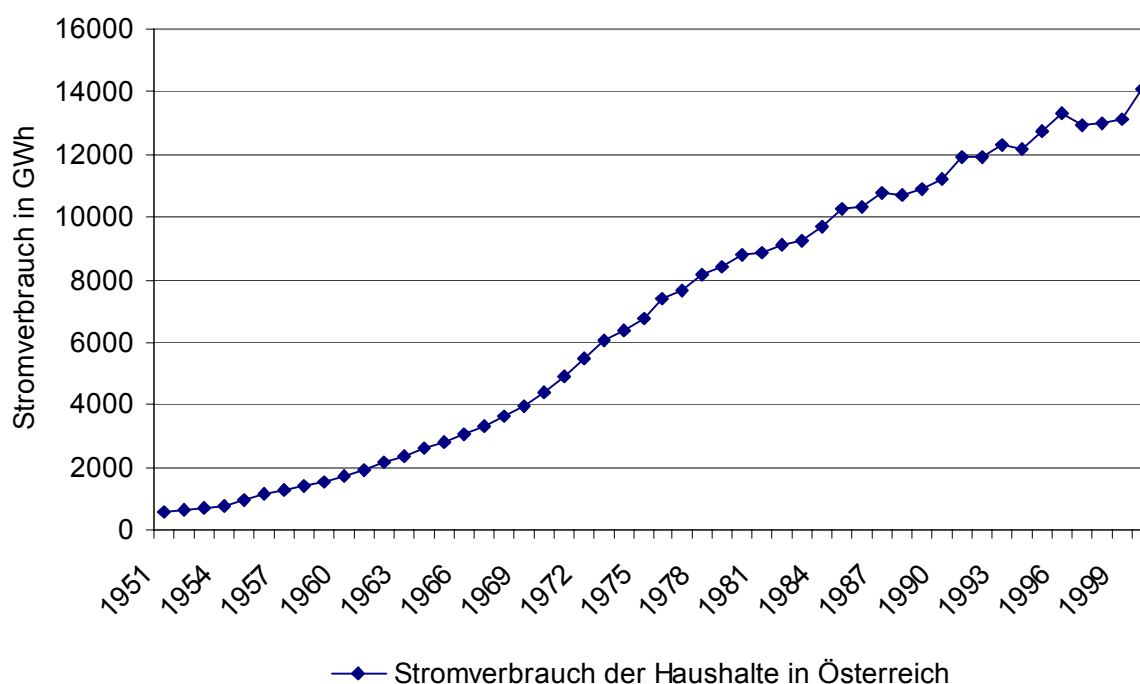
Tab. 4-8: Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit kleinen bis mittleren Auswirkungen auf die relativen Preise im Bereich Niedertemperaturwärme

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	gering

4.2.1.2 Stromspezifische Anwendungen

Der Stromverbrauch der Haushalte ist in Bezug auf die verfügbare Literatur sicher ein ähnlich stark bearbeiteter Sektor wie der Bereich der Raumwärme. Zum Unterschied zur Raumwärmethematik jedoch, kann der private Stromverbrauch erst auf eine sehr „kurze“ geschichtliche Entwicklung zurückblicken. Hat die Problematik der Wohnraumtemperierung die Gesellschaft schon hunderte, ja sogar tausende Jahre beschäftigt, so entsteht der Bereich der privaten Anwendung des elektrischen Stromes erst im 20. Jahrhundert. Von einem nennenswerten aggregierten privaten Stromverbrauch kann überhaupt erst seit den 1950er Jahren gesprochen werden (siehe Abb. 4-5).

Abb. 4-5: Stromverbrauch der Haushalte in Österreich



Quelle: 1951-1998 Betriebsstatistiken, Bundeslastverteiler; 1999-2000 aus IEA Energy Prices and Taxes 2002

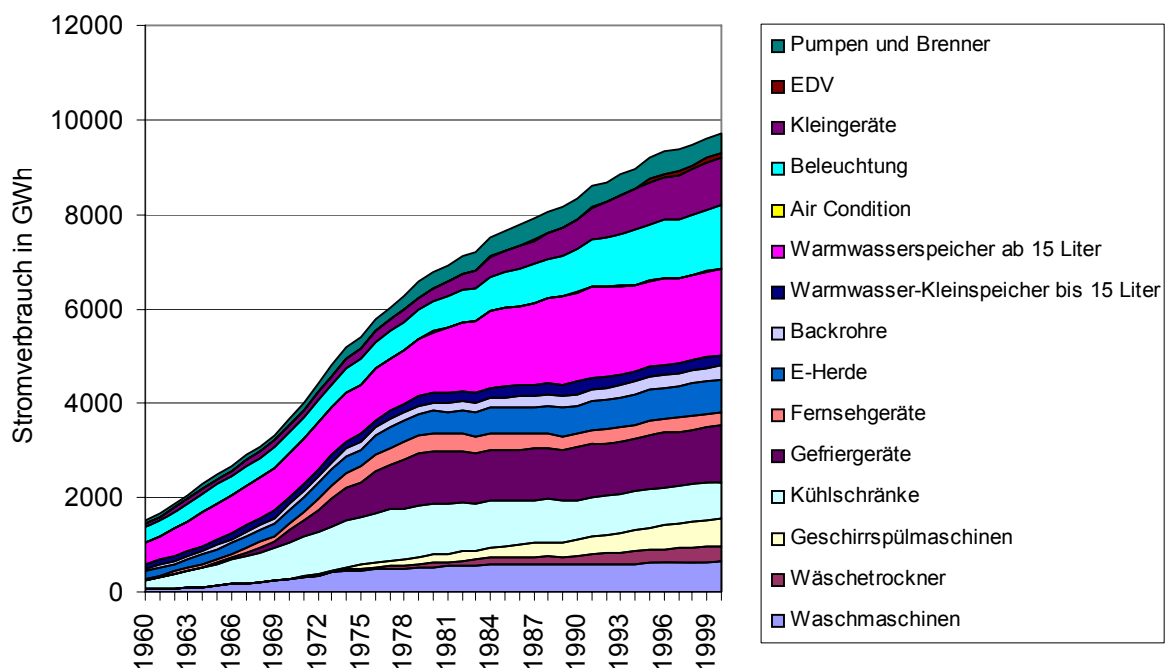
Waren es zu Beginn der Elektrifizierung hauptsächlich die Anwendungen des elektrischen Lichtes, der Warmwasserbereitung, des elektrischen Kochens und die ersten Geräten der „Unterhaltungselektronik“ wie Radioempfänger, so sind über die letzten 50 Jahre ständig neue Elektrogeräte für den Haushaltsbereich auf den Markt gekommen (siehe Abbildung unten). Außerordentlich hohe Diffusionsraten wiesen dabei in den 1960er und 1970er Jahren vor allem Kühl- und Gefriergeräte sowie Waschmaschinen auf, in den 1980er und 1990er Jahren kamen die Sektoren der Geschirrspülmaschinen, Wäschetrockner sowie unterschiedlichste Kleingeräte und Unterhaltungselektronik hinzu. Gerätegruppen von denen

in Zukunft hohe Wachstumsraten ausgehen könnten, sind vor allem Wäschetrockner, Klimaanlage, die private EDV, sowie die Standby-Verluste der Geräte, vor allem der Unterhaltungselektronik.

Bei den meisten Gerätegruppen vollzog sich historisch derselbe Ablauf: Eine neue Gerätegruppe kommt mit anfänglich deutlich ausbaufähiger technischer Effizienz auf den Markt und diffundiert sehr rasch (typisches Beispiel: Kühl- und Gefriergeräte). Effizienzverbesserungen, welche grundsätzlich in fast allen Gerätegruppen zu beobachten sind, kommen dadurch erst der späten Mehrheit und den Nachzüglern im Diffusionsprozess bzw. erst der nächsten Gerätegeneration zu Gute.

Für die Gerätegruppen der Kühlgeräte, TV-Geräte und Waschmaschinen brachte die Erhöhung der Energieeffizienz über die Zeit tatsächlich einen sinkenden oder stagnierenden Verbrauch, was einen rasanten Anstieg der Hüllkurve des Gesamtstromverbrauches aufgrund zahlreicher gegenläufiger Tendenzen (neue Energiedienstleistungen, höhere Ausstattungsgrade, mehr Wohnungen) in der Vergangenheit jedoch nicht verhindern konnte..

Abb. 4-6: Entwicklung des Stromverbrauchs österreichischer Haushalte nach Gerätegruppen



Quellen: Zöchling (1995) *Eine Zeitreihe für den Stromverbrauch der Haushalte in Österreich und Wien*; Zöchling (2000) *Econometric modelling of residential energy demand - the relevanc of asymmetries and non-linearities*; sowie eigene Berechnungen;

Der Strompreis für den privaten EndverbraucherInnen steigt real im Betrachtungszeitraum von 1970 bis 1982 und erreicht real 1982 damit auch das historische Maximum. Von 1982

bis ca. 1995 fällt der reale Endverbraucherpreis für Strom und bleibt ab 1995 ungefähr konstant.

Stellt man diese Entwicklung der Verbrauchsentwicklung gegenüber, welche bis ca. 1973 exponentiell steigt und anschließend in eine quasi lineare Verbrauchssteigerung bis in die Gegenwart übergeht, so wird bereits durch die Anschauung klar, dass der Strompreis im Zuge einer Modellschätzung nicht als signifikanter Parameter hervorgehen kann, da steigende Preise mit steigendem Verbrauch und fallende Preise mit weniger starkem Verbrauch einhergehen. Biermayr (1999) erhält aufgrund umfangreicher Querschnittsanalysen österreichischer Haushalte im Bereich der elektrischen Haushaltsgeräte kurz- und langfristige Preiselastizitäten von jeweils 0 (absolut inelastisch). Die kurzfristige Einkommenselastizität hingegen wird mit 0,12 und die langfristige mit 0,69 angegeben. Der Stromverbrauch der Haushalte ist somit, wie auch schon in anderen Sektoren zu beobachten war, einkommensdominiert.

Zur quantitativen Analyse der beschriebenen Verhältnisse wird der Stromverbrauch der Haushalte als Produktionsfunktion mit dem realen Strompreis und dem realen BIP als Parameter geschätzt. Der Parameter Preis fällt aus dem Modell, da sein Koeffizient mit falschem Vorzeichen auftritt (wie oben bereits qualitativ vermutet wurde). Das BIP wird modelltragend und erhält eine außergewöhnlich hohe Elastizität von 1,29.

Ergebnisse der ökonometrischen Modellschätzung:

<u>Bestimmtheitsmaß:</u>	<u>0,94</u>		
Konstante:	2,77	t-Test:	9,00
<u>Parameter BIP:</u>	<u>1,29</u>	<u>t-Test:</u>	<u>20,72</u>

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Einkommenselastizität (BIP) ist somit im Sektor Stromverbrauch der Haushalte die höchste, die im Zuge der sektoralen Analysen beobachtet werden konnte. Gleichsam kann in diesem Sektor eine Preisabhängigkeit am deutlichsten ausgeschlossen werden.

Im Sektor des Stromverbrauches der Haushalte führen Energiepreissteigerungen somit zu keinen signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs. Folglich ist die Anwendung anreizorientierter Instrumente zur Beeinflussung des Energieverbrauches wirkungslos. Eine z.B. steuerliche Maßnahme müsste derartig massiv dimensioniert werden, dass ein Durchgriff auf das Einkommen erfolgt und die vorhandenen Einkommenselastizitäten mobilisiert werden. Dies ist jedoch aus energiepolitischer Sicht nicht praxisrelevant und soll aus diesem Grund auch nicht weiter diskutiert werden.

Tab. 4-9: Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit kleinen bis mittleren Auswirkungen auf die relativen Preise im Bereich der stromspezifischen Anwendungen

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	gering

4.2.1.3 Motorisierter Individualverkehr

Untersuchungen des Individualverkehrs in Österreich fokussierten in der Vergangenheit meist auf aggregierte Struktureffekte (Verkehrsaufkommen, Veränderungen des Fuhrparks,...). Eine detaillierte und systematische Analyse des Sektors für Österreich mittels ökonomischer Ansätze ist den AutorInnen nicht bekannt. Die mangelnde Aufmerksamkeit wissenschaftlicher Analysen gegenüber dem gegenständlichen Sektor fußt aus der Sicht der AutorInnen in einer bislang bescheidenen Datenlage welche durch lückenhafte und kaum harmonisierte Zeitreihenfragmente charakterisiert ist. Die wesentliche Bedeutung des Verkehrssektors in Hinblick auf CO₂-Emissionen und die strukturelle Entwicklung eines (nachhaltigen) Gesellschaftssystems rechtfertigen jedoch die im Folgenden dokumentierten Anstrengungen.

Bei der Analyse einschlägiger Literatur haben folgende Arbeiten inhaltlich, aber vor allem methodisch große Bedeutung:

Wirl und Walker (1993)²⁴ untersuchen anhand des Transportsektors für Frankreich, Deutschland und Italien den Einfluss von energiepreisbedingten Effizienzverbesserungen und schätzen mittels ökonomischer Zeitreihenanalysen kurz- und langfristige Preis- und Einkommenselastizitäten. Wirl und Walker stoßen bei ihren Untersuchungen unter anderem auf asymmetrische Preiselastizitäten, d.h. auf unterschiedliche Elastizitäten für steigende und fallende Preise. Sie beobachten weiters Verbesserungen der technologischen Effizienzen in den Hochpreisphasen, wobei solche Effizienzverbesserungen jedoch erst ab einem Schwellwert des Preisanstieges von 30% (Preissignale der Jahre 1973/74 und 1979/80) gemessen am „gewohnten“ Preisniveau einsetzen. Geringfügige Realpreisabsenkungen, welche auf die Preissprünge folgen, haben nach Ansicht von Wirl und Walker keinen Einfluss auf eine weitere Verbesserung der Wirkungsgrade, wobei die daraus resultierenden Energieeinsparungen jedoch bald durch einen Serviceanstieg kompensiert werden, es sei denn, die Einkommenselastizität wirkt aufgrund einer Wirtschaftsdepression dämpfend. Preissteigerungen unterhalb des Schwellwertes bewirken nach Wirl und Walker nur kurzfristige, reversible Anpassungen des NutzerInnenverhaltens.

²⁴ F. Wirl, I. O. Walker (1993), "Irreversible Price-Induced Efficiency Improvements: Theory and Empirical Application to Road Transportation"; The Energy Journal, Vol. 14, No. 4;

Im Sinne der Leithypothese 2 („Energiepreissteigerungen führen zu nicht signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs“) erbringen die Aussagen und Ergebnisse von Wirl und Walker bereits erste Indizien für deren Bestätigung. Die im zitierten Papier erfolgreich angewandte Methode der ökonometrischen Zeitreihenanalyse wird auch für die folgenden Analysen angewandt. Mit einem sehr ähnlichen methodischen Ansatz untersucht auch J.M. Dargay (1992/1)²⁵ irreversible Effekte im Verkehrsbereich und kann diese Effekte in seiner Arbeit bestätigen. D. Gately (1992)²⁶ beobachtet wie auch Wirl und Walker asymmetrische Preiselastizitäten im Zuge der Analyse des Treibstoffverbrauches in den U.S.A.. Die Artikel von J.M. Dargay (1992/2)²⁷ aber auch George Kouris (1981)²⁸ beschäftigen sich sehr kritisch mit Preis- und Einkommenselastizitäten und dienen ebenfalls als Grundlage für die weiteren Untersuchungen.

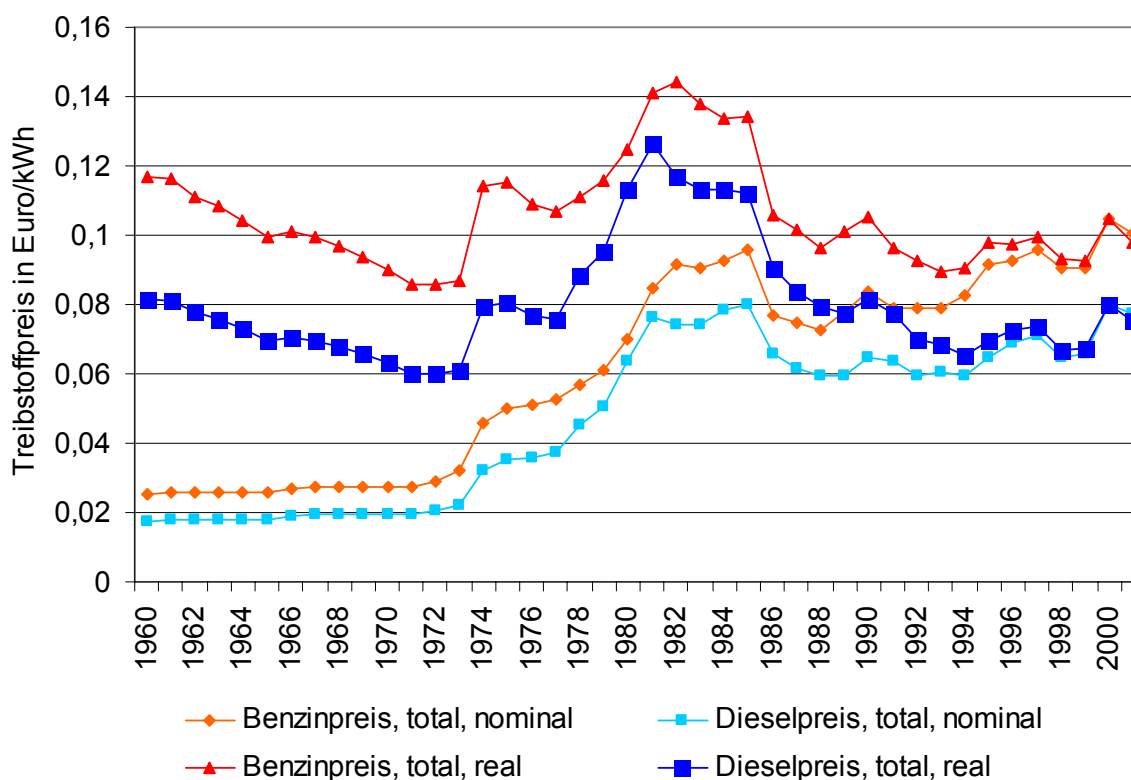
Da der Einfluss anreizorientierter Instrumente diskutiert werden soll, ist die Entwicklung der Treibstoffpreise und deren Auswirkungen von zentraler Bedeutung. Wie in unten abgebildeter Grafik ersichtlich ist, folgt nach einer langen Periode real sinkender Benzin- und Dieselpreise vom Beginn des Betrachtungszeitraumes (1960) bis zum Jahr 1973, der erste Sprung der Treibstoffpreise 1973/74 im Zuge der ersten „Energiekrise“. Nach wenigen darauf folgenden Jahren wieder real sinkender Preise beginnt 1977 aber vor allem 1979/80 der zweite signifikante Anstieg der Treibstoffpreise, wobei diese Hochpreisphase 1982 den historisch maximalen Treibstoffpreis hervorbringt und ab dem Jahr 1985 ein dramatischer Preisverfall einsetzt. In der Periode von 1986 bis 2001 bleiben die Treibstoffpreise auffallend stabil. Der Benzinpreis beträgt in dieser Periode beispielsweise 0,098 Euro/kWh mit einer sehr geringen Standardabweichung von 0,005 Euro/kWh.

²⁵ J.M. Dargay, 1992, „The Irreversible Effects of High Oil Prices: Empirical Evidence for the Demand for Motor Fuels in France, Germany and the UK“, 1992 Surrey University Press, ISBN 0-12-333310-5

²⁶ Dermot Gately, 1992, „Imperfect Price-Reversibility of U.S. Gasoline Demand: Asymmetric Responses to Price Increases and Declines“, *The Energy Journal*, Volume 13, Number 4;

²⁷ J.M. Dargay, 1992, „Are Price and Income Elasticities of Demand Constant?“, *Oxford Institute for Energy Studies*, ISBN 0-948061-70-7

²⁸ George Kouris, 1981, „Elasticities – science or fiction?“, *Energy Economics*, April 1981, 66-70;

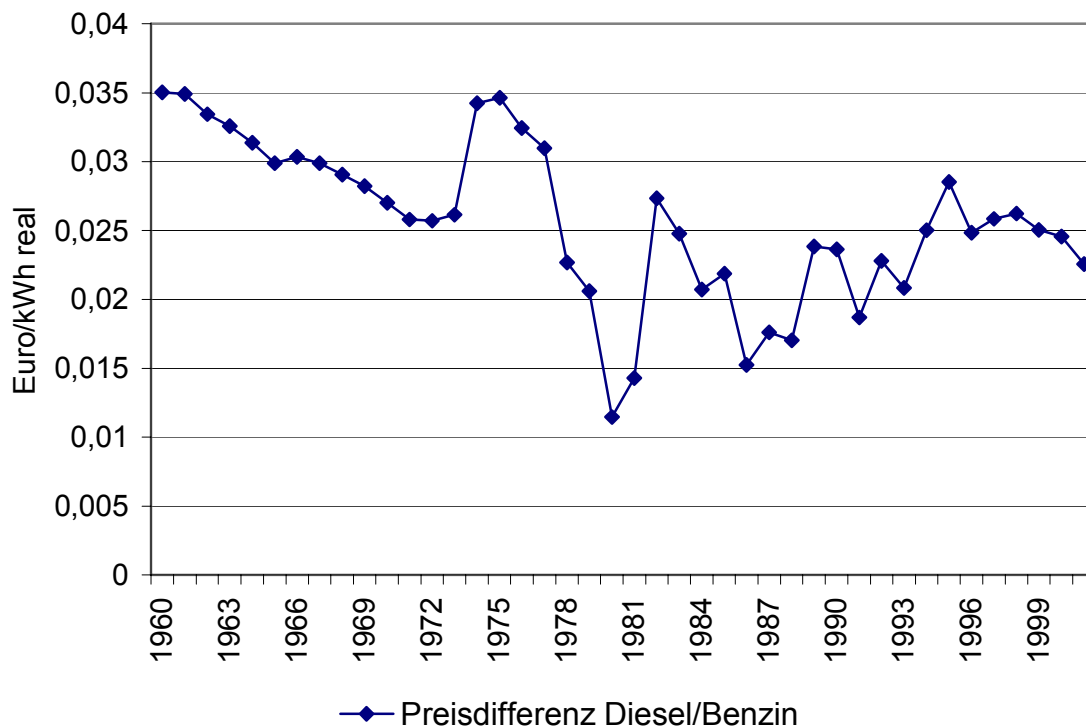
Abb. 4-7: Nominale und reale Treibstoffpreise in Österreich (Bezug: 2000)

Quellen: IEA-Statistics, *Energy Prices and Taxes 1978-2001*; persönliche Auskünfte des Finanzministeriums; Statistik Austria; Eigene Berechnungen;

Für die weitere Untersuchung bedeuten vor allem die beiden signifikanten, befristeten Preissprünge 1973/74 und 1979/80 ein großes Auswirkungspotenzial. Bemerkenswert sind die im Wesentlichen im Zuge der ersten Energiekrise eingeführten Steuern (Mehrwertsteuer und Verbrauchssteuer. Die Einführung der Steuern verhinderte beispielsweise, dass der Benzinpreis nach dem 1. „Ölpreisschock“ weit unter den Trend 1960 – 1973 des Preises fiel. In Bezug auf den 2. Ölpreisanstieg ist eine Benzinvertuerung im realen Vergleich zum Jahr 1973 überhaupt nur durch die Besteuerung gegeben. Es handelt sich somit sowohl bei Benzin, als auch bei Diesel um Fallbeispiele, anhand derer die historische Wirkung von (drastischen) Energiesteuern in der Folge getestet werden kann.

Von wesentlicher Bedeutung für spätere Betrachtungen sind jedoch nicht nur die historischen Preisverläufe der Endenergieträger Benzin und Diesel an sich, sondern die Relation der Preise dieser Energieträger. Abb. 4-8 zeigt die Preisdifferenz zwischen Benzin und Diesel über den Betrachtungszeitraum. Wie deutlich zu sehen ist, ist die Abweichung der Preise in absoluten realen Währungseinheiten während der „Energiekrisen“ maximal, das heißt die Substitution einer kWh Endenergie aus Benzin durch eine kWh aus Diesel bringt zu diesen Zeiten maximale ökonomische Einsparungen der variablen Kosten.

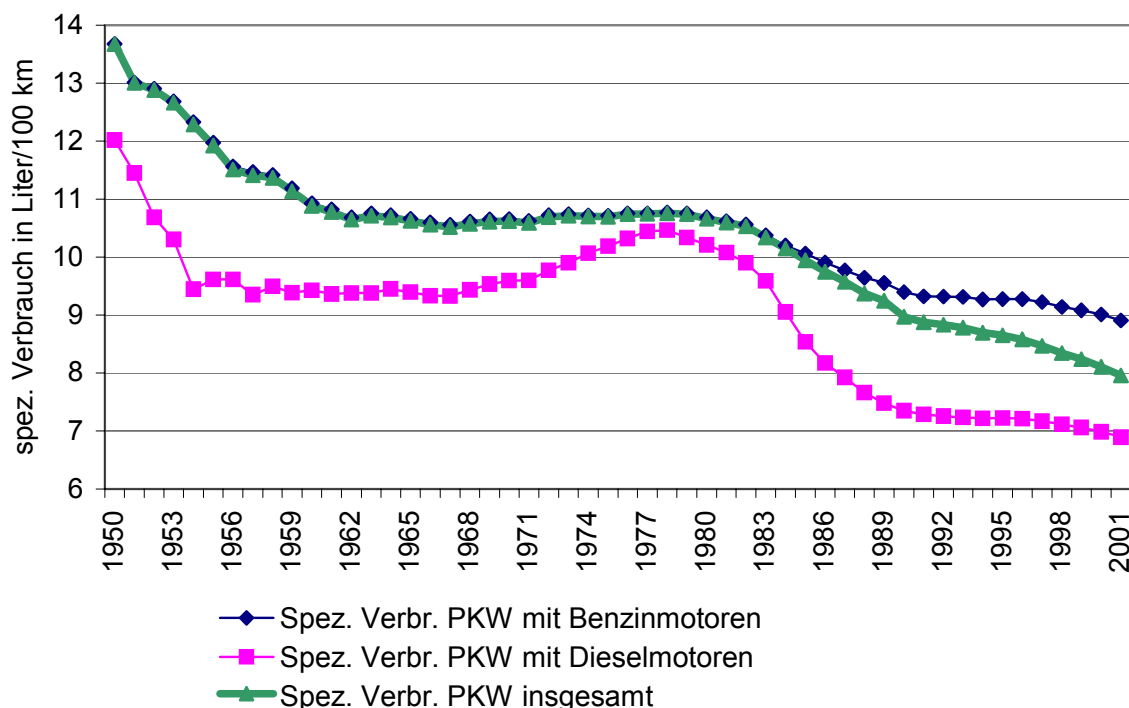
Abb. 4-8: Reale (2000=100), absolute Preisdifferenz zwischen einer Kilowattstunde Endenergie aus Dieselkraftstoff und aus Ottokraftstoff



Quelle: Eigene Berechnungen

Schwieriger verfügbar und greifbar zu machen als die Endenergiepreise sind jedoch die technischen Effizienzen. In der unten angefügten Abbildung sind bereits einige interessante Effekte zu ersehen. In den 1950er Jahren verbessert sich die technische Effizienz sowohl von Diesel- als auch von Benzin-Pkw signifikant, obwohl diese Entwicklung durch kein entsprechendes Preissignal motiviert war. Es handelt sich dabei um einen rein endogenen technischen Prozess des Fortschritts, welcher sich in höheren technischen Effizienzen niederschlägt. Im Zeitraum 1960 bis 1980 blieb die Effizienz der Benzin-Pkw-Flotte annähernd konstant, die der Diesel-Pkw verschlechterte sich sogar. Dies liegt einerseits an der Stagnation der endogenen Effizienzverbesserungen und andererseits an der beginnenden Kompensation von Verbesserungen der Motoreffizienz durch den verstärkten Einsatz immer größerer Motore und schwererer Pkw. Im zeitlichen Bereich der 2. Energie-Hochpreisphase findet im Anschluss auch eine weitere Effizienzsteigerung statt, welche sich wegen der nun einsetzenden starken Diffusion der Dieseltechnologie auch deutlich an der Gesamtflotte abzeichnet.

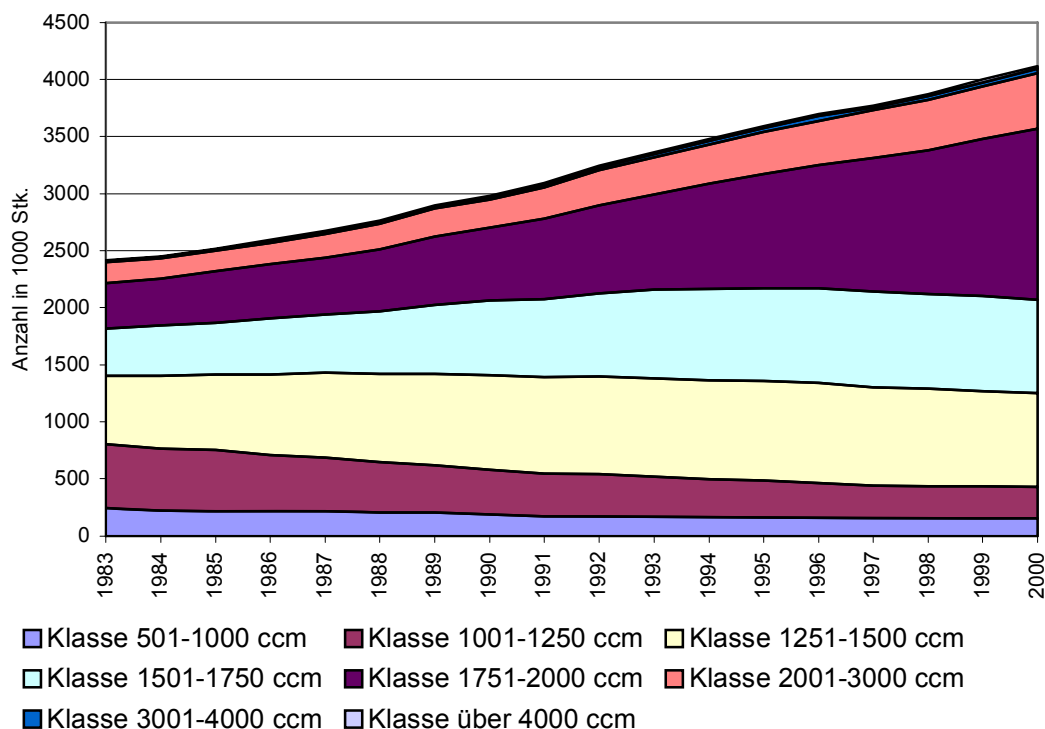
Abb. 4-9: Spezifische Verbräuche der Pkw-Flotte in Österreich nach Diesel und Benzinmotoren



Quelle: Eigene Berechnungen aus Daten des BMUJF, Umweltbilanz Verkehr, Zahlenspiegel, 1997 und Daten aus persönlichen Mitteilungen des UBA

Weitere Effizienzverbesserungen stagnieren ab 1990 wieder aus den, bereits oben angeführten, Gründen. Abb. 4-10 veranschaulicht diesbezüglich den Strukturwandel des österreichischen Pkw- und Kombi-Fuhrparks für den relevanten Zeitraum. Nach Ende der 2. Hochpreisphase der Treibstoffe 1986 wandelt sich die Struktur des Fuhrparks zu immer größeren Hubraumklassen, während die Klassen bis 1250 Kubikzentimeter deutlich reduziert werden. Die Erhöhung der Motoreffizienz wird in diesem Zeitraum zur Gänze durch diese Reboundeffekte kompensiert. Die Effizienz des gesamten Pkw-Fuhrparks steigt dennoch durch die fortwährende Substituierung von Ottomotoren durch dieselgetriebene Fahrzeuge.

Abb. 4-10: Struktur des österreichischen Pkw- und Kombi-Fuhrparks nach Hubraumklassen

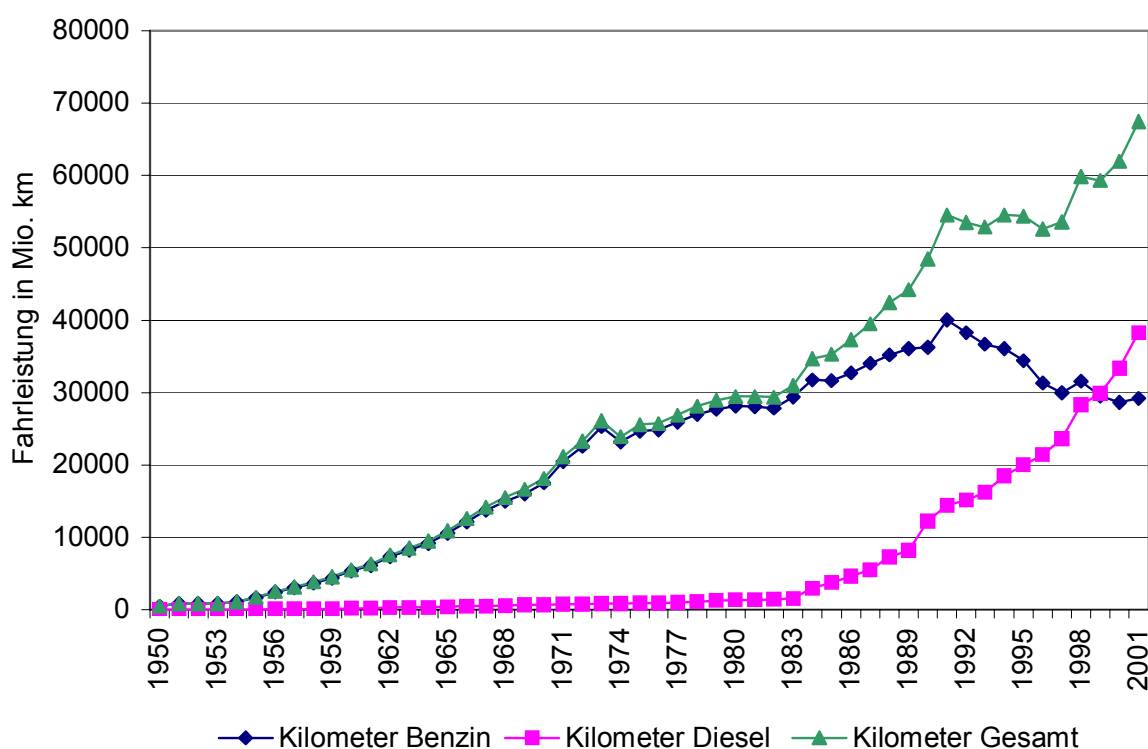


Quellen: VCÖ-Wissenschaft: Klimafaktor Verkehr - Wege zur klimaverträglichen Mobilität; Kuratorium für Verkehrssicherheit, Unfallstatistik 1999

Der stark ausgeprägte Diffusionsprozess der Dieselantriebe wird mit dem Jahr 1986 wirksam, also gleichzeitig mit dem Ende der 2. Treibstoff-Hochpreisphase. Die Diffusion der Diesel-Technologie steigert sich jedoch auch während der darauf folgenden Phase relativ konstanter Treibstoffpreise weiterhin und dauert nunmehr bis in die Gegenwart an. Die These liegt somit nahe, dass die 2. Treibstoff-Hochpreisphase einen technologischen Innovationsprozess bewirkt hat, welcher der Dieselsechnologie zum Durchbruch verhelfen konnte. Die technischen Innovationen in diesem Bereich wurden durch den anschließenden Energiepreisverfall nicht mehr rückgängig gemacht, waren in diesem Sinne also irreversibel.

Ein Maß für den Servicekonsum im Bereich der privaten Mobilität ist sicher durch die gefahrene Kilometerleistung der Pkw-Flotte gegeben. Untenstehende Abbildung zeigt die entsprechende Entwicklung über die Zeit. Auf die anfänglich stetig exponentiell steigende Entwicklung der Kilometerleistung folgt ein Strukturbruch mit wesentlich geringeren, vor allem aber abnehmenden Wachstumsraten während der Treibstoff-Hochpreisphasen. Gegen Ende der Hochpreisphasen, praktisch synchron mit dem Diffusionsstart der Dieselsechnologie setzt sich das exponentielle Wachstum, wie vor den Treibstoff-Hochpreisphasen, fort. Der im Diagramm ersichtliche Abbruch des Wachstums im Jahr 1992 kann nicht vollständig erklärt werden.

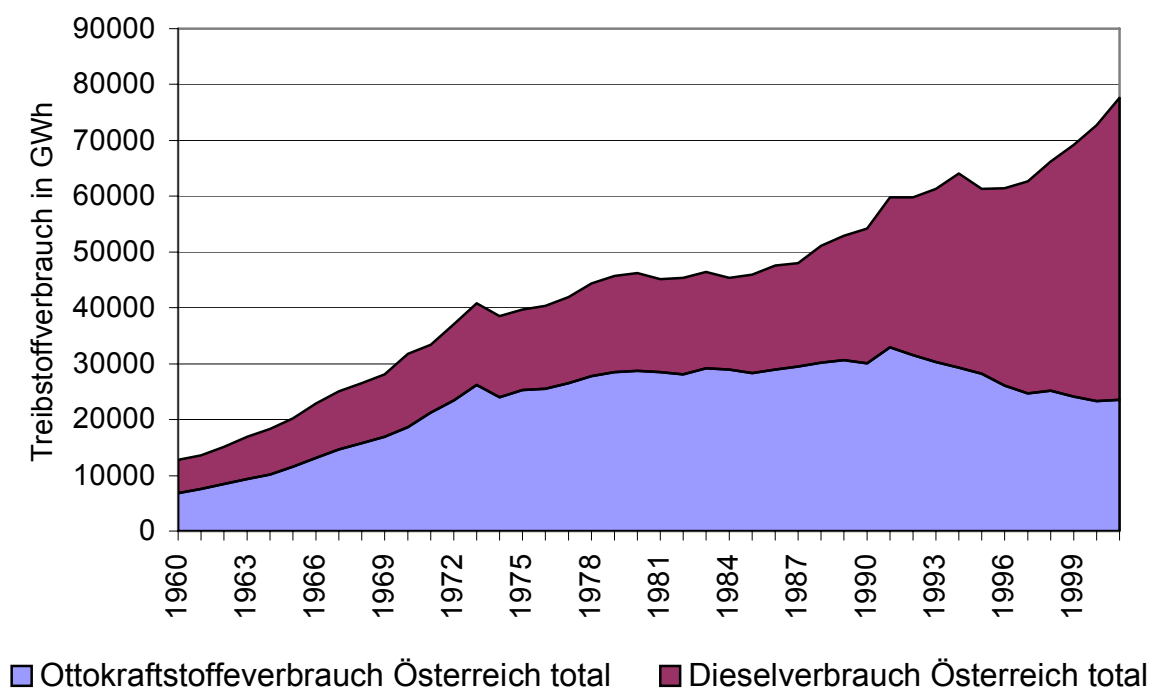
Abb. 4-11: Jährliche Fahrleistung der Pkw-Flotte in Österreich



Quellen: BMUJF, Umweltbilanz Verkehr, Zahlenspiegel 1997; persönliche Mitteilungen des Umweltbundesamts

In der nächsten Abbildung sind die Verbräuche der Endenergieträger Benzin und Diesel in Österreich dargestellt. Es sind hier die aggregierten Verbräuche der beteiligten Sektoren (Individualverkehr, Transport, Landwirtschaft,...) dokumentiert. Der Benzinverbrauch entfällt dabei fast zur Gänze auf den Sektor des Individualverkehrs. Der Gesamt-Dieselerverbrauch dagegen wurde im Jahr 2001 nur zu 47% vom Individualverkehr verursacht. Bei einer Gesamtbetrachtung von Dieselmotorkraftstoffen und Ottomotorkraftstoffen entfallen immerhin 61% des Gesamtenergieverbrauchs auf den Sektor des Individualverkehrs, wobei die auffällig hohen Verbrauchswachstumsraten der späten 1990er Jahre durch den Transportsektor verursacht werden.

Abb. 4-12: Die Entwicklung der Treibstoffverbräuche in Österreich für Diesel- und Ottokraftstoffe



Quelle: BMWA, Oktober 2000 mit Bezug auf OMV-Mineralölproduktenverbrauch in Österreich; Eigene Berechnungen

Ökonometrische Modellansätze geben im Weiteren die Möglichkeit, die oben festgestellten und qualitativ diskutierten Effekte quantitativ festzumachen und zu prüfen. Die Modelle werden dabei entsprechend einer Produktionsfunktion angesetzt.

Die mit weitem Abstand stärkste Einflussgröße auf den Energieverbrauch des Individualverkehrs ist das BIP, welches auch als „Einkommen“ gesehen werden kann. Alleine dieser Parameter erklärt bereits 95% des Energieverbrauchs. Weitere Einflüsse sind durch die technische Effizienz gegeben und durch den Energiepreis, welcher sich jedoch auf ein einziges historisches Preisereignis reduzieren lässt.

Leithypothese 2 („Energiepreissteigerungen führen zu nicht signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs“) kann aus diesem Grund nicht in vollem Umfang bestätigt werden. Eine differenziertere Betrachtung einzelner Effekte ist nötig. Von wesentlicher Bedeutung bei der Bestätigung/Widerlegung der Hypothese ist die Definition eines Bezugssystems. Es muss heißen: Energiepreissteigerungen konnten den Anstieg des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen im Bereich des Individualverkehrs nicht verhindern. Zentraler Punkt ist jedoch, dass durch historische Preisanstiege verursachte Verbesserungen der technischen Effizienzen ein noch wesentlich stärkeres Wachstum der Energieverbräuche verhindert haben.

Diese Steigerung der technischen Effizienz ist dabei nur durch das Zusammenwirken der Preissignale durch die Energiekrisen und die Einführung von massiven Treibstoffsteuern zustande gekommen. Wäre die massive Besteuerung entfallen, so wäre die Dauer des Preissignales vermutlich zu kurz gewesen, um nachhaltige technologische Entwicklungen einzuleiten. Dies erklärt auch die extremen Effizienzunterschiede von Fahrzeugen im internationalen Vergleich, wie z.B. der national üblichen spezifischen Verbräuche im Vergleich zu jenen, die in den USA zu beobachten sind. Wie sich gezeigt hat, benötigen entsprechende technologische Entwicklungsprozesse des gegenständlichen Sektors ca. 8 Jahre um anschließend einen Diffusionsprozess einzuleiten, welcher im historischen Fall nach weiteren fünf Jahren seine maximale Wirkung entfaltet hat. Reduziert sich die Hochpreisphase auf wenige Jahre, so ist fraglich, ob es überhaupt zu einer entsprechenden Entwicklung kommt.

Tab. 4-10: Wirkung von anreizorientierten Instrumenten mit mittleren bis hohen Auswirkungen auf die relativen Preise und längerer Dauer im Bereich des motorisierten Individualverkehrs

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	mittel	hoch	hoch

4.2.2 Förderungen der Nachfrage

(Energierrelevante) Förderungen sind wie Energiesteuern ein anreizorientiertes Instrument, das durch die Änderung der relativen Preisverhältnisse einen finanziellen Impuls liefert, um ein gewünschtes Verhalten hervorzurufen. Dieses Verhalten soll sich in energiesparenden Maßnahmen bzw. in einem Energieträgerwechsel hin zu erneuerbaren Energiequellen ausdrücken. Nachfrageseitige Förderungen versuchen die Nachfrage nach (erwünschten) Produkten oder Dienstleistungen anzukurbeln, indem sie die KonsumentInnen finanziell bei ihren Kauf- bzw. Investitionsentscheidungen unterstützen. Sie sind damit ein klassisches Instrument zur Förderung der Diffusion.

In der Folge werden die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Untersuchungen energierelevanter Förderungen in den Sektoren Niedertemperaturwärme, Stromspezifische Anwendungen dargestellt.

4.2.2.1 Niedertemperaturwärme

Es gibt eine Reihe energierelevanter Förderungen, die auf die Verbreitung von Energietechnologien auf Basis regenerativer Energieträger im Bereich der Niedertemperaturwärme abzielen. Die Wohnbauförderung deckt in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Teil ab. Durch die (mögliche) Ausgestaltung der Wohnbauförderung bzw. Staffelung der Wohnbauförderung nach Kriterien der Energieeffizienz bzw. Förderung je nach Einsatz erneuerbarer Energieträger kann eine wesentliche Weichenstellung für die Diffusion erneuerbarer Energien erfolgen. Weiters gibt es direkte Förderungen für Energietechnologien auf Basis erneuerbarer Energieträger wie z.B. Förderungen für solarthermische Anlagen, Photovoltaikanlagen, Investitionen in Biomassekleinfeuerungen, etc. Diese Förderungen variieren in Österreich je nach Bundesland.

Auch die Wohnbauförderungen, die in den folgenden Ausführungen im Vordergrund stehen, sind in den einzelnen Bundesländern differenziert ausgestaltet. Allerdings haben mittlerweile im Neubau bereits alle Bundesländer Kriterien der Energieeffizienz und des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in die Wohnbauförderungsrichtlinien integriert.

Die Wohnbauförderung²⁹

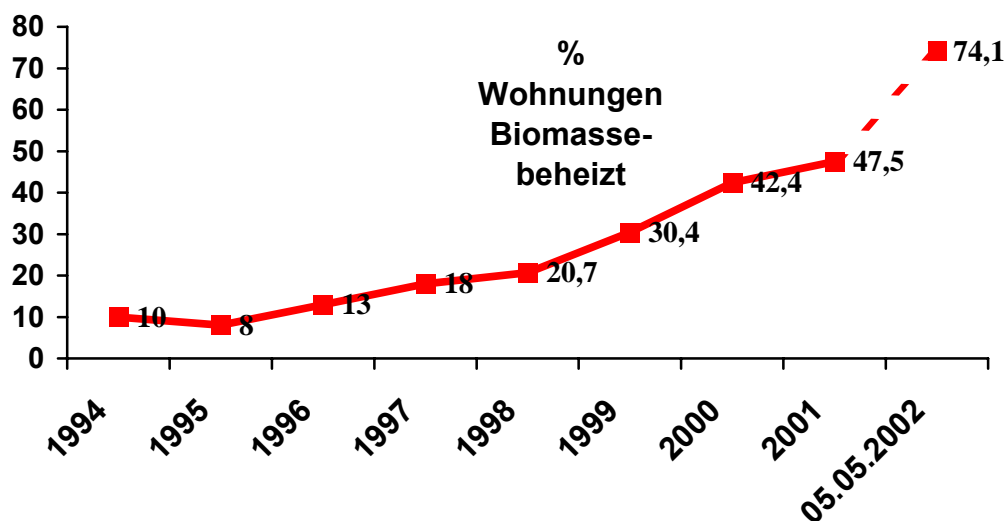
Um das Kyoto-Ziel zu erreichen, sieht die österreichische Regierung unter anderem eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergieverbrauch auf je ein Prozent pro Jahr vor. Dazu sollten nicht nur die erneuerbaren Energieträger gefördert,

²⁹ Die Recherchen zu diesem Themenbereich beruhen neben einer Desk-Research auf den geführten Interviews; u.a. wurden exemplarisch Gespräche mit den Energiebeauftragten aus den drei Bundesländern Salzburg, Steiermark und Tirol geführt.

sondern die nicht-erneuerbaren deutlich zurückgedrängt werden. Da private Haushalte im Bereich der Niedertemperaturwärme einen hohen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leisten können, dient die Wohnbauförderung als Mittel der Diffusionsförderung, etwa indem der Einsatz von Biomasse als Brennstoff oder die Anbindung an Fernwärmewerke gezielt gefördert werden. Die Einbindung der Förderung erneuerbarer Energie in die klassische Wohnbauförderung markierte Mitte der 1990er Jahre einen Wendepunkt in der Förderungspraxis sowie in der Landesenergiepolitik der verschiedenen österreichischen Bundesländer.

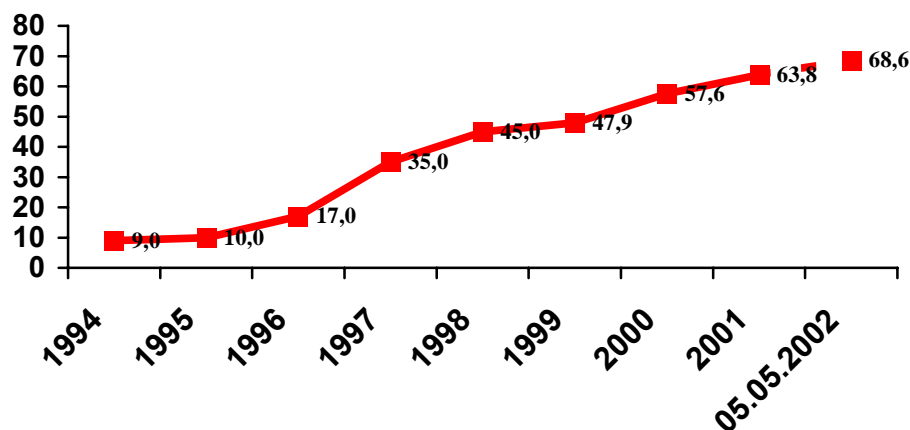
Als Beispiel wird hier das Land Salzburg angeführt, das im Rahmen der Wohnbauförderung Begünstigungen für energiesparende Maßnahmen, die Verwendung von Alternativenergien und ökologische Bauweise vorsieht. 1993 wurde ein Punktesystem (Zuschläge für energieökologische Maßnahmen) eingeführt, bei dem gestaffelt nach der Heizlast des Gebäudes Ökoenergie-Punkte für Wärmedämmung und für weitere Maßnahmen, wie für den Einsatz von Biomasse (z.B. Hackschnitzelheizung), für aktive Solarnutzung, Niedertemperaturheizung, etc. vergeben werden. Wie die folgenden zwei Abbildungen zeigen, konnte der Einsatz von Alternativenergien wesentlich gesteigert werden.

Abb. 4-13: Anteil der Wärmeversorgung durch Biomasse im Wohnungsneubau im Land Salzburg, in Prozent



Quelle: schriftliche Mitteilung der Energieberatung des Landes Salzburg

Abb. 4-14: Entwicklung der neu gebauten Wohnungen mit Solaranlagen in Salzburg (Warmwasserbereitung und/oder (teil)solare Raumheizung) in Prozent



Quelle: schriftliche Mitteilung der Energieberatung des Landes Salzburg

Die finanziellen Mittel im Rahmen der Wohnbauförderung sind nicht zu unterschätzen und können eine entscheidende Anstoßfinanzierung für eine weitere Verbreitung effizienter Energietechnologien auf Basis erneuerbarer Energiequellen sein. Die zweckgebundenen Mittel für die direkte Wohnbauförderung in Österreich betragen knapp 1,8 Mrd. Euro jährlich seit 1996 (vgl. Czerny 2001). Einschließlich einer zusätzlichen Bedarfszuweisung und indirekter Förderungen in Form von Steuerverzichten, Prämien u.a. stellte der Bund im Jahr 2000 rund 2,83 Mrd. Euro an Wohnbauförderung zur Verfügung (vgl. [http://www.eva.wsr.ac.at/\(de\)/service/wbf.htm](http://www.eva.wsr.ac.at/(de)/service/wbf.htm), Zugriff März 2003).

Die Kompetenz der Wohnbauförderung liegt in der Hand der Bundesländer – das erklärt auch die unterschiedlichen Herangehensweisen. Das gilt nicht nur für die inhaltlichen Schwerpunkte der Förderungen (z.B. Schwerpunkt Gebäudehülle und Dämmung, wie in Salzburg), sondern auch für die Bewertung der Förderungskriterien, die teilweise über ein Punktesystem bzw. Energiekennzahlen, die wiederum unterschiedlich berechnet werden, funktioniert.

Als Beispiel kann hier die Steiermark angeführt werden, die seit Oktober 2002 als erstes Bundesland in Österreich die Gewährung einer Wohnbauförderung grundsätzlich (Ausnahmen in begründeten Fällen sind möglich) ausschließt, wenn Heizungsanlagen auf Basis fossiler Energiesysteme oder elektrische Widerstandsheizungen installiert werden (vgl. <http://www.lev.at>, Zugriff März 2003). Dieser Ansatz kommt dabei bezüglich seiner Wirkung einem ordnungsrechtlichen Instrument sehr nahe, da ein Verzicht auf die Wohnbauförderung (um z.B. eine Ölheizung einbauen zu können) sehr unrealistisch ist.

Für die KonsumentInnen ist unabhängig vom Fördersystem von zentraler Bedeutung, dass das jeweilige System leicht durchschaubar und praktisch anwendbar ist. Der Einsatz von

Berechnungsvorgängen (z.B. für die Berechnung einer Heizlast oder einer Energiekennzahl), die als Programme im Internet abrufbar sind, haben das Einreichen der Wohnbauförderung wesentlich vereinfacht, was andererseits den Nachteil hat, dass eine Berechnung ohne Computer nur noch erschwert möglich ist. Als positive Entwicklung zeigen sich neuere Berechnungsverfahren, bei denen mit verschiedenen Kennzahlen parallel gerechnet wird. Experten für Wohnbauförderung bestätigten in Interviews, dass komplizierte Berechnungen potenzielle InteressentInnen abschrecken. Je einfacher das System konzipiert ist, desto größer wird die Bereitschaft der KonsumentInnen, sich darauf einzulassen.

Die positiven Effekte für die Diffusionsentwicklung sind vor allem in jenen Bundesländern sichtbar, die sich bereits langfristig der Förderung von erneuerbaren Energieträgern gewidmet haben.

Aus der Konsumerhebung der Statistik Austria von 1999/2000 verglich das WIFO die Heizungsausgaben von Haushalten in geförderten und nichtgeförderten Neubauten. Die AutorInnen entnahmen dem Test, dass „die bundesländerspezifischen Anreizregelungen zur Entwicklung und Diffusion innovativer Technologien“ beitragen (Kletzan/Köppl 2002, S. 473). Das wird auch in den für die vorliegende Studie erfassten Interviews bestätigt, indem die Förderungen nicht nur einen Anreiz für die KonsumentInnen, sondern indirekt dadurch wiederum für Unternehmen darstellen, weitere technologische Entwicklungen durchzuführen. Zitat eines Energieexperten: „Gerade die Niedrigenergiehausförderung im Bereich der Wohnbauförderung, also die Zweckbindung eines Teils der Wohnbauförderung in Richtung energieeffizient Bauen hat eine sehr schnelle Veränderung des Marktes bewirkt, (...)“ und weiter: „Die Förderung sollte keine Dauerlösung sein, sollte gezielt der Marktschaffung dienen.“ Dann könnte sie zugunsten anderer (förderungswerter) Maßnahmen wieder aufgegeben werden. In diesem Zusammenhang kann die Wohnbauförderung also eine Nachfrage (nach Energietechnologien) schaffen, die es den Firmen erlaubt, verstärkt in diesen Markt zu investieren.

Ein Beispiel in diesem Zusammenhang sind auch Erdgas-Brennwertkessel, die in der Steiermark im Rahmen der Wohnbauförderung bereits früh vorgeschrieben wurden. Nach anfänglichen Widerständen, verbreitete sich diese Technologie in der Steiermark innerhalb von zwei Jahren rasant mit positiven Sekundärfolgen wie die Reduktion der Preise. „...und dann waren Brennwertkesseln selbstverständlich.“ Hier spielte die Wohnbauförderung mit der Forschungsförderung gut zusammen. „Sobald es irgendwie klar war, dass Brennwertkesseln funktionieren, haben wir Brennwertkesseln (Anm.: in der Wohnbauförderung im Bereich der Gasversorgung) vorgeschrieben.“

Was die Höhe der Förderungen betrifft, befinden sich die Förderungssysteme in ständiger Veränderung. Eine kontinuierliche Anpassung ist dabei wichtig. Studien und Gespräche mit Experten ergaben, dass die Wohnbauförderung als Förderung regenerativer Energien sinnvoll und für die KonsumentInnen von hoher Bedeutung ist. Nach Ansicht der befragten Experten ist weniger die Höhe einer Förderung ausschlaggebend als die dahinter steckende Botschaft des Landes, das Signal. „Ganz sicher“ (Anm.: hat die Förderung eine Signalwirkung). Dadurch wird gezeigt, dass die Öffentlichkeit Interesse an einer Technologie hat. Innerhalb einer bestimmten Bandbreite bzw. Schmerzgrenze ist die Höhe der Förderung relativ irrelevant für die KonsumentInnen. Die Höhe einer Förderung ist „gar nicht (Anm.: wichtig), denn Leute kalkulieren nicht (Anm.: um es zu verallgemeinern).“ „Die Entscheidung

im Kopf fällt anders. Ich will eine (Anm.: Solaranlage), weil mein Freund eine hat oder alle Nachbarn eine haben oder ich ökologisch gesinnt bin. Die Entscheidungen fallen hier primär emotional. (...) Also insofern ist die Höhe der Förderung nicht relevant. Es muss nur eine geben. Also, wenn ich mir ein Geld vom Land abholen kann, dann schaut er nicht unbedingt darauf, ob es Euro 50 oder 70 sind. Es gibt natürlich schon Bandbreiten, wo eine Förderung lächerlich ist (...).“ Anders ist es bei Wohnbaugenossenschaften und Unternehmen, die sehr wohl kalkulieren, wenn es beispielsweise um die Installation einer Solaranlage geht.

Dass eine Förderung großen Signalcharakter hat, zeigt auch die Evaluierung der Vorarlberger Biomasseförderung (vgl. Haas/Kranzl 2000). Nach der Umstellung der Förderung im Jahr 1997 (Verringerung der Förderhöhen, Ausweitung der Fördergegenstände, verschärfte technische Kriterien zur Erhöhung der Qualität und Effizienz der Anlagen) ist trotz reduzierter Subventionshöhe keine Auswirkung auf die Zahl der geförderten Anlagen nachweisbar, woraus sich ergibt, dass im Bereich der Einzelanlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern die Förderung vor allem Signalcharakter besitzt. Ihre absolute Höhe wird von den Experten als weniger bedeutsam angesehen, das heißt, dass wesentlich geringere Förderbeträge ausgereicht hätten, um denselben Diffusionseffekt zu erreichen und dass eine dynamische Förderstrategie (kontinuierliche Verringerung der Förderbeiträge) diesen Effekt verstärkt hätte. Eine stetige Verringerung der Förderbeiträge gibt einen kontinuierlichen Anreiz, Verbesserungsinnovationen vorzunehmen, da Unternehmen permanent gezwungen sind, die Technologie soweit zu entwickeln, dass sie kostengünstiger und daher wettbewerbsfähiger angeboten werden kann³⁰.

Dass kein einfacher Zusammenhang zwischen der Höhe einer Förderung für Alternativenergien und deren Verbreitung besteht, wurde in den Interviews mehrmals angesprochen. „(...) wobei es nicht unbedingt einen Zusammenhang gibt zwischen der Höhe einer Förderung und dem Verbreitungsgrad.“ Ein Solarexperte meinte dazu: „Sie (Anm.: die Investitionsförderung für Solaranlagen) ist der Nährboden für die Solarentwicklung, reicht aber alleine nicht aus. Alle anderen Faktoren müssen auch stimmen.“ Und weiter: „(...) eine tolle Förderung, und tut sich nichts. Eine schlechte Förderung, tut sich viel.“

In diesem Zusammenhang wurde immer wieder darauf hingewiesen, dass es meist die Kombination zwischen Förderung und guter Informationspolitik ist, die für eine erfolgreiche Diffusion der Energietechnologien verantwortlich ist.

In diesem Zusammenhang ist auch die Langfristigkeit der Förderung für deren Erfolg wesentlich. Für den Fall, dass eine Förderung im Laufe der Jahre nicht zunehmen, sondern langsam wieder abgebaut werden soll, braucht es einen transparenten und nachvollziehbaren Plan. Ansonsten wird die sukzessive Abnahme der Förderung als geringes Interesse des Staates an jener Energiesparmaßnahme gesehen. Nicht zuletzt hat das auch Auswirkungen auf das Image der betreffenden Maßnahme und damit wieder auf die Diffusion. Die Verringerung der Förderbeiträge kann problematisch sein, wenn dahinter kein exakter Plan erkannt werden kann. Wenn dadurch die Signalwirkung, dass die Öffentlichkeit diese Energieform fördern möchte, verloren geht, dann bricht meist auch der Absatz ein, wie das z.B. in Kärnten 2001 der Fall war, als der entsprechende Fördertopf für

³⁰ Dabei muss allerdings angemerkt werden, dass die größten Kostenreduktionen durch erhöhte Produktionszahlen (economies of scale) ermöglicht werden.

Biomassekleinanlagen ausgeschöpft war. In der Folge war ein Rückgang im Verkauf zu erkennen.

Ein anderes Beispiel beleuchtet eine Untersuchung in Deutschland, die die Schwankungen des Marktes durch das Absetzen bzw. die Wiederaufnahme von Förderungen für Pelletskessel untersuchte. So lange die Förderung bestand, gab es ein starkes Wachstum. Danach wurde die Förderung massiv gekürzt (ca. 6%iger Anteil der Förderung an den Gesamtkosten einer durchschnittlichen Holz-Pelletsheizung statt früher 14%). Daraufhin kam es zu einem starken Knick in den Verkäufen. Die KonsumentInnen warteten ab. Nach acht Monaten wurde die Förderung wieder auf 10% erhöht. Mit der neuen Förderung hat sich der Markt wieder stabilisiert, die Zahl der Förderanträge ist allerdings geringer (vgl. Elsässer 2002).

Problematischer als das Auslaufen einer Förderung wird ein ständiges Auf und Ab der Förderung gesehen, die ungewisse Entwicklung des Fördersystems. Für Förderungen gilt daher, dass sich unklare Laufzeiten als Hemmnis bei der Verbreitung innovativer Lösungen erweisen. „Gift für den Markt ist Diskontinuität bei den Rahmenbedingungen.“ Und ein weiterer Experte dazu: „Eine Förderung sollte über Jahre konstant, jedenfalls abschätzbar sein“. Wenn plötzlich eine Förderung abgesetzt wird, mit dem Hinweis, dass es in „Zukunft wieder eine geben wird, nur in einer anderen Form“, investiert niemand in einer solchen Situation. Nach einiger Zeit (auch wenn es dann wieder eine Förderung gibt) können die entsprechenden Firmen (z.B. Kesselhersteller) aber bereits „tot“ sein.

Abgesehen von derartigen unklaren Laufzeiten und Entwicklungen der Förderprogramme ist es ein Problem, wenn Förderungen zu früh abgesetzt werden, die Technologie ohne staatliche Unterstützung bei gegebenen Rahmenbedingungen aber (noch) nicht am Markt reüssieren kann.

Von allen Interviewpartnern wird betont, dass es so etwas wie „den richtigen „Zeitpunkt“ für die Einführung einer Förderung gebe. Dieser darf nicht zu früh sein, weil sonst die Gefahr besteht, eine unausgereifte Technologie in den Markt zu bringen; er darf aber auch nicht zu spät erfolgen, denn sonst stagniert der Markt. Zitat: „Es braucht für alles den richtigen Zeitpunkt. Und dann ist es jetzt oder nie.“ Kommt es zu einer zu frühen Förderung und damit zur Förderung einer unausgereiften Technologie, sind die negativen Folgen meist ein Jahrzehnt und länger spürbar. Ein klassisches Beispiel dafür war die Fußbodenheizung oder in den 1990er Jahren auch die Fernwärmeanlagen auf Biomassebasis, die zum Teil sehr schlecht geplant waren und Probleme verursachten. Derartige schlecht funktionierende Systeme zerstörten den Ruf der Technologien über Jahre, sodass es bis heute Schwierigkeiten mit der Bewerbung gibt, selbst wenn die Systeme inzwischen ausgezeichnet funktionieren. Mehr dazu siehe auch Kapitel 4.3.2.

So gesehen ist die Wohnbauförderung als Prozess zu verstehen, der sukzessiven Veränderungen ebenso unterworfen ist, wie einer ständigen kritischen Hinterfragung. Der Zeitpunkt einer Förderung ist entscheidend, ebenso die Anforderungen für den Erhalt der Förderung. Es hat sich gezeigt, dass zu hohe, scheinbar unerreichbare Mindestanforderungen auch zur Verweigerung bzw. zum Verzicht auf eine Förderung führen können.

Eines der Ziele der Wohnbauförderung ist es, die notwendige Infrastruktur zu schaffen, die es den KonsumentInnen ermöglicht, verstärkt auf erneuerbare Energien zurückzugreifen. Dazu muss über die KonsumentInnenorientierung auch der Markt angekurbelt werden.

Um die Wohnbauförderung für Energiekonzepte effizient zu halten, müssen die Verantwortlichen neue Entwicklungen beobachten, um dann im richtigen Augenblick den Markt positiv zu beeinflussen. Die Unternehmen selbst haben dabei einen wesentlichen Einfluss. Produkte werden für Unternehmen erst dann interessant, wenn eine größere Nachfrage zu erwarten ist. Die Förderung kann diese in gewissem Maße beeinflussen. Kleinere Unternehmen sind zwar immer wieder Vorreiter in der Entwicklung, können den Markt aber nicht alleine bestreiten und auch nur partiell beeinflussen. Ein Zitat aus einem der Interviews mit den Energiebeauftragten veranschaulicht das: „Neue Wege zu gehen und dabei immer billiger zu werden, ist ein schwieriger Pfad.“ Förderungen, die länderübergreifend oder gar bundesstaatlich vorangetrieben werden, unterstützen diese neuen Entwicklungen.

In diesem Zusammenhang kann auch die folgende Aussage eines Interviewpartners gesehen werden: „Es geht nur um die Masse!“ und wies damit darauf hin, dass die Energieförderung innerhalb der Wohnbauförderung nicht nur dazu da ist, möglichst viele Menschen zu erreichen, sondern dass es darüber hinaus notwendig ist, jene anzusprechen, die bisher wenig Interesse und Kenntnisse an ökologischen Energiesparsystemen haben. Genau dort liegt die eigentliche Herausforderung, mit der die Energieförderung ebenso wie die Energieberatung seit Jahren zu kämpfen hat (siehe dazu auch Kapitel 4.3.2).

Auch in der Wohnbauförderung wird der Einfluss der Europäischen Union deutlicher. In der Umsetzung der Richtlinien liegt allerdings noch ein gewisses Potenzial für Akteure, sich einzubringen. So stellte ein Interviewpartner fest: „Das Einzige, das uns in Österreich weiterbewegt, ist die EU.“ Die Richtlinien der Europäischen Union dienen immer mehr als Möglichkeit der positiven Eingriffe und Gesetzesveränderungen. So wünschen sich manche österreichische Experten mehr solcher Richtlinien. Zitat eines Wohnbauförderungsexperten: „Man muss praktisch denken und das Instrument so gestalten, dass es sicher ist, dass es umgesetzt wird.“ Innerhalb der EU werden von etwa der Hälfte der Länder Wohnbauimpulse durch politische und gesetzliche Maßnahmen unterstützt (Czerny 2000, S. 2).

In diesem Zusammenhang lässt sich durchaus von Lobbying auch innerhalb der Wohnbauförderung sprechen. Hinter den Entscheidungen über die Fördersysteme liegen wirtschaftliche und politische Interessen, was wiederum die unterschiedlichen Förderungspraxen in den neun Bundesländern ein wenig erklärt. So ist das jeweilige System der Wohnbauförderung in Bezug auf energiesparende Maßnahmen als Pendeln zwischen Ankurbelung ökologischer Maßnahmen, damit nicht zuletzt auch wirtschaftlicher Aspekte und nicht zu hoher staatlicher Kosten für die Unterstützung zu sehen. Das Potenzial an Reduktion von CO₂-Emissionen ist dabei hoch. Ebenso das Potenzial an Arbeitsplätzen, die aufgrund von Förderungen bestimmter Energieträger geschaffen werden können.

Insgesamt lässt sich bei der Förderung erneuerbarer Energieträger im Rahmen der Wohnbauförderung sagen, dass Innovationen zwar immer wieder auf einem Wechselspiel zwischen den politisch Verantwortlichen, Behörden, Beratungsstellen und Unternehmen

basieren, dass aber der eigentliche und direkte Erfolg in der Stärkung der Diffusion liegt. Dass diese wiederum rückkoppelnd Auswirkungen auf die Innovation hat, bildet den indirekten Einfluss. So haben die Förder- und Beratungsstellen zusätzlich eine wichtige Vernetzungsfunktion. Der Kontakt zu allen Beteiligten macht den Erfolg oder Misserfolg aus, denn wie ein Interviewpartner feststellte: „Man kann nicht einfach irgend etwas einführen, das keiner will.“

Abgesehen von der unbestrittenen diffusionsfördernden Wirkung günstig ausgestalteter Wohnbauförderungen wird von manchen Experten auch eine Wechselwirkung der Förderung mit Innovationen beobachtet. Insbesondere im Bereich energieeffizienterer Fenster (so ein interviewter Interessensvertreter der Dämmstoffbranche) wird den Wohnbauförderungen eine innovationsfördernde Wirkung zuerkannt. Die durch die Wohnbauförderung erhöhten Absatzzahlen bei Fenstern mit besserem Wärmeschutzstandard führten zu weiteren Verbesserungen der Energieeffizienz von Fenstern. Die verbesserten technologischen Möglichkeiten beeinflussten wiederum die Richtlinien der Wohnbauförderung. Es führt die beschriebene Wechselwirkung somit zumindest im Bereich einzelner energieeffizienter Komponenten zu Verbesserungsinnovationen.

Weitere Förderungsprogramme

Eine andere Förderungsmaßnahme sind sogenannte Heizkesseltauschprogramme, wie sie in vielen österreichischen Bundesländern existieren. Dabei wird der Tausch alter Heizungsanlagen gegen neue, energieeffizientere Anlagen mit einem bestimmten Geldbetrag unterstützt. Je nach Ausgestaltung (und demnach politischem Willen) werden in diesen Programmen nur dann Fördermittel gewährt, wenn die alten Feuerungen gegen neue getauscht werden, die auf der Nutzung erneuerbarer Energieträger basieren. Diese Förderungen begünstigen nicht nur die KonsumentInnen, indem die Investitionskostendifferenz zu Heizsystemen auf fossiler Basis verringert wird, sondern auch die Hersteller, da damit ihre Absatzmärkte zum Teil gesichert werden.

Der Einsatz erneuerbarer Energieträger in der Raumwärmebereitstellung ist nach wie vor meist mit höheren Investitionskosten verbunden, was ein großes Hemmnis für ihre weitere Verbreitung darstellt. Die Gesamtkosten von Heizungsanlagen bis 15 kW (ohne Baumaßnahmen bzw. Kamin) betragen derzeit (Stand Jänner 2002) für eine Hackgutanlage inklusive Raumaustragung 14.000-17.000 Euro (inkl. Ust.). Eine Pelletsanlage ist mit 10.000-12.000 Euro günstiger, aber noch immer deutlich teurer als eine Ölfeuerung mit 5.500-7.000 Euro (vgl. <http://www.biowaerme-stmk.at/bwi/kostenvergleich.htm>, Zugriff Jänner 2003). In diesen Angaben sind jedoch Direkt- bzw. Wohnbauförderungen noch nicht berücksichtigt, was eine Verzerrung der tatsächlichen Kosten für die KonsumentInnen zu Ungunsten der Biomasse darstellt³¹.

³¹ Für einen Gesamtkostenvergleich müssen natürlich auch die Betriebskosten herangezogen werden. Was die Brennstoffkosten betrifft, liegt Biomasse unter den Kosten von Erdgas oder Heizöl extra leicht.

Zum Abschluss dieser Ausführungen muss allerdings noch darauf hingewiesen werden, dass in den Gesprächen der Begriff der Förderung relativiert wurde: Nach Ansicht der befragten Experten und Unternehmer kann im Zusammenhang mit erneuerbaren Energietechnologien nicht von Förderungen gesprochen werden. „In Wahrheit haben wir keine Förderungen für erneuerbare Energietechnologien, sondern nur ein unzureichendes Maß an Ausgleich zu Unterstützungsmaßnahmen, die andere Energieformen am Markt haben³²“.

In diesem Zusammenhang wurde weiters festgestellt, dass es nicht notwendig wäre, erneuerbare Energieträger zu fördern, wenn echte Wettbewerbsgleichheit am Markt bestünde. „Sobald externe Kosten internalisiert werden, dann kann man über die Streichung von Förderungen diskutieren“.

Tab. 4-11: Wirkung von Förderungen im Sektor Niedertemperaturwärme

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	mittel	hoch

4.2.2.2 Stromspezifische Anwendungen

Begünstigungen bei der Anschaffung von Haushaltsgeräten

Direkte öffentliche Förderungen im Bereich stromspezifischer Anwendungen (Haushaltsgeräte) sind in Österreich nicht implementiert. Die Förderung von elektrisch betriebenen Wärmepumpen für Raumheizung und Warmwasserbereitung fällt in den thematischen Bereich der Niedertemperaturwärme (siehe oben) und wird an dieser Stelle nicht thematisiert.

Begünstigungen (also quasi Förderungen) bei der Anschaffung von Haushaltsgeräten werden von nicht-öffentlicher Seite bislang von einzelnen Stromversorgern vergeben. Ein prägnantes Beispiel aus der Gegenwart liefern die „Fördermaßnahmen“ des burgenländischen Elektrizitätsversorgungsunternehmens BEWAG. Durch das „Energy-Bonus“ System wird unter anderem der Kauf von Geschirrspülern, Wäschetrocknern, Klimageräten und Stromdirektheizungen gefördert³³. Diese Anreize dienen der

³² Z.B. unterstützt die französische Regierung die Forschung und Lagerung von nuklearen Energieformen mit öffentlichen Geldern. In diesem Zusammenhang hat die EU-Kommission mit einer Bestandsaufnahme aller Formen staatlicher Unterstützung für alle Energieträger begonnen. Sie möchte damit einen ersten Schritt setzen, die nationalen und europäischen Fördersysteme zu reformieren. Diese Bestandsaufnahme wird als wichtige Initiative gesehen, für mehr Transparenz im Bereich der Energiesubventionen zu sorgen. Bisher gab es nur über die Höhe der Steinkohlesubventionen halbwegs sichere Informationen (DNR EU-Rundschreiben 02.03, S. 34).

³³ Das „Energy-Bonus“ System fördert den Stromverbrauch in zweifacher Hinsicht: Erstens durch den Anreiz Energy-Bonuspunkte zu sammeln (ein Bonuspunkt pro 10 kWh Stromverbrauch), zweitens durch den Anreiz, bisher nicht im Haushalt verwendete Geräte zu kaufen (z.B. bekommt man beim Kauf eines Wäschetrockners pro Bonuspunkt 5 Cent ersetzt, beim Kauf eines Klimageräts oder

Unternehmens-PR, der Kundenbindung und natürlich der Forcierung des Stromverbrauchs, und sind aus diesem Grund aus einer energetisch-ökologischen Betrachtung heraus kontraproduktiv, obwohl zweifelsohne eine diffusionsfördernde Wirkung vorliegt.

Daneben gibt es Förderaktionen von Energieversorgungsunternehmen im Rahmen von Demand Side Management (DSM) Programmen³⁴, die im zugrunde liegenden Fall darauf abzielen, die Nachfrage nach energieeffizienteren Geräten anzukurbeln. Ein Beispiel für derartige Aktivitäten sind Gerätetauschaktionen, bei denen der Austausch eines alten Haushaltsgerätes durch ein neues, energieeffizienteres Gerät finanziell begünstigt wird.

Bei der Durchführung von derartigen Gerätetauschaktionen ist die Detailplanung der Aktion von großer Bedeutung. Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, dass z.B. die zwingende Abgabe des alten Gerätes erforderlich ist, da ansonsten die Gefahr besteht, dass das alte Gerät (zusätzlich) weiterverwendet wird. Selbst wenn diese Prämisse erfüllt ist, kann der Gesamterfolg einer derartigen Tauschaktion bescheiden ausfallen, wie das von Haas (1996) evaluierte Beispiel der Gerätetauschaktion der SAFE in Salzburg zeigt. Zwar konnten jene Haushalte, die sich an der Aktion beteiligten, ihren Stromverbrauch senken, insbesondere im Vergleich zu jenen Haushalten, die sich nicht an der Aktion beteiligten. Andererseits wurden nicht wesentlich mehr Geräte ausgetauscht als der durchschnittlichen Erneuerungsrate entspricht. Außerdem unterschieden sich die ausgetauschten Geräte in ihrer Energieeffizienz nicht signifikant von Geräten, die während der Laufzeit der Aktion anderswo in Österreich angeschafft wurden. Weiters wären in einer entsprechenden energetisch-ökologischen Kalkulation bzw. Optimierung die grauen Energien der Neugeräte zu berücksichtigen, wenn zwar ineffiziente, aber noch funktionstüchtige Geräte ersetzt werden.

Förderungen von Anlagen zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern

Förderungen im Sinne von Subventionierung der Investitionskosten einer bestimmten Technologie werden als effektives Instrument zur Diffusionsförderung einer Technologie angesehen, wenn sich die Marktdurchdringung dieser Technologie noch in einem frühen Stadium befindet (vgl. Haas et al. 2001a). In dieser Hinsicht positive Erfahrungen wurden im Fall von Windenergieanlagen in Dänemark und Schweden sowie im Fall von Photovoltaikanlagen in Deutschland („1000 Dächer Programm“) und Österreich („200-kW-PV-Breitentest“) gemacht. Die genannten Beispiele von Investitionsförderungen zu Beginn der Markteinführung zeigten auch einen positiven Effekt auf die Weiterentwicklung der Technologien. Bezüglich der Entwicklung von Windenergieanlagen betonen Jørgensen und Karnøe (1995), dass die temporär gewährten Investitionszuschüsse von bis zu 30% in Dänemark sowohl die Diffusion vorantrieben als auch den Produzenten eine Nische zur Verbesserung der Technologie verschafften.

Direktheizgeräts 10 Cent pro Bonuspunkt, beim Kauf einer Wärmepumpe 15 Cent pro Bonuspunkt). Besonders intensiv werden von der BEWAG Klimageräte gefördert, zusätzlich zum Bonuspunktesystem bekommt man im Rahmen der Aktion „BEWAG Klima-Scheck“ 50 Euro beim Kauf eines Klimageräts ersetzt (vgl. www.bewag.at).

³⁴ Zu DSM-Programmen siehe auch Kapitel 4.3.2.

Die Förderprogramme für Photovoltaikanlagen in Deutschland und Österreich führten zu einer Verbesserung der Systemtechnik von Photovoltaikanlagen (vgl. Haas et al. 1997). Einerseits kann diese verbesserte Systemtechnik (im Sinne des optimierten Zusammenspiels der einzelnen Komponenten) als Innovation angesehen werden, andererseits gab es Innovationen bei einzelnen Komponenten einer Photovoltaikanlage wie Wechselrichter und Maximum-Powerpoint-Tracker. Ein weiterer Vorteil hinsichtlich Investitionsförderung von Photovoltaikanlagen besteht darin, dass durch dieses Instrument der größte Effekt bei der Verbreitung von dezentralen Photovoltaikanlagen erreicht werden kann (vgl. Haas 2001).

Neben diesen positiven Effekten ist das Instrument der Förderung durch Investitionszuschüsse aber auch in vielerlei Hinsicht problematisch, wie in Haas (2001) am Beispiel der Förderung von Photovoltaikanlagen ausgeführt:

- Mangelnde ökonomische Effizienz: ausgehend von Untersuchungen über die Verteilung der Zahlungsbereitschaft bei den potenziell an der Installation einer Photovoltaikanlage Interessierten lässt sich nachweisen, dass mit den verwendeten öffentlichen Fördermitteln eine größere Anzahl an Anlagen hätte gefördert werden können. Der Free-Rider Anteil ist durchaus beachtlich, beim österreichischen 200-kW-PV-Breitentest lag er bei etwa 30% (vgl. Haas et al. 1997).
- Es besteht bei den Herstellern / Händlern die Tendenz, die Förderung „abzuschöpfen“, weshalb während der Laufzeit der Förderprogramme in Deutschland und Österreich die Anlagenkosten kaum sanken, nach Ende der Förderung aber signifikant zurückgingen. Angesichts dieses Effekts wurde bei einem japanischen Photovoltaik-Förderprogramm eine ambitioniertere Strategie verfolgt, indem der prozentuelle Anteil des Zuschusses jährlich gesenkt wurde.
- Zuschüsse, die einen fixen Anteil an den Investitionskosten ausmachen, sind unzureichend bezüglich des Ziels der Reduktion der Anlagenkosten. Ein größerer Anreiz, die Anlagenkosten zu reduzieren, wird durch Investitionszuschüsse, die sich an der installierten Leistung orientieren, gewährleistet.
- Investitionszuschüsse geben keinen ausreichenden Anreiz, eine Anlage optimiert zu betreiben. Deshalb sind Monitoring-Programme als begleitende Maßnahmen sinnvoll.

Einspeiseverordnungen für Erneuerbare Energieträger

Einspeiseverordnungen setzen Preise fest, die von den Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen an die Anlagenbetreiber, die ihren erzeugten Strom ins Netz einspeisen, pro eingespeister kWh Strom ausgezahlt werden müssen. Die Höhe der Förderung bemisst sich demnach an der Differenz zwischen „Marktpreis“ und Einspeisetarif. Bei entsprechend hohem Einspeisetarif gilt dieses Instrument als sehr diffusionsfördernd, was sich am Beispiel der rasch wachsenden Windenergiekapazitäten in Dänemark, Deutschland und Spanien ablesen lässt (vgl. Haas et al. 2001a).

Wesentliche Vorteile dieses Instruments liegen in den niedrigen Transaktionskosten (beispielsweise im Vergleich zu Ausschreibungsverfahren), in erhöhter Planungssicherheit – zumindest über den Zeitraum, für den Einspeisetarife festgesetzt werden - und in der auch für kleine Betreiber (lokale Kooperativen, Kleinbetriebe) vorhandenen Möglichkeit, Anlagen

zu errichten. Kritisiert wird an garantierten Einspeisetarifen, dass es sich um eine Subventionierung handle, daher Marktverzerrung vorliege, dass nicht notwendigerweise die effizientesten Anlagen gefördert werden und dass kein Wettbewerb zwischen den Produzenten entstehe.

Einspeiseverordnungen, die stark diffusionsfördernd wirken, wirken in der Regel auch auf Innovation. Die höheren Stückzahlen führen zu Kostenreduktionen aufgrund „economies of scale“ und Lerneffekten bei den Herstellern sowie zu ausgereifteren Designs (Verbesserungsinnovationen).

Tab. 4-12: Förderung der Nachfrage nach energieeffizienteren Haushaltsgeräten

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	mittel

Tab. 4-13: Förderung von (dezentralen) Anlagen zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	mittel	hoch

4.2.3 Technologieförderung

Allgemeines

Ein Förderungsschwerpunkt der direkten unternehmensbezogenen Wirtschaftsförderung des Bundes ist die direkte Technologieförderung. Diese erreichte in Österreich im Jahr 2000 mit Euro 185 Mio. einen vorläufigen Höhepunkt. Auch die geförderten Investitionen erlangten mit Euro 1,2 Mrd. einen Höchstwert (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur/Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2002, S. 41). Die Fördermaßnahmen können in die drei Kategorien, Förderprogramme, unspezifische direkte Förderung der Forschung und Entwicklung (F&E-Förderung) und institutionelle Förderungen, eingeteilt werden. Während Förderprogramme inhaltlich spezifizierte Förderaktivitäten darstellen, zielen die unspezifischen direkten F&E-Förderungen auf nicht spezifizierte Aktivitäten ab. Dabei werden die verschiedenen Dimensionen des Innovationsprozesses unterstützt. Die institutionellen Förderungen zielen direkt auf die Institutionen ab.

Insgesamt betrachtet dient die Mehrzahl der Fördermaßnahmen der Verbesserung der Verbindung zwischen Forschung und Innovation. Darin werden Strategien zu Forschung und Entwicklung, Stärkung der Unternehmensforschung, Gründung von technologiebasierten Unternehmen, verstärkte Kooperation zwischen Forschung, Universitäten und Unternehmen, Stärkung der Technologie- und Know-how-Aufnahme von Klein- und Mittelbetrieben unterstützt. Ein weiterer Bereich bzw. eine weitere „Aktionslinie“ fördert die Innovationskultur, das heißt, dass unter anderem verschiedene Aus- und Weiterbildungsprogramme, Bewusstseinsbildungsmaßnahmen, Kooperationen, etc. gefördert werden. Eine dritte Aktionslinie bezieht sich auf die Schaffung günstiger rechtlicher, ordnungspolitischer und finanzieller Rahmenbedingungen und zielt auf die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und des Wettbewerbs ab (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur/Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2002).

Der Forschungs- und Technologiebericht zeigt auch, dass nach wie vor das wichtigste Mittel zur direkten Technologieförderung in Österreich mit 62% der Mittel die direkten Zuschüsse sind. Dieses klassische Instrument liegt damit in seinem Umfang deutlich vor anderen monetären Unterstützungen wie geförderte Kredite, Zinszuschüsse und Haftungsübernahmen.

Forschungs- und Entwicklungsförderung

Mit der Förderung von Forschung und Entwicklung werden die Phasen der Invention und der Innovation im engeren Sinne gefördert. Diese Förderungen ermöglichen es den Unternehmen oft erst, Forschungs- und Entwicklungsarbeit vorzunehmen. Gerade für Klein- und Mittelunternehmen (KMU) ist es meist schwierig, die für Forschung und Entwicklung notwendigen Ressourcen bereitzustellen und entsprechende Mittel aufzuwenden. F&E ist immer zukunftsorientiert und teilweise auch ergebnisorientiert (vgl. Klemmer et al. 1999). Damit kann eine F&E-Förderung das meist sehr geringe Risikokapital in KMU ausgleichen helfen. Eine F&E-Förderung ist eine Investition in die Zukunft, mit der Raum für Handlungsoptionen geschaffen wird, Innovationsprozesse einzuleiten, die in Richtung eines nachhaltigen

Energiesystems führen. Investitionen in Forschung und Entwicklung sind die wesentliche Triebfeder eines technologischen Wandels, der wiederum wirtschaftliche Wachstumsprozesse auslöst. Nur durch entsprechende F&E wird es möglich sein, auch radikale (Umwelt)Innovationen hervorzurufen. Staatliche Förderungen können aber auch hilfreich sein, innovative Lösungen von Unternehmen zur Marktreife zu führen. In diesem Fall wird die (eigentliche) Innovation, die erste Markteinführung einer Neuerung, gefördert. Aber auch Förderungen, die die Nachfrage des Marktes innovativer Technologien stimulieren, haben eine große Bedeutung für Unternehmen, da eine finanziell unterstützte Nachfrage eine entscheidende Voraussetzung für Investitionen in F&E darstellt.

F&E-Programme im Bereich der Energietechnologien stimulieren hauptsächlich *technologische* Innovationen. F&E-Programme tendieren dazu, ein beachtliches Maß an Kontinuität entlang bestimmter Forschungslinien zu entwickeln. Daher ist es wichtig, unterschiedliche Nischen für Forschung und Entwicklung gerade im Bereich der Energietechnologien zu schaffen. F&E-Programme ermöglichen die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen bzw. zwischen Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Somit kann die Zahl der kooperierenden sowie der imitierenden Unternehmen erhöht werden, was unter anderem die Diffusion von Know-how erhöht. Laut Technologiebericht 1999 (vgl. Knoll et al. 1999) wird das allgemeine Innovationsverhalten der österreichischen Unternehmen von einer Strategie der kontinuierlichen Verbesserung von Produkten und Prozessen dominiert. Charakteristisch ist auch die große Vorsicht bei der Einführung von Marktneuheiten.

In Österreich sind die staatlichen Forschungsausgaben im Bereich „Energie“ vom Jahr 2000 auf das Jahr 2001 um 28,1% gewachsen. Auch die diesbezüglichen Ausgaben der österreichischen Privatindustrie verzeichneten im gleichen Zeitraum einen Zuwachs von 24,7%, zurückzuführen auf die zunehmende Beteiligung der österreichischen Industrie an EU-Forschungsprogrammen (vgl. Faninger, in: energy 3/2002, S. 9-11).

Für das Jahr 2002 wurden laut Technologiebericht (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur/Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2002, S. 3) gesamtwirtschaftliche Ausgaben für F&E von Euro 4,2 Mrd. erwartet, was einer F&E-Quote von 1,95% entspricht. Als treibende Kraft dieser Entwicklung wird der öffentliche Sektor gesehen. Der im internationalen Vergleich niedrige Finanzierungsanteil der Unternehmen ist ein Charakteristikum des österreichischen Innovationssystems, während der Anteil der Finanzierung durch das Ausland hoch ist. Relativ hoch ist auch der Anteil des Hochschulsektors an den Forschungsausgaben.

4.2.3.1 Niedertemperaturwärme

Im bereits angesprochenen Wettbewerb „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ (siehe Kapitel 4.4.2) wurden die Firmen auch darauf hingewiesen, dass sie für ihre Entwicklungsanstrengungen Gelder des Forschungsförderungs fonds für die gewerbliche Wirtschaft (FFF) beantragen können. Neun Unternehmen (darunter alle drei Preisträger) haben für ihre Entwicklung jedoch keine Förderungen in Anspruch genommen. Die vergebenen Förderungen wurden meist für Anlagenteile vergeben, nicht für die Entwicklung der Gesamtanlage. Für diese geförderten Unternehmen war es das erste Mal, dass sie öffentliche Gelder in Anspruch genommen haben. Somit hat der Wettbewerb – neben dem

technologischen Erfolg - den Firmen auch den Zugang zu öffentlichen Förderungen ermöglicht bzw. für die Zukunft erleichtert (vgl. Schmid et al. 1994).

In den qualitativen Untersuchungen der Studie wurde auf die große Bedeutung der (Energie)Technologieförderungen für die Unternehmen hingewiesen. Ohne Förderungen wäre es den Unternehmen (meist junge Klein- und Mittelbetriebe) nicht möglich gewesen, entsprechende Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen vorzunehmen. „Es wäre zu rund 70% weniger geforscht worden“, so ein Kesselhersteller im Interview. Ein mittlerweile auch wirtschaftlich sehr erfolgreicher Hersteller von Biomassekesseln mit derzeit bereits mehr als 60 MitarbeiterInnen setzt in Zukunft (weiterhin) stark auf F&E, weshalb bereits zwölf MitarbeiterInnen in diesem Bereich eingesetzt werden.

Neben der in Österreich dominierenden „bottom-up“-Förderung kommt im Bereich der Niedertemperaturwärme der Programmförderung besondere Bedeutung zu. Programmförderung ist vor allem dann von Relevanz, wenn sich der Erfolg einer Innovation nur durch das Zusammenspiel verschiedener Technologien bzw. Produkte in vollem Umfang generieren lässt. Beispielgebend hierfür ist die Programmlinie „Haus der Zukunft“ im Rahmen des Impulsprogramms „Nachhaltig Wirtschaften“. Durch die zielgerichtete Weiterentwicklung einzelner Technologien (z.B. Fenster, Wärmedämmung, Planungsinstrumente) aber auch der Rückkoppelung mit wesentlichen Rahmenbedingungen im Bereich des Wohnbaus (z.B. Bauordnung, Wohnbauförderung), kann letztlich das Gesamtsystem „Gebäude“ entsprechend verbessert werden. Hervorzuheben ist dabei die Entwicklung des Passivhauses im Rahmen dieser Programmlinie. Durch die Definition der erforderlichen Standards und Technologien und die darauf aufbauenden F&E-Aktivitäten war es erstmals möglich, ein „Haus ohne Heizung“ zu entwickeln und in den Markt einzuführen. Der Programmförderung kommt darüber hinaus im Bereich der Europäischen Union hohe Bedeutung zu. Hierbei werden ebenfalls inhaltliche Ziele der Forschungsprogramme definiert, hinsichtlich der konkreten Förderungen herrscht weitgehende Konkurrenz zwischen Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen.

Tab. 4-14: Wirkung von Forschungs- und Entwicklungsförderung

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	hoch	hoch	gering

4.3 Informatrische Instrumente

4.3.1 Allgemeines

Michaelis (1996) definiert informatrische Instrumente als „Umweltpolitische Maßnahmen, die darauf abzielen, die Informationen und Wertvorstellungen des Entscheidungsträgers zu beeinflussen ...“ (Michaelis 1996, S. 26). Sie zielen im Allgemeinen darauf ab, die Informationslage der KonsumentInnen zu verändern. Das Charakteristische dieser Instrumentengruppe ist die Vermittlung von Inhalten über verschiedene Kommunikationskanäle. Durch mehr Markttransparenz und durch gezielte Informationspolitik werden KonsumentInnen in die Lage versetzt, entsprechende umweltschützende bzw. energiesparende Handlungen zu setzen bzw. Entscheidungen zu treffen. Andererseits richten sich informatrische Instrumente auch an Unternehmen. Beispielsweise ist es Teil einer Informationspolitik, Potenziale im Bereich erneuerbare Energie und damit Chancen, die diese Technologien für die Unternehmen bieten können, aufzuzeigen.

Die Informationspolitik ist zweifelsfrei in der Energiepolitik ein wesentliches Instrument und betrifft hier alle energierelevanten Sektoren. Eine Unterteilung dieses Kapitels in die drei Sektoren Niedertemperaturwärme, Stromspezifische Anwendung und Motorisierter Individualverkehr wird nicht vorgenommen. Wie noch zu zeigen sein wird, ist Informationspolitik ein wesentlicher Teil der Umweltpolitik, wird jedoch vorwiegend als (notwendiges) Begleitinstrument zusammen mit anderen Instrumenten gesehen.

Wie die qualitativen Untersuchungen zeigen, spielen informatrische Instrumente eine besondere Rolle für die Diffusion innovativer Energietechnologien. Erzieherische und bewusstseinsbildende Maßnahmen gerade in Fragen von Energiesparmaßnahmen und dem bewussten Einsatz erneuerbarer Energieträger sind die Voraussetzung für eine erfolgreiche Verbreitung dieser Technologien. In diesem Zusammenhang muss jedoch zwischen mittel- und langfristigem Investitionsverhalten und alltäglichem NutzerInnenverhalten unterschieden werden. Hier zeigte u.a. Biermayr (1999) und Biermayr et al. (2001), dass es eher möglich ist, das Investitionsverhalten der KonsumentInnen mit Hilfe qualitativ hochwertiger Energieberatung zu beeinflussen als das kurzfristige NutzerInnenverhalten. Doch zeigt ein in der Steiermark durchgeführtes Projekt, dass durch Information und Bewusstseinsbildung durchaus auch das kurzfristige NutzerInnenverhalten verändert werden kann.

Bei dem sogenannten „fiftyfifty – Bonusmodell für steirische Schulen“³⁵, das vom Land Steiermark finanziert wurde, handelt es sich um ein Anreizsystem zur Energieeinsparung an Schulen. Ziel war es, den Verbrauch von elektrischem Strom, Heizenergie und Warmwasser in steirischen Schulen zu senken. Die Energieeinsparungen sollten ausschließlich durch Verhaltensänderungen der beteiligten Personen, also durch bewussteren Umgang mit Energie und durch Ausnutzung der vorhandenen Sparpotenziale erzielt werden. Das Projekt stützte sich dabei auf mehrere Säulen: Dazu gehörten die Motivation aller beteiligten

³⁵ Praßl, H. (2002). *fiftyfifty – Bonusmodell für steirische Schulen. Pilotprojekt zum Energiesparen an Schulen*. Endbericht.

Personen (SchülerInnen, Lehrpersonal, weitere Schulbedienstete), die Weiterbildung, die Beratung und Begleitung durch ExpertInnen. Das Projekt erwies sich als sehr erfolgreich. Trotz anfänglicher Skepsis konnten erkennbare Energieeinsparungen in den Schulen erreicht werden, die zum Teil sogar über den Erwartungen lagen. Die Einsparungen wurden allein aufgrund von Verhaltensänderungen der betroffenen Personen ohne großen finanziellen Aufwand bewirkt. Dabei hatte sich insbesondere die Sensibilisierung der SchülerInnen als „EnergieverbraucherInnen von morgen“ als erfolgreiche Strategie erwiesen, die darüber hinaus ihrer Multiplikatorwirkung durchaus gerecht zu werden scheinen.

4.3.2 Empirische Untersuchungen

Im Allgemeinen stellt es sich als schwierig heraus, die Wirkungen der verschiedenen informatorischen Instrumente auf den Innovationsprozess zu bewerten bzw. zu quantifizieren. Hinsichtlich der Diffusion von Technologien auf Basis erneuerbarer Energieträger sind positive Wirkungen zu erwarten. Innovationssprünge bzw. radikale Innovationen sind jedoch nicht zu erwarten, da angenommen werden kann, dass mit Hilfe von gezielter Informationsarbeit nur bereits vorhandene Technologien weiter verbreitet werden können.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass sich auch diffusionshemmende Information außerordentlich schnell verbreiten kann. Angesprochen sind damit (Energie)Technologien, die noch nicht marktgerecht, also noch fehlerbehaftet sind, trotzdem aber in den Markt eingeführt werden. Diese Vorgehensweise kann dazu führen, dass Technologien auch nach Jahren und trotz erlangter Marktreife nach wie vor auf Ablehnung stoßen. Eine Diffusion wird dadurch erschwert bzw. vielleicht sogar verhindert. Ein Beispiel aus der Praxis ist die Diffusion von Energiesparlampen. Nach wie vor ein Hemmnis für die weitere Verbreitung der energiesparenden Leuchtmittel stellen die teilweise schlechten Erfahrungen aus der Vergangenheit mit der ersten Lampengeneration dar. Die Probleme resultieren aus der (größtenteils noch immer gegebenen) Einschaltverzögerung der Leuchtmittel und der Spektralverteilung des emittierten Lichtes. Dabei gehen die Ansichten von ProduzentInnen und KonsumentInnen auseinander: Im Gegensatz zu den KonsumentInnen konnten aus ProduzentInnensicht die angesprochenen Probleme bereits gelöst werden (vgl. Biermayr et al. 2001).

Ein anderes Beispiel sind Wärmepumpen, die anfangs Schwierigkeiten verursachten. Wenn unreife Technologien nicht funktionieren „ist das eine Katastrophe. So ist es den Wärmepumpen im ersten Anlauf ergangen. Zwischen 1985 und 1990 etwa war der erste Wärmepumpenboom. Die sind sang- und klanglos verstorben samt den zugehörigen Firmen. Der Ruf war auf fast ein Jahrzehnt ruiniert“, so ein Energieexperte im Interview.

Energieberatung

Wie in den Interviews betont wurde, sollte die Vergabe energierelevanter Förderungen (für Haushalte, Unternehmen) von Beratungsgesprächen begleitet werden. Als essenziell für den Erfolg von Förderungen wird die Informationspolitik betrachtet. Zitat aus einer Broschüre:

„Energiesparen beginnt mit Information!“³⁶. Die Befragten in den Interviews waren sich durchwegs einig, dass ausführliche Beratung und Information das Um und Auf sind. „Förderung ist nur ein energiepolitisches Instrument. Zur Förderung braucht es auch die Beratung, die Information, die Hilfestellung für den Antragsteller.“ Es wird als ganz essenziell gesehen, „zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort die richtige Information bereitzustellen.“

Eine durch Information erreichte Forcierung der Diffusion lässt sich allerdings quantitativ betrachtet nicht nachweisen. Zum einen liegen keine Daten darüber vor, ob sich die KundInnen aufgrund der Energieberatung für ein anderes Energiesystem entschieden haben, zum anderen kommen gerade jene, die sich für erneuerbare Energien interessieren bereits relativ gut informiert in die Beratung, wie die Interviews zur vorliegenden Studie zeigen: „Die zur Beratung kommen sind die Falschen, weil die, die sich interessieren für Energie, die kommen zur Energieberatung. Die Leute, die nicht interessiert sind, die erwischt man nie. Wir haben keine Lösung für dieses Problem.“

In diesem Zusammenhang wird auch festgestellt, dass die Effizienz einer Energieberatung ganz entscheidend vom Zeitpunkt der Förderung abhängig ist. Es liegt eigentlich auf der Hand, dass die Beratung möglichst früh erfolgen sollte (auf alle Fälle vor der Kaufentscheidung der KonsumentInnen) (vgl. Haas/Kranzl 2000).

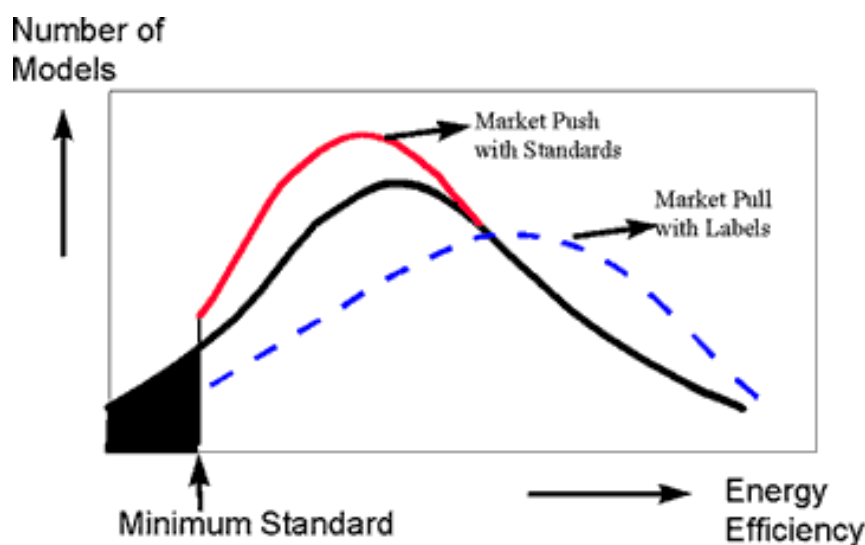
Transparente KonsumentInneninformation

Ein Mittel der Informationspolitik sind transparente KonsumentInneninformationen wie z.B. Produktkennzeichnungen (Labelling). Mittels Labelling sollen KonsumentInnen die nötige Information erhalten, um umwelt- bzw. energiebewusste Kaufentscheidungen treffen zu können. Zu unterscheiden bei Labellingprogrammen sind solche, die einzelne Produkte aus einer Produktgruppe auszeichnen, die bestimmte Anforderungen erfüllen (z.B. das österreichische „Umweltzeichen“ oder das „Energy Star“ Zeichen bei EDV-Geräten) von Programmen, bei denen alle am Markt befindlichen Geräte einer Produktgruppe gekennzeichnet werden, um einen umfassenden Vergleich zu ermöglichen. Zur zweiten Kategorie von Labelling-Programmen zählt beispielsweise das EU-weite Labelling von Haushaltsgeräten, das zunächst im Bereich der Kühlgeräte implementiert wurde (EU Direktive 92/75/EEC).

Abb. 4-15 zeigt schematisch die theoretisch zu erwartende Wirkung von Labelling im Vergleich zum Setzen von Standards auf die Nachfrage nach Modellen einer bestimmten Produktgruppe. Während bei Mindeststandards alle Modelle unterhalb des Standards aus dem Markt herausfallen, wird durch Labelling die Nachfragekurve in Richtung energieeffizienterer Geräte verschoben. Von Labelling können also Effekte auf Innovation erwartet werden, zumindest auf verstärkte Diffusion von Geräten mit höherer Energieeffizienz als der Durchschnitt der Modelle vor Einführung des Labelling.

³⁶ Energieratgeber. Informationen und Tipps zum Energiesparen im Haushalt. Ausgabe 2001, S.5.

Abb. 4-15: Theoretische Wirkung von Labelling und Standards



Quelle: <http://www.clasponline.org/standard-label/general-info/howitworks/index.php3>

Über die tatsächlichen Effekte von Labelling auf das Verhalten der Konsumenten und Hersteller gibt es wenig fundierte empirische Untersuchungen, wie Casey-McCabe und Harris (1995) in einem Artikel feststellen, in dem sie existierende Labelling-Programme in Nordamerika und Europa vergleichen.

Vergleichsweise gut untersucht wurden die Effekte des bereits oben erwähnten EU-Labellingschemas³⁷ im Bereich der Kühlgeräte, wie in den Arbeiten von Schiellerup und Winward (1999), Boardman (1997) und Waide (1999) dokumentiert ist. Nach Einführung des Labellingschemas fand tatsächlich eine Markttransformation in die zu erwartende Richtung statt, d.h. von Jahr zu Jahr gab es eine Verschiebung der Marktanteile in Richtung energieeffizienterer Geräte. Wie sich diese erfolgreichen Markttransformation durch das Labelling auf den Gesamtenergieverbrauch im jeweiligen Sektor auswirkt, hängt von der Entwicklung des Dienstleistungsniveaus ab. In Großbritannien beispielsweise wurde der positive Effekte durch vermehrten Kauf effizienterer Geräte fast vollständig durch gestiegenes Dienstleistungsniveau kompensiert (Boardman 1997).

Große länderspezifische Unterschiede ließen sich in der Wirksamkeit des Labelling auf die Kaufentscheidung beobachten: während in Dänemark 56% der befragten KonsumentInnen angaben, dass das Labelling einen Einfluss auf die Kaufentscheidung hatte, waren es in Spanien nur 19 oder in Griechenland nur 4%. (Schiellerup und Winward 1999)

Als die zwei wichtigsten Faktoren für diesen länderspezifischen sehr unterschiedlichen Einfluss des Labels auf die Kaufentscheidung werden

³⁷ Die Geräte wurden je nach Energieverbrauch in sieben Klassen (A bis G) eingeteilt, in der Klasse A befinden sich effizientesten, in der Klasse G die am wenigsten effizienten Geräte einer Gruppe. Die Information, welcher Klasse ein Gerät angehört, wurde graphisch auf dem Label umgesetzt.

- Anteil der tatsächlich mit einem Label ausgezeichneten Geräte in den Geschäften
- Bedeutung des Energieverbrauchs für den Konsumenten

genannt. Beide Faktoren variieren je nach Land sehr stark und sind für die unterschiedliche Gesamteffektivität des Labels verantwortlich. Besonders erfolgreich war das Labelling dort, wo intensive Schulungsmaßnahmen für das Verkaufspersonal stattfanden, wie das Beispiel einer schottischen Handelskette zeigt, wo im Rahmen eines Pilotprojekts entsprechende Maßnahmen durchgeführt wurden (Boardman 1997).

Die im Rahmen der Evaluierung befragten Hersteller gaben an, dass sie nach Einführung des Labellings vermehrtes Augenmerk auf die Energieeffizienz gelegt haben. Gemäß Angaben der Hersteller haben sich nicht die Marktanteile zwischen den Geräteherstellern, sondern zwischen den Komponentenherstellern zugunsten derer, die energieeffizientere Komponenten fertigen, verschoben.

Aus- und Weiterbildung

Der Österreichische Biomasseverband führte mit Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft bereits erfolgreich Seminare und Weiterbildungsveranstaltungen für Installateure und Rauchfangkehrer hinsichtlich moderner Biomasetechnologien durch. Im Jahr 2003 wurden erstmals auch Seminartage für Baumeister angeboten. Diese Weiterbildungsmöglichkeiten sollen und können dazu beitragen, mit diesen drei Berufsgruppen, die als wesentliche Meinungsbildner für die Bevölkerung gelten, enger zu kooperieren. Diese Zusammenarbeit wird von allen Beteiligten als wesentlich erachtet, um die modernen Biomasetechnologien den KundInnen näher zu bringen und damit weiter zu verbreiten. Insbesondere die Installateure gelten als erste Ansprechadresse für die KonsumentInnen, wenn es darum geht, in eine Heizungsanlage zu investieren. Eine gute Kooperationsbasis mit den Installateuren ist aber auch für die Solarthermie wesentlich. Rund 70% aller Installateure sind bereits Partner eines Solaranbieters in Österreich. Laut Solarexperten fehlt es an technischen Büros und ArchitektInnen oft noch an Wissen und Erfahrungen rund um die Solartechnik. Hier sehen sie noch großen Bedarf an Informationsarbeit, gelten doch PlanerInnen und ArchitektInnen als wesentliche Partner vor allem am Großanlagenmarkt (vgl. Hackstock 2003).

Öffentlichkeitsarbeit / Informationskampagnen

In den USA wurden in den 1970er- und 1980er-Jahren zahlreiche Energiesparaktivitäten durchgeführt, Informationskampagnen spielten dabei eine wesentliche Rolle. Forschungsarbeiten, die die Wirksamkeit dieser Informationsaktivitäten evaluierten wie z.B. Stern (1992), Dennis et al. (1990), Costanzo et al. (1986), Coltrane et al. (1986), Yates/Aronson (1983), kommen zwar zum Schluss, dass die Erfolge von Informationskampagnen (im Sinne von tatsächlich in Anspruch genommenen Energieberatungen oder tatsächlich durchgeführten Maßnahmen) oft gering waren, dass

aber das Design von Informationskampagnen den Erfolg wesentlich mitbeeinflusst. Folgende Punkte sind für möglichst wirkungsvolle Informationskampagnen von Bedeutung:

Art der Präsentation von Information: Information sollte spezifisch und lebendig sowie mit Fallbeispielen versehen sein, die auf die persönliche Situation der Adressaten Bezug nehmen.

Quelle der Information und damit verbunden die Glaubwürdigkeit: Ein und dieselbe Information kann je nachdem, im Namen welcher Institution diese Information verbreitet wird, sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Ein in den USA durchgeführtes Experiment zeigte, dass ein Brief mit der Ankündigung der Möglichkeit, an einem Energy Audit teilzunehmen, eine wesentlich höhere Rücklaufquote erreichte, als er im Namen der lokalen Regierungsbehörde ausgesendet wurde verglichen zu dem Fall, als das durchführende Unternehmen auf dem Briefkopf stand.

Einbeziehung existierender sozialer Netzwerke bei der Informationsvermittlung: Programme, bei denen lokal tätige Gruppen/Netzwerke sich an der Informationsvermittlung beteiligen, erweisen sich als besonders effektiv. Diese profitieren unter anderem von ihrer relativ hohen Glaubwürdigkeit (siehe oben). Wenn ein Energieversorgungsunternehmen im Rahmen einer Informationskampagne lokale Akteure einbindet, kann es dadurch Glaubwürdigkeitsdefizite ausgleichen. Weiters ist es vorteilhaft, sich auf erfolgreiche Beispiele aus der unmittelbaren Umgebung zu beziehen und so Verbreitung durch exemplarisches Verhalten ("soziale Diffusion") zu beschleunigen.

Ein Beispiel für eine aktuelle umfassende Informationsoffensive in Österreich ist das geplante „Aktionsprogramm Solarwärme“ der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie in Kooperation mit Austria Solar, dem Verband der österreichischen Solarindustrie. Mit Hilfe verschiedener Maßnahmenbündel werden bei günstigen Rahmenbedingungen Steigerungsraten des Solarwärmemarktes in den Jahren 2004-2007 in Österreich zwischen 8 und 22% prognostiziert. Als ungünstige Rahmenbedingungen werden eine kontraproduktive Energiepreispolitik, kontraproduktive Sparmaßnahmen der Länder in Rahmen der Wohnbauförderungen, etc. gehalten. Die Maßnahmen umfassen Informations- und Beratungsoffensiven im Ein- und Mehrfamilienhausbereich und in Tourismusbetrieben, um in diesen Bereichen die Solarenergienutzung zu verbreiten. Begleitet werden die Maßnahmenbündel von zielgruppenorientiertem Marketing (vgl. Fink/Weiß/Hackstock 2003).

Demand Side Management (DSM) – Programme

Als DSM-Programme³⁸ werden Informationsprogramme oder komplexere Aktionen verstanden, welche von Energieversorgungsunternehmen durchgeführt werden. Die nach den Kenntnissen der AutorInnen umfassendste wissenschaftliche Arbeit, welche die Effizienz

³⁸ Siehe dazu auch Kapitel 4.2.2.2.

und die Auswirkungen von DSM-Programmen untersucht, stammt von Wirl³⁹ (1996). Wirl kommt dabei nach detaillierten ökonomisch-empirischen und analytischen Untersuchungen zum dem Schluss, dass die energetisch-ökologischen Effekte von DSM-Programmen in der Vergangenheit vernachlässigbar waren.

Ein wesentlicher Hintergrund ist dabei die Widersprüchlichkeit des Ansatzes selbst. Es ist nicht nachvollziehbar, dass ein Unternehmen, welches Energie (z.B. Strom) verkauft, einen Anreiz besitzen sollte, den Verkauf seines eigenen Produktes zu reduzieren. Natürlich ist vor allem im Bereich des elektrischen Stromes die Vergleichmäßigung des Lastprofils aus ökonomischen Gründen von hohem Interesse, nicht jedoch die Reduktion der verkauften Kilowattstunden. Ein weiterer Grund für das Scheitern von entsprechenden Feldversuchen in der Vergangenheit ist, dass die teilnehmenden KonsumentInnengruppen im Vorfeld der Versuche versichert bekamen, dass ein finanzieller Schaden (höhere Stromrechnung als normal) bei einer Teilnahme nicht möglich sei. Angesichts dieser mangelnden Anreize blieben auch die entsprechenden Reaktionen der KonsumentInnen aus.

Aufgrund der durchgeführten qualitativen und quantitativen Untersuchungen wird folgende Bewertung der Kategorie „Informatrische Instrumente“ vorgenommen. Die Auswirkung auf die Diffusion wird als „mittel“ eingeschätzt, da diese Instrumentengruppe zumeist als Begleitmaßnahme eingesetzt wird, die (isolierte) Wirkung auf die Diffusion also nicht als hoch bewertet werden kann.

Tab. 4-15: Wirkung von Informatrischen Instrumenten

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	gering	mittel

³⁹ Wirl Franz, 1996; „The Economics of Conservation Programs“; Otto-von-Guericke Universität Magdeburg;

4.4 Sonstige Instrumente

4.4.1 Innovationsagenten

4.4.1.1 Definition

Die AutorInnen der gegenständlichen Studie definieren Innovationsagenten als Personen oder Institutionen, die auf den gesamten Innovationsprozess einer Technologie in zweierlei Hinsicht Einfluss nehmen können: Einerseits versuchen sie Technologien, (weiter) zu entwickeln und in den Markt einzuführen. Andererseits können sie auf Individuen oder institutionelle Akteure durch Beratungs- und Werbetätigkeit bezüglich der Übernahme einer Innovation Einfluss nehmen. Diese Personen können im Rahmen von Organisationen tätig sein, aber auch unabhängig von Organisationen aus individueller Überzeugung heraus agieren. Als herausragendes Beispiel kann die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie gesehen werden, die maßgeblich zum Erfolg thermischer Solaranlagen in Österreich beigetragen hat.

Exkurs: Entwicklung der Solarthermie⁴⁰

Den ersten Höhepunkt der öffentlichen Diskussion über die Energieproblematik markierte das Jahr 1973 im Zuge des ersten Ölpreisschocks. Damals begann man auch über mögliche Auswege aus der Problematik der begrenzten fossilen (Energie)Ressourcen zu diskutieren. In den USA wurde ein großes finanzielles Förderprogramm zur Entwicklung der Solarenergienutzung gestartet. In dieser Zeit initiierte auch in Österreich das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung ein Forschungsprogramm für Solarenergie.

Mitte der 1970er Jahre boten österreichische Firmen aus unterschiedlichen Branchen Solaranlagen an. Es handelte sich dabei aber noch um minderwertige, unausgereifte Produkte, die zudem verhältnismäßig teuer waren. Die Produktqualität war inhomogen, was für große technische Schwierigkeiten sorgte. Ende der 1970er Jahre - zur Zeit der zweiten Erdölkrise - wurden weitgesteckte Erwartungen in die zukünftige Entwicklung der alternativen Energieträger gesetzt. Auch die Solarenergie verzeichnete einen ersten Boom. Multinationale Konzerne waren bereits in Europa tätig, was zu einer Stimulierung der Nachfrage führte. Zu dieser Zeit kam es auch zu einer kontinuierlichen Aufstockung der Solarforschungsbudgets, was Forschung und Entwicklung ankurbelte. Direkte Solarförderungen für KonsumentInnen gab es Ende der 1970er Jahre in Österreich bereits in drei Bundesländern (Salzburg, Kärnten und Burgenland). Nachgefragt wurden die thermischen Solaranlagen in diesen Boom-Jahren von privaten Haushalten, aber auch von Betrieben und von der öffentlichen Hand.

⁴⁰ Die folgende Darstellung folgt Hackstock/Ornetzeder/Hubacek/Kastner (1995) bzw. den Ausführungen der befragten (Solar)Experten.

Ab 1982 stabilisierte sich der Ölpreis wieder. Die weltweit schlechte Konjunktur wirkte sich auch auf den Solarmarkt aus und bewirkte, dass die Nachfrage nach Solaranlagen in Österreich innerhalb von drei Jahren um zwei Drittel fiel. Daraufhin verließen viele Firmen den Markt. An den bestehenden Anlagen sind zudem technische Mängel aufgetreten. Kleine Solarfirmen konnten sich jedoch behaupten, da diese von Beginn an auf Qualität und auf gute Kundenkontakte setzten.

Bereits zur Zeit des ersten Solarbooms gab es einzelne Initiativen zum Selbstbau von Solaranlagen in verschiedenen Bundesländern. Auch in der Oststeiermark schlossen sich einige interessierte Personen zu einer Gruppe zusammen, um gemeinsam - für den Eigenbedarf - Solarkollektoren zu bauen. Das Ergebnis der gemeinsamen Arbeit war dermaßen zufrieden stellend, dass sich in den folgenden Jahren eine Selbstbaubewegung etablierte, die die Entwicklung der Solarbranche sowohl in technologischer Hinsicht als auch hinsichtlich der Verbreitung der Solaranlagen entscheidend beeinflusste bzw. prägte. Aufgrund der Eigenleistung und der gemeinsamen Materialeinkäufe konnten die Kollektoren relativ billig hergestellt werden. Das öffentliche Interesse war sehr groß, was sich auch in positiven Medienberichten ausdrückte und die Nachfrage nach Solaranlagen forcierte. Im Jahr 1988 fand diese Selbstbaubewegung eine Institutionalisierung in der Gründung der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie (AEE). Weitere Ausführungen zur Selbstbaubewegung siehe Kapitel 4.4.1.2.

Durch die jahrelange Praxiserfahrung im Bau von Solaranlagen der Selbstbauinitiative bzw. der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie wurden wesentliche Verbesserungen am technischen Konzept vorgenommen, die auch zum Teil von Firmen übernommen wurden. Die AEE entwickelte sich mit den Jahren zu einem Informations-, Ausbildungs- und Forschungszentrum für alle Formen erneuerbarer Energie. Durch die steigende Nachfrage profitierte auch das Gewerbe davon. Mehr und mehr Firmen drängten in den Markt, mit dem Effekt, dass die Preise der Anlagen sanken. In den 1990er Jahren gab es bereits in allen Bundesländern direkte Solarförderungen, die den Anschaffungspreis der Anlagen senkten und als allgemein positives Signal von Seiten der Politik verstanden wurden.

Der Markt für thermische Solaranlagen⁴¹

Anfang der 1990er Jahre verzeichnete Österreich ein großes Wachstum am Solarmarkt. Von 1990 bis 1996 verfünffachte sich die Fläche der jährlich installierten Sonnenkollektoren. Danach entwickelte sich der inländische Solarthermiemarkt etwas rückläufig, um ab 2000 wieder um durchschnittlich 5% pro Jahr zu wachsen. Das Jahr 2002 gestaltete sich für die Solarbranche allerdings als schwierig mit zum Teil großen Wachstumsrückgängen europaweit⁴². Vor allem in Deutschland wird diese Situation auf die schlechte Konjunktur und auf teilweise deutliche Reduktionen der Fördersätze für solarthermische Anlagen zurückgeführt (vgl. Stryi-Hipp 2003).

Bei den installierten Quadratmetern pro 1.000 EinwohnerInnen liegt Österreich schon seit Jahren an der Spitze Europas (vgl. Tab. 1).

⁴¹ Die folgenden Ausführungen folgen Hackstock (2003) und Weiß/Purkarthofer (2000).

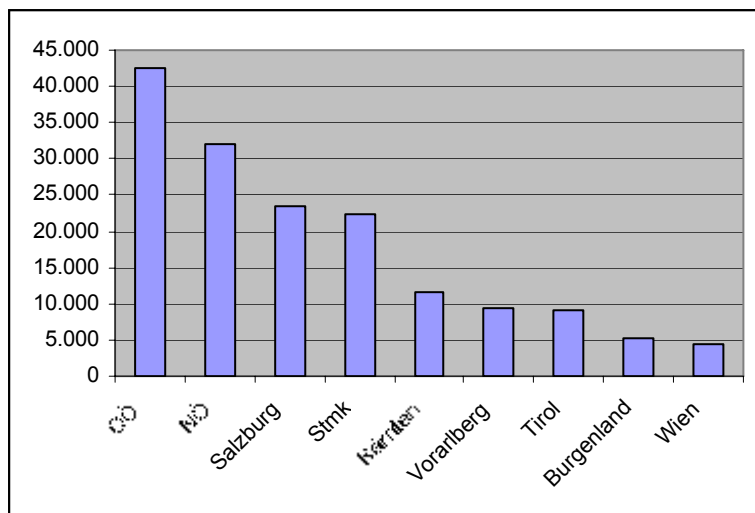
⁴² In Deutschland wurde ein 40%iger Marktrückgang verzeichnet.

Tab. 1: Installierte m² Kollektorfläche pro 1.000 Einwohner im Jahr 2001

Österreich	Griechenland	Deutschland
19,7	16,4	10,9

Quelle: Hackstock 2003

Abb. 1: Bundesländerverteilung der installierten Flach- und Vakuumkollektoren in m² im Jahr 2001

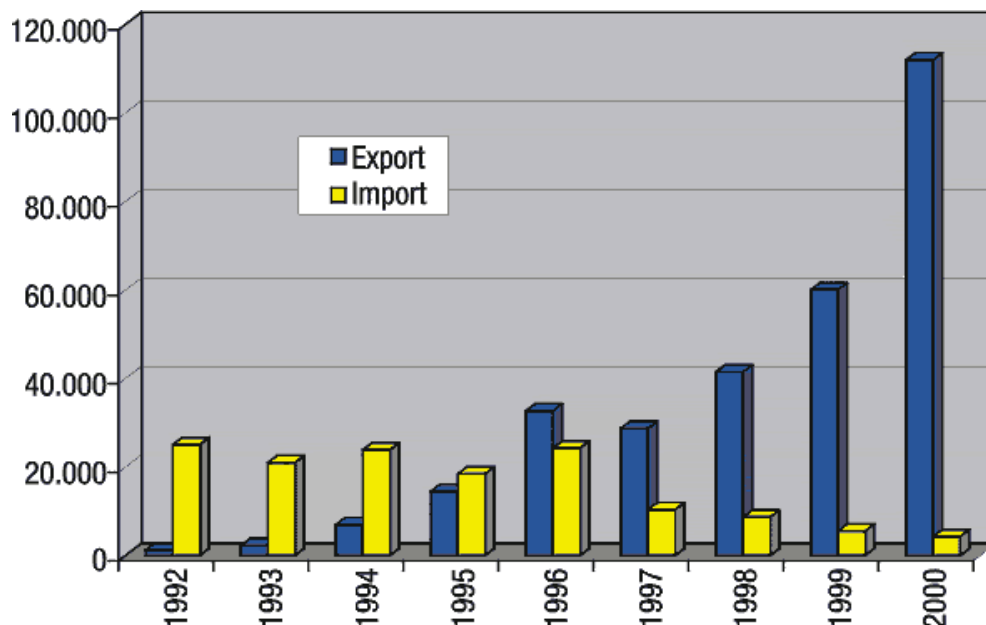


Quellen: Eigene Darstellung, Daten von AEE INTEC 2001, Faninger und Bundesverband Solar 2002.

Die Haupteinsatzbereiche von thermischen Solaranlagen liegen bei der Brauchwassererwärmung in Ein- und Zweifamilienhäusern und in der Raumheizungsunterstützung (rund 94% der gesamten Kollektorfläche in Österreich). Die restlichen 6% der Flächen werden im Mehrfamilienwohnbau oder in Tourismusbetrieben sowie als Unterstützung von Biomassenahwärmenetzen im Sommerbetrieb eingesetzt.

Die Fertigung der Kollektoren erfolgte bis etwa Mitte der 1990er Jahre hauptsächlich in kleinen Gewerbe- und Handwerksbetrieben. Die anderen Komponenten wie Speicher und Regelung wurden zugekauft und die Gesamtanlage von den Installateuren kundenspezifisch angepasst. Nur wenige Unternehmen machten den Schritt zum Systemanbieter. Ab Mitte der 1990er Jahre bauten einige Unternehmen landesweite Vertriebsstrukturen auf und sind seither auch im Export von Anlagen erfolgreich. Erst die Umstellung von gewerblicher auf industrielle Fertigung der Komponenten und Systeme ermöglichte einen Boom der österreichischen Exporte wie die folgende Abbildung zeigt:

Abb. 2: Import und Export von thermischen Solaranlagen /2/. Im Jahr 2000 beträgt die importierte Kollektorfläche nur mehr 4% der exportierten Fläche.



Quelle: Weiß 2001, in: erneuerbare energie 4/2001

Die Solartechnik wird ständig weiterentwickelt. Kompaktanlagen, die einen geringeren Platzbedarf, einen höheren Wirkungsgrad und eine bessere Einbindung der Solaranlage ins gesamte Heizsystem des Hauses aufweisen, werden den nächsten Entwicklungsschritt im Ein- und Zweifamilienhausbereich darstellen. Für die kommenden Jahre gilt es neue Märkte zu erschließen, wie den Bereich der Großanlagen und Fassadenkollektoren, die vor allem bei der Heizungsunterstützung Einsatz finden werden.

Trotz der erfolgreichen Entwicklung der Solarthermie in Österreich, werden erst etwa 1% des Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumheizung mit Solarthermie gedeckt (gesamte Kollektorfläche im Jahr 2001: 2,3 Mio. m² inkl. Schwimmbad). Hier sehen die ExpertInnen noch ein großes bisher ungenutztes Potenzial. Da auch andere Länder in Europa verstärkt in die Solarthermie investieren wollen, bestehen für Österreich große Exportchancen, die es zu nutzen gilt.

4.4.1.2 Die Selbstbaubewegung⁴³

Ende der 1970er Jahre startete in der Steiermark eine (soziale) Bewegung⁴⁴, die – wie sich später herausstellte – einen wesentlichen Faktor für die Entwicklung der Solarthermie in Österreich darstellte. Zu dieser Zeit wurden in der Oststeiermark von zwei „Hobbyfindern“ erste Versuche gestartet, im Eigenbau Sonnenkollektoren zu bauen. Diese Idee ist auf reges Interesse gestoßen mit dem Effekt, dass es erste informelle Treffen gab, um sich über den Selbstbau von Solaranlagen zu informieren (Phase: „*Interesse*“). Aus diesen informellen Treffen entwickelten sich eigene Baugruppen in der Region, die in Gemeinschaftsarbeit Kollektoren für den Eigenbedarf herstellten. Am Beginn der Entwicklung war die technische Gestaltbarkeit der Kollektoren sehr groß; verschiedene Prototypen wurden getestet. Damit wurde man dem Bedürfnis gerecht, sich noch nicht von Beginn an auf eine Alternative festzulegen (Phase: „*Vorbereitung*“). Die erste Baugruppe wurde erst dann gegründet, als sich die Initiatoren auf einen bestimmten Anlagentyp, der weitestgehend von ihnen selbst entwickelt wurde, festgelegt hatten. Das entstandene Anlagenkonzept bewährte sich und fand Verbreitung in weiteren Baugruppen. Die positiven Erfahrungen aus diesen Baugruppen verbreiteten sich anfangs über Mundpropaganda und fanden auch in den Medien ein positives Echo, was die Nachfrage enorm ankurbelte. Die steirischen Selbstbauer produzierten 1986 bereits mehr Kollektorfläche als alle gewerblichen Anbieter österreichweit verkauften. Ein wesentlicher Faktor für die starke Zunahme der Selbstbausolaranlagen waren die technischen Verbesserungen (einfacheres Herstellverfahren, verbessertes Anlagenkonzept). Somit konnte sich ein technisches Konzept entwickeln, das sich als brauchbar für eine großflächige Verbreitung erwies (Phase „*Standardisierung*“).

In der Folge erfolgte eine räumliche und mengenmäßige Expansion der Selbstbaubewegung (Phase „*Expansion*“), die auch im Ausland große Beachtung fand. Da die Kollektoren im Eigenbau hergestellt wurden und das Material in Einkaufsgemeinschaften gekauft wurde, konnten die Solaranlagen relativ billig produziert werden. Aber auch in technischer Hinsicht fanden kontinuierlich Verbesserungen statt. Die technische Einfachheit war mit ein Grund für die erfolgreiche Diffusion dieser Technologie.

Im Jahr 1988 wurde zur Bewältigung der erhöhten Anforderungen ein gemeinnütziger Verein, die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie in Gleisdorf, gegründet (Phase „*Institutionalisierung*“). Ihr Vereinszweck besteht in der Verbreitung von Information und Know-how, in der Erforschung der Energiequellen, ihrer praktischen Verbreitung und Erprobung, im Aufbau und der Betreuung von Selbstbaugruppen.

⁴³ Die folgenden Ausführungen folgen Hackstock/Ornetzeder/Hubacek/Kastner (1995), Hackstock/Könighofer/Ornetzeder/Schramm (1992) bzw. den Ausführungen der befragten (Solar)Experten.

⁴⁴ „(...) Hingegen findet bei sozialen Bewegungen ein Zieldefinitionsprozess statt und klare Zielvorstellungen bilden sich erst allmählich heraus. Es handelt sich bei sozialen Bewegungen um relativ dauerhafte Prozessverläufe mit systemtransformierenden Vorstellungen, die nicht innerhalb des Systems verwirklichtbar sind.“ (Schneider 1987, S. 92, zitiert nach Hackstock/Könighofer/Ornetzeder/Schramm 1992, S. 8).

Aufgrund der kontinuierlichen Verbesserung der Selbstbautechnologie im Laufe der Zeit können die Selbstbaugruppen als große periphere und dezentrale "Entwicklungsabteilung" für Solarkollektoren angesehen werden, ein Teil dieser Verbesserungen wurde auch von kommerziellen Produzenten übernommen. Die Dynamik, die durch die Selbstbaubewegung ausgelöst wurde, wirkte sich auch positiv für die kommerziellen Hersteller aus. Diese Dynamik ist als "selbstverstärkender Prozess" vorstellbar – je mehr Kollektoren installiert sind, desto wahrscheinlicher ist es, Freunde/Bekannte zu haben, die bereits Sonnenkollektoren installiert haben, bei denen man sich informieren kann bzw. die gerne ihre Anlage vorführen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, sich für den Selbstbau einer Solaranlage zu interessieren bzw. sich Kollektoren installieren zu lassen. In der Folge wird die Nachfrage nach Solaranlagen angekurbelt (vgl. Ornetzeder 1999).

Hackstock et al. (1992) finden Analogien des organisierten Selbstbaus von Solaranlagen in Österreich zur oben zitierten Definition einer sozialen Bewegung. Sie sehen die einzelnen Baugruppen als „Ein-Punkt-Bewegungen“, das heißt als kurzlebige, kollektive Bestrebungen mit klar formulierten Zielen. Der über die einzelnen Baugruppen hinaus bestehende Prozessverlauf lässt sich als soziale Bewegung bezeichnen. Die Institutionalisierungsbestrebungen mündeten in einer Vereinsgründung (Gründung der AEE). Der Verein hat sich zum Ziel gesetzt, die Anwendung erneuerbarer Energien zu fördern, beinhaltet also eine (energie-)systemtransformierende Komponente.

Neben dieser Selbstbaubewegung wird als zweites Phänomen bei der hohen Diffusion der Solarthermie die Rolle sogenannter „atypischer Innovatoren“ gesehen. Im Vergleich zu den von der Innovationstheorie für Innovatoren ausgewiesenen Attributen wiesen die Innovatoren bezüglich thermischer Solaranlagen in Österreich Unterschiede auf, weshalb diese als "atypische Innovatoren" bezeichnet werden können. Gemäß der Innovationstheorie gelten Innovatoren im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt als jünger, einkommensstärker, risikofreudiger, haben einen höheren Bildungsstand und höhere soziale Mobilität. Bei den Innovatoren bezüglich thermischer Solaranlagen in Österreich ist auffällig, dass diese ein sehr hoher Anteil der Gruppe der Landwirte oder Nebenerwerbslandwirte zugerechnet werden kann (50% in Steiermark und Niederösterreich, 31% in Oberösterreich). Der wichtigste Grund zur Erklärung dieses Umstandes liegt darin, dass für Landwirte durch die Errichtung einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung ein hoher zusätzlicher Komfort gegeben ist, da es sich bei den zuvor verwendeten Systemen zur Warmwasserbereitung zumeist um Heizsysteme handelte, bei denen auch im Sommer täglich eingheizt werden musste. Die Existenz bzw. die Wahrnehmung eines persönlichen Vorteils ist ein wesentliches Motiv für die Übernahme einer Innovation und erwies sich für Diffusion thermischer Solaranlagen in Österreich als besonders bedeutsam (vgl. Ornetzeder 1999).

Erfolgsfaktoren

Aufgrund der positiven Entwicklung der Solarthermie in Österreich, in der die Selbstbaubewegung eine wesentliche Rolle spielte, ist die Frage nach den Erfolgsfaktoren von großem Interesse. Hackstock/Ornetzeder/Hubacek/Kastner (1995) unterscheiden kulturelle, soziale, wirtschaftliche und technische Faktoren:

Zu den *kulturellen/gesellschaftlichen* Faktoren werden die Ölpreisschocks in den 1970er Jahren gezählt, die den Menschen die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen vor Augen führten. Aber es war auch die ländliche Struktur der Oststeiermark mit einem großen Anteil an bäuerlicher Bevölkerung, der traditionelle Formen der Gemeinschaftsarbeit (Obsternte) nach wie vor bekannt war. Über Mundpropaganda und einer positiven Berichterstattung in den (regionalen) Medien konnte sich die Technologie erfolgreich verbreiten.

Im *technischen/organisatorischen* Bereich brachte die Solaranlage großen Komfortgewinn für die (bäuerliche) Bevölkerung. Zudem war eine Solaranlage eine umweltfreundliche Technologie, mit der Energie gespart werden konnte. Da die Anlagen relativ einfach gestaltet waren, versprachen sie technische Verlässlichkeit. Ein Selbstbau der Anlage bringt ein besseres Verständnis der Technologie mit sich, an der kleinere Störungen selbst behoben werden können.

Im *sozialen* Bereich erwies sich das große Engagement der beteiligten Personen in jeder Phase der Entwicklung als entscheidend. Weiters konnte durch den Selbstbau der Anlagen das Thema Solarenergie direkt zu den interessierten Personen getragen werden. Gespräche halfen, Unsicherheiten zu reduzieren. Die individuelle Dimensionierung der Solaranlagen und das positive Arbeitsklima in den Baugruppen trugen ebenso zum Erfolg bei.

Zu den *wirtschaftlichen* Faktoren zählen die niedrigen Investitionskosten und die verschiedenen Förderungen, die gewährt wurden, da damit ein positives politisches Signal, ein soziales Erwünschtsein verbunden wurde.

Es war ein Zusammenspiel all dieser Faktoren, die sich für den Erfolg der Selbstbaubewegung und der Diffusion der Solarthermie verantwortlich zeigten. Es ist nicht trivial, diese Faktoren auf andere Technologien anzuwenden, da andere Technologien zum Teil auch andere Voraussetzungen für ihre Verbreitung benötigen. Wie in den Interviews bemerkt wurde, gab es Baugruppen auch im Bereich der Biomasse. Aus einer Baugruppe entwickelte sich beispielsweise ein Kesselhersteller, der nach wie vor sehr aktiv und erfolgreich am Markt ist. Ein Grund, warum sich diese Baugruppen im Allgemeinen nicht weiter verbreiteten, liegt sicher darin, dass der Bau eines Biomassekessels komplexer ist als der Bau eines Sonnenkollektors.

Innovationsagenten können jedoch nicht als energiepolitisches Instrument im engeren Sinne angesehen werden, da sie eine hohe intrinsische Motivation haben müssen und daher nicht einfach von oben herab eingesetzt werden können. Es ist jedoch möglich, entstehende Basisbewegungen, aus welchen Gruppen von Innovationsagenten hervorgehen können, durch Beobachtung der thematisch/personellen Umfeldler aufzuspüren und entsprechend zu unterstützen.

Wie einige Beispiele aus den USA zeigen, kann die Entstehung von lokalen „Diffusionsagenten“ aktiv von außen gefördert werden. Diffusionsagenten haben im Gegensatz zu Innovationsagenten einen eingeschränkteren Tätigkeitsbereich, da sie ausschließlich auf die Verbreitung einer bereits entwickelten Technologie Einfluss nehmen.

Im Rahmen von sogenannten „community-based programs“ (vgl. Coltrane et al. 1986) wurden lokal eingebettete Akteure mit relativ hoher Glaubwürdigkeit einbezogen, die Informationsarbeit / Beratungen durchführen oder bestimmte Technologien im eigenen Haushalt implementieren und damit quasi Demonstrationsanlagen schaffen. Förderung der Diffusion auf diese Art beruht auf dem Konzept der „Sozialen Diffusion“, welches besagt, dass sich Innovationen in der Regel über existierende soziale Netzwerke (Effektivität der Innovation wird im Freundes-/Bekanntenkreis demonstriert) verbreiten.

Tab. 4-16: Wirkung des Instruments „Innovationsagenten“

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	mittel	hoch	mittel

4.4.2 Der Ideenwettbewerb

Bis in die 1980er Jahre konnten Biomassekleinfeuerungen mit den modernen Feuerungsanlagen auf Basis fossiler Energie in Bezug auf Emissionsgrenzwerte und Wirkungsgrad, aber auch hinsichtlich des Benutzerkomforts nicht konkurrenzieren. Als Mittel zur Förderung der Innovationsaktivitäten auf dem Gebiet der Biomasseverbrennung in Anlagen kleinster Leistung wurde daher ein Wettbewerb organisiert, der das Ziel hatte, marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung zu generieren. Hinsichtlich der technologischen Entwicklung dieser Anlagen wurde dem Wettbewerb von allen Seiten ein großer Erfolg bescheinigt. Daher widmet sich dieses Kapitel vollständig dem Ideenwettbewerb „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ und seiner Evaluierung. Weiters wird der Frage nachgegangen, welche Schlüsselfaktoren bei der Durchführung eines Ideenwettbewerbs zu beachten sind, um Innovation entsprechend zu fördern.

4.4.2.1 Gegenstand

Im Jahre 1987 wurde in Gesprächen zwischen Hofrat DI Wallpach (Energiewirtschaftsrat der Salzburger Landesregierung) und DI Wörgetter (Bundesanstalt für Landtechnik in Wieselburg) die Idee geboren, einen Wettbewerb über Holzhackgutfeuerungen in Österreich durchzuführen. Ziel des Ideenwettbewerbs „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ war es, Kleinfeuerungsanlagen ausgeführt als komplette Kompaktanlagen mit einer Nennwärmeleistung von maximal 15 kW hervorzubringen. Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung waren bis dato noch nicht am Markt erhältlich. Infolge des Wettbewerbs sollten Anlagen entwickelt werden, die abgesehen vom technologischen Standpunkt auch bezüglich Benutzerkomfort und Bedienungsfreundlichkeit mit modernen Ölfeuerungen konkurrieren können. Die Ausschreibung startete im Jänner 1990 und wurde vom Institut für Energieforschung der Forschungsgesellschaft Joanneum Research organisiert. Für die Prüfung der Anlagen wurde die Bundesanstalt für Landtechnik in Wieselburg (BLT) beauftragt. Die finanziellen Träger des Ideenwettbewerbs waren die Bundesministerien für Wissenschaft und Forschung, für Land- und Forstwirtschaft, für Umwelt, Jugend und Familie

sowie die Bundesländer Niederösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol und Vorarlberg und der Landesenergieverein Steiermark. Rund 70 potenzielle Teilnehmer wurden angeschrieben. Mit Ablauf der Anmeldefrist am 15. Juni 1990 bekundeten 18 Unternehmen mit insgesamt 21 Feuerungsanlagen ihre Teilnahme. Letztlich wurden 14 Anlagen von der BLT in Wieselburg hinsichtlich verbrennungstechnischer Eigenschaften, Emissionen, Bedienbarkeit und Heizkomfort geprüft und anschließend von einer Jury bewertet. Das Preisgeld von insgesamt 1,3 Mio. Schilling wurde an drei Preisträger vergeben (vgl. Schmid et al. 1994).

4.4.2.2 Evaluierung des Ideenwettbewerbs

Um den Erfolg des Ideenwettbewerbs „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ zu beurteilen, wurde das Instrument nach Abschluss evaluiert. Die Befragung der beteiligten Unternehmen wurde mit Hilfe eines standardisierten Fragekatalogs mündlich durchgeführt. Zusätzlich zu diesen Interviews wurden telefonische Auskünfte von Unternehmen eingeholt, die ähnliche Produkte anboten, aber nicht am Wettbewerb teilnahmen, um vor allem die Gründe für ihre Nichtteilnahme herauszufinden. Nach Auswertung und Interpretation der Ergebnisse wurden noch offene Fragen mit den Initiatoren des Wettbewerbs, den finanziellen Trägern und den Jurymitgliedern diskutiert. Die folgenden Ausführungen folgen Schmid et al. (1994).

Die große Beteiligung am Wettbewerb und die hohe technische Qualität der eingereichten Produkte übertraf alle Erwartungen der Organisatoren. Wie bereits erwähnt, wurden insgesamt 14 Anlagen geprüft. Der Markt für Hackgutfeuerungen kleiner Leistung wurde als offener Markt identifiziert, der in Bewegung ist, wo Konkurrenzverhalten vorherrschend ist, der aber doch bereits einige „Platzhirsche“ hervorgebracht hat. Bei den **Anbietern** von Hackgutfeuerungen handelte es sich vorwiegend um kleine Betriebe: fünf der 14 Anlagen wurden in Betrieben mit weniger als zehn Beschäftigten hergestellt, weitere 6 Anlagen in Betrieben mit 10-40 Beschäftigten, lediglich der Siegerbetrieb hatte mehr als 100 Beschäftigte.

Die Analyse der **Nachfragerseite** identifizierte Landwirte, Tischler bzw. all jene, die über eigenes Brennmaterial verfügen, als potenziellen Kundenkreis. Als Objekte, in denen Hackgutanlagen eingesetzt werden können, kamen Einfamilienhäuser ebenso in Betracht wie größere Objekte wie z.B. Schulen. Das Nachfragepotenzial wurde von den Befragten widersprüchlich eingeschätzt: für 50% der Firmen war jedenfalls die Kundennachfrage keine Motivation zur Teilnahme. Das theoretische Potenzial wurde zwar als hoch eingeschätzt, jedoch scheinen ökonomische Faktoren wie die (niedrigen) Preise der fossilen Energieträger ein wesentliches Hemmnis für die weitere Verbreitung der Hackgutfeuerungen darzustellen.

Evaluierung hinsichtlich Innovation

Der Wettbewerb war hinsichtlich der technologischen Weiterentwicklung der Biomassekleinfeuerungsanlagen ein großer Erfolg. Wesentliche Neuerungen betrafen insbesondere die erreichten Emissionsreduktionen und Komfortverbesserungen für die NutzerInnen. Der Wirkungsgrad bei Nennlastbetrieb der meisten Anlagen konnte auf etwa 80

– 85% gesteigert werden. Im Grunde genommen bewirkte der Wettbewerb einen technologischen Sprung in der Entwicklung der Biomassekleinanlagen. Neun Unternehmen arbeiteten bereits vor dem Bekanntwerden des Wettbewerbs an einer Kleinstanlage. In zwei Fällen war die Entwicklung bereits weitestgehend abgeschlossen. Allerdings war für sechs Firmen die Ausschreibung erst der Anstoß zur Entwicklung ihrer Anlagen. Was die subjektive Einschätzung der beteiligten Firmen hinsichtlich der erreichten Innovationen betrifft, so meinten vier Firmen, dass ihre Wettbewerbsanlage eine komplette Neukonstruktion darstellt. Für acht Firmen brachte der Wettbewerb wesentliche Neuerungen in der Entwicklung.

Bei der großen Zahl der Innovationen handelte es sich vorwiegend um inkrementelle Produktinnovationen, das heißt, es wurde vor allem eine Initiierung oder Beschleunigung von Weiterentwicklungen bestehender Produkte beobachtet. Entlang des Innovationsprozesses konnten die eingereichten Produkte am Ende der Inventionsphase angesiedelt werden. Für die beteiligten Firmen stellte es sich dabei als entscheidend heraus, dass bereits viele Vorarbeiten in der Produktentwicklung geleistet wurden. Interessant war auch die Tatsache, dass die Neuerungen für die Produktion größerer Anlagen genutzt wurden, also positive Nebeneffekte bemerkbar wurden. Radikale Innovationen konnte der Wettbewerb nicht hervorbringen. Der Ideenwettbewerb erwies sich aber als attraktives Mittel zur forcierten Technologieentwicklung.

Evaluierung hinsichtlich ökonomischer Erfolg

In Bezug auf die Markteinführung der Produkte wurde ein Erfolg des Wettbewerbs verneint. Hier waren vor allem die Erwartungen der Organisatoren des Wettbewerbs größer. Nur die Hälfte der Firmen bot die im Wettbewerb entwickelte Anlage auch tatsächlich am Markt an. Die Anlagen waren noch nicht marktgerecht; weitere Entwicklungen waren noch notwendig, bevor sie am Markt angeboten werden konnten. Zwei Jahre nach Abschluss des Wettbewerbs bot die Hälfte der Teilnehmerfirmen eine Anlage im kleinen Leistungsbereich an. Dabei handelte es sich überwiegend um das weiterentwickelte Wettbewerbsmodell.

Der Wettbewerb hatte zwar oft eine Reihe von Anfragen zur Folge, ohne sich jedoch in konkreten Verkäufen niederzuschlagen. Die Beurteilung des ökonomischen Erfolgs des Wettbewerbs basierte auf dem Anspruch, marktgerechte Anlagen zu entwickeln. Als „marktgerecht“ wurde verstanden, „den Bedürfnissen und Vorstellungen der Kunden zu entsprechen und damit implizit auch, dass das Produkt am Markt erfolgreich ist, das heißt Käufer findet“ (Schmid et al. 1994, S. 59f). Für den ökonomischen Erfolg einer Innovation spielen allerdings auch andere Faktoren wie der Preis einer Anlage bzw. die Brennstoffkosten eine bedeutende Rolle. Hier konnte festgestellt werden, dass der hohe Preis der Hackgutanlagen, die verhältnismäßig geringen Kosten der konkurrierenden Heiztechnologien, Probleme bei der Brennstoffversorgung und mangelhafte Unterstützung bei der Installation gravierende Hindernisse bei der Diffusion darstellten.

An dieser Stelle muss allerdings auch angemerkt werden, dass der Anspruch des Wettbewerbs von zweierlei Natur war: Einerseits war das Ziel, Ideen hervorzubringen, andererseits sollten die entwickelten Produkte bereits marktauglich sein. Der Wettbewerb steckte sich also zwei Ziele, die auf unterschiedliche Phasen des Innovationsprozesses

abzielen; ein Umstand, dem er bzw. ein Wettbewerb im Allgemeinen nicht gerecht werden kann.

Was die Effizienz der eingesetzten Fördermittel betrifft, so war der Wettbewerb durchaus ein Erfolg:

Das Preisgeld wurde mit 1,3 Mio. Schilling festgesetzt. Die Gesamtausgaben der beteiligten Unternehmen machten mehr als das Zehnfache des Preisgeldes aus. Setzt man die induzierten Forschungs- und Entwicklungsausgaben der Firmen in Relation zu den Gesamtkosten des Wettbewerbs, so konnte ungefähr die dreifache Summe bewegt werden (Schmid et al. 1994, S. 22). Bei den geförderten Firmen handelte es sich zudem um Klein- und Mittelbetriebe, die großteils erstmals öffentliche Förderungen in Anspruch nahmen. Somit kann der Wettbewerb durchaus für sich in Anspruch nehmen, Firmen den Zugang zu öffentlichen Förderungen in Zukunft zu erleichtern. Die Förderungen stellten sich als sehr wichtig heraus, ist es doch gerade die Markteinführungsphase, die einen hohen Kapitalaufwand bedeutet. Interessant ist aber auch, dass neun Unternehmen (alle drei Preisträger) für ihre Entwicklungen keine öffentlichen Förderungen in Anspruch nahmen. Im Übrigen wurden die Förderungen für Anlagenteile vergeben und nicht für die Entwicklung einer Gesamtanlage.

4.4.2.3 Der Wettbewerb als Instrument der Technologiepolitik und Innovationsförderung

Der Ideenwettbewerb „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“ wurde als Instrument der Technologiepolitik und Innovationsförderung als sehr attraktiv empfunden. Vor allem der Leistungsvergleich mit den anderen Marktteilnehmern war ein bedeutendes Motiv für die Teilnahme am Wettbewerb. Der Ideenwettbewerb eignete sich gut für die Initiierung und Unterstützung der ersten Phase des Innovationsprozesses, wobei allerdings – wie bereits erwähnt wurde – die geleisteten Vorarbeiten der Hersteller wesentlich waren. Der Erfolg bei der Markteinführung, also der eigentlichen Innovation, wurde eher verneint.

Da die Ausschreibung die Erfüllung konkreter Kriterien erforderte, liegt die Vermutung nahe, dass kaum radikale Innovationen, also absolute Neuentwicklungen, generiert werden können, sondern inkrementelle Innovationen, also Verbesserungen bestehender Produkte und Dienstleistungen.

Schlüsselfaktoren für einen erfolgreichen Ideenwettbewerb:

- Durchführung eines Wettbewerbs nicht als isolierte Einzelmaßnahme
- Voraussetzung am Markt: Konkurrenzsituation
- Potenzielle Teilnehmer müssen bekannt sein und eine gewisse Größe haben
- Beschränkung der Zielsetzung auf eine Phase des Innovationsprozesses
- Gewährleistung der Vergleichbarkeit des Wettbewerbgegenstandes
- Vor der Durchführung: Analyse des gesellschaftlichen Umfeldes
- Vor der Durchführung: Ausloten des Bedarfs und der Nachfrage nach den geplanten Entwicklungen
- Kenntnis über den Stand der Vorarbeiten und deren Berücksichtigung
- Klare Formulierung der Ausschreibungskategorien und größtmögliche Transparenz über die Bewertung (Schmid et al. 1994, S. 5f).

Wenn es ein erklärtes Ziel eines Wettbewerbs ist, eine technologische Innovation auch zu verbreiten, muss der Wettbewerb in ein Gesamtkonzept eingebettet werden, müssen existierende Barrieren einbezogen werden. Innovationen entstehen aus einer Interaktion mit dem gesellschaftlichen Umfeld. Daher ist es essenziell, die betroffenen Akteure zu identifizieren, ebenso wie die Rahmenbedingungen wie in dem vorliegenden Fall z.B. die Energiepreise oder die fehlende Infrastruktur bei der Brennstoffversorgung.

Tab. 4-17: Wirkung des Instruments „Ideenwettbewerb“

Innovationsprozess	Invention	Innovation	Diffusion
Wirkung des Instruments	mittel	hoch	gering

4.4.3 Ausschreibungsverfahren

In die Kategorie „Wettbewerb“ fallen auch Ausschreibungsverfahren („bidding systems“) für Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger. Im EU-Raum kamen derartige Verfahren in UK, Irland und Frankreich (nur für Windenergieanlagen) zum Einsatz.

Das bekannteste Ausschreibungsverfahren dieser Art wurde bzw. wird in England und Wales unter der Bezeichnung NFFO (Non-fossil fuel obligation) durchgeführt⁴⁵. Ziel dieser Verfahren ist es, die Diffusion von Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger bei Erreichung minimaler Kosten voranzutreiben. Eine Ausschreibung erfolgt für eine bestimmte Erzeugungskapazität, d.h. Anlagen werden solange genehmigt, bis von der Summe der genehmigten Anlagen diese Kapazität erreicht wird. Die Anbieter, die zu den geringsten Kosten anbieten, bekommen die Lizenz zur Errichtung von Anlagen. Für einen bestimmten Zeitraum wird den Anlagenerrichtern ein fixer Abnahmepreis pro erzeugter Energieeinheit zugesichert. Der Wettbewerb auf der Anbieterseite führte auch tatsächlich dazu, dass die gebotenen Erzeugungspreise fielen: der durchschnittliche Erzeugungspreis pro kWh (laut Anbot) fiel in England und Wales zwischen 1990 und 1998 von 6,5 p/kWh auf 2,71 p/kWh (Haas et al. 2001a).

Während also das Ziel der Kostenreduktion – zumindest bei oberflächlicher Betrachtung - durch dieses Instrument erreicht werden konnte, wurde das Ziel der Verstärkung der Diffusion nur unzureichend erfüllt. Bis März 2000 wurden nur 36% der genehmigten Anlagen tatsächlich errichtet. Ein wesentlicher Grund für diese schleppende Diffusion liegt gemäß Haas et al. (2001) darin, dass unrealistisch niedrige Angebotspreise abgegeben wurden, womit auch die deutliche Kostenreduktion zumindest teilweise erklärbar ist. Nachdem sich für viele Bewerber, die die Erlaubnis zur Errichtung einer Anlage bekommen hatten, herausgestellt hatte, dass die Kosten zu niedrig kalkuliert waren und sie daher ihre wirtschaftlichen Ziele nicht erreichen konnten, nahmen sie Abstand von der Errichtung der Anlage. Ein weiterer Grund für die Nichterrichtung besteht darin, dass behördliche Auflagen für die Anlagenerrichtung nicht erteilt wurden. Dieser Umstand ist auch mit der zu niedrigen

⁴⁵ Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Erfahrungen aus der Abwicklung der NFFO.

Kostenkalkulation in Zusammenhang zu sehen, da die Erfüllung diverser Auflagen zusätzliche Kosten bedeuten kann und damit die kalkulierten Kosten nicht eingehalten werden können. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens bestand darin, dass kleinere, lokale Betreiber benachteiligt wurden aufgrund geringerer Eigenkapitalausstattung.

Über die Wirkung dieses Instruments auf Invention und Innovation werden in der herangezogenen Literatur keine direkten Angaben gemacht. Der Umstand, dass die Erzeugerpreise mit der Zeit gesunken sind, könnte auf Lerneffekte auf Seiten der Betreiber hindeuten, wobei davon auszugehen ist, dass die Lerneffekte in technologischer Hinsicht sehr begrenzt, wenn überhaupt vorhanden waren. Die Hauptgründe für die Preissenkungen liegen einerseits in der Preiskonkurrenz (siehe oben) der und in der Auswahl sehr ertragreicher Standorte.

Tab. 4-18: Wirkung des Instruments „Ausschreibungsverfahren“

Innovationsprozess	Invention	Innovation/Adaption	Diffusion
Wirkung des Instruments	gering	mittel	mittel

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Gegenstand des Forschungsprojekts „Die Auswirkung energiepolitischer Instrumente auf Technologieinnovation und –diffusion in Österreich“ war die Untersuchung der Wirkungen unterschiedlicher energiepolitischer Instrumente auf Umweltinnovationen. Hierbei wurden jene Instrumente einer vertieften Analyse unterzogen, denen aus heutiger Sicht eine hohe Bedeutung zur Etablierung eines nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystems beigemessen wird. Folgende Instrumentengruppen standen dabei im Mittelpunkt:

- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Anreiz- bzw. marktorientierte Instrumente
- Informatorische Instrumente
- Sonstige Instrumente

Die Arbeiten fokussierten auf den Sektor der privaten Haushalte in Österreich, wobei die Auswirkungen dieser Instrumentenkategorien innerhalb der Energiedienstleistungssektoren

- Niedertemperaturwärme (Raumwärme und Warmwasserbereitung)
- Stromspezifische Anwendungen und
- Motorisierter Individualverkehr

untersucht wurden.

Den methodischen Ausgangspunkt der Studie bildete die Formulierung von vier untersuchungsleitenden Hypothesen, welche in der Folge mittels qualitativen und quantitativen Methoden geprüft wurden:

- 1) Business as usual führt nicht zur Erreichung des Kyoto-Ziels
- 2) Energiepreissteigerungen führen zu nicht signifikanten Änderungen des Energieverbrauchs
- 3) Energiepolitische Instrumente sind in unterschiedlicher Weise geeignet, innovationsbezogene Wirkungen zu entfalten.
- 4) Die Erreichung einer Technologieführerschaft bedarf eines funktionierenden (nationalen) Innovationssystems

Im qualitativen Bereich wurden leitfadengestützte Interviews mit wesentlichen Akteuren des thematischen Umfeldes durchgeführt und ausgewertet. Im quantitativen Bereich stand die Zeitreihenanalyse von Daten mittels ökonomischer Modellbildung im Vordergrund. Die Formulierung der Hypothesen sowie deren Verifizierung wurden weiters von einer detaillierten Literaturanalyse unterstützt. Einen zusätzlichen theoretisch-formalen methodischen Hintergrund erbrachten die Diffusionstheorie von Rogers (1995) sowie weitere AutorInnen, welche sich mit Umweltinnovationen und deren Diffusion beschäftigen.

Die Daten, welche im Rahmen der gegenständlichen Arbeit zur Auswertung gelangten, sind entsprechend der angewandten Methoden sowohl qualitativer als auch quantitativer Natur.

Besonders im Energiedienstleistungsbereich des Motorisierten Individualverkehrs war die Erstellung von vollständigen harmonisierten Zeitreihen mit erheblichen Aufwänden verbunden, was auch ein Indiz für die bis dato mangelnde wissenschaftliche Behandlung dieses Sektors ist.

Ergebnisse der Arbeit

Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit sind in folgenden Punkten zusammengefasst:

1. Auf Basis der untersuchten Fallbeispiele lassen sich keine „Standardlösungen“ zur Förderung von (Technologie)Innovationen finden.

Den Erkenntnissen moderner Innovationstheorie folgend, handelt es sich bei einem Innovationssystem um ein komplexes System vielfältiger Wechselwirkungen und Rückkoppelungen. Die Hemmnisse und die fördernden Faktoren für den Prozess der (Technologie)Innovation definieren weitgehend das Innovationssystem und bilden einen zentralen Hintergrund für die Wirksamkeit exogener Impulse. Die bewusste Förderung von Technologieinnovationen bedarf daher spezifischer Kenntnisse über die jeweilige Technologie und ihres Systemumfeldes. Dies insbesondere, da breitenwirksame Instrumente wie etwa Standards und Steuern (niedriger und mittlerer Größenordnung) keine entsprechende Wirkung zur technologischen Weiterentwicklung entfalten können. Darüber hinaus zeigen sich in der Analyse der unterschiedlichen Technologien mit österreichischer Technologieführerschaft heterogene Technologieverläufe und Erfolgsfaktoren.

2. Standards erweisen sich als effektives Mittel zur Diffusion von (Technologie)Innovationen.

Wie die dargestellten Fallbeispiele zeigen, spielen Standards für die Phasen der Invention und Innovation/Adaption eine geringe Rolle. Ihre Hauptwirkung liegt in der zielgerichteten Lenkung des Marktes durch Forcierung bestimmter und Ausschluss anderer technologischer Optionen. Standards können daher als Diffusionshilfe verstanden und eingesetzt werden. Mangels Anreiz sind die dynamischen Wirkungen des Instrumentes zur technologischen Weiterentwicklung (über den Standard hinaus) gering. Darüber hinaus wirken Standards, die eine bestimmte Eigenschaft einer Technologie (z.B. Brandbeständigkeit, Energieeffizienz) festlegen, innovationsfeindlich gegenüber Umweltinnovationen.

Hingegen sind zukunftsorientierte Standards, die nicht auf der Vorschreibung bereits bestehender Technologien bzw. technologischer Komponenten basieren, sondern technologischen Spielraum für die Erreichung der ordnungsrechtlichen Vorgaben bieten, durchaus in der Lage, innovationsfördernde Wirkungen zu zeigen.

Im Hinblick auf technologische Innovationen hängt die Wahrscheinlichkeit einer positiven dynamischen Wirkung von folgenden Faktoren ab:

- Größe des relevanten Marktes aus Sicht potenzieller Innovatoren im Verhältnis zum finanziellen Mitteleinsatz (ökonomische Rationalität für das Unternehmen)

- Offenheit des Standards für technologische Lösungen (zukunftsorientierte Standards)
- Relative Größe des durch die Maßnahme geschaffenen/gestärkten Marktes (Bezug zu Learning Curve)

3. Der Einfluss von Energiepreissteigerungen auf den Innovationsprozess ist bis zur Überschreitung eines Schwellenwertes gering.

Auf Basis der untersuchten Energietechnologien lässt sich anhand der historischen Preisentwicklungen kein nennenswerter Einfluss auf den Innovationsprozess (Invention, Innovation **und** Diffusion) belegen. Vielmehr kann der (stetig steigende) Energieverbrauch primär aus der (positiven) Einkommensentwicklung erklärt werden. Dadurch, dass Steuern sowohl ein Lenkungs- als auch ein Finanzierungsinstrument sind, ist die Bedeutung von Energiesteuern jedoch im Hinblick auf die Finanzierung von ökologischen Maßnahmen bzw. von anderen energiepolitischen Instrumenten wesentlich.

Die signifikant hohen Energiepreissteigerungen der historischen „Ölkrise“ der 1970er Jahre lassen eine Wirkung auf den gesamten Innovationsprozess im Bereich des motorisierten Individualverkehrs erkennen. Die mit diesen Innovationen geschaffenen Anstiege der Nutzungseffizienz (bessere Motore) konnten dabei den Anstieg des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen zwar nicht verhindern, zweifelsohne wäre ohne diesen Effizienzverbesserungen ein noch wesentlich stärkeres Wachstum der Energieverbräuche aufgetreten. Die Effizienzsteigerung ist dabei durch das Zusammenwirken der Preissignale durch die Energiekrisen und die Einführung von hohen Treibstoffsteuern zustande gekommen.

4. Die Einflussnahme auf die Technologie- bzw. Investitionskosten ist insbesondere im KonsumentInnenbereich einer Beeinflussung des Energiepreises überlegen.

Wie sich insbesondere bei der Untersuchung der Wohnbauförderung der Bundesländer zeigt, haben Förderprogramme unmittelbaren Einfluss auf die Diffusion von Energietechnologien. Förderungen für die KonsumentInnen setzen im Gegensatz zu steuerlichen Anreizen unmittelbar an den Investitionskosten an. Wie sich zeigt sind die Investitionskosten entscheidender als die variablen Kosten bei der Wahl der Energietechnologie (z.B. Wahl des Heizsystems im Bereich der privaten Haushalte). Darüber hinaus wirken Förderprogramme über die erreichte Marktausweitung auch auf die Produzenten, die in Erwartung auf eine positive Marktentwicklung ihre Innovationsaktivitäten verstärken, was die Phase der Innovation/Adaption positiv beeinflusst. Die Phase der Invention bleibt dadurch weitgehend unberührt. Außerdem haben Förderungen gegenüber Steuern den Vorteil der wesentlich „positiveren“ Kommunikation.

Im Bereich der Förderung von Elektrizität aus erneuerbaren Energieträgern wirkt eine Förderung der Einspeisetarife analog zu Investitionsförderungen.

5. Der Förderhöhe kommt in bestimmten Grenzen geringe Bedeutung zu.

Wesentlich für die Wirkung von Förderungen sind die damit ebenfalls ausgesandten Signale einer „öffentlichen Erwünschtheit“ und „technologischer Sicherheit“. Die Höhe der Förderung

hat hingegen – in einer gewissen Bandbreite - vergleichsweise geringen Einfluss auf die Wirkung der Förderung.

6. Förderungen erweisen sich insbesondere im Übergang vom Nischenmarkt zum Standardmarkt als effizient.

Im Sinne der dynamischen Wirkung energiepolitischer Instrumente erweisen sich die Förderungen in dieser Phase des Innovationsprozesses insofern als effizient, als

- die Technologie in Nischenmärkten bereits erprobt wurde und daher als weitgehend ausgereift bezeichnet werden kann,
- andererseits sowohl Abschöpfungseffekte seitens der Anbieter als auch „Free-Rider“-Effekte seitens der Nachfrager gering gehalten werden können.

7. Forschungs- und Technologieförderung (durch Konkurrenzverfahren) ist in der Phase der Invention/Innovation eine notwendige Ergänzung.

Die staatliche Unterstützung von Forschungs- und Technologieentwicklungsaktivitäten erweist sich als wesentlicher Impuls für die Phasen der Invention/Innovation. Je innovativer im Sinne von „technologischer Neuheit“ eine Technologie ist, desto adäquater sind inhaltlich offene Programme, je komplexer das System(umfeld) einer Technologie (z.B. Passivhausfenster), desto effektiver sind systemumfassende, zielgerichtete Programme.

8. Innovationsagenten erweisen sich als geeignetes innovationsförderndes Instrument.

Aufgrund des breiten Ansatzes von Innovationsagenten – als Teil ihrer Aufgaben wird auch die Verbreitung von Energietechnologien gesehen - können diese bei der Entwicklung von Technologien eine zentrale Rolle spielen. Allerdings erweist sich ihre gezielte politische Instrumentalisierung als schwierig, da dieses Instrument im besonderen Maße personenabhängig ist.

9. Informatorischen Instrumenten kommt in Bezug auf Intermediäre, nicht in Bezug auf EndkonsumentInnen ein hoher Stellenwert bei der Diffusion zu.

Während sich informatorische Instrumente in Bezug auf die EndkonsumentInnen als in geringem Umfang diffusionsfördernd erweisen, kommt diesen bei der Überwindung von Hemmnissen im Bereich der Intermediäre hoher Stellenwert für die Diffusion einer Technologie zu. Allerdings kommt der Information als begleitendes Instrument für andere Instrumente (z.B. Förderung) wesentliche Bedeutung zu.

10. Positive und negative Informationen zeichnen sich durch eine unterschiedliche Diffusionsgeschwindigkeit aus.

Wie die durchgeführten Untersuchungen zeigen, erweisen sich negative Beispiele (noch fehlerhafte Energietechnologien) im Sinne der Informationskraft als wesentlich effizienter und

langanhaltender als positive Beispiele. Dies ist insbesondere hinsichtlich des Zeitpunktes der Einführung einer Technologie von großer Bedeutung, da eine schlecht funktionierende Energietechnologie ihre weitere Verbreitung nachhaltig negativ beeinflussen kann.

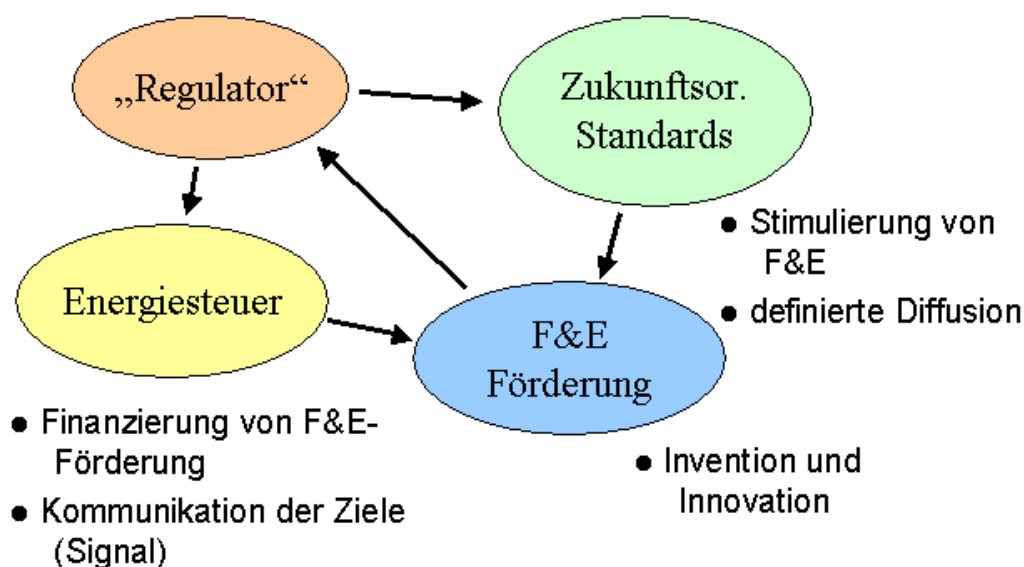
Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Arbeit

Österreich wird bei einer Fortschreibung des momentanen Status Quo in der Energie- und Technologiepolitik die Vereinbarungen von Kyoto nicht erreichen. Inkrementelle Innovationen, welche vom derzeitigen nationalen Inventions- und Innovationsumfeld hervorgebracht werden, werden zur Zeit durch einen Mehrkonsum an Energiedienstleistungen kompensiert oder überkompensiert und führen deshalb nicht zum Erfolg.

Basierend auf den Ergebnissen der gegenständlichen Forschungsarbeit kann jedoch ein Mix an energiepolitischen Instrumenten identifiziert werden, welcher mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Systeminnovationen führt, welche für die Errichtung eines nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystems nötig sind.

Drei Kategorien von Instrumenten weisen einen starken Einfluss auf den Innovationsprozess auf. Dies sind zukunftsorientierte Standards, anreizorientierte Instrumente mit mittleren bis hohen Preiseffekten und die Förderung von Forschung und Entwicklung.

Abb. 5-1: Wechselwirkungen wesentlicher Instrumente zur Schaffung eines inventions- und innovationsfördernden Umfeldes



Quelle: Eigene Darstellung

Anreizorientierte Instrumente mit mittleren bis hohen Preiseffekten sind - und hier gehen die AutorInnen mit zahlreichen ÖkonomInnen konform - ein effizientes und effektives Instrument, jedoch sind z.B. Energiesteuern in entsprechender Höhe (z.B. anzustrebender Preiseffekt im Bereich des Motorisierten Individualverkehrs >+50%) realistischer Weise nicht politisch durchsetzbar. Energiesteuern geringer Höhe zeigen kaum Auswirkungen auf den Innovationsprozess, wie dies bei praktisch implementierten Energieabgaben in Österreich vor allem im Strom- aber auch Wärmesektor der Fall ist. Wie Abb. 5-1 zeigt, kann jedoch auch eine geringe Energiesteuer ein wesentliches Element eines inventions- und innovationsfördernden Instrumentengefüges sein, indem sie Forschung und Entwicklung (F&E) finanziert. Die Energiesteuer ist in oben dargestelltem Gefüge weiters ein wesentliches Instrument, um das gesellschaftliche Ziel der Treibhausgasemissionsreduktion implizit und explizit zu kommunizieren.

Die in Abb. 5-1 ebenfalls enthaltenen **zukunftsorientierten Standards** haben vorrangig die Aufgabe, ein gesellschaftliches Ziel für einzelne Energiedienstleistungsbereiche festzulegen (z.B. Grenzwerte für kumulierte Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus von Wohngebäuden) und damit auch die Aufgabenstellung für die Forschung und Entwicklung zu definieren. Als „Gegenleistung“ für die anspruchsvollen Aufgabenstellungen an die unterschiedlichen Branchen der Industrie, wird bei entsprechender Formulierung der

zukunftsorientierten Standards jedoch auch die Marktdiffusion definiert, was wiederum Märkte in interessanter und planbarer Größenordnung eröffnet.

Die optimale Abstimmung der Instrumente Energiesteuer, **Förderung der Forschung und Entwicklung** und zukunftsorientierte Standards muss von einem „Regulator“ mit einer mittel- bis langfristigen Zielfunktion der Errichtung eines nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystems vorgenommen werden. Dabei muss der unabhängig und langfristig agierende Regulator über einen möglichst guten technologisch-strategischen Hintergrund verfügen, um das Feedback aus dem Bereich von Förderung der Forschung und Entwicklung und der Wirtschaft kritisch hinterfragen zu können. Dies insbesondere, da von Teilen der Wirtschaft der strategische Anreiz besteht, die mit der Änderungen eines etablierten technologischen Standards verbundenen Kosten hoch anzusetzen. Weiters muss der Regulator auch die Befugnis haben, mit seinen Maßnahmen dynamische und nachhaltige Veränderungen der nationalen Wirtschaft zu bewirken, da es im Sinne eines nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystems erforderlich ist, sich langfristig von energie- oder emissionsintensiven Stoffströmen und der damit verbundenen Wirtschaft zu entfernen.

Das in Österreich traditioneller Weise beliebte und in vielen Bereichen implementierte Instrument einer (finanziellen) **Förderung zur Stärkung der Nachfrage** hat zwar positive Auswirkungen auf die Technologiediffusion, die Wirkung auf Invention und Innovation ist aber gering und kann im Fall von statischen Förderungen sogar innovationshemmend sein. In mittel- und langfristiger Sicht wird damit die positive Wirkung von Förderungen auf das Innovationssystem im Allgemeinen überschätzt. Dynamisch gestaltete Förderungen der Nachfrage können jedoch den Innovationsprozess vor allem im Bereich der frühen Diffusion positiv beeinflussen. Weiters ist die Förderung einzelner Technologien auch ein geeignetes Kommunikationsinstrument, um gesellschaftlich positiv zu bewertende (technologische) Ansätze breit zu kommunizieren. Auch bieten Förderungen eine gute Möglichkeit, tieferegehende Informationen zu transportieren (z.B. durch Kopplung von Wohnbauförderung und Beratung).

6 Literaturverzeichnis

- Al-Sahlawi, M.A.** (1989): The Demand for Natural Gas: A Survey of Price and Income Elasticities, in: *The Energy Journal* (January), p. 77-90.
- Andersson, B. A., Jacobsson, S.** (2000): Monitoring and assessing technology choice: The case of solar cells, in: *Energy Policy*, 28, p. 1037-1049.
- Baumol, W. J., Oates, W. E.** (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment. in: *Swedish Journal of Economics* Vol. 73/1, p. 42-54.
- Baumol, W.J., Oates, W.E.** (1988): *The theory of environmental policy*. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- Berry, L., Bronfman, L. M.** (1981): Research Strategies for Evaluating the Adoption Potential of Energy Technologies, in: *Policy Studies Journal*, 9 (5), p. 721-734.
- Biermayr, P.** (1994): *Analyse der Energieverbrauchsstruktur von Haushalten*, Diplomarbeit, Institut für Energiewirtschaft der TU-Wien.
- Biermayr, P.** (1999): *Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte*, Dissertation, Institut für Energiewirtschaft der TU-Wien.
- Biermayr, P., Baumann, B., Schriefl, E., Skopetz, H., et al.** (2001): *Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohnbauten*, Forschungsprojekt im Rahmen des Impulsprogramms „Haus der Zukunft“ (BMVIT), Endbericht, Wien.
- Bierter, W.** (2001): *Zukunftsfähiges System-Design*. Genf/Giebenach, Institut für Produktdauer-Forschung/Faktor 10 Innovation Network (Manuskript).
- Blazejczak, J., Edler, D., Hemmelkamp, J., Jänicke, M.** (1999): Umweltpolitik und Innovation: Politikmuster und Innovationswirkungen im internationalen Vergleich, in: Klemmer, P. (Hrsg.): *Innovationen und Umwelt*, Analytica, 1999, S. 9-33.
- Boardman, B.** (1997): *Cold labelling – the UK experience of energy labels*, ECEEE summer study 1997, Proceedings, im Internet unter www.eceee.org.
- Bohi, D.R.** (1981): *Analyzing Demand Behaviour: A Study of Energy Elasticities*, published for Resources for the Future by Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Buchegger, B., Ornetzeder, M.** (2000): *Social Innovations on the Way to Sustainable Development*, Paper for the 3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics (ESEE 2000).
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie** (2002): *Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht*, Wien.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie** (1997): *Umweltbilanz Verkehr*. Österreich 1950-1996 (Zahlenspiegel), Wien.
- Cansier, D.** (1996): *Umweltökonomie*. 2. Auflage, UTB für Wissenschaft, Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Carraro, C.** (2001): Environmental technological innovation and diffusion, in: Folmer, H., Gabel, H.L., Gerking, S., Rose, A. (eds.), *Frontiers of environmental economics*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, p. 342-370.
- Casey-McCabe, N., Harris, J.** (1995): *Energy Labeling – A comparison of existing programs*, ECEEE summer study 1995, Proceedings, im Internet unter www.eceee.org.
- Christiansen, A.C.** (2002): New renewable energy developments and the climate change issue: A case study of Norwegian politics, in: *Energy Policy* Vol. 30, p. 235-243.

- Coltrane, S., Archer, D., Aronson, E.** (1986): The social-psychological foundations of successful energy conservation programmes, in: *Energy Policy*, 14 (2), p. 133-148.
- Costanzo, M., Archer, D., Aronson, E., Pettigrew, T.** (1986): Energy conservation behavior, in: *American Psychologist*, 41(5), p. 521-528.
- Czerny, M.** (2000): *Beschäftigungseffekte im Wohnbau und in der Wohnhaussanierung*. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung.
- Czerny, M.** (2001): *Wohnungswirtschaft vor neuen Herausforderungen*. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Wien Februar 2001.
- Danielsen, O., Kunze, G., Hackstock, R., Rakos, C.** (1995): *Pathways from small scale experiments to sustainable regional development („Express Path“)*, Executive Summary, (<http://www.aee.at/verz/english/expath10.html>)
- Dargay, J.M.** (1992/1): *The Irreversible Effects of High Oil Prices: Empirical Evidence for the Demand for Motor Fuels in France, Germany and the UK*, 1992 Surrey University Press, ISBN 0-12-333310-5.
- Dargay, J.M.** (1992/2): *Are Price and Income Elasticities of Demand Constant?“,* Oxford Institute for Energy Studies, ISBN 0-948061-70-7.
- Dennis, M. L., Soderstrom, E. J., Koncinski, W. S., Cavanaugh, B.** (1990): Effective dissemination of energy-related information, in: *American Psychologist*, 45(10), p. 1109-1117.
- Dosi, G.** (1988): The nature of the innovative process, in: Dosi, G., Freeman, Ch., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, London/New York.
- Elsässer, M.** (2002): *Entwicklung des Marktes für Holz-Pelletsheizungen in Deutschland*, Vortrag am 2. Holzenergieforum in Rauenberg, Deutschland.
- Energiebeauftragter des Landes Steiermark** (2001): *Energiebericht 2001 des Landes Steiermark*, Graz.
- Erdmann, G.** (1993): *Elemente einer evolutorischen Innovationstheorie*, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen.
- Faninger, G.** (2002): Energie: Forschung, Entwicklung und Demonstration – Ausgaben des Bundes, der Länder und der Industrie im Jahr 2001, in: *energy – Die Zeitschrift der Energieverwertungsagentur* Nr. 3/2002, S. 9-11.
- Fink, C., Weiß, W., Hackstock, R.** (2003): *Konzept für ein Aktionsprogramm Solarwärme*. Im Auftrag des BMLFUW.
- Freeman, Ch.** (1987): *Technology policy and economic performance. Lessons from Japan*, London.
- Freeman, Ch., Perez, C.** (1988): Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behaviour, in: Dosi, G., Freeman, Ch., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, London/New York.
- Gately, D.** (1992): Imperfect Price-Reversibility of U.S. Gasoline Demand: Asymmetric Responses to Price Increases and Declines, in: *The Energy Journal*, Volume 13, Number 4.
- Georg, S., Ropke, I., Jorgensen, U.** (1992): Clean technology – Innovation and environmental regulation, in: *Environmental & Resource Economics Vol. 2*, p. 533-515.
- Greisberger, H., Hess, S., Gerstmayr, H., Iten, R., Mauch, S., Wetzel, G.** (1998): *Ökologische Steuerreform und Innovation in österreichischen Unternehmen*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, Schriftenreihe des BMULF Band 21/1998.

- Grübler, A., Nakićenović, N., Victor, D.G.** (1999): Dynamics of energy technologies and global change, in: *Energy Policy* 27 (1999), p. 247-280.
- Haas, R.** (1988): *Bewertung verschiedener Heizsysteme*, Band IV: Marktchancen von Wärmepumpen im Bereich der privaten Raumwärmeversorgung, Wien.
- Haas, R.** (1996): Some empirical findings of an Austrian appliance turn-in program, in: *Energy Policy* Vol. 21, No. 1, p. 235-243.
- Haas, R.** (2001): *Market deployment strategies for PV systems in the built environment*, Report IEA-PVPS T7-06:2001, Wien.
- Haas, R., Biermayr, P., Schriefl, E., Baumann, B., Skopetz, H.** (2000), *Erneuerbare Energieträger und Energieverbrauchsverhalten*, Projektendbericht, Wien.
- Haas, R., Biermayr, P., Zöchling, J., Auer, H.** (1998): Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: a comparison of time series and cross-section analyses, in: *Energy Policy* Vol. 26 No. 13, p. 1031-1040.
- Haas, R., Faber, T., Green, J., et al.** (2001): *Promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries*, Review Report, Wien.
- Haas, R., Kranzl, L.** (2000): *Evaluierung der Vorarlberger Biomasseförderung*, Studie im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung, Wien.
- Haas, R., Ornetzeder, M., Hametner, K., Wroblewski, A.** (1997): *Motive und Hindernisse für die Verbreitung kleiner dezentraler Photovoltaikanlagen*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, Wien, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/97.
- Hackstock, R.** (2003): *Entwicklungen, Trends und Perspektiven am Markt für thermische Solaranlagen*. Bericht.
- Hackstock, R., Könighofer, K., Ornetzeder, M., Schramm, W.** (1992): *Übertragbarkeit der Solaranlagen – Selbstbautechnologie*. Studienendbericht.
- Hackstock, R., Ornetzeder, M., Hubacek, K., Kastner, O.** (1995): *Bestimmende Faktoren der Solaranlagenverbreitung im internationalen Vergleich*. Forschungsprojekt Endbericht.
- Hansjürgens, B.** (1992): *Umweltabgaben im Steuersystem*. Schriften zur öffentlichen Verwaltung und öffentlichen Wirtschaft. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Hemmelskamp, J.** (1997): Umweltpolitik und Innovation – Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht* 4/97, Deutscher Fachverlag, Frankfurt/Heidelberg, S. 481-511.
- Hemmelskamp, J.** (1999): *Umweltpolitik und technischer Fortschritt - Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen*, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Hillebrand, B., Kohlhaas, M., Koschel, H., Linscheidt, B., Schmidt, T.** (1998): *Der Einfluss von Energiesteuern und -abgaben zur Reduktion von Treibhausgasen auf Innovation und technischen Fortschritt* – Clearing Studie, RWI-Papiere Nr. 55, Essen.
- Hübner, K., Nill, J., and Rickert, C.** (2000): *Greening of the innovation System? Opportunities and obstacles for a path change towards sustainability*, Paper for the 3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics (ESEE 2000).
- Hutter, C., Köhler, D., Lilleike, J., Schwärzer, M.** (1998): *Ganzheitliche Bilanzierung von Grundstoffen und Halbzeugen*, Teil II Baustoffe, Publikation der Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München, beziehbar über: www.ffe.de.

- Jaffe, A., Stavins, R.** (1995): Dynamic incentives of environmental regulation: The effects of alternative policy instruments on technology diffusion, in: *Journal of Environmental Economics and Management* 29, p. 43-63.
- Johnson, A., Jacobsson, S.** (2001): Inducement and blocking mechanisms in the development of a new industry: the case of renewable energy technology in Sweden, in: Rod Coombs et al. (Eds.): *Technology and the Market. Demand, Users and Innovation*. Cheltenham/Northampton, Edward Elgar Publishing Inc., p. 89-111.
- Jonas, A., Haneder, H.** (2002). *Zahlenmäßige Entwicklung der modernen Holz- und Rindenfeuerungen in Österreich. Gesamtbilanz 1987-2001*.
- Jørgensen, U., Karnøe, P.** (1995): The Danish Wind-Turbine Story: Technical Solutions to Political Visions?, in: Arie Rip, Thomas J. Misa, and Johan Schot (eds): *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. Pinter, London, p. 57-82.
- Kemp, R.** (1997): *Environmental Policy and Technical Change*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.
- Kemp, R., Schot, J., Hoogma, R.** (1998): Regime Shifts to Sustainability through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management, in: *Technology Analysis & Strategic Management Vol. 10 No. 2*, p. 175-195.
- Klemmer, P., Lehr, U., Löbbe, K.** (1999): *Umweltinnovationen*, Band 2 der Forschungsreihe Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente, Analytica Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Kletzan, D., Köppl, A.** (2002): Umwelt- und energierelevante Aspekte der Wohnbauförderung, in: *WIFO Monatsberichte* 7/2002, S. 467-475.
- Konrad, W., Nill, J.** (2001): *Innovationen für Nachhaltigkeit*, Schriftenreihe des IÖW 157/01, Berlin.
- Korger, G.** (1994): *Analyse der Gebäudequalität in Österreich in verschiedenen Bauperioden: Energieeinsparungsmöglichkeiten durch Gebäudesanierung*, Diplomarbeit ausgeführt am Institut für Energiewirtschaft, Wien.
- Kouris, G.** (1981): Elasticities – science or fiction?, in: *Energy Economics*, April 1981, p. 66-70.
- Knoll, N.** et al. (1999): Technologie und Innovation in der wissensbasierten Ökonomie. Der österreichische Technologiebericht 1999, in: *WIFO Monatsberichte* 12/1999, S. 811-817.
- Krenn, D. (2003): Einfluss von Normen und Standards auf die technologische Entwicklung von Biomasse-Kleinfeuerungen.** Diplomarbeit an der Fachhochschule Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik.
- Kromphardt, J., Teschner, M.** (1986): *Neuere Entwicklung der Innovationstheorie*, in: *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung Heft 4/86*, Duncker & Humblot Berlin, S. 235-248.
- Lasselsberger, L.** (2000): *Kleinfeuerungen für Holz. Verbrennungstechnik/Stand der Technik/Regelwerke/Entwicklung*. Darstellung der Umsetzung von Entwicklungsarbeiten an Kleinfeuerungen für Holz in Österreich, Wieselburg.
- Lehr, U.** (1999): Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente – Das Beispiel des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte, in: Klemmer, P. (Hrsg.): *Innovationen und Umwelt*, Analytica, S. 305-328.
- Linscheidt, B.** (Hrsg.) (2000): *Umweltinnovationen durch Abgaben*. Die Wirkung von Preisimpulsen im institutionellen Handlungsrahmen privater und öffentlicher Akteure, Duncker & Humblot Berlin.
- Madlener, R.** (1996): Econometric Analysis of Residential Energy Demand, in: *The Journal of Energy Literature*, Vol. II, No.2, December 1996.
- Michaelis, P.** (1996): *Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik*. Physica-Verlag, Heidelberg.

- Milborn, G., Sonderegger, A.** (1998): *Effizienz der Energiesparförderung*, Forschungsarbeit F1376, gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Angelegenheiten der Republik Österreich, Inst. für Bauphysik der Universität Innsbruck.
- Minsch, J., Eberle, A., Meier, B., Schneidewind, U.** (1996): *Mut zum ökologischen Umbau*, Birkhäuser Verlag, Basel.
- Montero, J.-P.** (1998): *Environmental regulation and technology innovation*, Working Paper, Massachusetts Institute of Technology, March 1998.
- Nelson, R., Winter, S.** (1977): In search of useful theory of innovation, in: *Research Policy*, Vol. 6, No.1, p. 36-76.
- Nelson, R., Winter, S.** (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- Newell, R., Jaffe, A., Stavins, R.** (1998): *The induced innovation hypothesis and energy-saving technological change*, Working Paper 6437, National Bureau of Economic Research Cambridge.
- OECD** (1997): *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*. Paris.
- Office of Science and Technology (eds.)** (2002): *Voices on U.S. Science and Technology Policy*, Newsletter July/August 2002.
- Ornetzeder, M.** (1999): Old technology and social innovations. Inside the Austrian success-story on solar water heaters, in: *Proceedings Summer Academy on Technology Studies*, Deutschlandsberg. (<http://www.ifz.tu-graz.ac.at/sumacad/ornetzeder.pdf>)
- Pigou, A.C.** (1920): *The economics of welfare*. London.
- Praßl, H.** (2002): *fiftyfifty – Bonusmodell für steirische Schulen*. Pilotprojekt zum Energiesparen an Schulen. Endbericht.
- Rennings, K.** (Hrsg.) (1999): *Innovationen durch Umweltpolitik*, Schriftenreihe des ZEW Band 36, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Rogers, E.M.** (1995): *Diffusion of innovations*, fourth edition, Free Press, New York.
- Rohracher, H., Suschek-Berger, J., Schwärzler, G.** (1997): *Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, Wien, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 9/97.
- Rosson, P.J., Sweitzer R.W.** (1981): Home Heating Oil Consumption. Profiling Efficient and Inefficient Households, in: *Energy Policy* 9, p. 216-225.
- Schiellerup, P., Winward, J.** (1999): *The European labelling scheme for cold appliances*, ECEEE summer study 1999, Proceedings, im Internet unter www.eceee.org.
- Schmid, W., Kumpfmüller, B., Ornetzeder, M., Steiner, M.** (1994): *Evaluierung des Ideenwettbewerbs „Marktgerechte Holzhackgutfeuerungen kleiner Leistung“*, Endbericht.
- Schumpeter, J.A.** (1926): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. 2. Auflage, München/Leipzig.
- Schumpeter, J.A.** (1939): *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York.
- Skopetz, H.** (2001): *Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich*, Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Stern, P.C.** (1992): What psychology knows about energy conservation, in: *American Psychologist*, 47(10), p. 1224-1232.

- Stieldorf, K., Biermayr, P., Schriefl, E. et al.**, (2001), *Analyse des NutzerInnenverhaltens und der Erfahrungen von BewohnerInnen bestehender Wohn- u. Bürobauten mit Pilot- und Demonstrationscharakter*, Endbericht, Wien.
- Stryi-Hipp, G.** (2003): *Entwicklungen auf dem europäischen Solarthermiemarkt*.
- Van Raaij, W. F., Verhallen, T. M.** (1983): Patterns of Residential Energy Behaviour, in: *Journal of Economic Psychology* 4 (1983), p. 85-106.
- Waide, P.** (1999): *Market analysis and effect of EU labelling and standards: The example of cold appliances*, The SAVE conference, Proceedings, Graz, im Internet unter <http://www.eva.ac.at>.
- Wallace, D.** (1995): *Environmental policy and industrial innovation. Strategies in Europe, the USA and Japan*, Royal Institute of International Affairs, London.
- Walz, R., Kuntze, U.** (Hrsg.) (1999): *Ordnungsrecht, Abgaben und Innovationen. Ausgewählte Beispiele im Umweltbereich*, Band 4 der Forschungsreihe Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente, Analytica Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Weber, K.M.** (1999): *Innovation diffusion and political control of energy technologies*, Physica-Verlag Heidelberg.
- Weiß, W., Purkarthofer, G.** (2000): *TechnologiePortrait Thermische Solarenergie*. Publikation der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie für energytech.at.
- Weiß, W.** (2001): Der Beitrag von thermischen Kollektoren zur Energiebereitstellung in Österreich, in: *erneuerbare energie* 4/2001.
- Wicke, L.** (1993): *Umweltökonomie*. 4. Auflage, Verlag Vahlen, München.
- Wirl, F.** (1988): Thermal Comfort, Energy Conservation and Fuel Substitution: An Economic-Engineering Approach, in: *Energy Systems and Policy*, 11, p. 311-328.
- Wirl, F., Walker, I. O.** (1993): Irreversible Price-Induced Efficiency Improvements: Theory and Empirical Application to Road Transportation, in: *The Energy Journal*, Vol. 14, No. 4.
- Yates, S., Aronson, E.** (1983): A social psychological perspective on energy conservation in residential buildings, in: *American Psychologist*, 38(4), p. 435-444.
- Zimmermann, H., Wohltmann, M., Hansjürgens, B.** (1996): *Umweltabgaben und Innovation*, Analytica Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Zöchling, J.** (1995): *Eine Zeitreihe für den Stromverbrauch der Haushalte in Österreich und Wien*; Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Zöchling, J.** (2000): *Econometric modelling of residential energy demand - the relevance of asymmetries and non-linearities*, Dissertation am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.

Anhang

Anhang 1 Detaillierte Literaturdokumentationen/Analysen

Anhang 2 Forschungsansätze in der Innovationstheorie

Anhang 3 Umfassende Prüfung der Leithypothesen 1 und 2

Anhang 4 Aufstellung der Interviewpartner

Anhang 5 Exemplarischer Interview-Leitfaden