

## Kurzüberblick

Das österreichische Bundesland Vorarlberg gewährt im Rahmen eines eigenen „Schwerpunktprogramms Biomasse“ seit 1993 Investitionskostenzuschüsse für Biomasseanlagen. Im Rahmen des 2001 veröffentlichten „Energiekonzeptes 2010“ hat es sich zum Ziel gesetzt, die energetische Nutzung fester Biomasse von 1996 bis zum Jahr 2010 um 25 % zu steigern. Neben energie- und klimapolitischen Effekten bewirken diese Förderungen auch makroökonomische Impulse. In einer von der Landesregierung Vorarlberg in Auftrag gegebenen Studie wurden diese Impulse mit Hilfe einer statischen Input-Output-Analyse in Form von Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und fiskalischen Effekten untersucht (Madlener/Koller, 2005). In diesem Beitrag werden die in der Studie angewandte Methodik, die Förderung und Verbreitung von Biomasseanlagen in Vorarlberg sowie die wichtigsten Ergebnisse der Studie zusammengefasst. Insgesamt lösten die zwischen 1993 und 2004 gewährten Förderungen in der Höhe von € 30,5 Mio. Investitionen von über € 112 Mio. aus, welche insgesamt brutto eine Wertschöpfung von € 92,9 Mio., einen Beschäftigungseffekt von 1'580 Personengenen und fiskalische Erträge von € 23,3 Mio. induziert haben. Netto – d.h. unter Berücksichtigung der verdrängten dezentralen Systeme – dürften diese etwa 20-40 % geringer ausfallen. Außerdem wurde für die Biomasse-Nahwärmanlagen und die mit Pellets betriebenen Kleinanlagen eine Abschätzung der durch den Anlagenbetrieb ausgelösten konjunkturellen Effekte durchgeführt. Die durch den Betrieb der Nahwärmanlagen bisher erzielten kumulierten CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind mit über 180'000 t beachtlich.

Dr. Reinhard Madlener, Martin Koller  
Centre for Energy Policy and Economics (CEPE)  
ETH Zürich  
Zürichbergstrasse 18 (ZUE)  
CH-8032 Zürich  
[rmadlener@ethz.ch](mailto:rmadlener@ethz.ch)

## Ökonomische Auswirkungen der Förderung von Biomasseanlagen: Eine Input-Output Analyse für Vorarlberg

Reinhard Madlener, Martin Koller

### Einleitung

Das Land Vorarlberg gewährt seit 1993 für verschiedene Arten von Biomasseanlagen finanzielle Förderungen (Investitionskostenzuschüsse), welche neben den energie- und klimapolitisch relevanten Auswirkungen auch gesamtwirtschaftliche Impulse erzeugen. In der hier zusammengefassten Studie (Madlener/Koller, 2005) wurden diese Impulse in Form von Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und fiskalischen Effekten mit Hilfe einer statischen Input-Output (I/O) Analyse (Leontief, 1986) auf Basis einer nationalen I/O-Tabelle untersucht. Außerdem wurde für die geförderten Biomasse-Nahwärmanlagen und mit Holzpellets beheizten Kleinanlagen auch eine quantitative Abschätzung der durch den Betrieb der Anlagen ausgelösten konjunkturellen Effekte und der bisher erzielten CO<sub>2</sub>-Einsparungen (pro Jahr und kumuliert) durchgeführt.

Rund ein Drittel der Landesfläche Vorarlbergs von 2'601 km<sup>2</sup> – mehr als 90'000 Hektar – ist mit Wald bedeckt, die Hälfte davon entfällt auf Schutz- und Bannwälder. Die verstärkte energetische Nutzung von nachhaltig bewirtschafteten Biomasseressourcen spielt aufgrund der im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien hohen technischen und wirtschaftlichen Potentiale und der weit verbreiteten lokalen Verfügbarkeit eine herausragende energie-

politische Rolle (VKW, 1998; Groß, 2004; AVL, 2004). Neben den unmittelbaren energiewirtschaftlichen Auswirkungen einer solchen verstärkten Nutzung von Biomasse mittels moderner Energiewandler-Technologien (z.B. Verminderung von Treibhausgas-Emissionen, Reduktion der (Auslands-) Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, Diversifikation der Energieversorgung) verspricht diese auch zahlreiche Sekundärnutzen, wie beispielsweise die Schaffung oder den Erhalt zusätzlicher lokaler Wertschöpfung und Arbeitsplätze und neue Exportchancen für einheimisches Know-how (Technologien und Dienstleistungen). Einheimische Technologielieferanten können dank des dynamischen Heimmarktes Know-how und eine gewisse Technologieführerschaft auf- bzw. weiter ausbauen. Durch die Förderungen werden zudem Lernkurveneffekte beschleunigt, welche dabei helfen, die Kosten der Anlagen zu reduzieren, wodurch die Attraktivität von Biomasseanlagen gesteigert und der Subventionsbedarf pro Anlage gesenkt werden kann. Darüber hinaus ermöglicht die forcierte Nachfrage nach forstlichen Reststoffen eine nachhaltigere und produktivere Bewirtschaftung vielfach überalterter Wälder und leistet damit einen wichtigen Beitrag für den Erhalt der Schutz- und Bannwälder und der Trinkwasserversorgung. Die genannten Sekundärnutzen können zu einer nicht zu unterschätzenden Um-

wegsrentabilität der Förderungen führen.

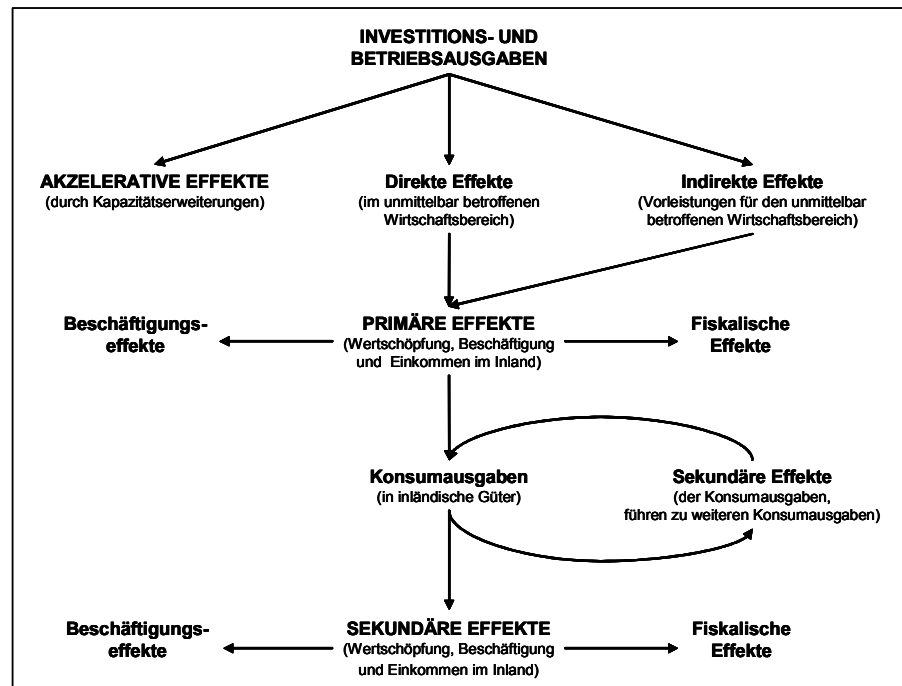
Das Land Vorarlberg hat sich im Rahmen des Energiekonzeptes 2010 ehrgeizige Ziele gesetzt, darunter auch das Ziel, die energetische Nutzung fester Biomasse von 1996 bis zum Jahr 2010 um 25 % zu steigern (AVLR, 2001). Der Anspruch, den Anteil der erneuerbaren Energieträger und insbesondere der Biomasse am Gesamtenergiebedarf aus energie- und klimapolitischen Überlegungen heraus zu erhöhen, wird von der Bundesregierung sowie den meisten der übrigen Bundesländer anerkannt und sowohl ideell als auch materiell gefördert. Dies hat zu einer international viel beachteten, sehr dynamischen Entwicklung des Bioenergiemarktes in Österreich geführt (Madlener, 2006; Haas/Kranzl, 2002).

Die von den Autoren im Jahre 2005 durchgeführte Untersuchung kam dem Wunsch des Landes Vorarlberg nach, die wirtschaftlichen Auswirkungen der Biomasseförderung und die erzielte CO<sub>2</sub>-Vermeidung zu evaluieren. Es war nicht Ziel der Studie, die ökonomische Effizienz des Förderprogramms für Bioenergie zu beurteilen. Die folgenden Abschnitte stellen die gewählte Methodik, die derzeit gültigen Biomasseförderungen, die Verbreitung der Biomasseanlagen in Vorarlberg, die Grundzüge der Berechnung sowie die wichtigsten Resultate der Studie vor.

## Methodik

Die statische Input-Output (I/O) Analyse wird häufig als Methode für die Abschätzung von Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und fiskalischen Effekten angewandt. Bei dieser Methode wird grundsätzlich zwischen primären und sekundären Effekten unterschieden, wobei sich erstere weiter in direkte und indirekte Effekte unterteilen lassen. Die *primären Effekte* betreffen die unmittelbar mit einer bestimmten Investition und dem laufenden Betrieb verbundenen Ausgaben. Aus der durch diese Ausgaben entstehenden Wertschöpfung resultieren höhere Einkommen, die zum

**Abbildung 1:** Überblick zu den in der I/O-Analyse berücksichtigten Effekten



Quelle: Madlener/Koller (2005)

Teil wieder für Konsumausgaben verwendet werden. Diese führen ihrerseits erneut zu Wertschöpfung und Beschäftigung sowie zu zusätzlichem Einkommen. Jene Effekte, die aus Konsumausgaben zusätzliches Einkommen resultieren, werden als *sekundäre Effekte* bezeichnet. Die *direkten Effekte* entstehen aufgrund von getätigten Investitionen in den unmittelbar davon betroffenen Wirtschaftszweigen. Diese benötigen ihrerseits weitere Vorleistungen, sodass letztendlich zahlreiche Branchen betroffen bzw. involviert sind. Effekte, die nicht unmittelbar, sondern erst aufgrund solcher Produktionsverflechtungen der Wirtschaft entstehen, werden gewöhnlich als *indirekte oder multiplikative Effekte* bezeichnet. Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Effekte und deren Beziehung zueinander im Überblick.

Mit Hilfe von I/O-Tabellen und den genannten Effekten können Wertschöpfungs- und Beschäftigungs-Multiplikatoren errechnet werden. Diese zeigen, wie stark sich Output, Wertschöpfung und Beschäftigung durch ei-

ne Einheit zusätzlicher Nachfrage im jeweiligen Wirtschaftssektor verändern.

Eine weitere wichtige Unterscheidung ist jene zwischen *Brutto- und Nettoeffekten*. Dadurch, dass Investitionen und damit zusammenhängende laufende Ausgaben von einem Wirtschaftsbereich in einen anderen verlagert werden (im gegenständlichen Fall etwa von konventionellen, mit Heizöl oder Erdgas betriebenen Heizungssystemen hin zu modernen Biomassensystemen), kommt es auch zu Verdrängungseffekten. Das heißt, dass den positiven Effekten auf Wertschöpfung, Beschäftigung und Steueraufkommen negative Effekte durch den Wegfall von Ausgaben für konventionelle Systeme gegenüber stehen, die saldiert die Nettoeffekte ergeben. Darüber hinaus entstehen für die öffentliche Hand Opportunitätskosten in Form von ausbezahlten Förderungen, die nicht mehr für andere Zwecke zur Verfügung stehen (und je nach Sachlage bzw. Alternativen eventuell sinnvoller eingesetzt hätten werden können; vgl. in diesem Zusammenhang auch Häder/Schulz, 2005).

Die I/O-Analyse stellt ein wichtiges Instrument zur Abschätzung konjunktureller Auswirkungen unterschiedlicher Investitionen dar. Bei der Würdigung der Methode und der Interpretation der Ergebnisse und deren Aussagekraft muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Analyse auf einer Reihe von vereinfachenden Annahmen beruht, welche nachfolgend kurz zusammengefasst werden sollen:

- *Konstante Skalenerträge bzw. linear limitationale Produktionsfunktionen:* Der Zusammenhang zwischen Inputfaktoren und Output wird als streng proportional angenommen (d.h. wird der Output um einen bestimmten Faktor erhöht, so steigt der Einsatz aller Inputfaktoren genau um diesen Faktor an). Technologischer Fortschritt und Änderungen der Produktionsstruktur werden vernachlässigt.
- *Keine Substitutionsmöglichkeiten bzw. Homogenität:* Es besteht keine Substitutionsmöglichkeit zwischen verschiedenen Inputs, die zur Produktion eines bestimmten Gutes notwendig sind. Ein Produkt kann daher nur mit einer bestimmten Kombination an Inputfaktoren hergestellt werden, ansonsten entsteht ein anderes Produkt.
- *Unterauslastung der Volkswirtschaft:* Alle Effekte werden für eine Volkswirtschaft mit Unterauslastung ermittelt (d.h. betroffene Wirtschaftsbereiche setzen freie Kapazitäten ein und müssen keine Investitionen in Kapazitätserweiterungen vornehmen). Bei Verletzung dieser Annahme müsste man einen sich durch notwendige Kapazitätserweiterungen ergebenden Akzeleratoreffekt entsprechend mit berücksichtigen.
- *Zeitverzögerung:* Die Erhebung der Datengrundlagen detaillierter I/O-Tabellen ist sehr aufwändig, zumal sie alle Produktionsverflechtungen einer Wirtschaft zeigen. Deswegen sind I/O-Tabellen üblicherweise nur mit einer Zeitverzögerung von einigen Jahren verfügbar. Der gegenständlichen Studie wurde die aktuellste verfügbare, von Statistik Austria publi-

zierte I/O-Tabelle Österreichs für das Jahr 2000 zugrunde gelegt (Statistik Austria, 2004). Da sich der Betrachtungszeitraum der Analyse auf wenige Jahre vor und nach dem Jahr 2000 beschränkt, wurde auf eine Anpassung der I/O-Tabelle auf die betroffenen Jahre verzichtet und auch Inflationsaspekte außer Acht gelassen.

In der letzten Einschränkung liegt der Grund, warum auf einen dynamischen Modellansatz verzichtet werden musste. Wegen der nur mit einigen Jahren Verzögerung und nicht für jedes Jahr vorliegenden I/O-Tabellen hätten die fehlenden Jahre entsprechend intra- bzw. extrapoliert werden müssen und wäre der zusätzliche Nutzen in keinem Verhältnis zum zusätzlichen Analyseaufwand gestanden.

Existiert keine zwischen einzelnen Regionen bzw. Bundesländern differenzierende I/O Tabelle (wie dies für Österreich der Fall ist), so ist weder eine Regionalisierung der Wirtschaftsstrukturen noch eine entsprechende regionale Zuordnung der festgestellten Effekte möglich. Weicht daher die Wirtschaftsstruktur Vorarlbergs (und insbesondere die relative Größe der betroffenen Wirtschaftsbereiche) wesentlich von jener Gesamtösterreichs ab, so können die erzielbaren Resultate recht ungenau sein. Allerdings weist die I/O-Tabelle die Import- und Exportquoten für jeden einzelnen Sektor aus, sodass sich zumindest die im Inland wirksamen Effekte abgrenzen und berechnen lassen. Die ermittelten Effekte sind daher nicht unmittelbar als in Vorarlberg anfallende Effekte zu interpretieren, wenngleich de facto ein sehr großer Anteil dort anfallen dürfte.

Bei der konkreten Berechnung müssen zuerst mit Hilfe der I/O-Tabelle alle zu berücksichtigenden Investitionen und sonstigen Ausgaben den betroffenen Wirtschaftssektoren zugeordnet und so die primäre Wertschöpfung errechnet werden. Durch Abzug von Abschreibungen und Gütersteuern werden aus dieser sodann die zugrunde liegenden Bruttolöhne, Gehälter und Unternehmereinkommen ermittelt. Davon

werden Steuern und Sozialabgaben abgezogen und unter Berücksichtigung der Spar- und Importquote die im Inland wirksamen Konsumausgaben errechnet. Das Aufkommen an fiskalischen Rückflüssen lässt sich durch Multiplikation der kalkulierten Einkommen mit der Staatsquote errechnen (für weitere Details vgl. Madlener/Koller, 2005).

## Förderung von Biomasseanlagen in Vorarlberg

In Vorarlberg werden im Bereich der erneuerbaren Energien derzeit Biogas-, Wärmepumpen-, Biomasse-, Photovoltaik- und Solaranlagen mit nicht rückzahlbaren Investitionszuschüssen gefördert. Auf die seit 1993 geförderten Biomasseanlagen (div. Kategorien von Kleinanlagen<sup>1</sup> sowie Biomasse-Nahwärmanlagen mit kommunalem Charakter) entfielen im Jahr 2004 rund 30 % des gesamten Fördervolumens für erneuerbare Energien des Landes Vorarlberg. Neben diesen finanziellen Anreizen hat das Land Vorarlberg auch eine Reihe flankierender Maßnahmen zur Förderung der verstärkten energetischen Nutzung von Biomasse ergriffen und sowohl ideell als auch materiell unterstützt. Beispiele sind die gezielte Informationsbereitstellung, diverse Beratungsleistungen sowie die (Mit-) Organisation von einschlägigen Schulungen für Planer und Installateure.

Tabelle 1 liefert eine Übersicht über die drei verschiedenen Arten der finanziellen Förderung von Biomasse-Nahwärmanlagen in Vorarlberg: (1) Zuschüsse zur Erstellung von Grobstudien für die Planung von Biomasse-Nahwärmanlagen, (2) Zuschüsse zur Errichtung oder Erweiterung von Biomasse-Nahwärmanlagen sowie (3) Förderung von Hausanschlüssen an

<sup>1</sup> Dazu zählen Kachelöfen, Kaminöfen, Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletsheizungen.

**Tabelle 1:** Förderung von Biomasse-Nahwärmanlagen im Rahmen des „Schwerpunktprogramms Biomasse“ des Landes Vorarlberg

Grobstudien	Errichtung oder Erweiterung von Anlagen	Hausanschlüsse
30 % der anrechenbaren Kosten, max. € 2'200	35 % der anrechenbaren Investitionskosten	€ 150/kW Heizlast bei vorhandenem Zentralheizungssystem und bei Neubauten, € 300/kW Heizlast bei Umstieg von Einzelöfen oder E-Heizung bzw. bei Systemen ohne vorhandene Wärmeverteilanlage. Maximal 35 %.

Anm.: Stand 30.6.2005. <sup>a</sup> Bei Einsatz von Waldhackgut kann die Förderquote unter Einhaltung gewisser Bedingungen auf max. 45 % erhöht werden.\*

\* Die konkreten Voraussetzungen dafür sind: (1) Einsatz von Waldhackgut über einen Zeitraum von mind. 10 Jahren (vertraglich abgesichert); (2) es muss sich um Brennstoff gemäss ÖNORM M7133 handeln (Ausgangsmaterial für das Hackgut ist Rundholz und Astmaterial aus dem Wald oder Flurgehölze ohne vorhergehende Behandlung); (3) der mengenmäßige Anteil des Waldhackgutes am Brennstoff-Mix muss mind. 15 % pro Jahr betragen; 50 % der gewährten Förderung für den Einsatz von Waldhackgut werden nach Fertigstellung des Projektes ausbezahlt, die restlichen 50 % nach Ablauf von fünf Jahren bei Einhaltung der geforderten Bedingungen.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Tabelle 2:** Förderung von Biomasse-Kleinanlagen im Rahmen des „Schwerpunktprogramms Biomasse“ des Landes Vorarlberg

	Kachel- u. Kaminöfen (Einzelheiz.)	Kachel- u. Kaminöfen (Zentralheiz.)	Stückholz-Heizungen m. Pufferspeicher	Hackgut-Heizungen	Pellets-Heizungen
Einmaliger Zuschuss	€ 800	€ 1'700	€ 1'200 bzw. € 1'000/Gebäude bzw. € 500/Wohn-einheit	35 % (EMG <sup>d</sup> ) bzw. € 1'500/Gebäude bzw. € 600/Wohn-einheit	35 % (EMG <sup>d</sup> ) bzw. € 1'500/Gebäude bzw. € 600/Wohn-einheit
Sonderbestimmungen		€ 100 Service-scheck <sup>a,b</sup>	€ 100 Servicescheck <sup>b</sup> , € 200 f. Kessel mit Lambda-Sonde <sup>c</sup>	€ 1'000/Gebäude bei Gemeinschaftsanl. u. Einsatz von Waldhackgut	
Begrenzung der Förderhöhe (max. anrechenbaren Investitionskosten, in %)			35 %	€ 2'200 (EMG <sup>d</sup> ), 35 %	€ 2'200 (EMG <sup>d</sup> ), 35 %

Anm.: Stand: 30.6.2005; <sup>a</sup> bei zentralen Kaminöfen nur wenn händisch beschickt; <sup>b</sup> Heizungsservice nach Betriebsdauer von zwei Heizperioden; <sup>c</sup> oder technisch gleichwertiger Einrichtung; <sup>d</sup> EMG = Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Gemeinschaftsanlagen.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

Nahwärmenetze (man beachte, dass bei der zuletzt genannten Förderung der Besitzer des betreffenden Wohngebäudes als Förderwerber auftritt).

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die für Biomasse-Kleinanlagen aktuellen Förderungen im Rahmen des „Schwerpunktprogramms Biomasse“. Für eine systematische Auflistung der mehrfach revidierten Förderrichtlinien im Zeitablauf siehe Madlener/Koller (2005).

Abbildung 2 zeigt die zeitliche Entwicklung der Investitionen und der Fördervolumina für die bis Juni 2005 realisierten Nahwärmanlagen sowie für die 2006 und 2007 erwarteten Investitionen und Förderbeträge (für im Bau befindliche bzw. geplante Anlagen). Die bestehende Anlage in Lech am Arlberg mit einer Leistung von 7,5 MW und einige geplante größere Anlagen erklären das Ausreisserjahr 1999. Deutlich erkennbar ist der hohe Anteil der Bedarfszuweisungen sowie der bescheidene Anteil der EU-Förderungen.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Investitionen und der gewährten Investitionskostenzuschüsse für die verschiedenen Kategorien geförderter Biomasse-Kleinanlagen im Zeitablauf. Aus der kumulierten Darstellung der getätigten Investitionen und gewährten Förderungen tritt die Kontinuität der Entwicklung im Zeitablauf noch deutlicher hervor als im Falle der (zahlenmäßig weitaus geringeren und bzgl. der Investitionsvolumina relativ heterogenen) Nahwärmanlagen.

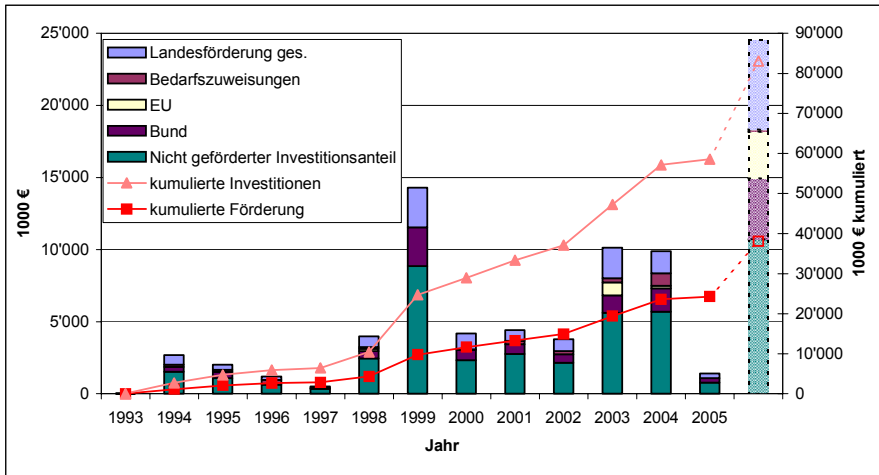
## Diffusion von Biomasseanlagen in Vorarlberg

### Nahwärmanlagen

Eine Nahwärmanlage ist eine zentrale Heizungsanlage, welche umstehende Gebäudeobjekte über Rohrleitungen mit Wärme versorgt.<sup>2</sup> In Vorarl-

<sup>2</sup> In Abhängigkeit von der Anlagengröße können dies einige wenige Gebäude sein oder, wie im Fall von Lech am Arlberg, der größten Biomasse-Anlage in Vorarlberg, rund 200 Gebäude. Ver-

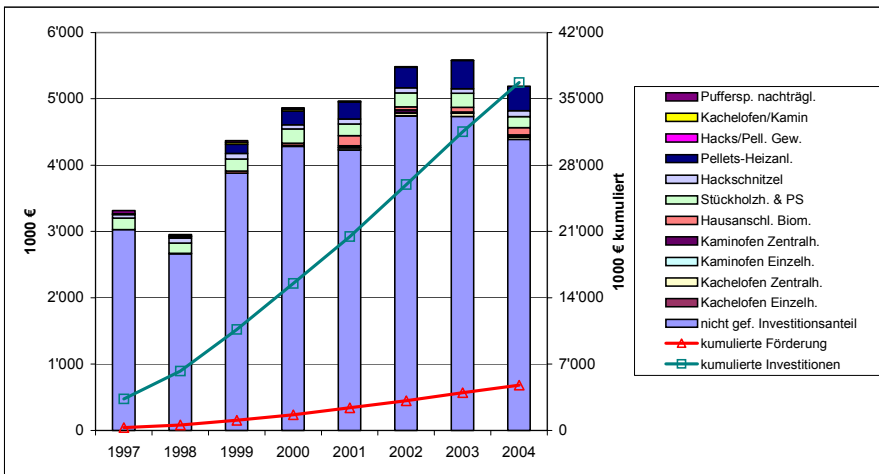
**Abbildung 2:** Zeitliche Entwicklung der in Vorarlberg für Biomasse-Nahwärmanlagen jährlich aufgewendeten Investitionssummen und Fördervolumina, 1/1993 – 6/2005 (m. Angabe der per Juni 2005 projizierten Mittel)



Anm.: Zurechnungen auf die einzelnen Jahre beziehen sich auf die (geplante) Inbetriebnahme der Anlagen. Bedarfszuweisungen sind vom Bundesland einbehaltene Gemeindemittel aus dem Bundesbudget (vgl. Fußnote 4).

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Abbildung 3:** Zeitliche Entwicklung der für Biomasse-Kleinanlagen gewährten Fördermittel, 1997–2004



Anm.: Die Investitionen von 1993-1996 wurden nicht vollständig erfasst und bleiben in dieser Grafik daher unberücksichtigt. PS = Pufferspeicher.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

berg wurden von den frühen 1990er-Jahren bis Ende 2004 insgesamt 71 Biomasse-Nahwärmanlagen und 23 Erweiterungen errichtet und gefördert. Der jährliche Biomasse-Brennstoffbedarf dieses Anlagenbestandes beläuft sich auf rund 200'000 Schüttraummeter

sorgt werden meist sowohl kommunale, gewerbliche als auch private Objekte.

(Srm) Hackgut, was einer Energiemenge von rund 134 GWh entspricht (typischer Brennstoffmix).

Abbildung 4 zeigt die jährliche und kumulierte Entwicklung der Marktdiffusion von Biomasse-Nahwärmanlagen über die Zeit, und zwar ausgedrückt als (1) Anzahl neu errichteter Anlagen, (2) Anzahl der versorgten Objekte, (3) installierte Leistung (MW),

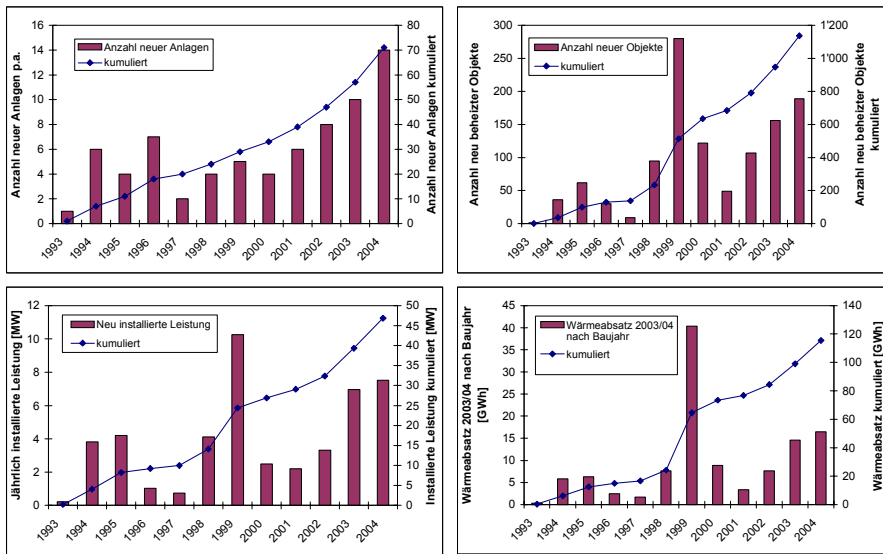
sowie (4) in der Heizperiode 2003-2004 abgesetzte Wärmemenge nach Anlagenbaujahr (GWh p.a.)<sup>3</sup>. Es zeigt sich, dass die Anzahl der jährlich neu installierten Anlagen keinen allzu großen Schwankungen unterworfen war und sich seit dem 1997 erreichten Tiefpunkt recht kontinuierlich erhöht hat. Bei der jährlich neu installierten Leistung (und ähnlich bei der jährlichen Wärmeerzeugung) sowie der Anzahl neu beheizter Objekte hingegen zeigen sich deutliche jährliche Schwankungen sowie das Herausragen der 1999 in Betrieb gesetzten Anlage in Lech am Arlberg mit 7,5 MW installierter Leistung. Abbildung 5 zeigt die Größenklassen-Verteilung der bis Ende 2004 errichteten Biomasse-Anlagen. Wie man leicht erkennen kann, dominieren die Anlagen bis 1 MW installierter Leistung deutlich, gefolgt von den Anlagen zwischen 1–2 MW und schließlich jenen über 2 MW.

### Kleinanlagen

In Vorarlberg wurden von Anfang 1993 bis Ende 2004 rund 3'800 Biomasse-Kleinanlagen verschiedenen Typs gefördert. Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der Anzahl geförderter Anlagen nach Förderkategorie im Zeitablauf. Daraus wird ersichtlich, dass den Stückholzheizungen und Pufferspeichern (PS) im Betrachtungszeitraum zahlenmäßig eine überragende Bedeutung zukam, insbesondere wenn man den in den 1990er Jahren geförderten nachträglichen Einbau von Pufferspeichern mit berücksichtigt. Es wird weiters klar ersichtlich, dass die Zahl der geförderten Pelletsheizungen erst ab 1999 stark zugenommen hat.

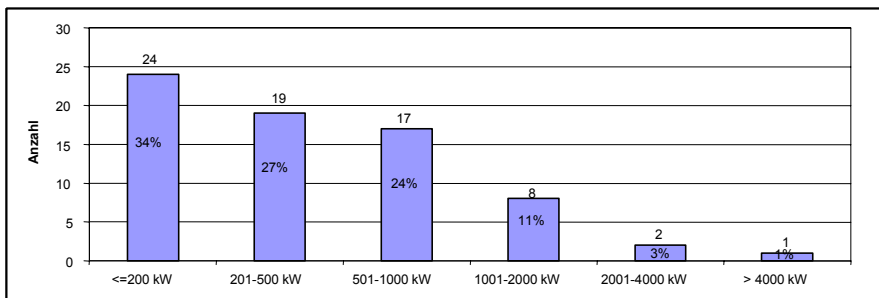
<sup>3</sup> Je nach vorhandenen Messeinrichtungen bei den Nahwärmesystemen sind die angegebenen Wärmemengen in einigen Fällen erzeugte und nicht die an den Endkonsumenten abgegebene Mengen.

**Abbildung 4:** Diffusion der Biomasse-Nahwärmanlagen in Vorarlberg (N = 71), 1993–2004



Quelle: Madlener/Koller (2005)

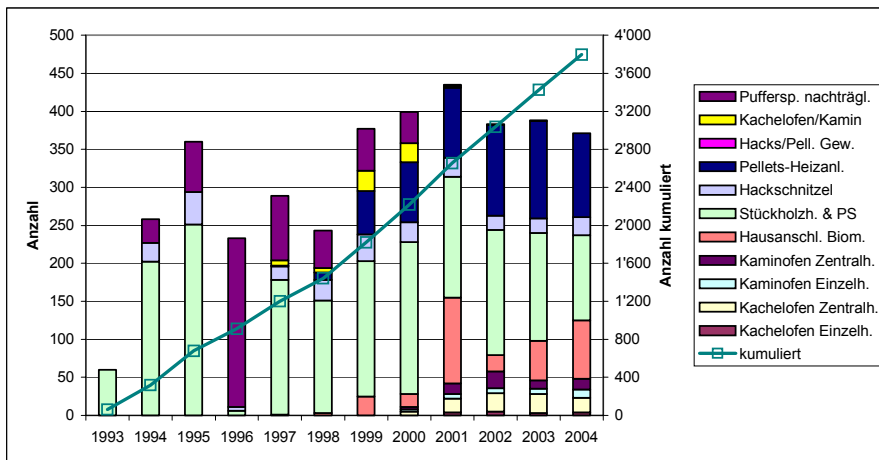
**Abbildung 5:** Anzahl der in Vorarlberg installierten Biomasse-Nahwärmanlagen (N = 71) nach Größenklasse, 1993 – 2004



Anm.: Neun Anlagen in der Größenklasse bis 200 kW haben eine installierte Nennleistung von < 100 kW.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Abbildung 6:** Zeitliche Entwicklung der in Vorarlberg geförderten Kleinanlagen (N = 3'796), nach Förderkategorie, 1993–2004



Anm.: Einige der angegebenen Förderkategorien sind inzwischen ausgelaufen.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

## Resultate der empirischen Untersuchung

### Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und fiskalische Effekte

#### Auswirkungen durch Investitionen in geförderte Biomasseanlagen

Tabelle 3 fasst die wichtigsten Resultate der Untersuchung im Bereich der investitionsbezogenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sowie der fiskalischen Effekte zusammen. Es zeigt sich, dass die Diffusion von Biomasseanlagen in Vorarlberg im Zeitraum von 1/1993–6/2005 (Nahwärmanlagen) bzw. 1/1993–12/2004 (Kleinanlagen) einen investitionsbedingten Nachfrageimpuls ausgelöst hat, durch den insgesamt eine Wertschöpfung von etwa € 92,9 Mio., ein Beschäftigungseffekt in der Höhe von etwa 1'580 Personenjahren und ein fiskalischer Effekt von € 23,3 Mio. induziert wurden (jeweils inländische Bruttoeffekte). Eine Abschätzung der (abdiskontierten) verdrängten Investitionen in dezentrale Heizungsanlagen (anhand von Objektlisten) weist auf einen Verdrängungseffekt von ca. 20–40 % hin (für Details vgl. Madlener/Koller, 2005). Diesen beachtlichen Auswirkungen stehen vom Land Vorarlberg eingesetzte Fördermittel von insgesamt € 17,8 Mio. gegenüber (zusammengesetzt aus € 8,6 Mio. Grundförderung, € 2,8 Mio. Zusatzförderung für die Nutzung von Waldhackgut und € 6,4 Mio. für Kleinanlagen).<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Die Fördermittel setzen sich aus verschiedenen Quellen zusammen. Dazu zählen neben der Landesförderung verschiedene EU-Förderungen, diverse Bundesförderungen und die sogenannten Bedarfszuweisungen (dzt. 12,7 % der aus dem Bundesbudget gespeisten Mittel der Gemeinden, die von den Bundesländern einbehalten werden; vgl. FAG, 2005). Insgesamt betragen die bis Juli 2005 aufgelaufenen Förderungen für Biomasseanlagen € 30,5 Mio., wovon auf Bundesfördermittel € 8,9 Mio., auf EU-Mittel € 1,3 Mio. und auf Bedarfszuweisungen € 2,5 Mio. entfielen.



**Tabelle 3:** Zusammenfassung der durch die Anlagenerrichtung ausgelösten inländischen (Brutto-) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte, kumuliert

Geförderte Technologie	Wertschöpfung (€)	Beschäftigung (Pers.jahre)	Fiskalischer Effekt (€)
Kachel- u. Kaminöfen (Einzel-/Zentralh.)	3'048'000	54	765'900
Stückholzheizungen u. Pufferspeicher	20'729'800	385	5'209'200
Automatische Hackschnitzelheizungen	3'619'400	67	909'500
Pelletsheizungen	7'215'000	134	1'813'100
<i>Zwischensumme (Biomasse-Kleinanlagen)</i>	<i>34'612'200</i>	<i>640</i>	<i>8'697'700</i>
Hausanschlüsse Biomasse	1'524'500	29	383'100
Biomasse-Nahwärmeanlagen	56'758'900	913	14'263'100
<b>TOTAL</b>	<b>92'895'600</b>	<b>1'582</b>	<b>23'343'900</b>

Anm.: Betrachtungszeitraum Nahwärmeanlagen 1/1993–6/2005, Kleinanlagen 1/1993–12/2004. Die Investitionen in Kleinanlagen wurden für die Jahre 1993–1996 linear extrapoliert, da die Werte zum Zeitpunkt der Untersuchung erst ab 1997 vollständig vorlagen.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Tabelle 4:** Zusammenfassung der durch die Anlagenerrichtung ausgelösten inländischen (Brutto-) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte pro 1 Mio. €

Geförderte Technologie	Wertschöpfung (€)	Beschäftigung (Pers.jahre)	Fiskalischer Effekt (€)
Durch 1 Mio. € an Investitionen (Fördermitteln) ausgelöste Bruttoeffekte			
Kachel- u. Kaminöfen (Einzel-/Zentralh.)	1'073'700 (8'558'400)	19 (151)	269'800 (2'150'700)
Stückholzheizungen u. Pufferspeicher	1'024'200 (10'591'700)	19 (197)	257'400 (2'661'600)
Automatische Hackschnitzelheizungen	988'000 (6'087'100)	18 (113)	248'300 (1'529'600)
Pelletsheizungen	993'800 (5'862'100)	19 (109)	249'700 (1'473'100)
Hausanschlüsse Biomasse	1'127'300 (3'786'300)	21 (72)	283'300 (951'500)
Nahwärmeanlagen	1'101'600 (2'664'800)	18 (43)	276'800 (669'600)
Nahwärmeanlagen (nur Landesförderung)	1'101'600 (5'628'000)	18 (91)	276'800 (1'414'400)

Anm.: Betrachtungszeitraum Nahwärmeanlagen 1/1993–6/2005, Kleinanlagen 1/1993–12/2004. Die Investitionen in Kleinanlagen wurden für die Jahre 1993–1996 linear extrapoliert, da sie erst ab 1997 vollständig erfasst sind.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der Resultate für die Wertschöpfungs-, Beschäftigungs-, und fiskalischen Effekte pro investierter Million € (bzw. pro Million € an Fördermitteln), während Tabelle 5 die erwarteten Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steuereffekte für als förderwürdig befundene Nahwärmeanlagen, die sich zum Stichtag 30. Juni 2005 noch im Bau bzw. in der Planungsphase befanden, wiedergibt. Die Ergebnisse verdeutlichen einerseits, dass sich die pro investierter Million € entstehenden konjunkturellen Effekte nur in geringem Maße zwischen den Anlagentypen unterscheiden und dass andererseits die

bereits geplanten und in den kommenden Jahren noch zu realisierenden Nahwärme-Projekte beachtliche zusätzliche Effekte auslösen werden.<sup>5</sup>

In ähnlich gelagerten Studien werden zumeist lediglich die durch die Investitionen verursachten Effekte betrachtet. Der folgende Abschnitt zeigt jedoch, dass im Falle der untersuchten Biomasseanlagen auch die wirtschaftli-

<sup>5</sup> Bei den geplanten Nahwärmeanlagen ist zu beachten, dass die Investitionen und die daraus resultierenden makroökonomischen Effekte über mehrere Jahre anfallen werden und der definitive Bauentscheid bei einigen Anlagen erst noch gefällt werden muss (d.h. die Realisierung noch unsicher ist).

chen Auswirkungen des Betriebes nicht zu vernachlässigen sind.

#### Auswirkungen durch den Betrieb der Biomasseanlagen

Durch die Nutzung von Biomasse entstehen wirtschaftliche Effekte mit äußerst regionalem Charakter. Das stark bewaldete Land Vorarlberg kann mit Holz einen seiner wichtigsten natürlichen Rohstoffe für Energiezwecke direkt und aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sinnvoll nutzen. Dabei sind auch die anfallenden Wirtschaftsaktivitäten, etwa im Forst- und Transportwesen, zu beachten. Schließlich sind noch die Effekte durch den unmittelbaren Betrieb der Biomasseanlagen zu berücksichtigen. Darunter versteht man alle Effekte, die durch direkte Kosten des Betriebes der Anlagen anfallen, wie zum Beispiel Stromverbrauch, Tätigkeiten des Anlagenwartes, Wartungs- und Reparaturarbeiten, Aufwendungen im Bereich Öffentlichkeitsarbeit, usw. Tabelle 6 zeigt eine Zusammenfassung der auf den Anlagenbetrieb und den Brennstoffeinsatz bezogenen Bruttoeffekte. Dabei sticht die Wertschöpfung durch den Brennstoffeinsatz von über € 18 Mio. besonders ins Auge, welche nach unserer Einschätzung fast zur Gänze im Land Vorarlberg anfallen dürfte. Dies kann unter anderem mit der Topographie des Landes Vorarlberg begründet werden (südliche und östliche Abschottung des Landes durch die Vor-alpen), einer mangelnden Verfügbarkeit von kostengünstigen Biomasse-Reststoffen im benachbarten Ausland (Bodenseegebiet), sowie mit dem aufgrund der vergleichsweise geringen Energiedichte von Holz hohen Kostenanteils des Transports. Weiter spielt auch die Tatsache eine wichtige Rolle, dass sich die lokale Bevölkerung eine Versorgung der Nahwärmeanlagen mit in der näheren Umgebung verfügbaren Biomasse wünscht (z.B. aus dem Waldbestand der lokalen Agrar- oder Bürgergemeinschaft).

**Tabelle 5:** Durch im Bau bzw. in Planung befindliche Nahwärmanlagen erwartete inländische (Brutto-) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte, kumuliert

	Wertschöpfung (€)	Beschäftigung (Pers.jahre)	Fiskalischer Effekt (€)
Nahwärmanlagen im Bau	344'500	6	86'600
Nahwärmanlagen in Planung	24'646'700	387	6'193'500

Anm.: Stand 30.6.2005

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Tabelle 6:** Durch den Brennstoffeinsatz und Betrieb von Nahwärmanlagen und mit Pellets betriebenen Kleinanlagen ausgelöste inländische (Brutto-) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte, kumuliert

	Wertschöpfung (€)	Beschäftigung (Pers.jahre)	Fiskalischer Effekt (€)
Brennstoffverbrauch Nahwärmanlagen	18'232'400	370	4'581'700
Brennstoffverbrauch Pellets-Kleinanlagen	655'800	14	164'800
Betrieb von Nahwärmanlagen	6'100'900	41	1'533'100

Anm.: Nahwärmanlagen 1/1993–12/2004, Pellets-Kleinanlagen 1/1997–12/2004

Quelle: Madlener/Koller (2005)

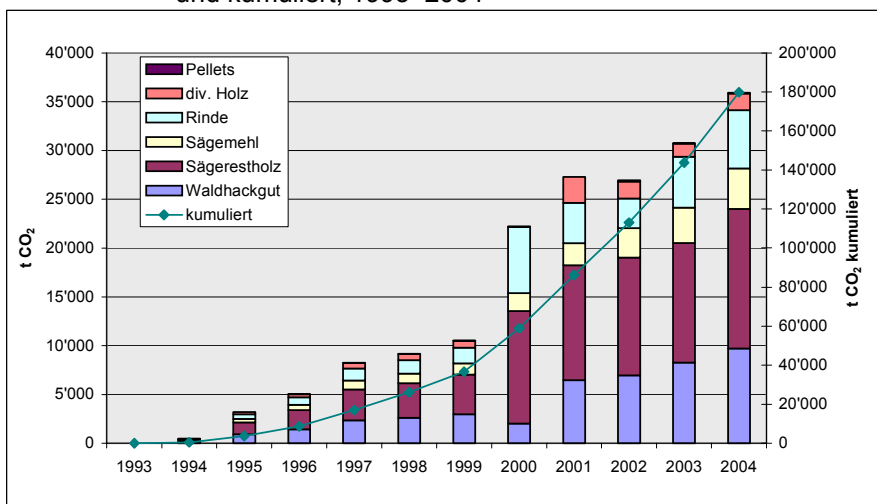
**Tabelle 7:** Durch den Einsatz von Biomasse in geförderten Nahwärmanlagen und mit Pellets betriebenen Kleinanlagen vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen, kumuliert

Geförderte Technologie	CO <sub>2</sub> -Emissionen, brutto <sup>a</sup> (t)	CO <sub>2</sub> -Emissionen, netto <sup>a</sup> (t)
Nahwärmanlagen	224'700	179'800
Pellets-Kleinanlagen	6'800	6'500

Anm.: Betrachtungszeitraum Nahwärmanlagen 1/1993–6/2005, Pellets-Kleinanlagen 1/1997–12/2004. <sup>a</sup> „brutto“ („netto“) bedeutet vor (nach) Abzug der Netzverluste und der Berücksichtigung des Einsatzes fossiler Hilfsenergien für die Biomasse-Bereitstellung.

Quelle: Madlener/Koller (2005)

**Abbildung 7:** Durch den Einsatz von Biomasse in Nahwärmanlagen vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen, nach Energieträger, jährlich und kumuliert, 1993–2004



Quelle: Madlener/Koller (2005)

## CO<sub>2</sub>-Vermeidung

Im Hinblick auf die ambitionierten Ziele des Landes Vorarlberg zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen ist die Frage nach den effektiv vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen von besonderer Relevanz. Tabelle 7 bzw. Abbildung 7 zeigen die wichtigsten Ergebnisse der Abschätzung der vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für die Berechnung der Bruttoeffekte wurde vereinfachend angenommen, dass Bioenergiesysteme ausschließlich mit Heizöl extraleicht befeuerte Anlagen verdrängen, was zu einer gewissen Überschätzung führt, da auch alte Holzheizungen und in geringem Maße Gasheizungen ersetzt werden (die meisten Biomasse-Nahwärmanlagen werden in nicht gasversorgten ländlichen Regionen und teils in Berggemeinden errichtet). Die Summe der bisherigen CO<sub>2</sub>-Vermeidung beläuft sich demnach netto (d.h. unter Berücksichtigung von Netzverlusten und Hilfsenergien) auf etwa 180'000 t für Biomasse-Nahwärmanlagen und auf etwa 6'500 t für mit Pellets betriebene Kleinanlagen (für Details der Berechnungen vgl. Madlener/Koller, 2005).

Verglichen mit den bis ins Jahr 2010 angestrebten CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch den Einsatz erneuerbarer Energien von jährlich 102'000 t sind die angegebenen Werte bedeutsam. So hat allein der Einsatz von Biomasse in Nahwärmanlagen bereits im Jahr 2004 (rd. 36'000 t an vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen) fast 35 % zur Zielerreichung beigetragen. Die seit 1997 zunehmend Verbreitung findenden Pelletsheizungen erhöhten den Zielerreichungsbeitrag im Jahre 2004 mit rund 2'000 t CO<sub>2</sub>-Vermeidung um weitere 2 %.

## Fazit

In der vorliegenden Studie wurden mit Hilfe der Methode der statischen I/O-Analyse die durch die 1993 eingeführte Biomasseanlagen-Förderung des Landes Vorarlberg hervorgerufenen Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte empirisch abgeschätzt. Da



keine regionale I/O-Tabelle für Vorarlberg zur Verfügung stand, musste für die Berechnung der Effekte auf die nationale I/O-Tabelle für Österreich 2000 zurück gegriffen werden. Bei der Würdigung der erzielten Resultate ist diese methodische Einschränkung und auch die in Abschnitt 2 genannten allgemeinen Einschränkungen der verwendeten Analysemethoden mit zu berücksichtigen.

Das Land Vorarlberg hat zwischen Januar 1993 und Juni 2005 insgesamt 71 Biomasse-Nahwärmanlagen mit € 11,4 Mio. gefördert. Zusätzliche € 12,7 Mio. wurden aus EU- und Bundesmitteln eingesetzt. Im Zeitraum Januar 1993 bis Juni 2005 hat dies bei den Biomasse-Nahwärmanlagen zu einem Investitionsvolumen von insgesamt € 58,3 Mio. geführt. Für die Förderung von Biomasse-Kleinanlagen hat das Land Vorarlberg von 1993–2004 insgesamt € 6,4 Mio. ausgegeben (3'796 Anlagen). Das zugrunde liegende Investitionsvolumen betrug von Januar 1997 bis Dezember 2004 € 36,7 Mio. (die Investitionsdaten vor 1997 sind, wie bereits angemerkt, unvollständig).

Die wichtigsten Schlussfolgerungen, die aus der empirischen Untersuchung der konjunkturellen Effekte und der CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch die vom Land Vorarlberg geförderten Biomasseanlagen gezogen werden können, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die durch die Förderung von Biomasseanlagen in Vorarlberg induzierten Investitionen, der Betrieb und die Brennstoffbereitstellung verursachen beträchtliche inländische (Brutto-) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Fiskaleffekte:
  - Die getätigten Investitionen in Biomasse-Nahwärmanlagen haben brutto Wertschöpfungseffekte von € 92,9 Mio., einen Beschäftigungseffekt von 1'580 Personenjahren und fiskalische Effekte in Höhe von € 23,3 Mio. verursacht.
  - Pro Million € an Landes-Fördermitteln wird bei den Nahwärmanlagen im Inland brutto eine Wertschöpfung von € 5,6 Mio., eine Be-

schäftigung von 91 Personenjahren und ein fiskalisches Effekt von € 1,4 Mio. erzeugt.

- Die geplanten bzw. im Bau befindlichen Anlagen (Stand Juni 2005) werden im Inland brutto einen zusätzlichen Wertschöpfungseffekt von € 24,6 Mio., einen Beschäftigungseffekt von 387 Personenjahren und einen Fiskaleffekt von € 6,2 Mio. induzieren.
- Der Einsatz von Biomasse in Nahwärmanlagen und Pellets-Kleinanlagen hat im Inland brutto eine Wertschöpfung von € 18,2 Mio., einen Beschäftigungseffekt von 370 Personenjahren sowie einen fiskalischen Effekt von € 4,6 Mio. ausgelöst.
- Der laufende Betrieb der 71 untersuchten Vorarlberger Biomasse-Nahwärmanlagen hat bislang (Stand Juni 2005) im Inland brutto eine Wertschöpfung von € 6,1 Mio., Beschäftigung im Ausmaß von 41 Personenjahren und einen fiskalischen Effekt von € 1,5 Mio. hervorgerufen.
- Die Förderung pro Million € Investition beträgt bei Kachel-/Kaminöfen € 125'000, Stückholzheizungen/Pufferspeichern € 97'000, Hackschnitzelheizungen € 162'000, Pelletsheizungen € 169'000, Hausanschlüssen € 298'000 und bei Nahwärmanlagen € 415'000. Die daraus errechneten Förderquoten (Fördersätze) betragen:<sup>6</sup> Kachel-/Kaminöfen 12,5 % (7,97); Stückholzheizungen/Pufferspeicher 9,7 % (10,34); Hackschnitzelheizungen 16,2 % (6,16); Pelletsheizungen 16,9 % (5,90); Hausanschlüsse Nahwärmanlagen 29,8 % (3,36); Nahwärmanlagen 41,5 % (2,41) (vgl. Madlener/Koller, 2005, Tab. A.23).
- Die bis ins Jahr 2010 angestrebten CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern betragen 102'000 t pro Jahr (AVLR, 2001, S. 17). Allein der Einsatz von

<sup>6</sup> Die Förderquote wird als Förderung pro investierter Million € berechnet, der Fördersatz ist der Kehrwert davon (jeweils in %)

Biomasse in den betrachteten 71 Nahwärmanlagen hat im Jahr 2004 mit rund 36'000 t an vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits 35 % zu dem für 2010 angestrebten Ziel beigetragen. Kumuliert betrachtet haben die Nahwärmanlagen und die seit 1997 rasche Verbreitung findenden Pellets-Kleinanlagen bis dato dabei geholfen, netto rund 180'000 t bzw. 6'500 t an CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden.

In der vorliegenden Studie konnten die Nettoeffekte mangels hinreichender Daten über die verdrängten Systeme nur grob abgeschätzt werden. Vorläufige Berechnungen sprechen jedoch dafür, dass die Nettoeffekte deutlich positiv ausfallen (für Investitionen in Nahwärmanlagen in der Größenordnung von 60–80 % der Bruttoeffekte). Dies einerseits, weil dezentrale Anlagen nur sukzessive ersetzt worden wären und andererseits auch deshalb, weil – im Gegensatz zu fossilen Energiesystemen – die Brennstoffproduktion, -aufbereitung und der -transport in der Region erfolgen. Eine Folgeuntersuchung, in der auch die ökonomische Effizienz der Förderungen untersucht wird (inkl. Quantifizierung der Mitnahmeeffekte und der Opportunitätskosten der eingesetzten Fördermittel), ggf. im Vergleich zu anderen Bundesländern und/oder anderen geförderten erneuerbaren Energieträgern, könnte wertvolle weitere Ergebnisse über die Qualität des Biomasse-Förderprogramms des Landes Vorarlberg liefern.

## Literatur

AVLR (2001): Neuigkeiten aus der Zukunft. Energiekonzept Vorarlberg 2010. Schlussbericht. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz, März.

AVLR (2004): Energiebericht 2004. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz, Dezember.

FAG (2005): Bundesgesetz, mit dem der Finanzausgleich für die Jahre 2005 bis 2008 geregelt wird und sonstige finanzausgleichsrechtliche Bestimmungen getroffen werden (Finanzausgleichsgesetz 2005 – FAG 2005), BGBl. Nr. 156/2004, zuletzt geändert BGBl. Nr. 105/2005.

**Groß, A.** (2004): Biomasse hat Zukunft! Positionspapier zur energetischen Biomassennutzung in Vorarlberg, Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn, Februar.

**Haas, R. / Kranzl, L.** (2002): Bioenergie und Gesamtwirtschaft. Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung der energetischen Nutzung von Biomasse für Heizzwecke und Entwicklung von effizienten Förderstrategien für Österreich. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien (erschieden in: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 12/2003, BMVIT, Wien).

**Häder, M. / Schulz, E.** (2005): Beschäftigungswirkungen der Förderung erneuerbarer Energien, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 55. Jg., Heft 7, S. 472-475.

**Madlener R.** (2006): Innovation diffusion, public policy, and local initiative: the case of wood-fuelled district heating systems in Vorarlberg, Austria. Proceedings of the IEA Bioenergy Task 29 International Workshop "Local, Regional and Cross-Boundary Partnerships in Implementing Bioenergy Projects", 6-9 June 2005, Bezanec-Zagreb, Croatia, Energy Institute "Hrvoje Pozar", Zagreb, May (forthcoming in Energy Policy, in press).

**Madlener R. / Koller M.** (2005): Evaluierung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Förderung von Biomasse-Anlagen durch das Land Vorarlberg. Schlussbericht, Studie des Centre for Energy Policy and Economics (CEPE) an der ETH Zürich im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung, Zürich, Dezember.

**Leontief, W.** (1986): Input-Output-Economics, 2nd Ed., Oxford University Press, New York/Oxford.

**Statistik Austria** (2004): Input-Output-Tabelle 2000 (CD-ROM und Dokumentation), Statistik Austria, Wien, Februar.

**VKW** (1998): Energieholzpotential in Vorarlberg – unter besonderer Berücksichtigung des Holzbedarfes für Biomasseheizwerke, Vorarlberger Kraftwerke AG, Bregenz (unveröffentlicht).