Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz

Wissenschaftlicher Bericht Nr. 21-2008

Volkswirtschaftliche Effekte einer erweiterten Biomasse-Energie-Nutzung in der Energieregion Oststeiermark

Karl Steininger (Koord.)
Claudia Kettner
Angelika Kufleitner
Thomas Loibnegger
Alexandra Pack
Stefan Schleicher
Christoph Töglhofer
Thomas Trink

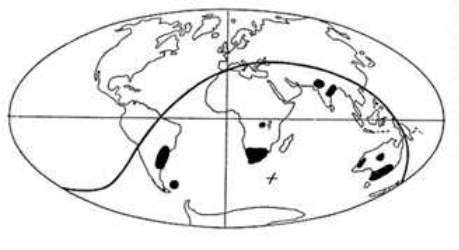
Mai 2008

Studie erstellt im Auftrag von

Das Land Steiermark
FA17A/Fachstelle Energie

Wegener Center
www.wegcenter.at

Das **Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel** vereint als interdisziplinäres und international orientiertes Forschungszentrum die Kompetenzen der Karl-Franzens-Universität Graz im Forschungsbereich "Klimawandel, Umweltwandel und Globaler Wandel". Forschungsgruppen und ForscherInnen aus Bereichen wie Geo- und Klimaphysik, Meteorologie, Volkswirtschaftslehre, Geographie und Regionalforschung arbeiten in unmittelbarer Campus-Nähe unter einem Dach zusammen. Gleichzeitig werden mit vielen KooperationspartnerInnen am Standort, in Österreich und international enge Verbindungen gepflegt. Das Forschungsinteresse erstreckt sich dabei von der Beobachtung, Analyse, Modellierung und Vorhersage des Klima- und Umweltwandels über die Klimafolgenforschung bis hin zur Analyse der Rolle des Menschen als Mitverursacher, Mitbetroffener und Mitgestalter dieses Wandels. Das Zentrum für rund 30 ForscherInnen wird vom Geophysiker Gottfried Kirchengast geleitet; führender Partner und stellvertretender Leiter ist Volkswirt Karl Steininger. (genauere Informationen unter www.wegcenter.at)



Alfred Wegener (1880-1930), Namensgeber des Wegener Zentrums und Gründungsinhaber des Geophysik-Lehrstuhls der Universität Graz (1924-1930), war bei seinen Arbeiten zur Geophysik, Meteorologie und Klimatologie ein brillianter, interdisziplinär denkender und arbeitender Wissenschaftler, seiner Zeit weit voraus. Die Art seiner bahnbrechenden Forschungen zur Kontinentaldrift ist großes Vorbild — seine Skizze zu Zusammenhängen der Kontinente aus Spuren einer Eiszeit vor etwa 300 Millionen Jahren als Logo-Vorbild ist daher steter Ansporn für ebenso mutige wissenschaftliche Wege:
Wege entstehen, indem wir sie gehen (Leitwort des Wegener Center).

Autorenteam:

Karl Steininger[1,2] (Koordination)
Claudia Kettner[1]
Angelika Kufleitner[1]
Thomas Loibnegger[1]
Alexandra Pack[1]
Stefan Schleicher[1,2,3]
Christoph Töglhofer[1]
Thomas Trink[1]

Kontakt: Karl Steininger
karl.steininger@uni-graz.at

Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz
Leechgasse 25
8010 Graz, Austria
www.wegcenter.at
ISBN-13 978-3-9502308-6-4

[1]Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel, Universität Graz
[2]Institut für Volkswirtschaftslehre, Universität Graz
[3]Wirtschaftsforschungsinstitut (WIFO), Wien

VORWORT

Die vorliegende Studie fasst die Endergebnisse des Forschungsprojekts *Volkswirtschaftliche Effekte einer erweiterten Biomasse-Energie-Nutzung in der Energieregion Oststeiermark* zusammen, das aus Mitteln der Fachabteilung 17A, Energiewirtschaft und allgemeine technische Angelegenheiten, Fachstelle Energie, gefördert wurde.

Gesamtgegenstand des Projektes ist die Analyse der regionalen volkswirtschaftlichen Bedeutung des Ausbaus der energetischen Nutzung von Biomasse am Beispiel der Oststeiermark (anhand von Faktoren wie Beschäftigung, Wertschöpfung oder öffentlichen Budgets). Die Erweiterung der regionalen Biomassenutzung soll dabei bedarfsorientiert stattfinden. In anderen Worten, eine erweiterte Biomassenutzung ist nur dann anzustreben, wenn ein Bedarf an Energiedienstleistung besteht und diese im Gesamt-Mix sinnvoll auf Basis von Biomasse bereitgestellt werden kann. Kerngegenstand des Projektes bilden die betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekte der regionalen Biomassenutzung. Auf ökologische Aspekte wird im vorliegenden Projekt nicht näher eingegangen.

Der vorliegende Endbericht beinhaltet:

- den (inter-)nationalen rechtlichen Rahmen für erneuerbare Energieträger (insbesondere Biomasse) (Abschnitt B),
- die Darstellung des derzeitigen und zukünftigen Bedarfs an Energiedienstleistungen in der Oststeiermark (Abschnitt C),
- die Auswahl der berücksichtigten Biomasseprimärprodukte (Energiepflanzen und -holz) und -technologien (Abschnitt C),
- die betriebswirtschaftliche Vollkostenanalyse von Biomasseprimärprodukten und -technologien (Abschnitt D),
- die Modellierung des East Styrian Biomass Models (ESBM) (Angewandtes Allgemeines Gleichgewichtsmodell) (Abschnitt E),
- die Erstellung von Biomassenutzungs-Szenarien und deren Simulation (Abschnitt E),
- eine Literaturstudie zu bisherigen Arbeiten mit Schwerpunkt volkswirtschaftliche Aspekte der Biomassenutzung in Österreich (Abschnitt E),
- die Überprüfung der Sensitivität der Ergebnisse auf Annahmen zentraler Parameter wie Zinssatz, und Ölpreis (Sensitivitätsanalyse) (Abschnitt E),
- die Identifikation der sozialen Erfolgsfaktoren für gemeinschaftliche Energieprojekte anhand von ExpertInnen-Interviews mit regionalen AkteurInnen in der Oststeiermark und der Befragung der Bevölkerung (Abschnitt F)

Der am Überblick interessierte Leser wird insbesondere verwiesen auf die

- Schlussfolgerungen sowie Empfehlungen aus der Studie (Abschnitt G)

DANKSAGUNG

Für die Unterstützung und Kooperation sowie die konstruktive Diskussion von Methodik und Ergebnissen im Rahmen von Gesprächen, Auskünften sowie Workshops sei folgenden Personen und Institution gedankt:

Bakk. Birgit Birnstingl-Gottinger, Öko-Cluster

Dipl.- Ing. Klaus Friedl, Landwirtschaftskammer Steiermark

Dr. Gottfried Eder, Austrian Bioenergy Centre Wieselburg

Dr. Heinrich Holzner, Landwirtschaftskammer Steiermark

Franz Jagl, GF Maschinenering Süd-Ost

Dipl.Ing. Hubert Janetschek, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft

Dr. Horst Jauschnegg, Landwirtschaftskammer Steiermark

Mag. Raimund Kurzmann, Joanneum Research

Dr. Maximilian Lauer, Joanneum Research

Christian Luttenberger, Regionalmanagement Oststeiermark

DI. Arno Mayer, Landwirtschaftskammer Steiermark

Dr. Karl Mayer, Landwirtschaftskammer Steiermark

Ing. Franz Moser, Maschinenring Oberösterreich

Ao.Univ.-Prof. Dr. Michael Narodoslawsky, TU Graz

Mag. Dr. Franz Prettenthaler, Joanneum Research

DI. Franz Promitzer, Landesenergieverein

Ing. Karl Puchas, Lokale Energie Agentur Oststeiermark

Heide Rothwangel, Landesenergieverein

Franz Schmidl, KWB Biomasseheizungen

Ao. Univ.-Prof. Dr. Hans Schnitzer, TU Graz

Ao. Univ.-Prof. Dr. Josef Spitzer, Joanneum Research

Ing. August Strasser, Landwirtschaftskammer Steiermark

Hermann Streit, Österreichische Hagelversicherung

Erwin Stubenschrott, GF KWB Biomasseheizungen

KURZZUSAMMENFASSUNG

Angesichts der steigenden Preise für fossile Rohstoffe und der Klimadebatte ist eine Umstrukturierung des Energiesektors notwendig. Zu diesem Zweck hat sich die EU die Förderung von erneuerbaren Energieträgern als ein wichtiges strategisches Ziel in ihrer Energiepolitik gesetzt. Biomasse kommt diesbezüglich eine Sonderstellung zu: Im Zuge des Biomasseaktionsplan wurden europaweit erstmals Rahmenbedingungen zur Förderung der Biomassenutzung geschaffen. Angeregt von den ambitionierten Zielen der EU hat sich die Steiermark im Landesenergieplan 2005-2015 zum Ziel gesetzt den Anteil erneuerbarer Energieträger am energetischen Endverbrauch bis 2015 von derzeit 25 % auf 33 % zu erhöhen. In diesem Zusammenhang wird der große Beitrag, den die Biomasse liefern kann, hervorgehoben (Land Steiermark 2005[a]). Anreiz dafür bilden nicht nur die Erhöhung der Versorgungssicherheit und ökologische Kriterien, sondern auch ökonomische Aspekte wie die Schaffung von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung. Da die bisherigen Studien bezüglich ökonomische Wirkungsweisen der Biomassenutzung größtenteils auf nationaler und internationaler Ebene fokussieren, gibt es kaum detaillierte Untersuchungen zu den Auswirkungen auf regionale Gebiete. Eine detaillierte Analyse der ökonomischen Auswirkung der Energiebereitstellung aus Biomasse auf regionaler Ebene stellt somit eine Lücke dar, welche mit der vorliegenden Studie geschlossen werden soll.

1 Zielsetzung und Methodik

Das primäre Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Darstellung der regionalen volkswirtschaftlichen Bedeutung einer bedarfsorientierten Biomassenutzung am Beispiel der Region Oststeiermark, welche aufgrund ihres reichlich vorhandenen Biomassepotentials über eine gute Ausgangslage für eine weitere Ausweitung verfügt.

Zu diesem Zwecke werden zunächst die Kosten auf der Angebots- (Bereitstellungskosten von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse für den Landwirt) und Nachfrageseite (Kosten der Wärmebereitstellung aus Biomassetechnologien für den Haushalt) erhoben. Mit Hilfe von Biomassenutzungs-Szenarien werden die regionalen volkswirtschaftlichen Effekte einer forcierten Biomassenutzung im Vergleich zu einem Referenzszenario ohne zusätzliche Biomassebereitstellung quantifiziert. Unter Berücksichtigung der Entwicklung der regionalen Energienachfrage (v.a. Wärmenachfrage der Haushalte) und der zusätzlichen Biomassepotentiale, zeigt die vorliegende Studie, welchen Beitrag die Biomasse zukünftig im Gesamtenergiemix der Oststeiermark leisten kann. Zusätzlich zu den betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekten werden auch die sozialen Faktoren der Biomassenutzung berücksichtigt. Insbesondere werden soziale Einflussfaktoren, die auf lokaler Ebene die Umsetzung von Biomasse-Projekten unterstützen, identifiziert.

Die Methodik umfasst im Einzelnen:

- eine Vollkostenrechnung der Produktionskosten ausgewählter Energiepflanzen und der Bereitstellungskosten von Energie aus Biomasse auf Basis der Annuitätenmethode;
- Ökonometrische Methoden zur Abschätzung der Entwicklung der regionalen Energienachfrage sowie des zusätzlich verfügbaren, regionalen Biomassepotentials;
- Ableitung der makroökonomischen Effekte einer forcierten Biomassestrategie auf Basis eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells (***E**ast **S**tyrian **B**iomass **M**odel*);
- Haushaltsbefragungen und ExpertInnen-Interviews zur Identifikation sozialer Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Biomasse-Projekten;

2 Zusammenfassung der Ergebnisse

2.1 Betriebswirtschaftliche Analyse der Energiepflanzenproduktion

Losgelöst von der derzeitigen Diskussion, welche Flächenanteile künftig für die Biomasseproduktion für energetische Zwecke bereitgestellt werden können, und welche Verwendung, sei es als Kraftstoff- oder zur Wärmeerzeugung, die effizienteste Verwertung ist, muss der ökonomischen Komponente der Energiepflanzenproduktion selbst in diesem Diskurs ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. In der Praxis sorgt die Bewertung landwirtschaftlicher Rohstoffe aufgrund der großen Streubreiten zwischen Kosten und Marktpreisen für rege Diskussionen. Eine nachhaltige Bereitstellung von agrarischen Rohstoffen zur energetischen Verwertung kann aber nur sichergestellt werden, wenn die Marktpreise zumindest die tatsächlichen Kosten der Produktion abdecken. Bei einer näheren, betriebswirtschaftlichen Betrachtung der Energiepflanzenproduktion ergeben sich folgende zentrale Ergebnisse:

- die Produktionskosten liegen bei einem Großteil der für die energetische Verwertung relevanten Kulturen zwischen € 1.250 und € 1.500 pro Hektar und Jahr (Abbildung I)
- Produktionskosten von unter € 1.000 pro Hektar und Jahr lassen sich nur mit den mehrjährigen Kulturen erzielen, da hier die Anbaukosten annuitätisch verteilt werden
- bei entsprechend hohen Transportdistanzen (über 10 km) können die Transportkosten zum limitierenden Faktor für den Einsatz von Energiepflanzen werden
- sinkende Ertragsniveaus bewirken kaum eine Reduktion der variablen Kosten, da die Einzelkosten im Allgemeinen sehr träge sind

Die energieträgerspezifischen Kosten der Kulturen variieren je nach energetischem Verwertungspfad. Bei der *thermischen Verwertung* haben sich die bisher noch wenig etablierten Kulturen Energieholz und Miscanthus als kostengünstig zu produzierende Energieträger herauskristallisiert. Der Einsatz von Körnermais und Getreide zur energetischen Verwertung ist aus ökonomischen Überlegungen nicht zu befürworten. Deren energetische Verwertung kam in den letzten Jahren nur durch eine deutliche Diskrepanz zwischen Produktionskosten und (niedrigeren) Weltagrarmarktpreisen zustande. Nach dem Produktionskostenansatz ist Getreide einer der teuersten Energieträger und stellt für die thermische Verfeuerung keine Alternative dar. Bei der Berechnung der *gasförmigen Energieträgerkosten* bestätigen die Ergebnisse die derzeitige Situation in der Oststeiermark, wo Mais bei der Biogasproduktion mit Abstand der wichtigste landwirtschaftliche Rohstoff ist. Mais besitzt hervorragende Silier- und Gäreigenschaften und stellt in diesem Bereich aufgrund seines hohen Ertragsniveaus den wirtschaftlich günstigsten Energieträger dar. Gräser und Dauergrünland stellen unabhängig von deren Einsatzgebiet eine teure Rohstoffbasis dar (z.B. für Biogasanlagen), weil das aufwendige Ernteverfahren in keinem Verhältnis zum niedrigen Ertragsniveau steht.

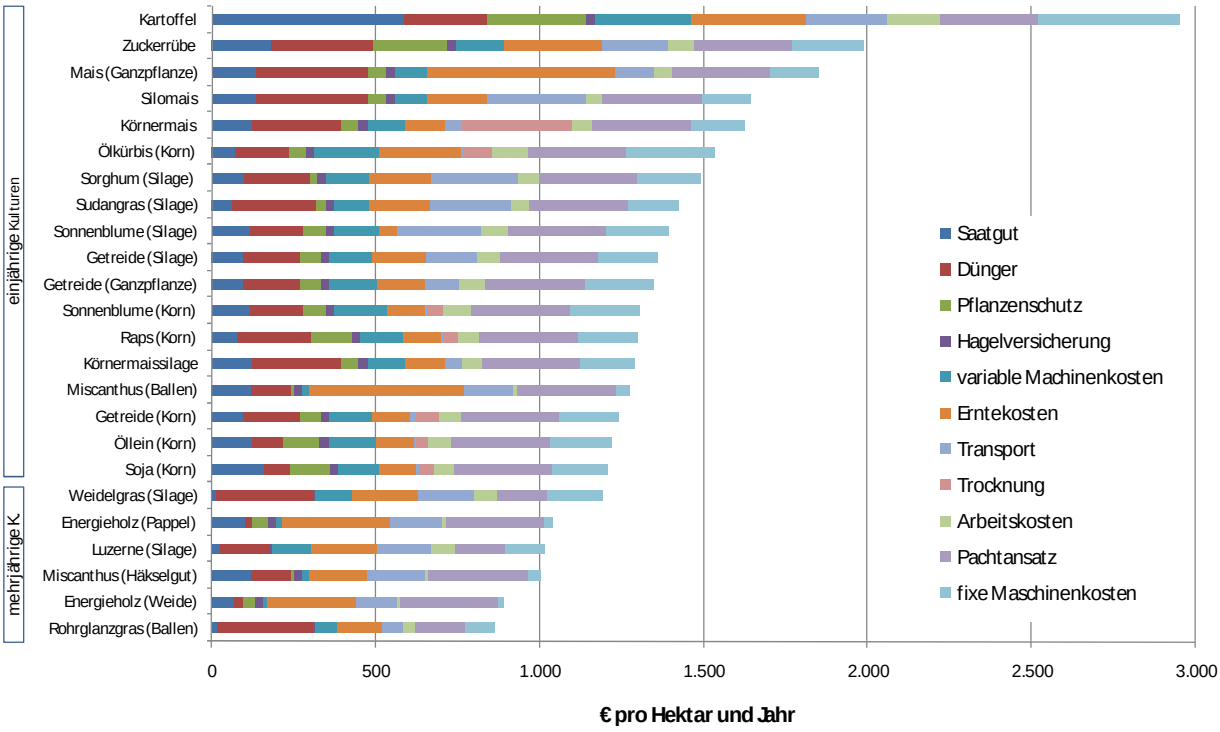


Abbildung I Kostenartenverteilung der Energiepflanzenproduktion in € pro ha (eigene Berechnung)

Die *Pflanzenölproduktion* ist aufgrund der geringen Energiedichte generell sehr kostenintensiv. Verhältnismäßig geringe energieträgerspezifische Kosten lassen sich nur mit den Kulturen Raps und Sonnenblume erzielen. Aus diesen Überlegungen heraus scheint zumindest aus betriebswirtschaftlicher Sicht der Weg für Monokulturen aus Mais, Miscanthus, Kurzumtrieb und Raps geebnet zu sein. Die ökonomischen Ergebnisse lassen aber die ökologischen Komponenten außer Acht. Unter deren Miteinbeziehung muss für einen

Mix aus verschiedensten Kulturarten plädiert werden. Lediglich der Energiepflanzenmix ermöglicht eine langfristige ökonomisch und ökologisch tragbare Energiepflanzenproduktion.

Ein Hektar Land bebaut mit Energiepflanzen lässt sich mit durchschnittlich 7,9 Arbeitskraftstunden pro Jahr bewirtschaften. Im Vergleich dazu benötigt die traditionelle Landwirtschaft heute hingegen 15,2 (Ackerbau) bzw. 21,5 (Grünlandwirtschaft) Arbeitskraftstunden pro Hektar und Jahr. Der niedrige Arbeitskräfteeinsatz ergibt sich primär aus dem Einsatz mehrjähriger Kulturen und der verstärkten Inanspruchnahme überbetrieblicher Dienstleistungen und deren Skalenvorteilen sowie deren höheren Kapitalintensität. Die Energiepflanzenproduktion impliziert somit relativ zur heutigen Situation, nicht jedoch notwendigerweise relativ zu einer ebenso in diese Richtung gehenden zukünftigen autonomen Entwicklung, negative Beschäftigungseffekte und verstärkt den bereits bestehenden strukturellen Wandel in der Landwirtschaft, indem Klein- und Mittelbetriebe (humankapitalintensiv) von Großbetrieben (kapitalintensiv) verdrängt werden (economies of scale). Die regionale Weiterverarbeitung von Energiepflanzen zu Energie (z.B. Wärme, Kälte, Strom, Treibstoff) kann die negativen Beschäftigungseffekte allerdings (teilweise) kompensieren. Dadurch ist die forcierte Nutzung von Bioenergie auch mit positiven Auswirkungen auf das regionale Bruttoinlandsprodukt verbunden. Die volkswirtschaftlichen Wirkungen insgesamt hängen stark von dem Flächenertrag und den spezifischen Kosten der gewählten Energiepflanzen ab. Das Regionalprodukt wird maßgeblich vor allem deshalb von der *Wahl der Energiepflanzen* bzw. von deren *Ertragsniveau* bestimmt, da die landwirtschaftliche Fläche ein knappes Gut ist, d.h. sie kann nicht unendlich erweitert werden.

2.2 Biomasseheiztechnologien

Während bezüglich des betriebswirtschaftlichen Aspektes von Biomasseheiztechnologien in der Literatur Einigkeit darin besteht, dass die Energiebereitstellung aus Biomasse zumeist teuerer ist als aus fossilen Energieträgern (Haas und Kranzl 2002, Kaltschmitt et al. 2000, Pichl et al. 1999), kommt die vorliegende Untersuchung vor allem aufgrund gestiegener Preise für fossile Energieträger zu anderen Ergebnissen: Die durchgeführten Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die einzelnen Heizsysteme bestätigen, dass die Konkurrenzfähigkeit von biogenen Energieträgern im Wesentlichen vom zugrunde gelegten Ölpreis abhängt. Bei einem Heizölpreis von 49 Cent pro Liter (Durchschnittspreis der Jahre 2002 bis 2006, inklusive Steuern) stellen Biomassetechnologien wegen der höheren Investitionskosten ohne Berücksichtigung von Förderungen erst ab einem Leistungsbereich von etwa 20 kW kosteneffiziente Alternativen zu Öl dar. Hingegen ist die Heizwärmebereitstellung mit Heizöl bei einem Preis von 69 Cent pro Liter (Durchschnittspreis 2006, inklusive Steuern) deutlich teurer als mit Biomassetechnologien (siehe Abbildung II). Auf diesem Ölpreisniveau ist vor allem in den höheren Leistungsklassen ein beträchtlicher Anreiz zum Umstieg gegeben. Auch scheint auf diesem Ölpreisniveau längerfristig der Einsatz alternativer landwirtschaftlich produzierter Brennstoffe wie Miscanthus oder Energiehölzer bzw. deren Pelletierung sinnvoll.

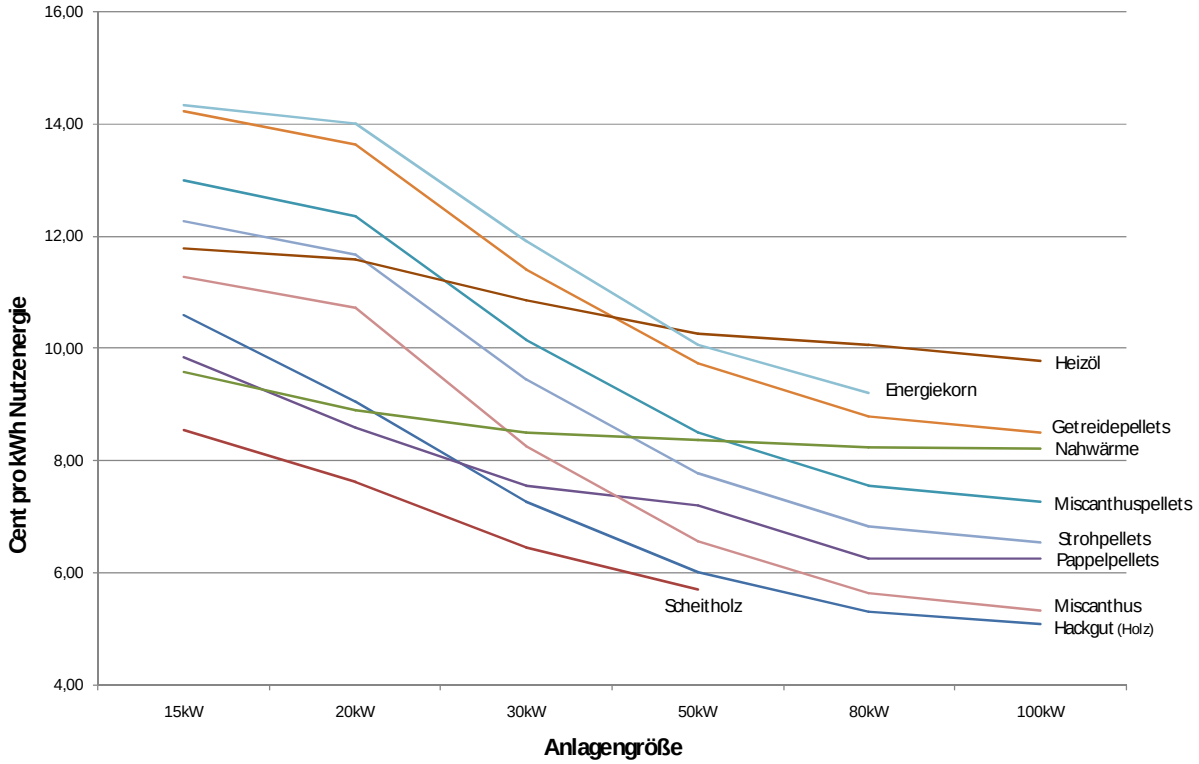


Abbildung II Die Wirtschaftlichkeit von Biomassetechnologien im Vergleich zu Heizöl (Preisniveau 2006: 69 Cent/l) in Abhängigkeit von der Anlagengröße auf Basis eines Produktionskostenansatzes

Eine deutliche Diskrepanz besteht zwischen den unterschiedlichen Zeitpunkten, zu denen bei den einzelnen Systemen die Kosten fällig werden. Auf die höheren Anfangsinvestitionen wird bei Biomassesystemen gegenüber Öl und Gas vielfach stärker Augenmerk gelegt als auf die niedrigeren laufenden Kosten. Somit wird trotz günstigerer Gesamtkosten gegen Biomassesysteme entschieden. Ebenfalls zeigen die Analysen, dass bei bestehenden Heizsystemen mit niedrigeren verbrauchsgebundenen Kosten wie Hackgut- oder Scheitholzheizungen, zumindest bei kurzfristiger Betrachtungsweise, ein geringerer Anreiz gegeben ist Maßnahmen zur Gebäudedämmung durchzuführen als bei Systemen mit höheren verbrauchsgebundenen Kosten (Öl, Nahwärme). Damit besteht ein Konflikt zwischen einem vermehrten Biomasseeinsatz und der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Senkung des Heizenergieverbrauchs.

2.3 Makroökonomische Wirkungen der Biomassenutzung auf regionaler Basis

Der beschriebene Kostenunterschied zwischen den Biomassetechnologien und dem Referenzsystem (Heizöl) ist ebenfalls ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die volkswirtschaftliche Bewertung der Technologien, da sie die Heizkosten und somit die Ausgaben der Haushalte für Konsum beeinflussen. Technologien, die im Vergleich zum Referenzsystem geringere Nutzenergiekosten aufweisen, ermöglichen den Haushalten mehr zu konsumieren, was positive Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft hat.

Zusammenfassend kann bei der Nutzung von Biomasse für alle Technologien von positiven regionalen Wertschöpfungseffekten ausgegangen werden, da zum Großteil importierte Güter (Heizöl, Gas, Kohle) durch einheimisch produzierte Güter substituiert werden (siehe Abbildung III). Bezüglich der Beschäftigung kommt die vorliegende Studie zum Ergebnis, dass die Energiebereitstellung aus forstwirtschaftlicher Biomasse positive Beschäftigungseffekte impliziert (0,48 bis 0,63 Arbeitsplätze pro TJ) während die Energiebereitstellung aus landwirtschaftlicher Biomasse unter anderem auch zu negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (z.B. Energiekorn: -0,86 Arbeitsplätze pro TJ) führt. Die Gründe hierfür liegen im Verdrängungseffekt der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion durch die Biomasseproduktion, welcher in den bisherigen Studien fast durchwegs nicht berücksichtigt wurde. Vor allem der Einsatz von mehrjährigen Kulturen sowie eine verstärkte Inanspruchnahme von überbetrieblichen, kapitalintensiven Leistungen führen zu einem sehr geringen Arbeitseinsatz in der Biomasseproduktion.

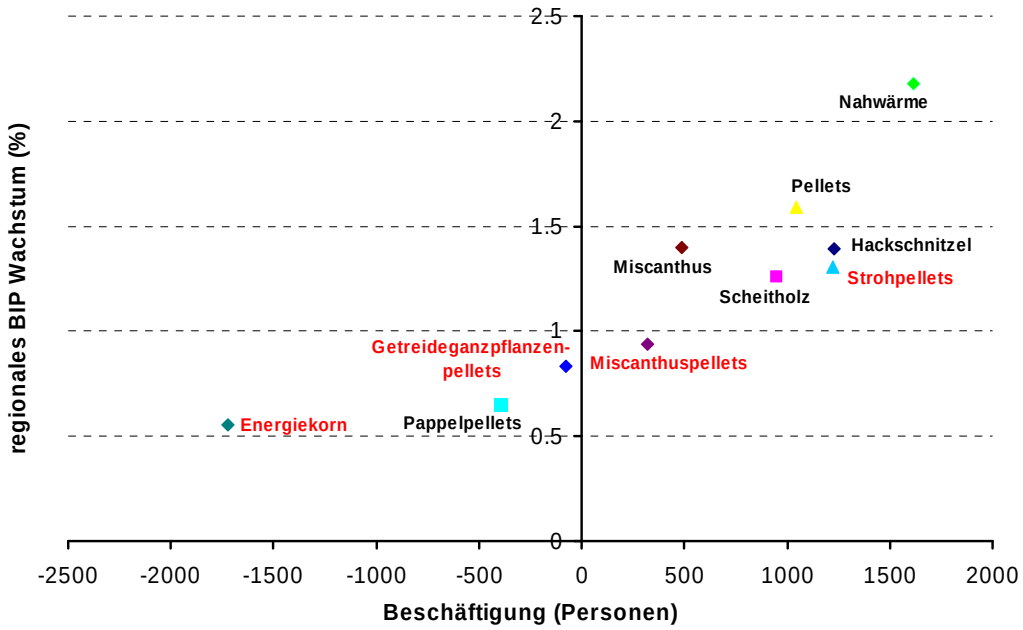


Abbildung III Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch den Einsatz von 2000 TJ thermisch, produziert aus Biomasse mit 15 kW Anlagen in der Oststeiermark (Technologien, die mit der Farbe Rot beschriftet sind, sind gegenüber dem Referenzsystem nicht konkurrenzfähig) (eigene Berechnungen)

Für Biomassetechnologien, die landwirtschaftlich produzierte Biomasse einsetzen, stellt der Aspekt der Flächenkonkurrenz mit der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion einen weiteren wichtigen Bestimmungsfaktor für die volkswirtschaftliche Bewertung dar. Dieser wird maßgeblich vom Flächenertrag der Biomasse bestimmt. Bei geringerem Flächenertrag (Energiekorn, Getreideganzpflanzenpellets) müssen mehr Hektar Ackerland für die Produktion von Biomasse verwendet werden (um dieselbe Energiemenge zu erzeugen), sodass mehr von der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion in der Region verdrängt wird (siehe Tabelle I).

Tabelle I Flächenerträge und die sich daraus ergebenden Produktionsveränderungen für den Landwirtschafts- sowie Nahrungsmittelsektor und Veränderungen für Pachtpreise durch Bereitstellung von 2.000 TJ thermisch aus Biomasse (eigene Berechnungen)

	Pappelpellets	Miscanthus	Miscanthus-pellets	Energiekorn	Getreideganz-pflanzenpellets
kWh Nutzenergie pro Hektar	42098	46306	46306	14933	28863
Veränderung des Output Sektor Landwirtschaft (Mio. Euro)	-24.43	-23.32	-22.63	-72.37	-37.79
Veränderung des Output Sektor Nahrungsmittel (Mio. Euro)	-4.82	-4.74	-4.77	-13.44	-7.03
Preis für Landfläche (% Veränderung)	+ 42 %	+ 32 %	+ 35 %	+ 137 %	+ 57 %

Diese Verdrängungseffekte implizieren in weiterer Folge eine Steigerung des Pachtansatzes. Das Ausmaß der Pachtpreisänderung ist wiederum abhängig vom Flächenertrag, wie Abbildung IV verdeutlicht.

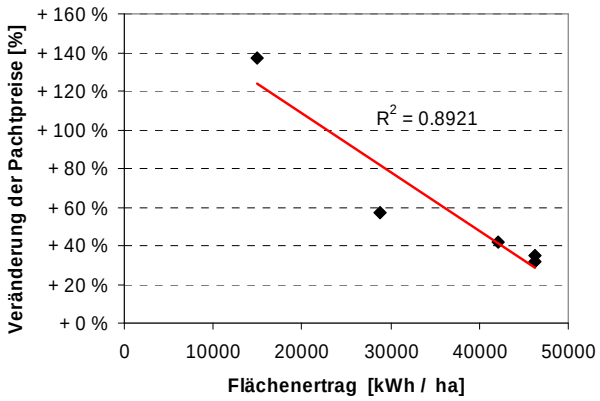


Abbildung IV Zusammenhang zwischen Flächenertrag und den Auswirkungen auf die Pachtpreise bei der Produktion von 2.000 TJ thermisch durch landwirtschaftliche Biomasseprodukte (eigene Berechnungen)

Obwohl lediglich in der Oststeiermark eine Ausdehnung der Biomassenutzung angenommen wurde, sind auch für die restliche Steiermark Auswirkungen erkennbar (Spill-over-Effekte). Großen Einfluss auf Art und Umfang der Spill-over-Effekte auf die Reststeiermark, hat die durch die Biomassenutzung induzierte Beschäftigung in der Oststeiermark. Durch mehr Beschäftigung in der Oststeiermark verringern sich die Arbeitslosenzahlungen für die Region, wodurch der öffentliche Sektor mehr Geld für sonstige Ausgaben zur Verfügung hat.

Im Punkt 2.2. wurde gezeigt, dass die Konkurrenzfähigkeit von Biomassetechnologien stark von der Höhe des unterstellten Ölpreises abhängt. Für die Erstellungszeit der vorliegenden Studie wurde ein Ölpreis unterstellt, der jüngst deutlich übertroffen wurde. Es sei daher an dieser Stelle auch auf einige Ergebnisse aus der Sensitivitätsanalyse der vorliegenden Studie

für höhere Ölpreise hingewiesen. Die Sensitivitätsanalyse unterstellt im Hinblick auf den Ölpreis eine 50%ige Preissteigerung, was einem Heizölpreis von 103.5 Cent/l entspricht. Es zeigte sich, dass sich unter dieser Annahme die regionalen BIP Effekte um rund 50% verstärken. Grund hierfür ist, dass mit höherem Ölenergiepreis die Biomassetechnologien konkurrenzfähiger sind im Vergleich zum Referenzsystem, und damit mit steigendem Ölpreis relativ mehr Kaufkraft durch den Umstieg auf Biomasse für andere Güter freigesetzt wird. Für Beschäftigungseffekte zeigen sich hingegen auch unter einem höheren Ölpreis keine effektverstärkenden Wirkungen. Es ist daher bei höheren Ölpreisannahmen von Veränderungen der Intensität der Effekte auszugehen, Wirkungsweisen selbst, aber auch der Vergleich zwischen den verschiedenen Technologien bleiben jedoch grundsätzlich unverändert.

2.4 Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit der bisherigen Literatur

Die makroökonomischen Auswirkungen der Bioenergienutzung wurden bereits im Zuge zahlreicher Studien in unterschiedlichem Ausmaß untersucht:

- Clement et al. (1998): Die Studie umfasst eine umfangreiche Darstellung des österreichischen Biomasse-Marktes. Die Quantifizierung volkswirtschaftlicher Auswirkungen für Beschäftigung und Wertschöpfung erfolgt mit Hilfe einer Input-Output Analyse und bildet nur einen Randbereich der Studie.

- Pichl et al. (1999): Auf Basis einer Allgemeinen Gleichgewichtsanalyse werden die nationalen Auswirkungen eines vermehrten Biomasseeinsatzes in Österreich für Wärme, Strom und Treibstoff auf ausgewählte Wirtschaftsindikatoren (BIP, Beschäftigung, Staatsbudget, Außenhandel) im Vergleich zu einer fossilen Referenztechnologie untersucht.

- Haas und Kranzl (2002): Untersuchung der volkswirtschaftlichen Aspekte der Bereitstellung von Raumwärme aus fester Biomasse. Die räumliche Abgrenzung der Analyse bezieht sich auf das Staatsgebiet von Österreich, der zeitliche Horizont reicht bis 2020.

- Madlener und Koller (2005): Quantifizierung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von geförderten Biomasse-Anlagen in Vorarlberg. Der Schwerpunkt der Studie liegt dabei auf geförderte Biomasse-Nahwärmeanlagen und Biomasse-Kleinanlagen, die mit fester Biomasse betrieben werden.

- Birnstingl-Gottinger et al. (2007): Darstellung neuer wirtschaftlicher Perspektiven für die Land- und Forstwirtschaft am Beispiel der Energieregion Oststeiermark. Unter anderem werden die regionalen Arbeitsplatzeffekte sowie die regionalen Wertschöpfungseffekte aus Land-, Forst- und Energiewirtschaft einer forcierten Biomassebereitstellung abgeleitet.

für Deutschland

- Kaltschmitt et al. (2000): Analyse der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer forcierten Energiegewinnung aus Biomasse für Deutschland, wobei nicht nur die

makroökonomischen, sondern auch die betriebswirtschaftlichen Aspekte sowie externen Effekte im Vergleich zu einem Referenzszenario ohne Biomasse ausgewiesen werden.

- Öko-Institut (2004): Untersuchung der zukünftigen energetischen Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse in Deutschland und die damit verbundenen Auswirkungen auf Energiepreise, Umwelt (CO_2-Äquivalente) und Beschäftigung.

Obwohl die berücksichtigten Studien die makroökonomische Relevanz der Biomassenutzung unter unterschiedlichen Annahmen betrachten, sind einige Gemeinsamkeiten untereinander sowie mit der vorliegenden Untersuchung festzustellen.

Die Betrachtung der volkswirtschaftlichen Effekte erfolgt je nach Studie über verschiedene Indikatoren. Ein volkswirtschaftlicher Aspekt, der in allen Studien Berücksichtigung findet, ist der *Arbeitsplatzeffekt* von Biomassetechnologien. Die genannten Studien kommen dabei zum Ergebnis, dass die forcierte Energiebereitstellung aus Biomasse positive Nettobeschäftigungseffekte hat, welche im Bereich von 0,08 bis 0,46 zusätzliche Arbeitsplätze pro TJ Nutzenergie (nach Abzug der Beschäftigungsverluste durch Rückgang der fossilen Energiebereitstellung) liegen. Der überwiegende Teil der neuen Arbeitsplätze kommt dabei direkt den Land- und Forstwirten zu Gute (Madlener und Koller 2005, Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Haas und Kranzl 2002). Ein dämpfender Beschäftigungseffekt ergibt sich, wenn eine forcierte Biomassenutzung mit Verbesserung der thermischen Gebäudeeffizienzen kombiniert wird. Durch die Dämmung sinkt die Nachfrage an Wärme und in Folge der Bedarf an Arbeit zur Biomassebereitstellung (Haas und Kranzl 2002).

Die genannten Ergebnisse der Literaturstudie treffen auf die vorliegende Studie nur bedingt zu: Während die Energiebereitstellung aus forstwirtschaftlicher Biomasse ebenfalls positive Beschäftigungseffekte quantifiziert (0,48 bis 0,63 Arbeitsplätze pro TJ), kommt es im Zuge der Energiebereitstellung aus landwirtschaftlicher Biomasse unter anderem auch zu negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (z.B. Energiekorn: -0,86 AP/TJ). Die Gründe hierfür liegen im Verdrängungseffekt der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion durch die Biomasseproduktion, welcher in den bisherigen Studien nicht berücksichtigt wurde. Vor allem der Einsatz von mehrjährigen Kulturen sowie eine verstärkte Inanspruchnahme von überbetrieblichen, kapitalintensiven Leistungen führen zu einem sehr geringen Arbeitseinsatz in der Biomasseproduktion. Die positiven Beschäftigungseffekte der Wärmebereitstellung aus Nahwärme konnten sowohl bei Pichl et al. (1999) als auch in der vorliegenden Studie quantifiziert werden. Die unterschiedlichen Dimensionen der Beschäftigungswirkungen aus Nahwärme (0,21-0,28 AP/TJ bei Pichl et al. 1999 bzw. 0,81 AP/TJ in der vorliegenden Studie) lassen sich auf unterschiedliche Annahmen bei der Kostenkalkulation zurückführen (Anlagengröße, Anschlussdichte, Höhe der Netzverluste, Errichtungskosten Nahwärmenetz, ect.).

Neben den Beschäftigungseffekten werden in der Literatur auch die Auswirkungen auf Indikatoren wie *Einkommen* (insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft), *Wertschöpfung*

und *BIP* untersucht. Bezüglich des Einkommens sind überwiegend positive Nettoeffekte festzustellen, die beim Einsatz forstwirtschaftlicher Biomasse besonders hoch sind. Das zusätzliche Einkommen kommt dabei hauptsächlich den strukturschwachen ländlichen Regionen zu Gute, während der gegenläufige Effekt beim Einsatz von Biomasseprimärprodukten aus Sägennebenprodukten der Fall ist (Haas und Kranzl 2002). Die Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Relevanz des Biomasseeinsatzes über den Indikator (regionale) Wertschöpfung bzw. (regionales) BIP fällt in der Literatur ebenso zu Gunsten der Biomasse aus (Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Madlener und Koller 2005). Dabei ist der Wertschöpfungseffekt bzw. BIP-Effekt umso größer, je mehr Biomasse eingesetzt wird. Dass eine forcierte Biomassenutzung trotz positiver Wertschöpfungseffekte einen negativen Wirtschaftswachstumsimpuls zur Folge haben kann, haben Pichl et al. (1999) gezeigt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn für die Erhöhung der Energiebereitstellung aus Biomasse hohe Subventionen notwendig sind.

Tabelle II Überblick über Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte der Biomassenutzung ausgewählter Studien im Vergleich zur vorliegenden Studie (eigene Darstellung)

Studie	**Biomassesysteme auf Basis…**	**Beschäftigungseffekt** (AP/TJ)	**BIP** (‰ Änderung/ TJ)
Steininger et al. 2008 (vorliegende Studie)	forstwirtschaftliche Biomasse	0,48 bis 0,63[1]	0,0063 bis 0,008[1]
	landwirtschaftliche Biomasse	-0,86 bis 0,61[1]	0,0028 bis 0,007[1]
	Nahwärme (Hackgut)	0,81	0,0109
Pichl et al. 1999	forstwirtschaftliche Biomasse (Bandbreite)	0,08 bis 0,392	-0,00417 bis +0,005282
	Nahwärme	0,21 bis 0,28[3]	0,00083 bis 0,0025
Clement et al. (1998)	Biomasse-Mix	0,20	
Haas und Kranzl (2002)	Scheitholz	0,29[4]	
	Pellets	0,06[4]	
	Hackgut	0,20[3]	

[1] Bandbreite der Einzeltechnologieanalyse unter Berücksichtigung der bestehenden Förderungen

[2]Bandbreite der Einzeltechnologieanalyse forstwirtschaftlicher Biomasse (Scheitholz, Pellets Industrie bzw. Landwirtschaft, Waldhackgut) unter Berücksichtigung der Förderung der Kostendifferenz von Biomassetechnologien zu Referenztechnologie

[3] Nahwärme auf Basis Hackgut (Industrie bzw. Landwirtschaft)

[4] Da sich die Ergebnisse der Einzeltechnologieanalyse von Haas und Kranzl (2002) auf Arbeitsplätze pro 1000m² Wärmebereitstellung pro Jahr beziehen wurden die Ergebnisse unter der Annahme eines durchschnittlichen Energiebedarfs von 170 kWh/m² umgerechnet.

Ein quantitativer Vergleich der Ergebnisse aus der Literaturstudie mit der vorliegenden Studie ist nur bedingt möglich, da sich Wertschöfungs- bzw. BIP-Effekte entweder auf eine unterschiedliche Basis beziehen (Madlener und Koller 2005, zum Beispiel, weisen die Wertschöpfung pro investiertem Euro aus, während Kaltschmitt et al. 2000 sich auf den

Energiegehalt der Brennstoffbereitstellung bezieht) oder Wertschöpfungs- bzw. BIP-Effekte gar nicht berechnet wurden (z.B. Ökoinstitut 2004). Ein direkter Vergleich lässt sich daher nur mit Pichl et al. (1999) durchführen: Pichl et al. (1999) weisen für Technologien ohne (Scheitholz) bzw. mit geringem Förderbedarf (d.h. die Kostendifferenz der jeweiligen Biomassetechnologie zur vorherrschenden Technologie ist gering) pro TJ produzierte Wärme positive BIP- Effekte in der Höhe von 0,00028 ‰ bis 0,00528‰ aus. Negative Auswirkungen auf das BIP ergeben sich dagegen bei intensiv geförderten Technologien, was bei Pichl et al. (1999) auf Pellets (Landwirtschaft) und Waldhackgut (-0,00417 ‰ bis 0,00361 ‰) zutrifft. Tabelle II bietet einen Überblick über die Quantifizierung von Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten der Biomassenutzung ausgewählter Studien im Vergleich zur vorliegenden Studie. Ein weiterer Unterschied ergibt sich bei der Betrachtung der Nahwärme: Während die vorliegende Studie im Vergleich zu den anderen Biomassesystemen für Nahwärme maximale BIP-Effekte ausweist, fallen die BIP-Ergebnisse bei Pichl et al. (1999) moderat aus. Dies ist auf die vorher genannten Unterschiede bezüglich Beschäftigung zurückzuführen, welche wiederum von den bereits genannten Annahmen im Zuge der Kostenkalkulation abhängig sind, sowie von der unterschiedlichen regionalen Abgrenzung.

2.5 Beitrag der Biomasse im Gesamtenergiemix

Entwicklung der regionalen Energienachfrage

In Hinblick auf die Steigerung des Anteils von Biomasse am Gesamtenergieverbrauch spielt der Gebäudesektor eine wesentliche Rolle. Ein großes Potential besteht hier zum einen im Einsatz von Biomasse zur Bereitstellung von Heizenergie, zum anderen in der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs. 2003 betrug der Raumwärmebedarf der Wohngebäude in der Oststeiermark 9,11 Millionen GJ, was ca. 30 % der gesamten Energienachfrage der Region entspricht. Drei Viertel des genannten Bedarfes entfielen dabei auf Einfamilienhäuser. Um den Raumwärmebedarf in Zukunft deutlich zu senken, sollten sowohl Maßnahmen im Neubau als auch für den Gebäudebestand gesetzt werden.

Im Neubau sollten Passiv- oder Niedrigenergiehäuser forciert werden, da diese Gebäude nur etwa 20 % bzw. 50 % des spezifischen Energiebedarfs konventioneller Neubauten aufweisen. Für die verbleibende, sehr niedrige Heizlast sinkt der Vorteil der Biomasseheizungen im Vergleich zu konventionellen Heiztechnologien, da Biomasseheizsysteme aktuell durch relativ hohe Investitionskosten gekennzeichnet sind. Die Bereitstellung des Neubaubedarfs in Form von Mehrfamilienhäusern würde daher zusätzlich einen kosteneffizienten Einsatz großer Biomasseheizungen (z.B. Hackschnitzelheizungen) oder einen energieeffizienten Einsatz von Mikronetzen erlauben.

Die Sanierung des Wohnungsbestands der Region bietet ein noch größeres Energieeinsparungspotential. Einfamilienhäuser stellen den Großteil der bestehenden Gebäude dar. Durch die Durchführung von thermischen Sanierungsmaßnahmen könnte hier der spezifische Energiebedarf bei einer umfassenden thermischen Sanierung um 0,33 GJ/m^2

bzw. um 0,26 GJ/m^2 bei einer kleinen thermischen Sanierung gesenkt werden. Bei diesen Gebäuden könnte der Einsatz von ausgewählten Biomassetechnologien – z.B. Pellets- oder Hackschnitzelheizungen – forciert werden. Bei einer Abdeckung des Neubaubedarfs durch Niedrigenergiehäuser und unter Annahme einer sinkenden Bevölkerung (3,4 %-ige Abnahme der Bevölkerung in der Oststeiermark zwischen 2001-2031 laut ÖROK 2004), aber steigenden Wohnfläche[1], könnte bis zum Jahr 2030 bereits bei einer Sanierungsrate von 1,5 % der Raumwärmebedarf der Region um 9 % auf 8,26 Millionen GJ gesenkt werden. Eine Steigerung der Sanierungsrate auf 2 % bzw. 3 % wäre mit einer Senkung des Raumwärmebedarfs um 13 % bzw. 21 % verbunden (Abbildung V, linke Seite). Um die Ziele des Landesenergieplans (1 %-ige Senkung des Energiebedarfs pro Jahr im Zeitraum 2005-2015) im Gebäudesektor der Oststeiermark zu erreichen, müsste die Sanierungsrate jedoch auf mindestens 4 % gesteigert werden. Die Energieeinsparungsmöglichkeiten durch Passivstandard gegenüber Niedrigenergiestandard im Neubau sind wegen des geringen Anteils an der gesamten Wohnfläche bis 2030 vergleichsweise unbedeutend (Abbildung V, rechte Seite).

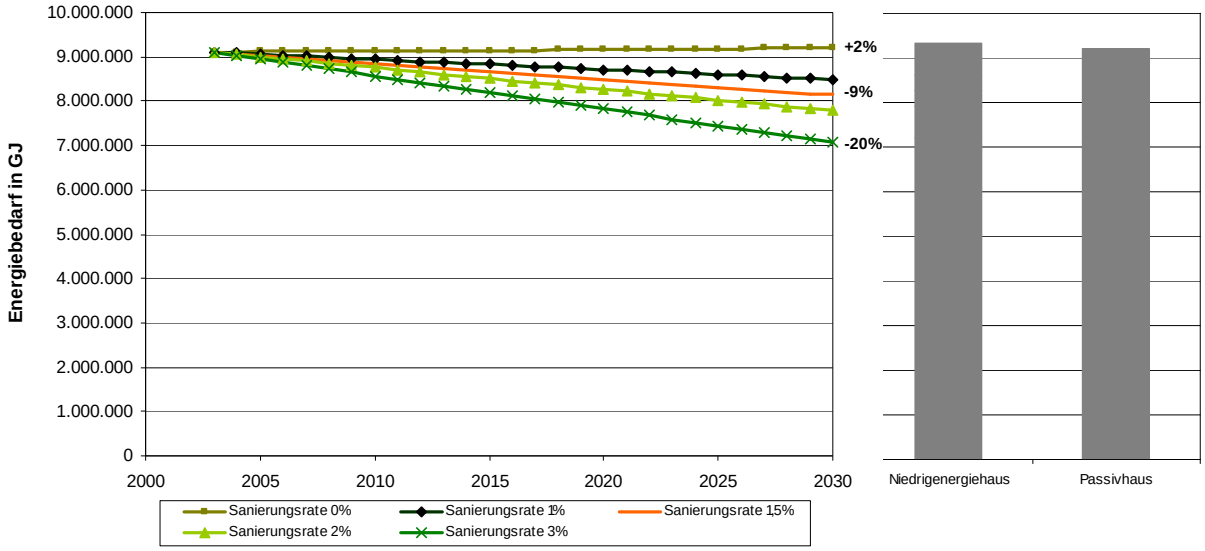


Abbildung V Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2030 (eigene Berechnung)

Abschätzung des zusätzlichen Biomassepotentials in der Oststeiermark

Die forstliche Biomassenutzung spielt in der Region Oststeiermark eine eher unbedeutende Rolle. Der oststeirische Waldanteil beträgt 151.010 ha, das sind rund 15 % vom gesamten steirischen Waldanteil (1.000.200 ha). Die Abschätzung des zusätzlichen forstwirtschaftlichen Biomassepotentials in den fünf Bezirken der Oststeiermark wurde in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Steiermark ermittelt und wird in der vorliegenden Studie mit 135.600 fm angenommen. Dieses Potential wird durch eine zusätzliche Aktivierung von Pflegerückständen, eine Nutzungssteigerung sowie durch eine verstärkte Nutzung von

[1] Durch die Fortschreibung der historischen Wohnfläche je Wohnung (Statistik Austria 2008c) steigt die Wohnfläche in der Oststeiermark von 10,74 Millionen m² im Jahre 2003 auf 12,3 Millionen m² bis 2030.

Schlagrücklass realisiert. Die Angaben beruhen auf einer groben Schätzung und können je nach Marktlage und Wettergeschehnissen (z.B. Stürme) abweichen.

Bezüglich der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion ist festzustellen, dass die Energiepflanzenproduktion in der Oststeiermark hauptsächlich auf herkömmlichen Agrarflächen erfolgt. Sie steht damit in unmittelbarer Konkurrenz zur Futter- und Nahrungsmittelproduktion. Schätzungen zufolge wird derzeit rund 1,5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2.110 ha) der Oststeiermark für energetische Zwecke verwendet. Die Energiepflanzenproduktion auf Stilllegungsflächen wird in der Region nur unzureichend genutzt, da einerseits für die Stilllegung vor allem Flächen mit einem geringen Ertragsniveau bzw. maschinell schwer bewirtschaftbare Flächen aus der Produktion genommen werden und daher keine ökonomisch nachhaltige Futter-, Nahrungsmittel- oder Energiepflanzenproduktion möglich ist. Andererseits bestehen Nutzungshemmnisse hinsichtlich der starken Kontrollbestimmungen sowie des zusätzlichen organisatorischen Arbeitsaufwandes. Für das Jahr 2008 wurde die Stilllegungsverpflichtung vorerst aufgehoben.

Mit dem Ziel, eine mögliche Bandbreite für das zukünftige zusätzliche Biomassepotential in der Oststeiermark zu definieren, wurden die von Haas et al. (2007) definierten Basis-, Hoch- und Niedrig-Szenarien übernommen. Der Unterschied zwischen den Szenarien liegt in den Annahmen bezüglich Kulturartenverteilung, Flächenpotential, der Entwicklung des Viehbestandes und bezüglich des energetisch nutzbaren Anteils der landwirtschaftlichen Nebenprodukte. Zudem wurde die Wahl des Energiepflanzenmixes und ein züchterischer Fortschritt bei Energiepflanzen (1 % pro Jahr) berücksichtigt (Haas et al. 2007). Aufgrund der getroffenen Annahmen steigen in den betrachteten Szenarien die Ackerflächen für die Energiepflanzenproduktion. Im Hoch-Szenario werden 28 % der Ackerfläche (23.676 ha) und 29 % (11.944 ha) der Grünlandfläche mit Energiepflanzen bebaut. Im Niedrig-Szenario liegen die Anteile um weniger als 10 % darunter: 20 % der Acker- (16.912 ha) und Grünfläche (8.237ha) sind als potentielle Energieflächen ausgewiesen.

Tabelle III Zusätzliches Potential an land- und forstwirtschaftlicher Biomasse in der Oststeiermark

	Ackerflächen für Energiepflanzen (ha)			**forstwirtschaftliches Potential (fm)**
	niedrig	*Basis*	*hoch*	
Oststeiermark 2015	11.159	12.446	12.876	135.638
Oststeiermark 2030	16.912	20.294	23.676	135.638
Steiermark 2015	19.109	21.314	22.049	900.000
Steiermark 2030	28.960	34.752	40.544	900.000

Zukünftige Bedeutung der Biomasse im Gesamtenergiemix

Ausgehend von den beschriebenen Biomassepotentialen wird in Anlehnung an Haas et al. (2007) angenommen, dass das zusätzliche forstwirtschaftliche Biomassepotential zu 50 % zu

Scheitholz, zu 40 % zu Pellets und zu 10 % zu Hackgut verarbeitet wird. Das zusätzliche landwirtschaftliche Potential wird zu jeweils einem Fünftel für die Produktion von Raps (Biodiesel), Mais (Biogas), Miscanthus-, Pappel- und Getreideganzpflanzenpellets verwendet.

Am Beispiel der Wärmenachfrage der Haushalte kann gezeigt werden, wie stark der Anteil der Wärmenachfrage, welcher durch Biomasse abgedeckt wird, durch die Ausschöpfung des gesamten zusätzlichen Potentials gesteigert werden kann. Abbildung VI zeigt die Anteile der zusätzlichen Bioenergie an der gesamten Wärmenachfrage der Haushalte, welche durch Ausschöpfung der Potentiale der Oststeiermark sowie der gesamten Steiermark erreicht werden können. In der Oststeiermark kann bis 2015, je nach Annahmen bezüglich des Potentials, zusätzlich 23 % - 25 % der Wärmenachfrage mit Biomasse bedient werden, im Jahre 2030 bereits 32 % - 40 %. In der Steiermark liegt der zusätzliche Anteil etwas geringer, ca. 22 % bis 2015, 24 % - 28 % bis 2030 (siehe Abbildung VI). Darüber hinaus zeigt sich, dass dieser Anteil durch vermehrte Sanierung (z.B. Sanierungsrate von 2 %) bis 2030 um maximal 7 % in der Oststeiermark und 4 % in der Steiermark gesteigert werden kann.

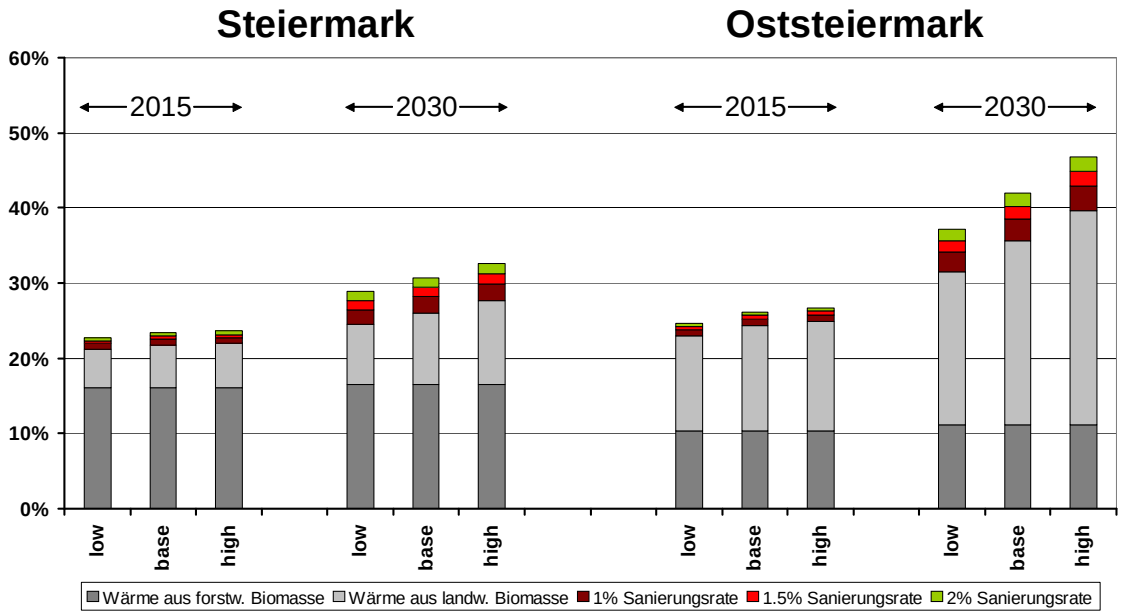


Abbildung VI Anteil der *zusätzlichen* Bioenergie an der Wärmenachfrage der Haushalte in der Oststeiermark und Steiermark (Annahmen: Energienachfrage für Raumwärme in der Oststeiermark sinkt zwischen 2003 und 2015 um 3 % bzw. zwischen 2003 und 2030 um 9 % [Nettoeffekt aus leicht rückläufigen Bevölkerungszahlen, zunehmender Wohnfläche und steigender Energieeffizienz durch Sanierung]; das zusätzliche forstwirtschaftliche Biomassepotential in der Oststeiermark beläuft sich bis 2015 und ident 2030 auf 135.600 fm, in der Steiermark auf 900.000 fm; das zusätzliche landwirtschaftliche Biomassepotential in der Oststeiermark 12,5 ha [2015] bzw. 20,3 ha [2030], in der Steiermark 21,3 ha [2015] bzw. 40,5 ha [2030])

Maßnahmen zur Intensivierung der thermischen Sanierung des Gebäudebestandes sowie zur Nutzung des zusätzlichen Biomassepotentials bringen positive volkswirtschaftliche Effekte mit sich: Effekte, die sich durch die thermische Sanierung des Gebäudebestandes ergeben, sind in ihrem Umfang erheblich und lassen sich auf die reduzierten Haushaltsausgaben für den Wärmebedarf (Heizöl, Erdgas,…) und in weiterer Folge auf die Stimulierung des Konsums heimischer Güter zurückführen. Beispielsweise erhöht sich angesichts einer Sanierungsrate von 1,5 % das BIP in der Oststeiermark um 1,73 % und die Beschäftigung steigt um 1.733 Personen. Ebenfalls positive Effekte können durch die Nutzung des vorhandenen Bioenergiepotentials erwartet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich einige Effekte (z.B. Beschäftigungseffekt), aufgrund der steigenden Faktorpreise und der steigenden notwendigen Förderungen, ab einem gewissen Level der Bioenergienutzung in der Richtung wieder umkehren können (und z.B. die Beschäftigung sinken kann).

2.6 Soziale Aspekte der Umsetzung von Biomasseprojekten am Beispiel der Biomasse-Fernwärme

Die Haushaltsbefragung (n=116) in sieben oststeirischen Gemeinden und die Interviews mit lokalen ExpertInnen (PlanerInnen, BetreiberInnen, Bürgermeister) (n=16) bestätigen, dass zwischenmenschliche Aspekte, wie Kommunikation und Vertrauen, einen wesentlichen Einfluss auf konfliktfreie Umsetzungen von Biomasse-Fernwärmeprojekten haben. Strebt man eine reibungslose Projektrealisierung an, so sind diese zusätzlich zu ökonomischen und technisch-strukturellen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Für eine konfliktfreie Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen spielt einerseits das Verhalten der Initiatoren eine wichtige Rolle. Erfolgsfaktoren, welche im Rahmen der ExpertInnen-Interviews identifiziert wurden, sind die frühe Einbindung verschiedener Interessensgruppen in den Prozess, das Durchführen von vertrauensbildenden Maßnahmen (wie Transparenz und professionelles Auftreten gegenüber der Bevölkerung) sowie die präventive Gestaltung von Kommunikation und Information. Die Initiatoren selbst können demnach in den einzelnen Projektphasen wesentliche Schritte setzen, um den Umsetzungsprozess von Biomasse-Fernwärmenetzen positiv zu beeinflussen.

Andererseits wurde im Rahmen der Haushaltsbefragung deutlich, dass auch die jeweiligen Charakteristika einer Gemeinde und ihrer BürgerInnen den Umsetzungsprozess erleichtern oder hemmen können. Unter anderem wurde das Ausmaß an Umweltbewusstsein und Umweltwissen der Bevölkerung als Einflussfaktor identifiziert. Befragte, die sich gut über das Thema Energiesparen informiert fühlten, stimmten den positiven Aussagen über die Umsetzung einer Biomasse-Fernwärmeanlage eher zu. Weiters äußerten sich Personen eher positiv über den Umsetzungsprozess, wenn sie das Gefühl hatten, dass generell viel zum Thema Klimaschutz in der Gemeinde passiert. In der Umstellung hin zu erneuerbarer Energie und einer nachhaltigen Lebensweise ist es für Gemeinden daher sinnvoll, die Bevölkerung zu informieren und durch verschiedenste Initiativen auf das Thema Erneuerbare Energie aufmerksam zu machen. Weiters zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Vertrauen der Befragten in ihre Mitmenschen und einer positiven Einschätzung der

Umsetzung der Fernwärme. Befragte, die ihren Mitmenschen misstrauisch gegenüberstehen, unterstellen auch den EntscheidungsträgerInnen in Biomasse-Fernwärmeprojekten eher, sich selbst bereichern oder profilieren zu wollen. Dies zeigt, dass nicht nur Handlungen zu berücksichtigen sind, die unmittelbar mit der Realisierung von Biomasse-Projekten in Zusammenhang stehen, sondern dass auch Investitionen in die zwischenmenschlichen Beziehungen positive Effekte auf möglichst konfliktfreie Umsetzungsprozesse haben können. Das Vertrauen und der soziale Zusammenhalt in einer Gemeinde können vor allem durch die lokale Politik und die Bevölkerung selbst beeinflusst werden.

Schließlich sind es auch die individuellen Motive der potentiellen KundInnen für oder gegen einen Anschluss an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz, welche dessen Umsetzung beeinflussen. Während Anfang der 1990er Jahre neben Umweltschutz vor allem Komfortaspekte wie Zeit- und Arbeitsersparnis die Hauptmotive für den Umstieg auf Biomasse darstellten, so stehen jetzt, neben dem Umweltschutzaspekt Versorgungssicherheit, die positive Förderung der regionalen Wirtschaft und die positive Einstellung gegenüber Biomasse an der Spitze (siehe Abbildung VII). Die Faktoren Kostenersparnis und Zeit- und Arbeitsersparnis sind nur von untergeordneter Bedeutung. Dieses Ergebnis zeigt, dass Faktoren auch jenseits einer reinen Kostenabwägung, wie gesellschaftlicher Nutzen oder Versorgungssicherheit, einen wichtigen Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz haben.

Die vorrangige Begründung gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz ist, nicht im Einzugsgebiet des Biomassenetzes zu wohnen. Laut den befragten ExpertInnen wird die Größe des Einzugsgebietes der Fernwärmeanlage nicht nur von technisch-strukturellen Rahmenbedingungen bestimmt, sondern auch von Gemeinde-internen Kommunikationsprozessen während der Umsetzung. Demnach hängt eine erfolgreiche Umsetzung auch davon ab, wie Konflikte zwischen den Interessensgruppen in der betreffenden Gemeinde gemeistert werden. Als zweithäufigster Grund, nicht umzusteigen, wurden die niedrigen Kosten des aktuellen Heizsystems angegeben. Deutlich weniger bezogen sich darauf, dass sich ein Systemwechsel nicht mehr auszahlen würde, beziehungsweise darauf, dass das lokale Biomasse-Fernwärmenetz keine Wärme im Sommer liefert.

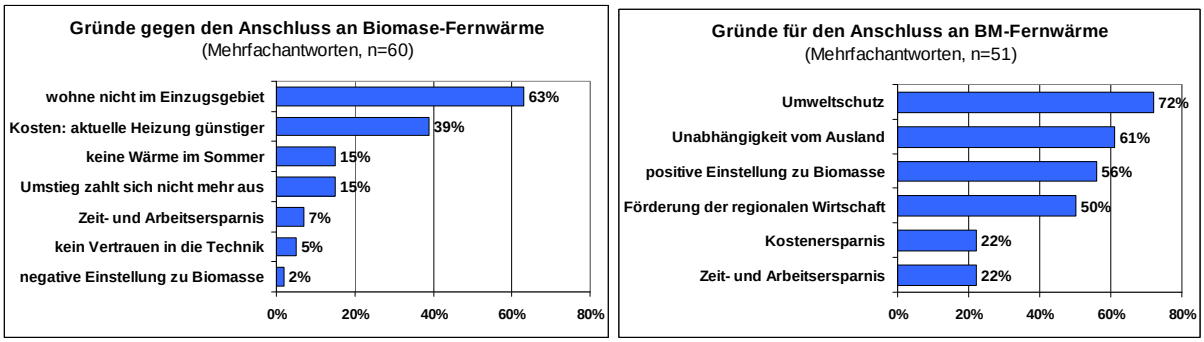


Abbildung VII Gründe für und gegen einen Anschluss an Biomasse-Fernwärmenetze (eigene Erhebung und Auswertung)

Stellt man einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der KundInnen und der Nicht-KundInnen eines Biomasse-Fernwärmenetzes an, so kann man erkennen, dass die Kosten eher als Argument gegen und weniger als Grund für den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz auftreten. Die Reduktion der Investitionskosten zum Zeitpunkt des Anschlusses durch rückzahlbare Darlehen beziehungsweise Förderungen kann also dazu beitragen, dass dieses Hemmnis beseitigt wird.

3 Zusammenfassung der Schlussfolgerungen

Betriebswirtschaftliche und Volkswirtschaftliche Aspekte

- Die Produktionskosten eines Großteils der betrachteten Energiepflanzen liegen im Bereich von € 1.200 - € 1.500 pro ha. Geringere Produktionskosten (zwischen € 800 und € 1.200) lassen sich nur bei mehrjährigen Kulturen wie Rohrglanzgras, Miscanthus oder Energieholz erzielen, da sich die Anbaukosten hier über eine langjährige Nutzungsdauer verteilen.

- Die energieträgerspezifischen Kosten variieren je nach energetischem Verwertungspfad. Während mehrjährige Kulturen wie Miscanthus und Energieholz im Zuge der thermischen Verwertung die günstigste Alternative darstellen, bewährt sich Mais (sowohl aus betriebs- als auch verwertungstechnischer Hinsicht) bei der Biogasproduktion.

- Aufgrund des Anbaus von mehrjährigen Kulturen und der verstärkten Nutzung überbetrieblicher, kapitalintensiver Leistungen, weist die Energiepflanzen-produktion im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft eine geringere Arbeitsintensität auf.

- Die Konkurrenzfähigkeit von Biomassetechnologien ist unterschiedlich abhängig vom zugrunde gelegten Ölpreis: Unter der Annahme eines Heizölpreises von 49c/l (Haushaltspreis, inkl. aller Steuern) sind in den unteren Anlagengrößen nur Heiztechnologien auf Basis forstwirtschaftlicher Biomasse konkurrenzfähig.

- Die hohen Anfangsinvestitionskosten der Biomassetechnologien stellen eine Barriere auf der Nachfrageseite (Haushalte) dar. Förderungen sind daher ein wichtiges Instrument zur Forcierung der Bioenergienutzung, um Hemmnisse zu beseitigen.

Volkswirtschaftliche Aspekte

- Die Ausdehnung der Biomassenutzung zur Wärmebereitstellung führt bei allen berücksichtigten Biomassetechnologien zu positiven Wertschöpfungseffekten.

- Während die Energiebereitstellung aus forstwirtschaftlicher Biomasse positive Beschäftigungseffekte impliziert, kommt es im Zuge der Energiebereitstellung aus landwirtschaftlicher Biomasse unter anderem auch zu negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Dieses Ergebnis reflektiert den geringeren Arbeitskräftebedarf

von landwirtschaftlich produzierten Energiepflanzen bedingt durch den Einsatz mehrjähriger Kulturen und die verstärkte Inanspruchnahme überbetrieblicher Dienstleistungen (Skalenvorteilen, höhere Kapitalintensität).

- Unter der Annahme, dass die Energiepflanzenproduktion auf konventionellen Ackerflächen erfolgt, hat die Ausweitung der Biomasseproduktion eine Reduktion der für die konventionelle landwirtschaftliche Produktion verfügbaren Ackerfläche zur Folge und steht somit in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion.

- Diese Verdrängungseffekte implizieren in weiterer Folge eine Steigerung des Pachtansatzes, wobei das Ausmaß der Pachtpreisänderung wiederum abhängig vom Flächenertrag ist.

- Die Spill-over-Effekte der Biomassenutzung in der Oststeiermark auf die restliche Steiermark sind stark von den Resultaten für Beschäftigung in der Oststeiermark abhängig.

Beitrag Biomasse Gesamtenergiemix

- Die Steigerung der Sanierungsrate ist ausschlaggebend für die Reduzierung des Raumwärmebedarfs. Unter der Annahme einer abnehmenden Bevölkerungsentwicklung aber steigender Wohnfläche, kann bei einer Sanierungsrate von 3 % der Raumwärmebedarf bis 2030 um 20 % reduziert werden.

- Die Forcierung von Mehrfamilienhäusern führt zur weiteren Reduktion im Energiebedarf für Raumwärme. Wird der Neubau ausschließlich mit Mehrfamilienhäusern abgedeckt, so kann die Raumwärmenachfrage im Vergleich zum Referenzfall um ein weiteres Prozent gesenkt werden.

- Maßnahmen im Gebäudesektor sind entscheidend für die Steigerung des Anteils von Biomasse am Gesamtenergiemix. In der Oststeiermark kann unabhängig vom zusätzlichen Biomassepotential durch Anhebung der Sanierungsrate auf 2 % zusätzlich 7 % der Wärmenachfrage mit Biomasse bedient werden (Vergleich zum Fall ohne Anhebung der Sanierungsrate).

- Zusätzlich wirken sich Maßnahmen zur Gebäudesanierung positiv auf BIP und Beschäftigung aus. Beispielsweise erhöht sich angesichts einer Sanierungsrate von 1,5 % die Wertschöpfung in der Oststeiermark um 1,73 % und die Beschäftigung steigt um 1.733 Personen.

Soziale Faktoren

- Die Größe des Biomasse-Fernwärme Einzugsgebietes ist nicht nur von technisch-strukturellen Rahmenbedingungen (Siedlungsdichte, Leitungslänge, Kosten) abhängig, sondern auch von Kommunikationsprozessen und Konflikten zwischen den BewohnerInnen.

- Im Zuge der Umsetzung von regionalen Biomasse-Projekten sind nicht nur Handlungen zu berücksichtigen, die unmittelbar mit der Realisierung dieser

Projekte in Zusammenhang stehen (Bauverhandlung, Kontaktaufnahmen mit KundInnen, Planung), sondern auch Investitionen in die zwischenmenschlichen Beziehungen in den Gemeinden, damit der Umsetzungsprozess möglichst konfliktfrei stattfindet.

4 Empfehlungen aus der Studie

Empfehlungen die sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie für die Steiermark ableiten lassen, betreffen sowohl die Nachfrage- also auch die Angebotsseite und beinhalten Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudebestands, zur Steigerung des Einsatzes und der Produktion von Biomasse.

Maßnahmen auf der Nachfrageseite

Auf der Nachfrageseite wären als wichtigster Schritt Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudesektor zu nennen. Hierzu bieten sich vor allem eine Anpassung der bestehenden Förderungen und die Einführung verpflichtender Vorgaben, aber auch die Durchführung von Informations- und Imagekampagnen zum Thema Energiesparen und Biomasse an:

- Verschiebung des Schwerpunktes der Wohnbauförderung von der Förderung von Neubauten hin zu thermischen Sanierungsmaßnahmen;
- Verstärkte Förderung von Mehrfamilienhäusern im Neubau, da Mehrfamilienhäuser einen geringeren spezifischen Energiebedarf aufweisen und der Einsatz von Biomasseheizungen kosteneffizienter ist;
- Koppelung der Direktförderung für Solar- und Biomasseheizungen an die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen;
- Anpassung der steiermärkischen Wärmedämmverordnung (LGBl. Nr. 103/1996), insbesondere eine Anpassung der festgelegten Mindeststandards für die Wärmedurchgangskoeffizienten von Neu- und Zubauten im Wohnbau auf den derzeit möglichen technischen Stand sowie die Ausweitung der Verordnung auf den Gebäudebestand;
- Ausdehnung des Geltungsbereiches des steiermärkischen Energieausweises auf den gesamten Gebäudebestand;
- Informationskampagnen über die Kosten und Umsetzungsmöglichkeiten von Biomassetechnologien;
- Kampagnen, die das Umweltbewusstsein in Bezug auf energiesparendes bzw. klimafreundliches Wohnen fördern.

Maßnahmen auf der Angebotsseite

Politikmaßnahmen auf der Angebotsseite umfassen im Wesentlichen die Anpassung von Förderungen und die Erhöhung des Informationstandes der Produzenten:

- Förderung schwer bewirtschaftbarer Flächen und forstwirtschaftlicher Biomasse verringert die Konkurrenzwirkung mit der konventionellen Landwirtschaft;
- Förderung von Technologien mit positiven BIP- und Beschäftigungseffekten (forstwirtschaftliche Biomasse, Miscanthus);
- Forcierung der Produktion und Veredelung der Biomasse in der Region;
- Information der Landwirte über neue Anbauformen (wie z.B. Mischkulturen) oder neue Pflanzenarten;
- Zusatzausbildung der Landwirte zum Energiewirt.

LITERATURVERZEICHNIS

Birnstingl-Gottinger, B., Narodoslawsky, M., Zachhuber, C., Krotschek, C., Selvicka, E., Schrimpf, E., Lauber, V., Riebenbauer, L. (2007), *Landwirtschaft 2020 - Grundlagen einer nachhaltigen, energetischen Gesellschaftsentwicklung.* Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 46/2007, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

Clement, W., Schröck, T., Farar, D., Maurer, C., Preissl, M., Roediger-Schluga, T., Seubert, P. (1998), *Bioenergie-Cluster Österreich*. Langfassung, Studie herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie,Wien.

Haas, R., Kranzl, L., Kalt, G., Ajanovic, A., Eltrop, L., König, A., Makkonen, P. (2007), Strategien zur optimalen Erschließung der Biomassepotenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen, Energy Economics Group, Technische Universität Wien.

Haas, R. und Kranzl. H. (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.

Kaltschmitt, M., Krewitt, W., Heinz, A., Bachmann, T., Gruber, S., Kappelmann K.H., Beerbaum S., Isermeyer, F. und Seifert, K. (2000), *Gesamtwirtschaftliche Bewertung der Energiegewinnung aus Biomasse unter Berücksichtigung externer und makroökonomischer Effekte* (Externe Effekte der Biomasse). Projekt-Nr. 95 NR 056-F, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Universität Stuttgart.

Land Steiermark (2005[a]), Energieplan 2005 – 2015 des Landes Steiermark. Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 13B/ Bau- und Raumordnung, Energieberatung und Büro des Landesenergiebeauftragten/ Fachstelle für Energie, Graz.

Madlener, R. und Koller, M. (2005), *Evaluierung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Förderung von Biomasse-Anlagen durch das Land Vorarlberg*. Studie im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung. ETH Zürich, Zürich.

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie) (Hsg.) (2004), *Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse*. Verbundprojekt gefördert vom BMU im Rahmen des ZIP. Öko-Institut, Darmstadt/Berlin.

ÖROK Österreichische Raumordnungskonferenz (2004), ÖROK-Prognosen 2001-2031, Teil 1: Bevölkerung und Arbeitskräfte nachRegionen und Bezirken Österreichs, Wien.

Pichl, C., Wilfried P., Obernberger, I. u.a. (1999), Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft, Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, WIFO, Wien.

Statistik Austria (2008[c]), Statistiken, Wohnungen, Gebäude, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohnen_und_gebaeude/index.html (Stand 02/08).

ENGLISH SUMMARY

Confronted with climate change and high oil prices the EU has mapped strategies to rearrange the European energy sector. Biomass takes a key role in this effort: with the Biomass Action Plan a general framework to promote the use of biomass was established. Stimulated by the strategic goals of the EU, Styria has adopted an ambitious biomass strategy: In the course of the Styrian Energy Plan (2005-2015), which is aimed at increasing the share of renewables from 25 % to 33 % in 2015, the major role of biomass in target achievement is emphasized. Besides supply security and environmental criteria, economic aspects such as the creation of jobs and added value especially in peripheral, agricultural regions provide an additional incentive. So far the majority of economic studies about biomass energy use focus on the national level (Clement et al. 1998, Pichl et al. 1999, Kaltschmitt et al. 2000, Haas und Kranzl 2000). However, of particular interest to date are the local-regional effects of increased biomass energy supply; especially so in rural areas, characterised by a high share of agriculture, low income and job scarcity. We lack multiregional analysis at the local, i.e. sub-national scale. We seek to close this gap and provide an extensive analysis of macro-economic effects at the local-regional level.

The present study investigates the regional macro-economic effects resulting from an intensified biomass energy production used for household space heating and as transport fuel in East Styria especially also under the aspect of competition for land with other uses (food, industry). We develop a three-region energy focused CGE model that acknowledges land competition to analyse the regional implications of such a strategy, especially employment, sectoral production level, added value and public budget. Our model is based on a full cost analysis of selected biomass technologies and takes account of regional energy demand. Furthermore, this study includes the economic aspect of thermal insulation measures.

The results of the study show that cost efficiency of biomass technologies is a decisive factor that determines to what extent energy services are provided from biomass resources. Concentrating on single home heating systems we find the cost efficiency to be depending on both, the considered capacity range and costs of the fossil reference system (oil price). Focusing on 15 kW heating systems and using the current fuel oil prices (0,69c/l) as reference common biomass technologies based on e.g. wood (chips, logs or pellets) or miscanthus are cost efficient, whereas costs of heating systems based on agro pellets exceed fossil fuel costs. In spite of the cost efficiency of many biomass heating systems, the substitution process of biomass for fossil fuels is slow. High investment and low operating costs imply that a high level of energy consumption is necessary to make biomass technologies profitable.

Concerning the macroeconomic aspects, an expansion of the use of biomass heating systems is found to generate positive effects on employment and regional GDP for almost all investigated technologies. The quantitative range of effects, however, differs significantly across technologies and is governed by factors such as net labour intensity of biomass heat production. In particular high land intensity of agricultural biomass products crowds out the

more labour-intensive conventional agriculture, and drives land prices and the consumer price index, which might relate back to real wage development. Furthermore spill-over-effects on neighbouring regions are found due to changes in the relative factor advantages and through a spill over of the increase in consumption from the biomass expanding region. Besides biomass use, investments in thermal insulation also increase regional employment and GDP. Furthermore, the improvement of the energy efficiency of buildings is crucial in increasing the share of heating energy demand supplied by biomass. Taking into account a yearly refurbishment rate of 2 % and the additional regional biomass potential that could be mobilized, the share of household heating energy demand supplied by biomass can be increased by further 7 % by 2030 compared to the case without refurbishment.

INHALTSVERZEICHNIS -ÜBERSICHT

VORWORT **I**

DANKSAGUNG **II**

KURZZUSAMMENFASSUNG **III**

ENGLISH SUMMARY **XXV**

INHALTSVERZEICHNIS **1**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS **7**

TABELLENVERZEICHNIS **12**

FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN **16**

A EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG **18**

B INTERNATIONALER UND NATIONALER POLITISCHER RAHMEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER **23**

C DIE ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK **45**

D BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK **74**

E VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK **155**

F SOZIALE ASPEKTE DER UMSETZUNG VON BIOMASSEPROJEKTEN AM BEISPIEL DER BIOMASSE-FERNWÄRME **211**

G SCHLUSSFOLGERUNGEN UND POLITIKEMPFEHLUNGEN **257**

LITERATURVERZEICHNIS **269**

ANHANG **289**

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT **I**

DANKSAGUNG **II**

KURZZUSAMMENFASSUNG **III**

ENGLISH SUMMARY **XXV**

INHALTSVERZEICHNIS **1**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS **7**

TABELLENVERZEICHNIS **12**

FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN **16**

A EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG **18**

1 Einleitung **18**

1.1 Motivation 18

1.2 Zielsetzung und Methodik 19

1.3 Aufbau der Arbeit 21

B INTERNATIONALER UND NATIONALER POLITISCHER RAHMEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER **23**

1 Internationale Abkommen **24**

2 Europäische Union **24**

2.1 Richtlinien und Verordnungen 25

2.2 Mitteilungen und Stellungnahmen 27

2.2.1 Mitteilungen 27

2.2.2 Stellungnahmen 32

3 Österreich **33**

3.1 Gesetze und Verordnungen 33
3.2 Andere 36

4 Steiermark 39
4.1 Gesetze und Verordnungen 39
4.2 Andere 43

5 Gemeinden in der Oststeiermark 44

C DIE ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK 45

1 Darstellung des derzeitigen Energiesystems der Oststeiermark 47
1.1 Methodik und Datensituation 47
1.2 Energiebedarf der Haushalte 48
1.3 Energiebedarf der anderen Sektoren 53

2 Zukünftige Entwicklung des Energiesystems in der Oststeiermark 54
2.1 Methodik und Datensituation 54
2.2 Energiebedarf der Haushalte 55
2.3 Energiebedarf der anderen Sektoren 59
2.4 Zusammenfassung 60

3 Analyse der oststeirischen Biomassepotentiale 61
3.1 Die Land- und Forstwirtschaft der Oststeiermark 61
3.2 Aktuelle Energiepflanzenproduktion in der Oststeiermark 64
3.3 Zusätzliche Biomassepotential 2015 und 2030 66

4 Auswahl der Biomassetechnologien 69
4.1 Charakteristiken der Biomassetechnologien 70
4.2 Nicht ausgewählte Technologien 72
4.3 Referenzszenario Dämmung 72

D BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK 74

1 Ökonomische Analyse der landwirtschaftlichen Energiepflanzenproduktion 76
1.1 Bezugsbasis, Datengrundlage und Methodik 78
1.2 Ergebnisse der Vollkosten- und Deckungsbeitragsrechnung sowie deren Interpretation 81

1.3 Detailergebnisse Produktionskosten 84
1.3.1 Transportkosten 87
1.3.2 Düngerkosten 91
1.3.3 Arbeitskosten 93
1.4 Energieentstehungskosten aus pflanzlichen Rohstoffen 94
1.4.1 Feste Energieträger 94
1.4.2 Gasförmige Energieträger 97
1.4.3 Flüssige Energieträger 100

1.5 Förderwesen der Landwirtschaft 101
1.5.1 Einheitliche Betriebsprämie 101
1.5.2 ÖPUL 102
1.5.3 Energiepflanzenprämie 103

2 Ökologische Aspekte der Energiepflanzenproduktion 104
2.1 Datengrundlage 104
2.2 Treibstoffverbrauch 104
2.2.1 Kohlendioxid (CO_2) Bilanz 105
2.2.2 Energie-Input-Output-Verhältnis 106
2.3 Lösungsansätze der Landwirtschaft für eine ökologisch nachhaltigere Energiepflanzenproduktion 108
2.3.1 Zweikultur-Nutzungskonzept 108
2.3.2 Mischfruchtanbau 110
2.3.3 Fruchtfolge 111
2.3.4 Low-Input – Low-Output Strategie 112
2.3.5 Gentechnik und Züchtungsfortschritt 112
2.3.6 Agroforstsysteme 113
2.4 Gesamtbewertung der Energiepflanzenproduktion 113

3 Ökonomische Analyse der Produktion forstwirtschaftlicher Energieträger 117
3.1 Methodik und Datengrundlage 118
3.2 Kosten ohne Berücksichtigung von Förderungen 118

4 Ökonomische Analyse der Biomassetechnologien 120
4.1 Methodik und Datengrundlage 121
4.1.1 Datengrundlage 124
4.2 Kosten der Biomasse-Großanlagen 124
4.2.1 Biomasse-Nahwärme-Heizwerke 124
4.2.2 Pelletserzeugung und -distribution 125

4.2.3 Biogas 127
4.2.4 Pflanzenöl 128
4.2.5 Biodiesel 129
4.3 Kosten der Heizsysteme ohne Förderungen 130
4.3.1 10 kW-Heizanlagen 133
4.3.2 30 kW-Heizanlagen 134
4.3.3 80 kW Heizsysteme 137
4.3.4 Vergleich unterschiedlicher Systemgrößen 138
4.4 Kosten mit Berücksichtigung von Förderungen 140
4.4.1 Übersicht über die Förderung 140
4.4.2 Kosten am Beispiel einer 15 kW Heizung 143

5 Ökonomische Analyse von Wärmedämmungsmaßnahmen 148
5.1 Kosten von Wärmedämmungsmaßnahmen bei Gebäudesanierungen 149
5.2 Vermiedene Kosten der Wärmeerzeugung bei Wärmedämmung 150
5.3 Einsatzpotentiale von Biomasse im Niedrigenergie- und Passivhaus 152

E VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK 155

1 Bewertungsmethodik/Modellansatz 157
1.1 Modellansatz 157
1.2 Modellbeschreibung 159
1.2.1 Haushalte 159
1.2.2 Unternehmen 160
1.2.3 Technologien zur Erzeugung von Energie aus Biomasse 162
1.2.4 Staat 163
1.2.5 Arbeitsmarkt 163
1.2.6 Außenhandel 163

2 Datenbasis 165

3 Szenarien 165
3.1 Basisannahmen für die Szenarien 166
3.2 Einzeltechnologieanalyse 170
3.2.1 Einzeltechnologieanalyse: Business–as-usual (BAU) 170
3.2.2 Einzeltechnologieanalyse: Förderung „neuer“ Technologien 173
3.2.3 Einzeltechnologieanalyse: F&E bedingte Kostenreduktion „neuer“ Technologien 174
3.3 Szenario: „Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials“ 174

4 Makroökonomische Evaluierung der Szenarien 176
4.1 Erwartete Wirkungsweisen 176
4.2 Modellergebnisse 178
4.2.1 Einzeltechnologieanalyse: Business-as-usual mit 15 kW-Anlagen 178
4.2.2 Vergleich der Effekte für 50 kW-Anlagen 183
4.2.3 Zumischungsverpflichtung für Biotreibstoffe 184
4.2.4 Ausdehnung der Biogasproduktion 186
4.2.5 Förderung „neuer" Technologien 187
4.2.6 F & E bedingte Kostenreduktion „neuer" Technologien 187
4.3 Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials – Fixierung eines Energiepflanzenmixes 188

5 Sensitivitätsanalyse 192
5.1 Modellergebnisse Sensitivitätsanalyse 192
5.2 Quantifizierung aus der Literatur 196
5.2.1 Bisherige Studien zur ökonomischen Auswirkung einer forcierten Biomassenutzung in Österreich 196
5.2.2 Bisherige Studien zur ökonomischen Auswirkung einer forcierten Biomassenutzung am Beispiel Deutschlands 202
5.3 Zusammenfassung des Literaturüberblicks und Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit der bisherigen Literatur 204

F SOZIALE ASPEKTE DER UMSETZUNG VON BIOMASSEPROJEKTEN AM BEISPIEL DER BIOMASSE-FERNWÄRME 211

1 Soziale Erfolgsfaktoren 213
1.1 Ausgangspunkt und Ziele der Gemeindebefragung 213
1.2 Theoretische Fundierung der Untersuchung 214
1.3 Aufbau der Erhebung 216
1.4 Porträt der ausgewählten Gemeinden 217
1.5 Ergebnisse der ExpertInnen-Interviews 221
1.5.1 Initiierung 221
1.5.2 Umsetzung 222
1.5.3 Vertrauensbildende Maßnahmen 223
1.5.4 Stimmung in der Bevölkerung bezüglich Biomasse 225
1.5.5 Synthese aus den ExpertInnen-Interviews 229

2 Durchführung der Haushaltsbefragung 233

3 Zentrale Ergebnisse der Haushaltsbefragung 239
3.1 Aktuelles Heizsystem 239
3.2 Motive für und gegen den Anschluss an ein Biomasse-Fernwärmenetz 240
3.2.1 KundInnen 241
3.2.2 Nicht-KundInnen 243
3.3 Die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung 245
3.4 Einflussfaktoren auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung 248
3.4.1 Einfluss demographischer Variablen auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung 248
3.4.2 Einfluss von Wissen und Einstellungen zum Umweltschutz auf die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung 249
3.4.3 Einfluss von Sozialkapitalindikatoren auf die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung 252
3.5 Schlussfolgerungen 254

G SCHLUSSFOLGERUNGEN UND POLITIKEMPFEHLUNGEN 257

1 Schlussfolgerungen 257
1.1 Schlussfolgerungen Energiepflanzenproduktion 257
1.2 Der Einsatz von Biomasseheiztechnologien 259
1.3 Zukünftiger Raumwärmebedarf und Einsatzmöglichkeiten von Biomasse 261
1.4 Soziale Aspekte der Umsetzung von Biomasseprojekten am Beispiel der Biomasse-Fernwärme 263

2 Politikempfehlungen für die Steiermark 266
2.1 Maßnahmen auf der Nachfrageseite 266
2.2 Maßnahmen auf der Angebotsseite 267

LITERATURVERZEICHNIS 269

ANHANG 289

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Schematische Darstellung der Methodik und Vorgangsweise 20

Abbildung 2 Anteile der verschiedenen Wohnungstypen an der Wohnfläche 49

Abbildung 3 Wärmeverbrauch der Haushalte nach Wohnungstypen 50

Abbildung 4 Wärmeverbrauch der Haushalte nach Bezirken 50

Abbildung 5 Anteile der eingesetzten Energieträger an der gesamten Wohnfläche 51

Abbildung 6 Anteile der eingesetzten Energieträger an der Wohnfläche nach politischen Bezirken 51

Abbildung 7 Stromverbrauch der Haushalte nach politischen Bezirken) 52

Abbildung 8 Energiebedarf des Individualverkehrs 53

Abbildung 9 Energiebedarf der anderen Sektoren 54

Abbildung 10 Anteile der Wohnungstypen an der Wohnfläche 55

Abbildung 11 Anteile der Wohnungstypen an der Wohnfläche nach Bezirk 56

Abbildung 12 Energiebedarf nach Wohnungstypen 57

Abbildung 13 Energiebedarf nach Bezirk 57

Abbildung 14 Stromverbrauch der Haushalte nach Bezirk 58

Abbildung 15 Treibstoffverbrauch der Haushalte 59

Abbildung 16 Energiebedarf der anderen Sektoren 59

Abbildung 17 Veränderung des Energiebedarfs nach Sektoren 60

Abbildung 18 Grün- und Ackerlandverteilung der Oststeiermark im Jahre 2006 61

Abbildung 19 Verteilung von Rindern und Schweinen auf die einzelnen Bezirke 62

Abbildung 20 Kulturverteilung des oststeirischen Ackerlandes im Jahre 2006 62

Abbildung 21 Waldfläche in den oststeirischen Bezirke 63

Abbildung 22 Regionale Energiepflanzenproduktion 2007 64

Abbildung 23 Agrarflächen für die energetische Verwertung in der Oststeiermark 65

Abbildung 24 Inputdaten und Annahmen zur Abschätzung zusätzlicher landwirtschaftlicher Biomassepotentiale 68

Abbildung 25 Stand der Technik bei Biotreibstoffen 69

Abbildung 26 Praxisübliche landwirtschaftliche Kostenrechnungssysteme 77

Abbildung 27 Deckungsbeitragskalkulation der Energiepflanzenproduktion 81

Abbildung 28 Deckungsbeitragsänderung in Abhängigkeit des Trockenmassertrags und Produkterlöses ... 82

Abbildung 29 Vollkostenkalkulation der Energiepflanzenproduktion ... 83

Abbildung 30 Vollkostenkalkulation der Energiepflanzenproduktion unter Berücksichtigung der Agrarförderungen ... 84

Abbildung 31 Produktionskosten von Energiepflanzen pro ha und Jahr ... 85

Abbildung 32 Kostenartenverteilung der Energiepflanzenproduktion in € pro ha ... 86

Abbildung 33 Transportmittelwahl in Abhängigkeit der Transportdistanz ... 88

Abbildung 34 Transportkosten in Abhängigkeit der Schüttdichte ... 88

Abbildung 35 Transportkosten von Silomais in Abhängigkeit der Feld-Anlagenentfernung ... 89

Abbildung 36 Kosten der Energiebereitstellung fester Energieträger ... 96

Abbildung 37 Einflussfaktoren auf die Qualität der Pflanzenbiomasse, des Gärstoffes und des Gärgutes bei der Nutzung von Energiepflanzen in der Biogaserzeugerkette ... 97

Abbildung 38 Methanhektarertrag in Abhängigkeit des Methan- und Trockenmasseertrags ... 98

Abbildung 39 Kosten der Energiebereitstellung gasförmiger Energieträger ... 99

Abbildung 40 Kosten der Energiebereitstellung flüssiger Energieträger ... 100

Abbildung 41 Regionale Verteilung der nicht am ÖPUL teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe ... 102

Abbildung 42 Treibstoffverbrauch der Energiepflanzenproduktion ... 105

Abbildung 43 Kohlendioxidbilanz der Energiepflanzenproduktion ... 106

Abbildung 44 Energie-Input-Output-Verhältnis von Energiepflanzen (1:O…1:Output) ... 107

Abbildung 45 Energie-Input-Output-Verhältnis von Biogasanlagen in Abhängigkeit des Anlagennutzungsgrades (1:O…1:Output) ... 108

Abbildung 46 Funktionalität des Zweikultur-Nutzungskonzeptes ... 109

Abbildung 47 Prinzipzeichnung zum Aufbau und zur Bereitstellung von Biomasse nach dem Zweikultur-Nutzungskonzept für verschiedene Verwertungspfade ... 109

Abbildung 48 Beispielhafte Darstellung von Fruchtfolgen für Biogasanlagen (SZF…Sommerzwischenfrucht, WZF…Winterzwischenfrucht, GPS…Ganzpflanzensilage; HF…Hauptfrucht) ... 112

Abbildung 49 Ökonomische und ökologische Bewertung der Energiepflanzenproduktion ... 116

Abbildung 50 Verfahren zur Bereitstellung von Waldhackgut ... 118

Abbildung 51 Kostenpositionen der teil- bzw. vollmechanisierten Hackgutproduktion ... 119

Abbildung 52 Vergleich zwischen dem Referenzsystem Heizöl und den Biomassetechnologien Hackgut, Pellets und Nahwärme bei Verwendung der Ölpreise für das Jahr 2006 bzw. 2002-2006 ... 132

Abbildung 53 Mittlere jährliche Gesamtkosten (in €) von 30 kW Heizsystemen ... 135

Abbildung 54 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 80 kW Heizanlagen 138

Abbildung 55 Mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh in Abhängigkeit der Heizlast (Heizölpreisniveau 2006: 69 Cent/l) 139

Abbildung 56 Aggregierte Grenzkostenkurve für den Schweizer Einfamilienhausbestand der Bauperiode 1900-1960 149

Abbildung 57 Kurzfristig vermiedene Kosten von Heizsystemen bei Dämmung 151

Abbildung 58 Langfristig vermiedene Kosten von Heizsystemen bei Dämmung 151

Abbildung 59 Güterproduktionsstruktur 161

Abbildung 60 Produktion von Endenergie / Energiedienstleistung aus Biomasse aus verschiedenen Technologien 162

Abbildung 61 Produktion von Biomassevorleistungsprodukten 163

Abbildung 62 Modellstruktur für Außenhandel 164

Abbildung 63 Weltmarktpreise für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten und Pflanzenöl) historisch (1995-2003) und Prognosen laut OECD und FAO (2006) 168

Abbildung 64 Anteil der zusätzlichen Bioenergie an der gesamten Wärmenachfrage der Haushalte 176

Abbildung 65 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch den Einsatz von 2.000TJ thermisch, produziert aus Biomasse mit 15 kW Anlagen in der Oststeiermark 179

Abbildung 66 Zusammenhang zwischen Flächenertrag und der Auswirkungen auf die Pachtpreise bei der Produktion von 2.000 TJ thermisch durch landwirtschaftliche Biomasseprodukte 181

Abbildung 67 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Spill-over-Effekte auf die Reststeiermark durch den Einsatz von 2.000TJ produziert aus Biomasse mit 15 kW-Anlagen in der Oststeiermark 182

Abbildung 68 Zusammenhang zwischen Konsumausgaben des öffentlichen Sektors in der Oststeirmark und den Beschäftigungseffekten in der Reststeiermark (links) und Zusammenhang zwischen den Beschäftigungseffekten in beiden Regionen (rechts). 183

Abbildung 69 Veränderung der volkswirtschafltichen Effekte bei Verwendung von 50 kW Anlagen anstelle von 15 kW Anlagen 184

Abbildung 70 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Beimischungsverpflichtung für Diesel für unterschiedliche Beimischungshöhen (5,75 %, 10 % und 20 %) und unterschiedliche Importanteilen von Raps (30 %, 60 % und 90 %) 185

Abbildung 71 Zusammenhang zwischen Konsumausgaben des öffentlichen Sektors in der Oststeiermark und den Beschäftigungseffekten in der Reststeiermark (links) und Zusammenhang zwischen den Beschäftigungseffekten in beiden Regionen (rechts) in folge von Beimischungsverpflichtungen für Diesel 186

Abbildung 72 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Ausweitung der Biogasproduktion um 1.000 TJ thermisch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Effizienzgrade 186

Abbildung 73 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP für die Einzeltechnologieanalyse mit Förderungen von neuen Technologien als Abweichung vom BAU-Szenario 187

Abbildung 74 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP für die Einzeltechnologieanalyse mit Kostenreduktion von neuen Technologien als Abweichung vom BAU-Szenario 188

Abbildung 75 Veränderungen des regionalen BIP und der regionalen Beschäftigung in der Ost- und Reststeiermark für das Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* low (links) und high (rechts) 189

Abbildung 76 Veränderungen des Konsums der Haushalte und des öffentlichen Konsums in der Ost- und Reststeiermark für das Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* niedrig (links) und hoch (rechts) 191

Abbildung 77 Sensitivität der regionalen Wirtschaftswachstumseffekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter 193

Abbildung 78 Sensitivität der Beschäftigungseffekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter 194

Abbildung 79 Sensitivität der Pachtpreisveränderung der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter 194

Abbildung 80 Sensitivität der Spill-over-Effekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter 195

Abbildung 81 Schematische Darstellung der Untersuchung 216

Abbildung 82 Derzeitig verwendete Energieträger 240

Abbildung 83 Gründe für den Anschluss an Biomasse-Fernwärme 241

Abbildung 84 Gründe gegen den Anschluss an Biomasse-Fernwärme 244

Abbildung 85 Zustimmung zu den Aussagen über die Fernwärme-Umsetzung (FW…Fernwärme) 246

Abbildung 86 Zusammenhang zwischen Information und positiven Aussagen zu Fernwärme (FW) aus Biomasse 250

Abbildung 87 Zusammenhang zwischen Sozialkapital und einer positiven Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung 253

Abbildung 88 Schematische Darstellung der Schlussfolgerungen 255

Abbildung 89 Kostenartenverteilung der Energiepflanzenproduktion in € pro ha 258

Abbildung 90 Die Wirtschaftlichkeit von Biomassetechnologien im Vergleich zu Heizöl (Preisniveau 2006: 69 Cent/l) in Abhängigkeit von der Anlagengröße auf Basis eines Produktionskostenansatzes 260

Abbildung 91 Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2030 262

Abbildung 92 Anteil der *zusätzlichen* Bioenergie an der Wärmenachfrage der Haushalte in der Oststeiermark und Steiermark 263

Abbildung 93 Gründe für und gegen einen Anschluss an Biomasse-Fernwärmenetze 265

Abbildung 94 Prozentuelle Abweichung der Szenario- Preisprojektionen für ausgewählte Agrargüter (Zucker, Pflanzenöl, Mais und Ölsaaten) in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) unter der Annahme konstanter bzw. forcierter Biotreibstoffproduktion 305

Abbildung 95 Prozentuelle Abweichungen der Szenario-Preisprojektionen ausgewählter Agrarprodukte (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöl) in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) unter der Annahme eines konstant hohen Ölpreises..... 307

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Preise für Ökostrom gemäß Ökostromverordnung 2008 35

Tabelle 2 Mindeststandards für Wärmedurchgangskoeffizienten laut Wärmedämmverordnung..... 41

Tabelle 3 Prognostizierter Raumwärmebedarf der Haushalte in GJ 56

Tabelle 4 Überblick über die Charakteristiken kostenmäßig erfasster Technologien..... 71

Tabelle 5 Überblick über die Charakteristiken der kostenmäßig nicht-erfassten Technologien..... 73

Tabelle 6 Einfluss der Schlaggröße auf variable Maschinenkosten und Arbeitszeitbedarf 79

Tabelle 7 Beeinflussbarkeit landwirtschaftlicher Kosten 87

Tabelle 8 Transportkosten von Silomais in Abhängigkeit von unterschiedlicher Transportentfernung und Mechanisierung..... 90

Tabelle 9 Ausgewählte Transportkosten verschiedener Kulturpflanzen (Transportdistanz 10 km) 91

Tabelle 10 Einsparungspotenzial bei Gärrestrückholung 92

Tabelle 11 Vergleich der Arbeitskraftstunden (inkl. Lohnarbeit und Transport) zwischen der Futter- bzw. Lebensmittelproduktion und der Energiepflanzenproduktion..... 93

Tabelle 12 Verbrennungstechnische Kenndaten von biogenen Festbrennstoffen 95

Tabelle 13 Ölgehälter verschiedener Kulturpflanzen 100

Tabelle 14 Kombinationsmöglichkeiten Mischfruchtanbau 111

Tabelle 15 Waldanteil, Baumarten und Eigentumsarten in der Oststeiermark 117

Tabelle 16 Kosten der Hackguterzeugung bei teilmechanisierten bzw. vollmechanisierten Arbeitsverfahren 119

Tabelle 17 Kosten der Heizenergiesysteme bei 15 kW Heizlast 123

Tabelle 18 Datenquelle für die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Biomasse-Energiesysteme..... 124

Tabelle 19 Kosten eines 1.000 kW – Biomasse-Heizwerks inkl. Wärmenetz 125

Tabelle 20 Kosten der Pelletserzeugung und -distribution (exkl. Rohstoffkosten) bei einer Jahresproduktion von 10.000 t..... 126

Tabelle 21 Kosten von 250 kW, 500 kW und 1.000 kW Biogasanlagen..... 127

Tabelle 22 Kosten der Biogasproduktion je nach Annahmen zu den Erlösen 128

Tabelle 23 Kosten einer Ölmühle mit einer Jahresproduktion von 650 t 129

Tabelle 24 Input- und Outputstoffe einer Biodieselanlage 129

Tabelle 25 Kosten einer Biodieselanlage mit einer Jahresproduktion von 17.600 t..... 130

Tabelle 26 Verwendete Herstellungs- und Distributionskosten, sowie Jahresnutzungsgrade 131

Tabelle 27 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 10 kW-Heizanlagen 133

Tabelle 28 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 30 kW Heizanlagen 134

Tabelle 29 mittlere jährliche Kosten von 80 kW Heizsystemen 137

Tabelle 30 Übersicht über die maximale Fördersumme der Förderung moderner Holzheizungen 141

Tabelle 31 Gesamtinvestitionskosten mit und ohne Förderung von 15 kW Biomasseeinzelhausheizanlagen durch das Land Steiermark (kleine Wohnhaussanierung, moderne Holzheizung) 145

Tabelle 32 Für die Berechnung verwendete Brennstoffkosten in Cent pro kWh_{th} mit und ohne Agrarförderungen 145

Tabelle 33 mittlere jährliche Kosten (in €) von vom Land Steiermark (kleine Wohnhaussanierung, moderne Holzheizung) inklusive Agrarförderungen geförderten 15 kW Biomasseeinzelhausheizanlagen 147

Tabelle 34 Einsparung Heizwärmebedarf sowie Grenzkosten der eingesparten Nutzenergie 150

Tabelle 35 Annahmen für die Entwicklung der realen Preise (Basisjahr 2003, ohne Steuern) ausgewählter Mineralölprodukte im Zeitraum 2003-2030 basierend auf der Preisprognose im Referenzszenario des World Energy Outlooks 2006 und berechneten Elastizitäten zwischen Heizöl- (0,64), Diesel- (0,48) und Benzinpreis (0,37) jeweils mit dem Weltrohölpreis 167

Tabelle 36 Übersicht über die im BAU Szenario berücksichtigten Förderungen von Biomassetechnologien, -primärprodukten und -endprodukten 172

Tabelle 37 Gesamtinvestitionskosten und mittlere jährliche Gesamtkosten in € sowie Cent pro kWh von Biomassetechnologien auf Basis von landwirtschaftlicher Biomasse unter der Annahme, dass derzeitige Biomasseförderungsysteme des Landes Steiermark (kleine Wohnhaussanierung und Förderung moderner Holzheizungen sowie Agrarförderungen) auf neue Biomassetechnologien ausgedehnt werden 173

Tabelle 38 Gesamtinvestitionskosten und mittlere jährliche Gesamtkosten in € sowie Cent pro kWh von Biomassetechnologien ohne Förderungen, abzüglich des 20%-igen Aufschlages auf Investitionskosten (insbesondere Kesselkosten) 174

Tabelle 39 Flächenerträge und die sich daraus ergebenden Produktionsveränderungen für den Landwirtschaftssektor und Nahrungsmittelsektor und Veränderungen für Pachtpreise durch Bereitstellung von 2.000TJ thermisch aus Biomasse 181

Tabelle 40 Im Modell endogen bestimmte Fördersätze für Biomassetechnologien im Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* 190

Tabelle 41 Parameterannahmen für Sensitivitätsanalyse 192

Tabelle 42 Ergebnisse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen (in Arbeitsplätze, Prozent, Millionen € pro Terra Watt Stunde bereitgestellter Energie) eines vermehrten Biomasseeinsatzes in Pichl et al (1999) (Einzeltechnologieanalyse) 198

Tabelle 43 Überblick über Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten der Biomassenutzung ausgewählter Studien im Vergleich zur vorliegenden Studie 207

Tabelle 44 Tabellarische Zusammenfassung ausgewählter bisheriger Studien über die ökonomische Nutzung der Biomasse sowie der vorliegenden Studie 209

Tabelle 45 Gemeinden der Stichprobe 218

Tabelle 46 Vertrauensbildende Maßnahmen in den einzelnen Gemeinden 224

Tabelle 47 Manifestation des Widerstands gegen Biomasse-Anlagen 226

Tabelle 48 Übersicht über die Argumente der Gegner in den einzelnen Untersuchungsgemeinden 227

Tabelle 49 Übersicht über die Argumente der Befürworter in den einzelnen Untersuchungsgemeinden 228

Tabelle 50 Idealtypischer Ablauf eines Umsetzungsprozesses (eigene Zusammenstellung aus den ExpertInnen-Interviews) 230

Tabelle 51 Übersicht über die Stichprobe in den einzelnen Gemeinden 234

Tabelle 52 Darstellung der Themenbereiche der Haushaltsbefragung 237

Tabelle 53 Demographische Kennzahlen der Stichprobe 238

Tabelle 54 Die Umweltförderung des Bundes 290

Tabelle 55 Die Umweltförderung des Bundes (Fortsetzung) 291

Tabelle 56 Förderungen durch das Land Steiermark 292

Tabelle 57 Förderungen durch das Land Steiermark (Fortsetzung) 293

Tabelle 58 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Feldbach 294

Tabelle 59 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Fürstenfeld 295

Tabelle 60 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Hartberg 296

Tabelle 61 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Radkersburg 297

Tabelle 62 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Weiz 298

Tabelle 63 Annahmen für die Entwicklung des realen Weltölpreises (Basisjahr 2003) zwischen 2003 und 2030 basierend auf der Hochpreisprognose der IEA (2006[a]) und der Niedrigpreisprognosen der EIA (2007) 303

Tabelle 64 Annahmen für die Entwicklung der realen Preise (Basisjahr 2003, ohne Steuern) für ausgewählte Mineralölprodukte im Zeitraum 2003-2030 in Österreich basierend auf dem Hoch- und Niedrigpreisszenario des World Energy Outlooks (IEA 2006[a]) bzw. International Energy Outlooks (EIA 2007) und beobachteten Elastizitäten (1995-2007) zwischen Heizöl- (0,64), Diesel- (0,48) und Benzinpreisen (0,37) jeweils mit dem Rohölpreis 303

Tabelle 65 Prozentuelle Abweichung der Szenario-Preisprognosen für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöle) unter der Annahme konstanter (Basis 2003) und forcierter Biotreibstoffproduktion in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) für das Jahr 2014 306

Tabelle 66 Prozentuelle Abweichung der Szenario-Preisprojektionen für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöle) im Falle eines konstant hohen Ölpreises in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) für das Jahr 2014 307

Tabelle 67 Annahmen für die Entwicklung des Exports an Holzrestoffen (Hackschnitzel und andere Holzreststoffe zur energetischen Nutzung) aus Osteuropa und GUS Staaten zwischen 2003 und 2030 basierend auf der Szenarioanalyse der UNECE (2005) 309

Tabelle 68 Tätigkeit der in den einzelnen Gemeinden interviewten Personen 310

FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN

Akh	Arbeitsstunde
AME	Altspeisemethylester
$ANF_{n,i}$	Annuitätenfaktor (i… kalkulatorischer Zinssatz, n… Betrachtungshorizont)
AP	Arbeitsplätze
Atro	absolut trockene Ware
BAU	Business-as-usual
C	Konsum
CES	Constant Elasticity of Substitution
CO_2e	CO_2 Äquivalenzemissionen
const	konstant
ESBM	East Styrian Biomass Model
F&E	Forschung und Entwicklung
FM	Festmeter
ha	Hektar
Hu	Heizwert
i.E.	im Erscheinen begriffen
ITAX	indirekte Steuereinnahmen
kg	Kilogramm
KTAX	Steuern auf Kapital und landwirtschaftliche Flächen
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte Kopplung
LES	Linear Expenditure Funktion
LTAX	Lohn- und Einkommenssteuer
LuF&E	Land- und Forstwirtschaft & Energiewirtschaft
M	Haushaltseinkommen
MJ	MegaJoule ($1*10^6$ Joule)
mtoe	1 Million Tonnen Rohöl-Äquivalent
NACE	Nomenclature générale des activités économique dans les communautés Européenne
Nm	Newtonmeter (1 Joule)
oTS	organische Trockensubstanz
p_i	Preis (des Gutes i)
PJ	Petajoule ($1*10^{15}$ Joule)
RME	Rapsmethylester
rK	Einkünfte aus der Bereitstellung von Kapital
s	Substitutionselastizität
Srm	Schüttraummeter
T	Transferzahlung

t	Tonne
TM	Trockenmasse
TWh	Terrawattstunde ($1*10^{12}$ Watt)
U	Nutzenfunktion
w	Wassergehalt
wf	wasserfrei
wL	Lohnzahlung für beschäftigte Arbeit
vKL	Einkünfte aus der Bereitstellung von Ackerflächen
X_i	Güterbündel

A EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

1 Einleitung

1.1 Motivation

Angesichts der steigenden Preise für fossile Rohstoffe und der Klimadebatte ist eine Umstrukturierung des Energiesektors notwendig. Insbesondere der forcierte Einsatz erneuerbarer Energieträger soll dazu beitragen, Energiekrisen zu vermeiden und Versorgungssicherheit sowie ökologische Nachhaltigkeit langfristig erreichen zu können (EurActive 2007). Zu diesem Zweck hat sich die EU die Förderung von erneuerbaren Energieträgern als ein wichtiges strategisches Ziel in ihrer Energiepolitik gesetzt. Biomasse kommt diesbezüglich eine Sonderstellung zu: Im Grünbuch *Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit* wird darauf verwiesen, dass die aus Biomasse bereitgestellte Energie sehr flexibel ist und sowohl zur Erzeugung von Strom als auch von Wärme und Treibstoff herangezogen werden kann. Darüber hinaus verfügt die Europäische Union über ein *enormes Potential* an Biomasse (KOM/2000/0769).

Angeregt von den strategischen Zielen der EU haben die einzelnen Mitgliedsstaaten, darunter auch Österreich, die forcierte Biomassestrategie übernommen. Anreiz dafür bilden nicht nur die Erhöhung der Versorgungssicherheit und ökologische Kriterien, sondern auch ökonomische Aspekte wie die Schaffung von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung. Mehrere Studien auf nationaler Ebene (Clement et al. 1998, Hass und Kranzl 2002, Pichl et al. 1999) haben gezeigt, dass die forcierte Energiebereitstellung aus Biomasse positive Nettobeschäftigungseffekte hat. Dabei kommt der überwiegende Teil der neuen Arbeitsplätze und des Einkommens den strukturschwächeren, ländlichen Regionen zu Gute.

Diesen kombinierten ökologischen und ökonomischen Nutzen der Biomasse haben auch regionale und lokale Entscheidungsträger bzw. Akteure erkannt und entschieden, Energie verstärkt aus Biomasse bereitzustellen. In der Steiermark, beispielsweise, sieht der Landesenergieplan 2005-2015 vor, den Anteil erneuerbarer Energieträger am energetischen Endverbrauch bis 2015 von derzeit 25 % auf 33 % zu erhöhen. In diesem Zusammenhang wird der große Beitrag, den Biomasse liefern kann, hervorgehoben (Land Steiermark 2005[a]). Ebenso sind auf lokaler Ebene vereinzelt Initiativen zur Forcierung der Biomassenutzung vorhanden: In der Steiermark hat sich die Region Oststeiermark zum Ziel gesetzt, als europäische Musterregion für Erneuerbare Energie und Energieeffizienz zu fungieren (Luttenberger 2005). Die Ökoregion Kaindorf[2] beabsichtigt bis 2020 CO_2 neutral zu werden,

[2] Die Ökoregion Kaindorf umfasst die oststeirischen Gemeinden Dienersdorf, Ebersdorf, Hartl, Hofkirchen, Kaindorf und Tiefenbach im Bezirk Hartberg.

was mit dem Einsatz erneuerbarer Energieträger (insbesondere Biomasse) und einer ökologischen Kreislaufwirtschaft erreicht werden soll (Ökoregion Kaindorf 2007).

Da die bisherigen Studien bezüglich ökonomischer Wirkungsweisen der Biomassenutzung größtenteils auf nationaler und internationaler Ebene fokussieren, gibt es kaum detaillierte Untersuchungen zu den Auswirkungen auf regionale Gebiete. Die wenigen Studien, die auf regionaler bzw. lokaler Ebene in Österreich bzw. in der Steiermark existieren, stammen größtenteils aus anderen Fachdisziplinen (z.B. Birnstingl-Gottinger et al. 2007) und weisen nur Teilaspekte der ökonomischen Wirkungen aus. Eine detaillierte Analyse der ökonomischen Auswirkung der Energiebereitstellung aus Biomasse auf regionaler Ebene stellt somit eine Lücke dar, welche mit der vorliegenden Studie geschlossen werden soll.

1.2 Zielsetzung und Methodik

Das primäre Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Darstellung der regionalen volkswirtschaftlichen Bedeutung einer bedarfsorientierten Biomassenutzung am Beispiel der Region Oststeiermark, welche aufgrund ihres reichlich vorhandenen Biomassepotentials über eine gute Ausgangslage für eine weitere Ausweitung verfügt.

Aus dieser Zielsetzung lassen sich folgende zentrale Forschungsfragen ableiten:

- Welche Energiedienstleistungen werden in der Region nachgefragt und welche davon können sinnvoll mit Biomasse bereitgestellt werden?
- Welche Biomassetechnologien sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht für den Endnachfrager sinnvoll?
- Welche volkswirtschaftlichen Effekte resultieren aus einer forcierten, aber bedarfsorientierten Biomassenutzung am Beispiel der Region Oststeiermark?
- Welchen Beitrag kann Biomasse im Gesamtenergiemix leisten unter Berücksichtigung regionaler Biomassepotentiale und der Steigerung der Energieeffizienzen von Gebäuden (Wärmedämmung)?
- Welche sozialen Einflussfaktoren unterstützen auf lokaler Ebene die Umsetzung von Biomasse-Projekten?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird folgende methodische Vorgehensweise angewandt (siehe auch Abbildung 1).

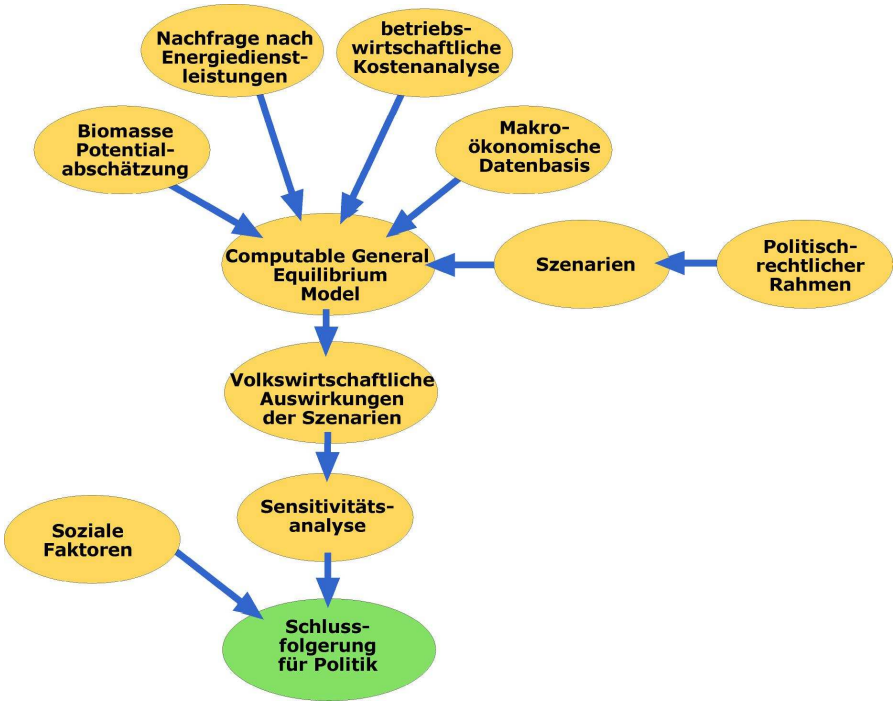


Abbildung 1 Schematische Darstellung der Methodik und Vorgangsweise

Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf die Gemeinden der Region Oststeiermark (Bezirke Hartberg, Feldbach, Fürstenfeld, Radkersburg und Weiz). Da gemäß der Annahme dieser Arbeit die Oststeiermark eine kleine offene Volkswirtschaft ist, die mit anderen Regionen Handel betreibt, werden zusätzlich die Handelsströme mit der Reststeiermark bzw. mit dem Rest der Welt betrachtet. Der zeitliche Horizont der vorliegenden Arbeit reicht vom Basisjahr 2003 über 2015 bis 2030.

Zu Beginn der Arbeit stehen zunächst drei wesentliche Aspekte, die als Grundlage für die Modellbildung und Simulation dienen. Mit Hilfe ökonometrischer Methoden wird zunächst erhoben, welche Energiedienstleistungen in der betrachteten Region nachgefragt werden bzw. welche davon sinnvoll mit Biomasse bereitgestellt werden können. Damit soll eine bedarfsorientierte Biomassenutzung gewährleistet werden. Die Nachfrageseite wird ausschließlich durch die Haushalte verkörpert. Daneben ist eine Potentialabschätzung notwendig, welche das in der Region maximale Bereitstellungspotential von Biomasse quantifiziert (Abschnitt C).

Der nächste Aspekt betrifft die betriebswirtschaftlichen Entstehungskosten (Vollkosten) der Bereitstellung von Energiedienstleistungen aus Biomasse, welche im Vergleich zum jeweiligen fossilen Referenzsystem berechnet werden (Abschnitt D). Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt dabei in der energetischen Verwertung der Biomasse, d.h. der Einsatz von Biomasse für die Wärme-, Strom- und Treibstoffbereitstellung. Dabei kann sowohl feste, flüssige oder gasförmige Biomasse land- oder forstwirtschaftlichen Ursprungs eingesetzt werden. Wechselwirkungen mit der Nahrungsmittelproduktion werden über die Konkurrenz um den beschränkten Faktor Ackerfläche dargestellt. Die Möglichkeit einer stofflichen Verwertung wird ausgeklammert. Der betriebswirtschaftliche Kostenaspekt ist zwar nicht

ausschließlich für die Entscheidung von Handlungsträgern (Haushalte) verantwortlich, trägt jedoch gemäß der Annahme dieser Arbeit wesentlich zum Entscheidungsprozess bei.

Die Ergebnisse dieser drei Arbeitspakete werden zusammen mit der makroökonomischen Datenbasis (regionalisierte Input-Output Tabelle) in ein volkswirtschaftliches Modell (***E**ast **S**tyrian **B**iomass **M**odel*) beruhend auf der Methodik der Allgemeinen Gleichgewichtsanalyse (**C**omputable **G**eneral **E**quilibrium Analysis) integriert (Abschnitt E). Das ESBM ist ein Drei-Regionen-Modell (Oststeiermark, Reststeiermark, Rest der Welt), womit unter Miteinbeziehung der wirtschaftlichen Vernetzung (Input-Output-Tabelle) die Wirkungen und Rückwirkungen von Maßnahmen auf die gesamte Volkswirtschaft berücksichtigt werden können. Mit dem Ziel, unterschiedliche Rahmenbedingungen und deren Auswirkung auf die regionale Biomassenutzung sowie makroökonomische Faktoren für die Region Oststeiermark abschätzen zu können, werden verschiedene Biomasse-Szenarien erstellt. Das verwendete Modell wird mit Hilfe der Software GAMS/MPSGE erstellt. Die Ergebnisse des CGE-Modells sind als relative Veränderungen zum Ausgangsgleichgewicht (Basisjahr 2003) zu verstehen. Zur Überprüfung der Sensitivität der Ergebnisse auf Annahmen zentraler Parameter wie Zinssatz und Ölpreis werden die Parameter variiert um damit mögliche Bandbreiten aufzuzeigen.

Zusätzlich zu den betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekten werden auch die sozialen Faktoren der Biomassenutzung berücksichtigt (Abschnitt F). Mittels ExpertenInnen-Interviews und Haushaltsbefragung werden die wesentlichen sozialen Prozesse sowie die individuellen Motivationen aufgezeigt, die mit der Implementierung verbunden sind. Aus den Ergebnissen der Szenarien sowie der Identifizierung sozialer Faktoren werden zuletzt Schlussfolgerungen für politische Umsetzung abgeleitet (Abschnitt G).

An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass die betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekte der regionalen Biomassenutzung im Mittelpunkt dieser Studie stehen. Auf ökologische Kriterien wird nicht näher eingegangen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Studie ist wie folgt aufgebaut: Am Beginn der Arbeit (Abschnitt B) steht zunächst der internationale und nationale rechtliche Rahmen für erneuerbare Energieträger. Der Fokus liegt dabei auf konkreten Maßnahmen und Zielen bezüglich der Forcierung erneuerbarer Energie, insbesondere Biomasse, auf europäischer, nationaler (Österreich), landes- (Land Steiermark) und kommunaler Ebene (Gemeinden der Region Oststeiermark).

Mit dem Ziel die Biomassebereitstellung bedarfsorientiert zu gestalten, wird zunächst erhoben, welche Energiedienstleistungen (Mobilität, Wohnen) derzeit (inkl. Projektionen bis 2030) in der Region nachgefragt werden und welche davon sinnvoll mit Biomasse bereit gestellt werden können (Abschnitt C). Als weitere Grundbasis für die volkswirtschaftliche Untersuchung ist eine umfassende betriebswirtschaftliche Darstellung der Kostenstruktur der

Biomasse-Systeme unter besonderer Berücksichtigung innovativer Bereitstellungsketten und Technologien notwendig, was Gegenstand von Abschnitt D ist.

Aufbauend auf dieser Datenbasis wird in Abschnitt E eine regionale CGE-Analyse (Computable General Equilibrium) zur Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Effekte verwendet. Unter verschiedenen Szenarien werden die Beschäftigungs-, Wertschöpfungs- und fiskalischen Effekte der Biomassenutzung für die Region Oststeiermark quantifiziert. Die Sensitivität der Ergebnisse auf relevante Parameter wie Preis fossiler Energieträger oder Zinssatz wird im Anschluss untersucht. Die Interpretation der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erfolgt anhand von Vergleichen mit bisherigen Studien zur gesamtwirtschaftlichen Bedeutung der Biomassenutzung in Österreich am Ende dieses Abschnittes.

In Abschnitt F werden mittels einer empirischen Untersuchung soziale Einflussfaktoren identifiziert, welche die Umsetzung von Biomasse-Projekten auf lokaler Ebene unterstützen.

Basierend auf den Ergebnissen der volkswirtschaftlichen und empirisch-sozialen Untersuchung werden im Abschnitt G Empfehlungen für die (Ost)Steiermark abgeleitet.

B INTERNATIONALER UND NATIONALER POLITISCHER RAHMEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER

Der politische Rahmen entscheidet wesentlich über den Einsatz von Biomassetechnologien sofern diese nicht ohnehin die kosteneffizienteste Alternative darstellen oder aus ökologischen Gründen gewählt werden. Sowohl auf internationaler als auch auf nationaler oder regionaler Ebene gibt es in diesem Zusammenhang eine Reihe von Vorgaben, die den vermehrten Einsatz von erneuerbaren Energien im Allgemeinen und von Biomasse im Besonderen fördern sollen. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über den rechtlichen und politischen Rahmen gegeben, durch den die Ziele und Maßnahmen im Bereich erneuerbarer Energieträger definiert werden. Dabei sind die folgenden fünf Ebenen zu berücksichtigen, die in sich hierarchisch gegliedert sind:

1) Internationale Abkommen

2) Europäisches Recht

3) Österreichisches Recht

4) Steiermärkisches Recht

5) Ziele und Maßnahmen auf Gemeindeebene

Bei Dokumenten, die sich nicht nur ausschließlich auf erneuerbare Energieträger oder damit eng verbundene Themen wie Energieeffizienz beziehen, werden in diesem Abschnitt nur jene Aspekte beschrieben, die sich auf die Kernthemen der vorliegenden Studie beziehen.

Während auf internationaler und europäischer Ebene vorwiegend energie- und umweltpolitische Ziele vorgegeben werden, wird die konkrete (finanzielle) Förderung der einzelnen Technologien zumeist auf nationaler oder regionaler Ebene geregelt. Die europäische Energiepolitik ist an den Grundzielen Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit orientiert. Vor allem bezüglich Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit wird erneuerbaren Energien und Biomasse große Bedeutung beigemessen. Neben der Festsetzung von Zielen über den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoenergieverbrauch wird hier z.B. auch die finanzielle Förderung im Rahmen der Richtlinien über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und erneuerbare Energien und ihr bevorzugter Netzzugang verbindlich festgelegt. Vor diesem Hintergrund setzt auch die österreichische Energiepolitik ambitionierte Ziele für den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern und Biomasse und sieht umfangreiche Maßnahmen für deren Erreichung vor: Ökostromgesetz und -verordnung fördern das Angebot von erneuerbarer Energie, nationale, regionale und lokale Förderprogramme den Einsatz erneuerbarer Energie. Darüber hinaus werden eine Reihe von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz vorgesehen.

1 Internationale Abkommen

Der österreichische Energiesektor wird durch eine Reihe von internationalen Maßnahmen berührt. Während die *Alpenkonvention* und das *Klimabündnis* ausschließlich indirekt – über den Klimaschutz – auf das Energiesystem einwirken, enthalten das *Kyoto-Protokoll* und die *Agenda 21* konkrete Bestimmungen über die Nutzung erneuerbarer Energien.

Im *Kyoto-Protokoll* haben sich 55 Industriestaaten dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008 - 2012 um insgesamt mindestens 5 % im Vergleich zu 1990 zu reduzieren, um so vom Menschen verursachte Klimaänderungen einzuschränken. Zur Erreichung dieses Ziels schlägt das Kyoto-Protokoll unter anderem die weitere Erforschung und Entwicklung erneuerbarer Energie, ihre verstärkte Förderung und Nutzung, eine Steigerung der Energieeffizienz, eine Reduktion oder Stabilisierung der Methanemissionen im Energiesektor sowie eine Reduktion der Emissionen im Verkehrssektor vor.

Agenda 21 ist ein internationales Aktionsprogramm zur Förderung einer globalen nachhaltigen Entwicklung, das in vier Teilgebiete gegliedert ist:

- Soziale und wirtschaftliche Dimension
- Erhaltung und Bewirtschaftung der Ressourcen für die Entwicklung
- Stärkung der Rolle wichtiger Gruppen
- Mittel zur Umsetzung

In allen vier Teilgebieten nimmt eine CO_2-arme Energieversorgung eine zentrale Stellung ein, wobei Biomassetechnologien vor dem Hintergrund der Stärkung lokaler ländlicher Strukturen besondere Berücksichtigung findet.

2 Europäische Union

Auf Europäischer Ebene sind im Wesentlichen vier Kategorien von Dokumenten (Verordnungen, Richtlinien, Entscheidungen und Empfehlungen, Mitteilungen und Stellungnahmen) zu unterscheiden (siehe z.B. Art 249 EGV):

Verordnungen besitzen allgemeine Geltung. Sie sind in all ihren Teilen verbindlich und gelten in jedem Mitgliedsstaat unmittelbar. Richtlinien sind nur hinsichtlich des vorgegebenen Ziels verbindlich, und müssen innerhalb der einzelnen Mitgliedsstaaten rechtlich umgesetzt werden.

Entscheidungen sind wiederum in all ihren Teilen verbindlich, richten sich jedoch an einen konkreten Adressatenkreis. Empfehlungen und Stellungnahmen sind nicht verbindlich.

Mitteilungen und Stellungnahmen besitzen keine rechtssetzende Wirkung, es sind ausschließlich Diskussionspapiere, die die Meinung der Kommission zu einem bestimmten Thema wiedergeben sollen. Zwei wichtige Subkategorien innerhalb der Mitteilungen sind die so genannten Weiß- und Grünbücher: Grünbücher dienen zur Diskussion über einen bestimmten Politikbereich und ermöglichen es interessierten Dritten, in den Konsultationsprozess eingebunden zu werden. Weißbücher enthalten Vorschläge für die Ergreifung von Maßnahmen in einem bestimmten Bereich, und bauen zum Teil auf Grünbüchern auf. Sie beinhalten förmliche Vorschläge für bestimmte Politikbereiche.

2.1 Richtlinien und Verordnungen

RICHTLINIE 92/75/EWG über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen soll eine effiziente Verwendung von Energie und damit auch eine Minderung der Umweltverschmutzung gewährleisten. Ein vorrangiges Ziel der Richtlinie ist es, fakultative Energieeffizienzregelungen der Mitgliedsstaaten zu vereinheitlichen um so Handelshemmnisse und Wettebewerbsverzerrungen innerhalb der EU zu beseitigen. Zu diesem Zweck sollen neben einer einheitlichen Kennzeichnung der Energieeffizienz von Haushaltsgeräten auch harmonisierte Messnormen und -verfahren eingeführt werden.

RICHTLINIE 2001/77/EG zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt normiert nationale Richtziele für den Anteil erneuerbarer Energien, die mit dem jeweiligen Kyoto-Ziel in Einklang stehen. Für das Jahr 2010 wird für die gesamte Europäische Union ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoenergieverbrauch in der Höhe von 12 % als Richtziel festgelegt, für Österreich gilt ein nationales Ziel von 78,1 %. Falls anders nicht erreichbar, soll dieses globale Richtziel durch bindende Vorgaben durch die Europäische Kommission erreicht werden. Die (finanzielle) Förderung von erneuerbaren Energien sowie ein vorrangiger Netzzugang erneuerbarer Energien stellen die zentralen Maßnahmen dar.

RICHTLINIE 2001/80/EG zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft legt wegen der zunehmenden Energieerzeugung aus Biomasse auch Emissionsstandards für diesen Energieträger fest. Der Schwefeldioxids-Emissionsgrenzwert wird auf 200 mg/Nm^3 festgelegt, der Stickoxid-Emissionsgrenzwert beträgt 200-400 mg/Nm^3 in Abhängigkeit von der jeweiligen Anlagengröße. Beide Emissionsgrenzwerte gelten nur für Feuerungsanlagen, die eine Kapazität von 100 MWth überschreiten.

Das Ziel von *RICHTLINIE 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden* ist es, die Energieeffizienz des Gebäudesektors zu verbessern, wobei die äußeren klimatischen und lokalen Bedingungen sowie die Kostenwirksamkeit berücksichtigt werden sollen.

Unterschiedliche Regeln sollen dabei von den Mitgliedsstaaten für neue Gebäude und bestehende Gebäude angewandt werden. Des Weiteren soll die Gesamtenergieeffizienz ausgewiesen werden, um potentiellen Käufern oder Mietern als Entscheidungshilfe zu dienen.

In *RICHTLINIE 2003/30/EG zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor* wird die Förderung von Biokraftstoffen mit Bezug auf die Göteborg-Ziele, das Grünbuch *Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit* und die *Entschließung des Europäischen Rates vom 18.6.1998* geregelt. Dabei werden folgende quantitative Ziele definiert:

- Erhöhung des biogenen Anteils aller Otto- und Dieselkraftstoffe für den Verkehrssektor auf 2 % bis Ende 2005
- Erhöhung des biogenen Anteils aller Otto- und Dieselkraftstoffe für den Verkehrssektor auf 5,75 % bis Ende 2010

RICHTLINIE 2004/8/EG über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG bestätigt die besondere Rolle von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) aufgrund ihres Potentials zur Einsparung von Primärenergie, zur Vermeidung von Netzverlusten, zur Verringerung von Treibhausgasemissionen sowie zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit. Der Vorrang und die Förderung hocheffizienter KWK-Anlagen werden als zentrale energiepolitische Maßnahmen auf nationaler Ebene festgelegt.

RICHTLINIE 2005/32/EG zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG (Ökodesign-Richtlinie) soll die nationalen Vorschriften über Umweltstandards für energiebetriebene Geräte vereinheitlichen, um so Wettbewerbsverzerrungen und Handelshemmnisse innerhalb der EU zu verhindern. Die Maßnahmen sollen dabei bewusst auf Ebene des Produktdesigns ergriffen werden, da hier die Umweltbelastungen im weiteren Produktlebenszyklus sowie die Kosten festgelegt werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Minimierung des Energieverbrauchs im Standby-Betrieb. Insgesamt sollen jeweils die leistungsfähigsten Produkte und Technologien als Referenz für die geforderten Standards dienen. Verkehrsmittel werden von der Richtlinie nicht erfasst.

In *RICHTLINIE 2006/32/EG über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates* werden Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz für die verschiedenen Sektoren festgelegt. Dabei werden Energieeffizienz-Kriterien für Ausschreibungen des öffentlichen Sektors normiert sowie ein genereller Energiesparwert von 9 % bis zum Jahr 2010 als Richtziel bestätigt. Das Richtziel soll vor allem durch Maßnahmen auf Seiten der Energieerzeuger und -verteiler erreicht werden; in den Bereichen Wohnen, Verkehr und Industrie sollen Energieeffizienzmaßnahmen gefördert werden.

Verordnung (EG) Nr. 2422/2001 über ein gemeinschaftliches Kennzeichnungsprogramm für Strom sparende Bürogeräte stellt die Basis für Energieeffizienzvorgaben für Bürogeräte dar. Bei Erfüllung vorgegebener Effizienzstandards können Geräte auf freiwilliger Basis am so genannten Energy-Star-Programm teilnehmen und so ein besonderes Kennzeichen für ihre Energieeffizienz zu erhalten. Das Programm wird gemeinsam mit den USA durchgeführt, um internationalen Handel zu erleichtern und den Umweltschutz zu fördern. In KOM/2006/0187 wurde ein Vorschlag für eine Neufassung der Verordnung erarbeitet, der unter anderem eine Verschärfung der Effizienzstandards im Rahmen des Energy-Star-Programms fordert.

2.2 Mitteilungen und Stellungnahmen

2.2.1 Mitteilungen

Das *Weißbuch: Energie für die Zukunft. Erneuerbare Energieträger* (KOM/1997/0599) nimmt eine zentrale Rolle im Bereich der Förderung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union ein. Aus ökologischen Gründen und aus Gründen der Energieversorgungssicherheit fordert der Rat eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch auf 15 % bis zum Jahr 2010.

Zur Erreichung dieses ambitionierten Ziels schlägt der Rat einen Aktionsplan vor, der folgende Punkte umfasst:

- Vorrang (oder zumindest fairer Zugang) erneuerbarer Energien am Elektrizitätsmarkt
- Steuer- und Finanzmaßnahmen wie z.B. die flexible Abschreibung von Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energieträger oder finanzielle Anreize für Verbraucher bei der Verwendung erneuerbarer Energieträger
- Verstärkter Einsatz von Bioenergie im Verkehr sowie zur Wärme- und Stromerzeugung durch finanzielle Förderung und Vorschriften im Bereich der erneuerbaren Energien
- Stärkung von Gemeinschaftspolitiken wie Umwelt, Verkehr, Wettbewerb, Forschung und Regionalpolitik unter Nutzung des Regionalfonds zur Begünstigung der Nutzung lokaler Ressourcen
- Stärkung der Gemeinsamen Agrarpolitik zur Entwicklung von Energiepflanzen und Verwertung land- und forstwirtschaftlicher Abfälle
- Effizienz- und Bauvorschriften im Gebäudebereich

Neben den allgemeinen Maßnahmen des Aktionsplans werden vier konkrete Maßnahmen durchgeführt:

- die Errichtung von 1 Million Photovoltaik-Anlagen
- die Erzeugung von 10.000 MW in großen Windparks
- die Gewinnung von 10.000 MWth aus Biomasse-Anlagen
- die Integration erneuerbarer Energieträger in 100 Gemeinden

Das *Grünbuch: Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit* (KOM/2000/0769) schlägt Maßnahmen für die durch das Weißbuch 1997 gesetzten Ziele – insbesondere bezüglich des Anteils erneuerbarer Energieträger im Allgemeinen und des Anteils von Biotreibstoffen – vor. Beide Ziele sollen vor allem durch finanzielle Maßnahmen wie z.B. Steuern oder Förderungen erreicht werden, die einen Ausgleich der Kosten zwischen fossilen und erneuerbaren Energien gewährleisten sollen.

Die *Lissabon Strategie: Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung* (KOM/2001/0264) definiert Energiepolitik als einen zentralen Bestandteil, um eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten. Als konkrete Maßnahmen im Energiesektor sieht die Lissabon-Strategie unter anderen eine schrittweise Beseitigung der Subventionen für die Produktion und den Verbrauch von fossilen Brennstoffen bis 2010, eine vermehrte Nutzung alternativer Kraftstoffe, eine Drosselung der Energienachfrage durch Effizienzmaßnahmen sowie eine verstärkte Förderung innovativer Technologien im Bereich erneuerbarer Energien vor.

Der *Aktionsplan für Biomasse* (KOM/2005/0628) fordert die Steigerung der Biomassenutzung auf 150 mtoe bis 2010 (vgl. 2005: 69 mtoe). Um dieses Ziel zu erreichen, werden im Aktionsplan umfangreiche Maßnahmen in vier Bereichen vorgeschlagen:

- Maßnahmen zur verstärkten Nutzung von Biomasse für Wärme
  - Sicherstellung von Biobrennstoffen
  - Effizienzkriterien für Biomasse (-Anlagen)
  - Kennzeichnungspflichten für Geräte nach Effizienzstandards
  - freiwillige Vereinbarungen mit der Industrie
  - Änderung der Richtlinie über die Energieeffizienz bei Gebäuden
  - Forschung zur Verbesserung der Effizienz von Biokesseln
- Förderung von Biomasse und Fernwärme
- Stromerzeugung aus Biomasse (im besten Fall über KWK)

- Maßnahmen zur verstärkten Nutzung von Biokraftstoffen

  - Erreichung der Ziele der Biokraftstoffrichtlinie bis 2010

  - Festlegung nationaler Ziele für den Marktanteil von Biokraftstoffen

  - Mindestnormen für Nachhaltigkeit bei Biokraftstoffen

  - Erreichung des Zielwerts über ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Importen und Eigenerzeugung

  - Beschränkung der öffentlichen Beschaffung auf Fahrzeuge, die mit hohem Biokraftstoffanteil betrieben werden können

  - Beseitigung technischer Hemmnisse in der Nutzung von Biokraftstoffen bei Fahrzeugen

  - Einsatz von Ethanol zur Senkung der Dieselnachfrage

- Maßnahmen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik

  - Anbau von Energiepflanzen auf stillgelegten Flächen ohne Verlust der Förderung

  - Strategie für die Ausbringung von Holz aus dem Wald

- Maßnahmen für eine energieeffiziente Verwertung von Abfällen

  - z.B. Verwertung tierischer Nebenprodukte für Biogas oder Diesel

- Entwicklung nationaler Aktionspläne für Biomasse

- Ausdehnung der finanziellen Förderung von Biomasse

Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie (KOM/2006/0105) sieht energiepolitischen Handlungsbedarf zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit und der Wettbewerbsfähigkeit und zur Bewahrung der Umwelt. Zentrale Ziele sind die Erreichung eines Mindestanteils CO_2-armer Technologien am Gesamtenergieträgermix sowie eine weitere Steigerung der Energieeffizienz (siehe *Aktionsplan zur Steigerung der Energieeffizienz*). Im Rahmen der Strategie werden folgende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz genannt:

- Durchführung langfristiger, gezielter Energieeffizienz-Programme, welche die Energieeffizienz in (öffentlichen) Gebäuden miteinschließen

- Verbesserung der Energieeffizienz im Verkehrssektor unter besonderer Berücksichtigung des öffentlichen Nahverkehrs in großen Städten

- (Finanzielle) Förderung zur Steigerung von Investitionen in Energieeffizienz-Projekte und in Energiedienstleistungsunternehmen

- Einführung eines Handels mit *weißen Zertifikaten* für Energieeffizienz-Mindeststandards ähnlich dem Emissionshandelssystem

- Angabe und die Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Produkten samt etwaigen Mindeststandards

Im Strategiepapier ist darüber hinaus ein *Fahrplan für erneuerbare Energiequellen* enthalten, der eine langfristige Dimension der Energiepolitik unterstützen soll. Der Fahrplan für erneuerbare Energien enthält folgende zentrale Punkte:

- Definition und Spezifikation erforderlicher Zielvorgaben über 2010/2020 hinaus und die Formulierung spezifischer Maßnahmen, die die Erreichung bestehender Ziele sicherstellen

- Entwicklung einer neuen Richtlinie zum Energieeinsatz für Heiz- und Kühlzwecke

- detaillierte kurz-, mittel- und langfristige Pläne zur Stabilisierung und Senkung der Energieabhängigkeit der EU aufbauend auf dem bestehenden Aktionsplan für Biomasse und der Strategie für Biokraftstoffe

- Forschung, Demonstration und Initiativen zur Markteinführung innovativer Technologien

Der *Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen* (KOM/2006/0545) legt Maßnahmen für eine Verbesserung der Energieeffizienz in der EU fest, da durch eine reine Steigerung der Effizienz eine Einsparung von Energie in Höhe von bis zu 20 % möglich ist. Ein besonderes Potential wird dabei in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Industrie, aber auch im Bereich Stromerzeugung und -verteilung gesehen.

Im Aktionsplan werden 10 vorrangige Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz definiert:

- Mindestnormen für Energieeffizienz und Kennzeichnung von Geräten und Anlagen im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und der Kennzeichnungsrichtlinie

- Energieeffizienzmaßnahmen an Gebäuden (unter Ausbau von Niedrigstenergiehäusern) durch eine Ausdehnung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

- Steigerung der Effizienz von Stromerzeugung und -verteilung

- Erreichen von Kraftstoffeffizienz

- Erleichterung einer geeigneten Finanzierung der Energieeffizienz-Investitionen von kleinen und mittleren Unternehmen und Energiedienstleistern

- Impulse zur Steigerung der Energieeffizienz in den neuen Mitgliedsstaaten

- kohärente Besteuerung der verschiedenen Technologien

- Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Energieeffizienz

- Förderung der Energieeffizienz in Agglomerationen
- Energieeffizienz weltweit fördern

Es wird erwartet, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen bis spätestens 2012 Wirkung zeigen; eine Evaluierung des Energieeffizienz-Aktionsplans ist für das Jahr 2009 geplant.

Im *Fahrplan für erneuerbare Energien. Erneuerbare Energien im 21. Jahrhundert: Größere Nachhaltigkeit in der Zukunft* (KOM/2006/0848) fordert das Europäische Parlament eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch auf 20 % bis 2020 als verbindliches (rechtlich bindendes) Ziel. Der Anteil von Biotreibstoffen an den gesamten Treibstoffen soll bis 2020 auf 10 % gesteigert werden.

Um diese Ziele zu erreichen werden unter anderen eine erweiterte Förderung erneuerbarer Energieträger, die vollständige Internalisierung der Kosten fossiler Energieträger und die vollständige Umsetzung des Biomasseaktionsplans der Europäischen Union gefordert.

Mit *Eine Energiepolitik für Europa* (KOM/2007/0001) wird eine Abstimmung der Energiepolitik auf die Klimapolitik der Europäischen Union (siehe KOM/2007/0002) verfolgt. Als zentrale Themen der Energiepolitik werden wiederum Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit definiert. Die zentrale Rolle der Verbesserung der Energieeffizienz (von Gebäuden und Geräten sowie im Verkehr) wird hierbei betont.

Folgende Maßnahmen werden zur Verbesserung der Energieeffizienz vorgeschlagen:

- Für den Bereich Verkehr werden die Einführung von hocheffizienten Fahrzeugen, die Forcierung des öffentlichen Verkehrs und Weitergabe der tatsächlichen Transportkosten an die Verbraucher gefordert.
- Im Bereich Gebäude werden die Verbesserung der Energieeffizienz bestehender Gebäude sowie die Einführung von Niedrigenergiehäusern als Norm für Neubauten gefordert.
- Für den Energiesektor wird die Erhöhung der Effizienz bei der Heizwärme- und Stromerzeugung, sowie bei der Stromübertragung und -verteilung gefordert.
- Strengere Standards und bessere Gerätekennzeichnung werden gefordert.
- Zusätzlich werden die kohärente Anwendung steuerlicher Regelungen zur Durchsetzung einer effizienteren Energienutzung und die Verfolgung des Abschluss eines neuen internationalen Abkommens über Energieeffizienz als Maßnahmen gefordert.

In *Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius. The way ahead for 2020 and beyon*d (KOM/2007/0002) wird die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 2°C als zentrales Ziel für die Europäische Union definiert. Bis 2020 verpflichtet sich die EU dazu, ihre Emissionen um mindestens 20 % unabhängig von weiteren internationalen Abkommen

zu reduzieren. Bei Kooperation mit anderen führenden Industrieländern kommt es zu einer 30 %-igen Reduktionsverpflichtung.

Der *Vorschlag für eine Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus Erneuerbaren Quellen* (KOM/2008/0019) beinhaltet Empfehlungen wie das Ziel, bis zum Jahr 2020 20 % des Endenergieverbrauchs in der Europäischen Union mit erneuerbaren Energien abzudecken, erreicht werden kann. Für die einzelnen Mitgliedsstaaten werden entsprechend der unterschiedlichen Potentiale für den Einsatz erneuerbarer Energien individuelle Zielwerte festgelegt; für Österreich wird ein Anteil von 34 % definiert. Der Anteil von biogenem Treibstoff am gesamten Treibstoffverbrauch wird für alle Länder mit mindestens 10 % festgelegt.

Die Länder sollen dazu verpflichtet werden, Aktionspläne für die Erreichung ihrer Ziele festzulegen und Herkunftsnachweise für Strom, Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energieträgern führen. Der Zugang für Erneuerbare Energien zum Elektrizitätsnetz soll weiterhin gewährleistet werden.

Zudem soll der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern von den Mitgliedsstaaten gefördert werden: Insgesamt sollen Informationen über Fördermaßnahmen, Nettovorteile, Kosten und Energieeffizienz verbessert und die Ausbildung für Planungsbüros, Architekten und Installateure auf dem Gebiet alternativer Energieträger optimiert werden. Insbesondere bei der Neugestaltung von Industrie- und Wohngebieten soll der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern in Erwägung gezogen werden; bei Neubauten oder renovierten Gebäuden sollen Mindestmaße für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen eingeführt werden. Die folgenden Technologien sollten in diesem Zusammenhang von den Mitgliedsstaaten vorrangig gefördert werden:

- Biomassetechnologien mit einem Umwandlungswirkungsgrad von mindestens 85 % für Privathaushalte und kommerzielle Anwendungen und 70 % für industrielle Anwendungen,
- Wärmepumpen, die den in Entscheidung 2007/742/EG definierten Mindestanforderungen entsprechen, und
- Solaranlagen mit einem Umwandlungswirkungsgrad von mindestens 35 %.

Für biogene Treibstoffe werden Mindesteinsparungsanforderungen von CO_2 im Vergleich zu konventionellen Treibstoffen und Nachhaltigkeitskriterien (insbesondere der Schutz von Biodiversität und die Erhaltung ökologisch wertvoller Landschaften) gefordert.

2.2.2 Stellungnahmen

In der Stellungnahme zum Thema *Nachwachsende Rohstoffe - Entwicklungsperspektiven für die stoffliche und energetische Nutzung* (Stellungnahme 2006/C 110/10) werden die folgenden zwei energiepolitischen Ziele durch den Europäischen Sozial- und Wirtschaftsausschuss (ESWA) bekräftigt:

- die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU auf 20 % bis 2020, und

- die Erhöhung des Anteils von Biokraftstoffen am gesamten verkehrsbedingten Benzin- und Dieselverbrauch auf 10 % bis 2020 unter besonderer Förderung von Biokraftstoffen der zweiten Generation.

Insbesondere wird die Rolle von erneuerbaren Energien vor dem Hintergrund einer umfassenden Klima- und Energiepolitik betont. Als mögliche Maßnahme zur Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien wird eine Anpassung der Energiepflanzenprämie (siehe Kapitel D 1.5.3) hinsichtlich folgender Kriterien bedacht:

- vereinfachte Beantragung in den neuen Mitgliedsstaaten

- Auszahlung an grundsätzlich prämienlosen Standorten

- Verwaltungsvereinfachung

- Prämienhöhe

Dabei wird die Notwendigkeit der stofflichen Nutzung von Biomasse – also ein anderer Einsatz als der als Energieträger – betont.

Als Ziel für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe schlägt der ESWA einen *4x25*-Plan vor. Bis 2020 sollen 25 % des Stroms, 25 % der Wärme, 25 % der Treibstoffe und 25 % neue Materialien wie Verbundwerkstoffe aus nachwachsenden Ressourcen bereitgestellt werden. Bei der Erreichung dieser Ziele sollen die Konzepte der integrierten Flächennutzung, der regionalen Wertschöpfung und der kaskadischen Nutzung verstärkt berücksichtigt werden.

3 Österreich

3.1 Gesetze und Verordnungen

Das *Ökostromgesetz* (BGBl. I Nr. 149/2002) stellt als Umsetzung der Richtlinie 2001/77/EG die konkrete Grundlage für die Förderung erneuerbarer Energien in Österreich dar. Es regelt die Abnahme- und Vergütungspflicht für erneuerbare Energien und Energie aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) sowie die Organisation der Förderungen. Ziele des Ökostromgesetzes sind:

- Erreichung des in der Richtlinie 2001/77/EG festgesetzten Zielwerts für den Anteil erneuerbarer Energie an der gesamten Stromerzeugung von 78,1 %

- Gewährleistung einer effizienten Förderung von erneuerbaren Energieträgern

- Unterstützung der Entwicklung neuer Technologien
- Unterstützung von KWK-Anlagen im Bereich Fernwärme
- Steigerung des Anteils der Stromerzeugung durch Wasserkraftwerke mit einer Engpassleistung bis einschließlich 10 MW
- Gewährleistung der Investitionssicherheit für bestehende und zukünftige Anlagen
- Schaffung eines bundesweiten Ausgleichs der Lasten der Förderung von Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
- Erzeugung von elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern gemäß den Grundsätzen des europäischen Gemeinschaftsrechts

Hinsichtlich der Abnahme- und Vergütungspflicht unterscheidet das Ökostromgesetz zwischen Kleinwasserkraftanlagen und sonstigen Ökostrom- und KWK-Anlagen; innerhalb der einzelnen Typen kommt es wiederum zu einer Differenzierung der Vergütung nach dem Jahr der Inbetriebnahme. Für KWK-Anlagen sind zusätzlich Investitionszuschüsse in Höhe von maximal 10 % der gesamten Investitionskosten vorgesehen. Für mittlere Wasserkraftanlagen sind ebenfalls Investitionszuschüsse vorgesehen. Die konkreten Verrechnungspreise werden jeweils in der Verordnung zum Ökostromgesetz (*Ökostrom-Verordnung*) festgelegt.

Die *Ökostrom-Verordnung 2008* (BGBl.II Nr. 59/2008) gilt für im Ökostromgesetz erfasste Anlagen, die nach dem 31.4.2004 genehmigt worden sind – in bestimmten Fällen ist sie auch auf Anlagen, die nach dem 1.1.2003 genehmigt wurden, anzuwenden. Auf im *Ökostromgesetz* enthaltene Anlagen, die nicht unter die *Ökostrom-Verordnung 2008* fallen, sind frühere Verordnungen anzuwenden. Die Förderung von Anlagen auf Basis von fester oder flüssiger Biomasse oder Abfall mit hohem biogenen Anteil oder auf Basis von Biogas sowie bei Mischfeuerungsanlagen wird an die Erreichung eines Brennstoffnutzungsgrades von mindestens 60 % geknüpft. Die Förderpreise gelten für 10 Jahre, in den beiden folgenden Jahren wird der Preis zunächst auf 75 % und dann auf 50 % gesenkt. Für die unterschiedlichen Technologien zur Erzeugung von Ökostrom werden dabei unterschiedliche Preisklassen angewandt, die in sich zusätzlich nach dem Jahr der Förderung und der Anlagengröße divergieren (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Preise für Ökostrom gemäß Ökostromverordnung 2008 (BGBL. II Nr. 59/2008)

Energieträger	**2008** [Cent /kWh]
Photovoltaik	
bis zu 5kW$_{PEAK}$	45,99
über 5kW$_{PEAK}$ bis zu 10kW$_{PEAK}$	39,99
über 10kW$_{PEAK}$	29,99
Windkraft	
bis zu einer Engpassleistung von 2 MW	7,54
Geothermie	
bis zu einer Engpassleistung von 2 MW	7,29
Biomasse und Abfälle mit hohem biogenen Anteil	
bis zu einer Engpassleistung von 2 MW	15,64
bei einer Engpassleistung über 2 MW bis einschließlich 5 MW	14,94
bei einer Engpassleistung über 5 MW bis einschließlich 10 MW	13,29
bei einer Engpassleistung von mehr als 10 MW	11,09
Flüssige Biomasse	
für Anlagen auf Basis von Pflanzenöl und anderen kaltgepressten biogenen Ölen sowie RME bis zu einer Engpassleistung von 300 kW	12,49
für Anlagen auf Basis von Pflanzenöl und anderen kaltgepressten biogenen Ölen sowie RME über einer Engpassleistung von 300 kW	9,49
für Anlagen auf Basis sonstiger flüssiger biogener Brennstoffe	5,99
Biogas	
für Anlagen mit einer Engpassleistung bis einschließlich 100 kW	16,94
für Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 100 kW bis 250 kW	15,14
für Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 250 kW bis 500 kW	13,99
für Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 500 kW bis einschließlich 1 MW	12,39
für Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 1 MW	11,29
Deponiegas	4,04
Klärgas	5,94
Ökostrom aus neuen oder revitalisierten Kleinwasserkraftanlagen	
Für neue Kleinwasserkraftanlagen oder Kleinwasserkraftanlagen mit einer Erhöhung des Regelarbeitsvermögens von mehr als 50 %	
für die ersten 1.000.000 kWh	6,24
für die nächsten 4.000.000 kWh	5,00
für die nächsten 10.000.000 kWh	4,16
für die nächsten 10.000.000 kWh	3,93
über 25.000.000 kWh	3,77
Für Kleinwasserkraftanlagen mit einer Erhöhung des Regelarbeitsvermögens von mehr als 50 %	
für die ersten 1.000.000 kWh	5,95
für die nächsten 4.000.000 kWh	4,57
für die nächsten 10.000.000 kWh	3,80
für die nächsten 10.000.000 kWh	3,43
über 25.000.000 kWh	3,30

Das *Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz* (BGBl. I Nr. 143/1998) setzt die Richtlinien 2003/54/EG und 2004/8/EG in Österreich um. Durch die Novelle im Jahr 2006

(*Energie-Versorgungssicherheitsgesetz 2006*) wird Energieversorgungssicherheit als ein zentrales Ziel hervorgehoben. Des Weiteren werden folgende Ziele definiert:

- Bereitstellung von kostengünstiger hochqualitativer Elektrizität für die österreichische Bevölkerung und Wirtschaft
- Nutzung des Potenzials der Kraft-Wärme-Kopplung und KWK-Technologien zur Energieeinsparung und Gewährleistung der Versorgungssicherheit
- Ausgleich für gemeinwirtschaftliche Verpflichtungen im Allgemeininteresse unter Berücksichtigung von Sicherheit (einschließlich Versorgungssicherheit), Regelmäßigkeit, Qualität und Preis der Lieferungen sowie von Umweltschutz

Der Vorrang von erneuerbaren Energieträgern und KWK-Anlagen wird auch bei grenzüberschreitenden Lieferungen hervorgehoben. Ein Netzausschluss von Anlagen, durch die KWK-Anlagen und Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien trotz Förderungen verdrängt werden, wird erlaubt. Für KWK-Anlagen wird die Festlegung von Kriterien für den Wirkungsgrad ermöglicht.

3.2 Andere

Das *Regierungsprogramm 2007-2010* enthält eine Reihe von Bestimmungen über den Einsatz erneuerbarer Energien in Österreich. Bezüglich der Bereitstellung von Energiedienstleistungen sind folgende Ziele enthalten (Bundeskanzleramt Österreich 2007):

- eine aufkommensneutrale Steigerung erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergieverbrauch, wobei ein Anteil von 25 % (45 %) in 2010 (2020) angestrebt wird
- eine Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Stromerzeugung auf 80 % (85 %) bis 2010 (2020)
- eine Umstellung von mindestens 100.000 (400.000) Haushalten auf erneuerbare Energien bis 2010 (2020)
- eine aufkommensneutrale Steigerung der alternativen Kraftstoffe im Verkehrssektor auf 10 % (20 %) bis 2010 (2020)
- die Entwicklung eines Masterplans zur optimalen Nutzung der Wasserkraft
- eine Verdoppelung des Biomasseeinsatzes bis 2010
- eine aufkommensneutrale Schaffung einer Methan-Kraftstoffsorte mit mindestens 20 % Biomethananteil bis 2010
- die Entwicklung eines flächendeckendes Netz von E85- sowie Methangas-Tankstellen bis 2010
- die Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Biogaseinspeisung

Das Einsparen von Energie ist neben einer nachhaltigeren Bereitstellung ein zentrales Thema des Regierungsprogramms. Folgende Maßnahmen sollen in diesem Bereich gesetzt werden:

- die Durchführung eines nationalen Energieeffizienz-Aktionsprogramm
- die Verbesserung der Energieintensität um mindestens 5 % (20 %) bis 2010 (2020)
- die Durchführung eines Energie-Checks bei allen österreichischen Haushalten bis 2010
- eine Steigerung der Sanierungsrate im Wohnbau im allgemeinen sowie die thermische Sanierung aller Bauten von 1950 – 1980 bis 2020
- eine Forcierung von Niedrigenergie- und Passivhaus-Standards für Neubauten sowie klima:aktiv Standard für 50 % des Neubaus
- Förderung der Entwicklung und der Nutzung energieeffizienter Geräte
- Ausbau von KWK

Ergänzende Maßnahmen sollen im Sektor Verkehr getroffen werden:

- eine Verdoppelung des Radverkehrsanteils auf 10 % bis 2015
- eine aufkommensneutrale Steigerung der alternativen Kraftstoffe im Verkehrssektor auf 10 % (20 %) bis 2010 (2020)
- eine Steigerung des Anteils der neu zugelassenen PKW mit alternativen Antrieben – z.B. Hybrid-, E-85- oder Gas-PKW – auf 5 % bis 2010
- die Entwicklung eines flächendeckenden Netz von E85- sowie Methangas-Tankstellen bis 2010
- die aufkommensneutrale Schaffung einer Methan-Kraftstoffsorte mit mindestens 20 % Biomethananteil bis 2010
- die Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Biogaseinspeisung
- die Eingrenzung und Neubewertung des Tanktourismus in der EU-Klimapolitik

Zusätzlich soll der Einsatz von kaskadischen Nutzungsketten forciert werden.

Der *Biomasse Aktionsplan für Österreich* (Österreichischer Biomasseverband, 2006) wurde in Folge des Europäischen Biomasseaktionsplans (KOM/2005/0628) entwickelt. Auf Basis des globalen EU-Ziels eines 9 %-igen Anteils von Biomasse am Gesamtenergiebedarf bis zum Jahr 2010 und unter Berücksichtigung der anderen Vorgaben ist im österreichischen Biomasseaktionsplan ein zusätzlicher Beitrag der Biomasse in Österreich von 75 PJ bis 2010 vorgesehen.

Im Detail werden für das Jahr 2010 folgende Ziele für Biomasse definiert:

- 41 PJ zusätzlich in den Wärmesektor
- 52 bis 54 TWh Strom
- 5,75 % Beimischung von Biotreibstoffen

Um diese Ziele zu erreichen sind bis 2010 im Vergleich zu 2003 zusätzlich etwa 500.000 mit Biomasse beheizte Wohneinheiten zu errichten und 2,5 TWh Strom aus Biomasse, 550 Millionen Liter Biotreibstoffe und 100 Millionen Nm^3 Biomethan als Treibstoff zu produzieren.

Um die Ziele bezüglich der Wärmeversorgung zu erreichen werden die Weiterführung bereits bestehender Förderprogramme sowie eine Ausdehnung der Förderungen gefordert. Dabei soll die Fördersituation in den Bundesländern vereinheitlicht und die Förderungen gegebenenfalls erhöht werden. Im Bereich der Stromversorgung werden eine grundsätzliche Beibehaltung des Ökostromgesetzes und eine Erhöhung der Fördersätze gefordert. Hinsichtlich der Förderung von Biotreibstoffen wird ein Markteinführungsprogramm vorgeschlagen, im Zuge dessen in den ersten fünf Jahren 100 Biogasanlagen mit einer Produktionskapazität von 1 Million Nm Biomethan je Anlage zu schaffen sind. Zusätzlich sollen 300 Biogastankstellen errichtet und 50.000 PKW/Kombi und 10.000 LKW/Busse als Biogasfahrzeuge in Betrieb genommen werden. Die Maßnahmen sollen insgesamt durch eine Erhöhung der Produktion sowie verstärkte F&E-Anstrengungen im Bereich der erneuerbaren Energien ergänzt werden.

In der *Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2013* (Klimastrategie 2007) wird das Ziel gesetzt, den Anteil erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergieverbrauch bis 2010 auf mindestens 25 % und bis 2020 auf mindestens 45 % aufkommensneutral zu steigern. Bezüglich erneuerbarer Energien sollen folgende Maßnahmen gesetzt werden:

- Die Ökostromförderung soll fortgesetzt und verbessert werden, wodurch der Anteil des Ökostroms bis 2010 auf 10 % gesteigert werden soll.
- Der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energieträger soll bis 2010 zunächst auf 80 % und bis 2020 auf 85 % gesteigert werden (siehe Regierungsprogramm).
- Leitungsgebundene Biomasse-Wärme (insbesondere Biomasse-KWK) soll schwerpunktmäßig forciert werden.
- Alte Heizungsanlagen sollen wenn möglich durch neue Kessel bzw. moderne Biomassekessel (Pellets, Hackschnitzel) oder durch den Anschluss an Fernwärmenetze ersetzt werden. Falls möglich sollen auch die Brennstoffe ersetzt werden.

- Der Einsatz von Biokraftstoffen einschließlich Biogas im Verkehr soll weitgehend unter Verwendung regional verfügbarer Pflanzen forciert werden.
- Regionale Produkte sollen verstärkt eingesetzt werden, um so Transportwege zu vermeiden.
- Die Rahmenbedingungen zur verstärkten Nutzung von Fernwärme sollen verbessert werden

Im Bereich erneuerbarer Energieträger und Energieeffizienz werden für die Erreichung dieser Ziele folgende Förderschwerpunkte definiert:

- Biomasse-Fernwärme
- Biomasse-Einzelanlagen
- Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung
- Solaranlagen

Zusätzlich sollen Dienstleistungsgebäude verstärkt saniert werden.

4 Steiermark

4.1 Gesetze und Verordnungen

Im Rahmen der Baugesetznovelle 2008 (LGBl. Nr.10/2008) wurden die allgemeinen Bestimmungen über Energieeinsparung und Wärmeschutz in der Steiermark angehoben. Für Neubauten, die eine Gesamtfläche von über 1000 m^2 aufweisen, ist der Einsatz alternativer Systeme wie z.B. dezentrale Energiesysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger, verpflichtend. Energieausweise, die neben dem Raumwärmebedarf auch den Gesamtenergiebedarf des ausweisen, wurden für folgende Gebäudetypen festgelegt:

- Neubauten,
- Gebäude, an denen umfassende Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden,
- Gebäude für öffentliche Zwecke und Gebäude über 1000 m^2, in denen Dienstleistungen für eine große Anzahl von Menschen erbracht werden.

In Gebäuden der letzten Kategorie ist der Energieausweis an einer für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle anzubringen. Die Gültigkeit des Energieausweises ist auf 10 Jahre ab Ausstellung beschränkt. Laut Energieausweisvorlagegesetz (BGBl. I Nr. 137/2006) besteht eine Vorlagepflicht des Energieausweises bei der Konditionierung des Gebäudes. Wird kein Energieausweis vorgelegt, so gilt eine dem Alter und der Art des Gebäudes entsprechende Gesamtenergieeffizienz als vereinbart.

Im *Steiermärkischen Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2005* (*Elwog 2005*; LGBl. Nr. 70/2005) sind folgende umwelt- und energiepolitischen Ziele vorgesehen, die sich auf den Einsatz erneuerbarer Energien und Energieeffizienz beziehen:

- ein erweiterter Einsatz von KWK-Technologien
- eine adäquate Berücksichtigung ökologischer Aspekte
- ein effizienter Einsatz von Energie

Zu diesem Zweck sieht das Elwog vereinfachte Verfahren für die Errichtung von KWK-Anlagen und für die Errichtung von Solaranlagen mit einer Gesamtfläche von weniger als 500 m^2 sowie einen vorrangigen Netzzugang von erneuerbaren Energien und Energie aus KWK-Anlagen – bis hin zum Ausschluss anderer Anlagen, die diese Anlagen verdrängen – vor.

Das *Steiermärkische Abfallwirtschaftsgesetz 2004* (LGBl. Nr. 65/2004) soll eine an den Prinzipien der Vorsorge und der Nachhaltigkeit orientierte Abfallwirtschaft in der Steiermark gewährleisten. In diesem Sinn liegt ein besonderer Fokus auf einem schonenden Umgang mit den Ressourcen (d.h. Rohstoffen, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen und Deponievolumen) und einer effizienten Verwertung von Abfällen vor allem in Hinblick auf Energiegewinnung oder Recycling.

Die Steiermärkische Wärmedämmverordnung (LGBl. Nr. 103/1996) schreibt Mindeststandards für Neu- und Zubauten sowie für den Ersatz oder den erstmaligen Einbau von Bauteilen in bestehenden Gebäuden vor (siehe Tabelle 2). Über den für das Gebäude ermittelten Heizwärmebedarf ist Nachweis im Rahmen eines Wärmebedarfsausweises zu erbringen.

Tabelle 2 Mindeststandards für Wärmedurchgangskoeffizienten laut Wärmedämmverordnung

Bauteil	**[k in W/m2K]**
Außenwände und Wände gegen unbeheizte Dachböden	
• allgemein	0,50
• bei freistehenden Ein- und Zweifamilienhäusern	0,40
Wände gegen unbeheizte Gebäudeteile und Brandwände	0,70
Wände gegen getrennte Wohn- oder Betriebseinheiten	1,60
Decken gegen Außenluft (einschließlich Dachschrägen) oder Dachböden sowie über Durchfahrten	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
Decken gegen getrennte Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
Fenster und Fenstertüren gegen Außenluft (mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient km)	1,90
Außentüren (ohne Verglasung)	1,70
Fenster und Türen gegen unbeheizte Räume	2,50
Erdberührte Wände und Fußböden von beheizten Räumen	0,50

Ausnahmen von den Mindestanforderungen. Für Gebäude zu gewerblichen oder landwirtschaftlichen Zwecken oder für Gebäude, die künstlerisch und kulturell erhaltungswürdig gelten diese Mindeststandards nur eingeschränkt, Gebäude die nicht oder nur unwesentlich beheizt werden sind von der Regelung ausgenommen.

Das *Steiermärkische Landwirtschaftsförderungsgesetz 1994* (LGBl. Nr. 9/1994) sieht die verstärkte Förderung erneuerbarer Energieträger vor. Konkret sind zwei Schienen von Förderungsmaßnahmen vorgesehen: Der Einsatz erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft und die Bereitstellung erneuerbarer Energien durch die Landwirte.

Das *Steiermärkische Wohnbauförderungsgesetz 1993* (LGBl. Nr. 25/1993) sieht für Neubauten vor, dass die Förderung auf jene Gebäude beschränkt wird, deren Energieversorgung den durch das *Entwicklungsprogramm für Rohstoff- und Energieversorgung* (siehe unten) vorgegebenen Standards entspricht. Eine zusätzliche umweltbezogene Voraussetzung für die Förderung ist die Durchführung eines geeigneten energieeffizienten Wärmeschutzes. Der Einsatz neuer Formen der Energienutzung wird bevorzugt behandelt. Die Förderung von Sanierungsmaßnahmen ist grundsätzlich auf Gebäude beschränkt, die vor mehr als 30 Jahren errichtet wurden. Folgende Maßnahmen können aber auch bereits vor Ablauf dieser Frist gefördert werden:

- der Anschluss von Fernwärme,
- die Errichtung von Beheizungs- oder Warmwasseranlagen unter Heranziehung neuer Formen der Energienutzung, und
- energiesparende Maßnahmen.

Ergänzend zum Wohnbauförderungsgesetz wurden im Jahr 2005 zwei Richtlinien erlassen, die Direktförderung von Solaranlagen und modernen Holzheizungen regeln.

Das *Steiermärkische Raumordnungsgesetz 1974* (LGBl. Nr. 127/1974) soll die nachhaltige Nutzung von (Lebens)Raum regeln. Es fordert unter anderem eine sparsame Verwendung von Energie und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger. Vor allem Gemeinden, die hohe Luftschadstoffemissionen aufweisen, werden dazu verpflichtet kommunale Energiekonzepte zu erlassen, die Fernwärme besonders berücksichtigen.

Das *Landesentwicklungsprogramm von 1977* (LGBl. Nr. 53/1977), das unter anderem eine effiziente Nutzung von Ressourcen und Raum als wesentliche Bestandteile einer Entwicklungsstrategie für die Steiermark definiert, stellt die Basis einer Reihe von Sub-Programmen dar, die die steirische Energie- und Umweltpolitik bis heute prägen. Zu diesen Programmen zählen unter anderen:

- das Entwicklungsprogramm für Rohstoff- und Energieversorgung 1984
- regionale Entwicklungsprogramme

Das *Entwicklungsprogramm für Rohstoff- und Energieversorgung 1984* (LGBl. Nr. 29/1984) stellt ein Leitbild für die steirische Energie- und Umweltpolitik dar. Die Flexibilität des steirischen Energiesystems wird als wesentlicher Grundstein einer erfolgreichen Energiepolitik definiert, der durch folgende Maßnahmen gewährleistet werden soll:

- Der Energieverbrauch soll kurzfristig stabilisiert und langfristig gesenkt werden, wobei neben quantitativen Aspekten auch qualitative Aspekte – d.h. *der Einsatz einer möglichst adäquaten Energieform für eine bestimmte Energiedienstleistung* (§4(1)) – berücksichtigt werden sollen.
- Die Abhängigkeit von externen fossilen Energieträgern soll reduziert werden, indem ein diversifiziertes Portfolio an Energieträgern eingesetzt wird und erneuerbare sowie heimische Energieträger nicht erneuerbaren oder externen vorgezogen werden.
- Die Energieplanung soll jeweils unter Berücksichtigung der ökologischen, sozialen und volkswirtschaftlichen Gegebenheiten erfolgen.

Der verstärkte Einsatz von industrieller Abwärme, von Abwärme aus Müllverbrennungsanlagen, KWK-Anlagen und Fernwärme werden als konkrete Instrumente der Energiepolitik definiert. Zur Erreichung der Ziele ist ein breites Spektrum von politischen Maßnahmen vorgesehen, unter anderen:

- die Erstellung regionaler und kommunaler Energiepläne,
- die Anpassung von Bauvorschriften und Wohnbauförderung zur Förderung energiesparender Gebäude, und
- der Ausbau der Energieforschung.

Regionale Entwicklungsprogramme liegen für alle fünf Bezirke der Oststeiermark vor (vgl. LGBl. Nr. 34/1991, LGBl. Nr. 35/1991, LGBl. Nr. 53/1995, LGBl. Nr. 7/1994 und LGBl. Nr. 28/2005). Die in den Entwicklungsprogrammen definierten Ziele und Maßnahmen sind in den Bereichen Energie und Umwelt weitgehend ident. Sie enthalten die Forcierung erneuerbarer heimischer Energieträger und eine Diversifikation der Energieträger als Maßnahmen zur Energieeinsparung und den Ausbau von Fernwärmenetzen. Des Weiteren sind ein Ausbau des öffentlichen Verkehrs sowie die Erstellung regionaler Energiekonzepte vorgesehen.

4.2 Andere

Im *Energieplan 2005 - 2015 des Landes Steiermark* wird eine „sichere, ausreichende, kostengünstige, umweltverträgliche und sozialverträgliche Bereitstellung von Energiedienstleistungen“ (Land Steiermark 2005[a], S 16) als Ziel der steirischen Energiepolitik definiert, dem drei Sub-Ziele bis zum Jahr 2015 zugrunde liegen:

- Senkung des spezifischen Energieeinsatzes um 1 % pro Jahr in den Sektoren Haushalte, Kleinverbraucher und Industrie,
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger am energetischen Endverbrauch auf 33 %, und
- Stabilisierung des Energieverbrauchs im Sektor Verkehr.

Die Erreichung dieser Ziele soll mit Hilfe eines umfangreichen Maßnahmenkatalogs gewährleistet werden, in dem ein breites Spektrum an Einzelmaßnahmen definiert ist. Die Maßnahmen werden in folgende zehn Bereiche gegliedert:

- Energieversorgungssicherheit
- Energiebereitstellung
- Fernwärme und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)
- Großverbraucher
- Gewerbe und Klein- und Mittelbetriebe
- Öffentliche Hand
- Haushalte und Kleinverbraucher
- Verkehr

- Abfallwirtschaft
- Sektorenübergreifende Maßnahmen

In den einzelnen Bereichen wird eine umfangreiche Palette an Maßnahmen erfasst, die von der monetären Förderung erneuerbarer Energien bis hin zu einer ökologisch orientierten Beschaffung im öffentlichen Sektor reicht.

Bioenergie wird bezüglich des Ausbaus erneuerbarer Energien und einer nachhaltigeren Mobilität große Bedeutung beigemessen. Neben einer verstärkten Förderung von Einzelanlagen zur Wärmegewinnung sind im Bereich Bioenergie der Ausbau biomasse-betriebener Fern- und Nahwärmenetze sowie der vermehrte Einsatz von biologischen Treibstoffen und die vermehrte Nutzung von Biogas als wesentliche Maßnahmen anzusehen.

5 Gemeinden in der Oststeiermark

Die politischen Maßnahmen auf Gemeindeebene beschränken sich im Allgemeinen auf die finanzielle Förderung von erneuerbaren Energien und von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie Maßnahmen in Hinblick auf eine nachhaltige Energieversorgung der von der Gemeinde direkt verwalteten Gebäude und Einrichtungen.

In oststeirischen Gemeinden wurden im Jahr 2005 folgende Förderungen in den Bereichen erneuerbare Energie und Energieeffizienz eingesetzt (LEV 2007):

- Biomasse-Anlagen (Pellets, Hackgut, Stückholz und Kachelöfen)
- Fernwärmeanschlüsse
- Photovoltaik und Sonnenkollektoren
- Wärmedämmung
- Wärmepumpen

Solaranlagen und Biomasse-Anlagen werden am häufigsten gefördert. Die Förderungen erfolgen als Fixbetrag je Anlage, in Abhängigkeit von der Anlagengröße oder als Anteil an der Landesförderung oder den Investitionskosten. Die Höhe der Förderung unterscheidet sich zwischen den einzelnen Gemeinden zum Teil beträchtlich (siehe Anhang 1).

C DIE ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK

Dieser Abschnitt fokussiert auf eine Strukturanalyse der Energieregion Oststeiermark. Das Augenmerk liegt dabei in der Analyse der aktuellen Struktur des Energiesystems, sowohl auf der Nachfrage- (Energienachfrage der Haushalte) als auch auf der Angebotsseite. Letztere bezieht sich lediglich auf das Angebotspotential an Biomasse, welches durch die Land- und Forstwirtschaft bereitgestellt wird. Neben aktuellen Strukturen werden auch zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten (bis 2030) der Energienachfrage bzw. der Biomassebereitstellung dargestellt. Abschließend werden mit Hilfe der Strukturerhebung jene Biomassetechnologien identifiziert, deren Einsatz in der Region sinnvoll ist und die somit in weiterer Folge einer betriebs- und volkswirtschaftlichen Analyse unterzogen werden.

Der Fokus der Energienachfrage in der Region liegt auf der Nachfrage der Haushalte. Dabei werden mithilfe des Konzepts der Energiedienstleistung (siehe Kapitel C 1.1) Wärmebedarf und Mobilität der Haushalte in der Region erhoben; der Stromverbrauch der Haushalte und der Energiebedarf der anderen Sektoren werden auf Basis historischer Werte ermittelt, da eine Ermittlung der Energiedienstleistung hier aufgrund der Heterogenität der Leistungen nicht zielführend ist. Für das Basisjahr 2003 wird für den Bereich Wohnen ein Raumwärmebedarf von 9,11 Millionen GJ ermittelt. Damit stellt der Raumwärmebedarf mit etwa 30 % den größten Anteil der gesamten Energienachfrage der Region dar. Auf den Treibstoffverbrauch im Individualverkehr und den Stromverbrauch der Oststeiermark entfallen 6,82 bzw. 1,59 Millionen GJ. Die Energienachfrage des Industriesektors beträgt 8,75 Millionen GJ, auf die Sektoren Land- und Forstwirtschaft und Dienstleistungen entfallen 1,88 bzw. 1,80 Millionen GJ. Insgesamt wird für die Oststeiermark im Jahr 2003 ein Energiebedarf von 29,90 Millionen GJ ermittelt. Für das Jahr 2030 wird für die Region eine Energienachfrage in Höhe von 34,01 Millionen GJ prognostiziert, was einem Anstieg von 14 % im Vergleich zum Jahr 2003 entspricht. Diese Entwicklung basiert auf folgenden Details: Der Raumwärmebedarf sinkt bei einer mittleren Sanierungsrate von 1,5 % und einer Abdeckung des Wohnungsneubaus durch Niedrigenergiehäuser auf 8,26 Millionen GJ. Der Treibstoffverbrauch im PKW-Verkehr steigt aufgrund der höheren Verkehrsleistung auf 7,47 Millionen GJ. Die Stromnachfrage der Haushalte ist leicht rückläufig. Die Energienachfrage des Industriesektors verzeichnet mit rund 40 % die deutlichsten Zuwächse und wächst bis zum Jahr 2030 auf 12,30 Millionen GJ. Der Energiebedarf der Land- und Forstwirtschaft sinkt auf 1,67 Millionen GJ, die Energienachfrage des Dienstleistungssektors steigt leicht auf 2,96 Millionen GJ.

Bezüglich des Angebots an Biomasse kann zwischen forstwirtschaftlicher und landwirtschaftlicher Biomasse unterschieden werden. Die forstliche Biomassenutzung spielt in der Region Oststeiermark eine eher unbedeutende Rolle. Der oststeirische Waldanteil beträgt 151.010 ha, was rund 15 % des gesamten steirischen Waldes (1.000.200 ha) entspricht. Die Abschätzung des zusätzlichen forstwirtschaftlichen Biomassepotentials in den fünf Bezirken der Oststeiermark wurde in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Steiermark ermittelt und wird in der vorliegenden Studie mit 135.600 fm angenommen. Dieses

Potential wird durch eine zusätzliche Aktivierung von Pflegerückständen, einer Nutzungssteigerung sowie einer verstärkten Nutzung von Schlagrücklass realisiert. Die Angaben beruhen auf einer groben Schätzung und können je nach Marktlage und Wettergeschehnissen (z.B. Stürme) abweichen.

Bezüglich der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion ist festzustellen, dass die Energiepflanzenproduktion in der Oststeiermark hauptsächlich auf herkömmlichen Agrarflächen erfolgt und damit in unmittelbarer Konkurrenz zur Futter- und Nahrungsmittelproduktion steht. Schätzungen zufolge werden derzeit rund 1,5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2.110 ha) der Oststeiermark für energetische Zwecke verwendet. Die Energiepflanzenproduktion auf Stilllegungsflächen wird in der Region nur unzureichend genutzt, da einerseits für die Stilllegung vor allem Flächen mit einem geringen Ertragsniveau bzw. maschinell schwer bewirtschaftbare Flächen aus der Produktion genommen werden und daher keine ökonomisch nachhaltige Futter-, Nahrungsmittel- oder Energiepflanzenproduktion möglich ist.

Mit dem Ziel, eine mögliche Bandbreite für das zukünftige Biomassepotential in der Oststeiermark zu definieren, wurden die von Haas et al. (2007) verwendeten Basis-, Hoch- und Niedrig-Szenarien übernommen. Der Unterschied zwischen den Szenarien liegt in den Annahmen bezüglich Kulturartenverteilung, Flächenpotential, der Entwicklung des Viehbestandes und in den Annahmen bezüglich des energetisch nutzbaren Anteils der landwirtschaftlichen Nebenprodukte. Zudem wurden die Wahl des Energiepflanzenmixes und ein züchterischer Fortschritt bei Energiepflanzen (1 % pro Jahr) berücksichtigt (Haas et al. 2007). Aufgrund der getroffenen Annahmen steigen in den betrachteten Szenarien die Ackerflächen für die Energiepflanzenproduktion. Im High-Szenario werden 28 % der Ackerfläche (23.676 ha) und 29 % (11.944 ha) der Grünlandfläche mit Energiepflanzen bebaut. Im Niedrig-Szenario liegen die Anteile um weniger als 10 % darunter: 20 % der Acker- (16.912 ha) und Grünfläche (8.237 ha) sind als potentielle Energieflächen ausgewiesen.

Ausgehend von der regionalen Strukturanalyse der Oststeiermark (Energienachfrage, Biomasse-Angebotspotential) werden anhand von Auswahlkriterien die Technologien, welche im Rahmen dieses Projekts einer betriebswirtschaftlichen Analyse unterzogen werden, und somit die Basis für die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Effekte der Biomassenutzung darstellen, ausgewählt. Die Auswahlkriterien beruhen primär auf den Kriterien Einsatzpotential in der Region und Datenverfügbarkeit. Die berücksichtigten Technologien umfassen Einzelhausheiztechnologien (auf Basis forst- und landwirtschaftlicher Biomasse) und Biomasse-Großanlagen, wie Biomassenahwärmenetze, Biogas, Pflanzenöl und Biodiesel. Neue, zukunftsfähige Technologien konnten aufgrund fehlender Daten nur bedingt abgebildet werden.

1 Darstellung des derzeitigen Energiesystems der Oststeiermark

1.1 Methodik und Datensituation

Der Energieverbrauch in der Region Oststeiermark wird für die Haushalte basierend auf dem Konzept der *Energiedienstleistung* ermittelt. Energiedienstleistungen können als „*actual services for which energy is used: heating a given amount of space to a standard temperature for a period of time*" (IEA 1997, S 35) definiert werden. Es handelt sich dabei also um effektive Leistungen wie z.B. das Beheizen oder Beleuchten einer bestimmten Wohnfläche, zurückgelegte Kilometer oder eine bestimmte Menge an produziertem Output, die den Einsatz von Energie erfordern. Ein- und dieselbe Energiedienstleistung kann durch verschiedene Einsatzkombinationen von Energie und Kapital erfolgen - eine wohltemperierte Wohnung kann z.B. durch eine gute Dämmung in Verbindung mit einem geringem Energieeinsatz oder umgekehrt erreicht werden. Für eine nachhaltige Entwicklung ist daher der Einsatz energieeffizienter Energiedienstleistungen, die mit einem möglichst geringen Einsatz von Ressourcen bereitgestellt werden, unabdingbar, da so ein gleiches Niveau an Wohlstand bei geringerem Energieeinsatz gewährleistet werden kann.

Im Rahmen des Projekts werden auf der Nachfrageseite zwei Energiedienstleistungen untersucht:

- Wohnen (gemessen in beheizter Wohnfläche)
- Mobilität (gemessen in Personenkilometern)

Auf diese Energiedienstleistungen entfallen in der Region Oststeiermark ca. 50 % des Endenergieverbrauchs. Andere Energiedienstleistungen wie z.B. Beleuchtung werden aufgrund der fehlenden Datenverfügbarkeit nicht erfasst.

Für die Ermittlung der Energiedienstleistung Wohnen standen für die Oststeiermark die folgenden Quellen der Statistik Austria zur Verfügung:

- Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (Statistik Austria 2004[a])
- Volkszählung 2001 (Statistik Austria 2004[b])
- Mikrozensus *Energieeinsatz der Haushalte 1998* und 2004 (Statistik Austria 2000, 2007[b])
- Bevölkerungsstatistik (Statistik Austria 2007[e])

Die *Gebäude- und Wohnungszählung 2001* stellt die statistische Grundlage für den österreichischen Gebäudebestand dar. Die Erhebung umfasst neben der überwiegenden Nutzung der Gebäude, der Eigentümerstruktur und der Wohnungsausstattung und -größe auch

einen detaillierten Erhebungsblock zur Heizungsart und den eingesetzten Energieträgern. In der Mikrozensus-Sondererhebung *Energieeinsatz der Haushalte* werden die Energieträger, Energiemengen und Energiekosten zum Teil differenziert nach Baujahr oder Gebäudeart (Ein- oder Mehrfamilienhaus) für die einzelnen Bundesländer dargestellt. Daten über die Struktur der Bevölkerung und der Haushalte werden der *Volkszählung 2001* und der Bevölkerungsstatistik der Statistik Austria entnommen.

In Zusammenhang mit der Energiedienstleistung Mobilität werden nur die Personenkilometer aus dem PKW-Verkehr berücksichtigt. Für die Ermittlung dieser Energiedienstleistung stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Verkehrsprognose Österreich 2025+ (Käfer et al. i.E.)
- Umweltbilanz Verkehr (BMLFUW i.E.)

Die *Verkehrsprognose Österreich 2025+* beschreibt die Entwicklung der Verkehrsleistung in Österreich bis zum Jahr 2025, wobei zwischen Güter- und Personenverkehr differenziert wird. Die *Umweltbilanz Verkehr* stellt die Entwicklung von Fahrzeug-, Personen- und Tonnenkilometern gegenüber. Dabei wird sowohl zwischen einzelnen Fahrzeugtypen als auch zwischen verschiedenen Treibstoffen unterschieden und ein Bezug zu den Schadstoffemissionen hergestellt.

Für die Ermittlung des Stromverbrauchs der Haushalte wurden die Energiebilanz für Österreich (IEA, 2007) und die Bevölkerungsstatistik der Statistik Austria (2007^e) herangezogen.

Die Ermittlung des Energiebedarfs der anderen Sektoren basiert auf den *WIFO Energieszenarien* (Kratena und Würger 2005), der regionalen Input- und Output-Statistik für die Oststeiermark (JR-RTG 2007) und der *Aufkommens- und Verwendungstabelle 2003* (Statistik Austria 2006).

1.2 Energiebedarf der Haushalte

Raumwärme

Als erste Komponente des Energieeinsatzes der Haushalte wird der mit der Energiedienstleistung Wohnen verbundene Energiebedarf betrachtet. Basierend auf den Daten der Gebäude- und Volkszählung 2001 wird für das Jahr 2003 zunächst eine Energiedienstleistung in Höhe von 10,74 Millionen m^2 Wohnfläche ermittelt, indem der in der Region ausgewiesenen Wohnfläche aus dem Jahr 2001 eine Entwicklung analog zu jener der Haushalte im Zeitraum 2001 bis 2003 unterstellt wurde.

Abbildung 2 zeigt die Aufteilung der Wohnfläche auf verschiedene Wohnungstypen für die Oststeiermark. Es wird deutlich, dass mit 75 % der Großteil der Wohnfläche auf Einfamilienhäuser entfällt, die aufgrund ihrer wenig kompakten Bauweise einen relativ hohen

Energiebedarf je m^2 Nutzfläche aufweisen. Gemeinsam mit der Tatsache, dass die Region einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Gebäuden älterer Bauperioden aufweist, führt dies dazu, dass die Energiedienstleistung Wohnen in der Oststeiermark mit einem relativ hohen Energieverbrauch verbunden ist. Abbildung 2 zeigt, dass es innerhalb der Region keine bezirksspezifischen Unterschiede hinsichtlich der Gebäudestruktur nach Anzahl der Wohnungen gibt.

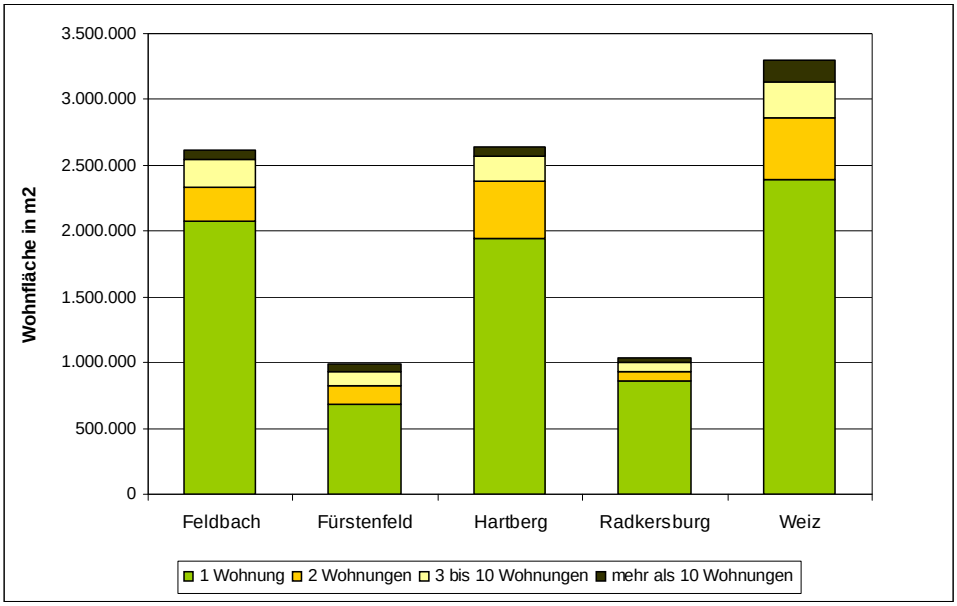


Abbildung 2 Anteile der verschiedenen Wohnungstypen an der Wohnfläche (Statistik Austria 2004[a], 2004[b], 2007[e], 2008[a], 2008[b]; eigene Berechnung)

Zur Ermittlung der Wärmenachfrage, die derzeit mit der Energiedienstleistung Wohnen verbunden ist, wurde der Wohnfläche ein spezifischer Energiebedarf je m^2 Wohnfläche laut Mikrozensus 2004 zu Grunde gelegt. Für die Haushalte der Region Oststeiermark wurde so eine Wärmenachfrage in Höhe von 9,11 Millionen GJ ermittelt. Abbildung 3 zeigt die Aufteilung des Energiebedarfs auf die verschiedenen Wohnungstypen, Abbildung 4 die Aufteilung der Wärmenachfrage auf die politischen Bezirke.

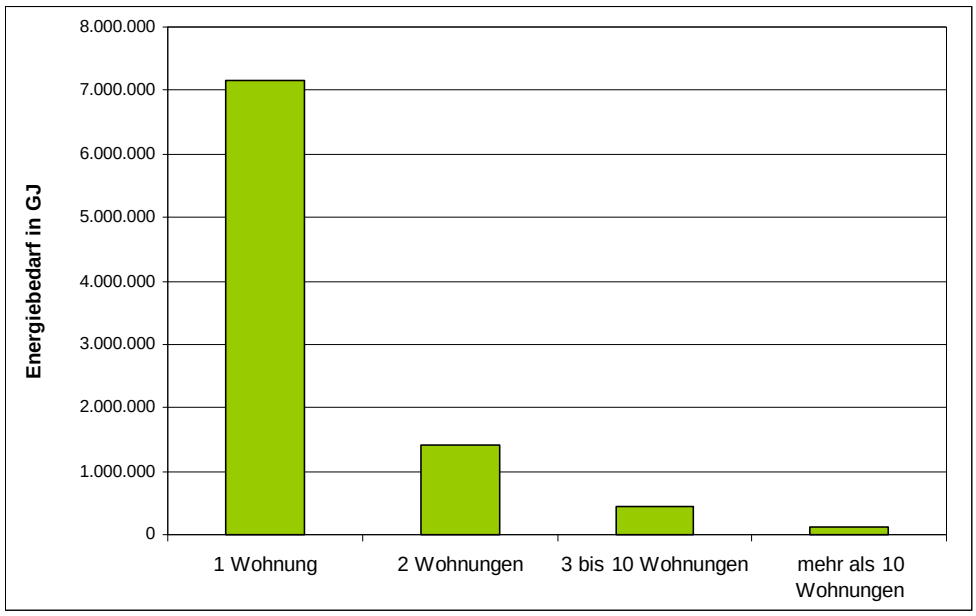


Abbildung 3 Wärmeverbrauch der Haushalte nach Wohnungstypen (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2007[b], 2007[e]; eigene Berechnung)

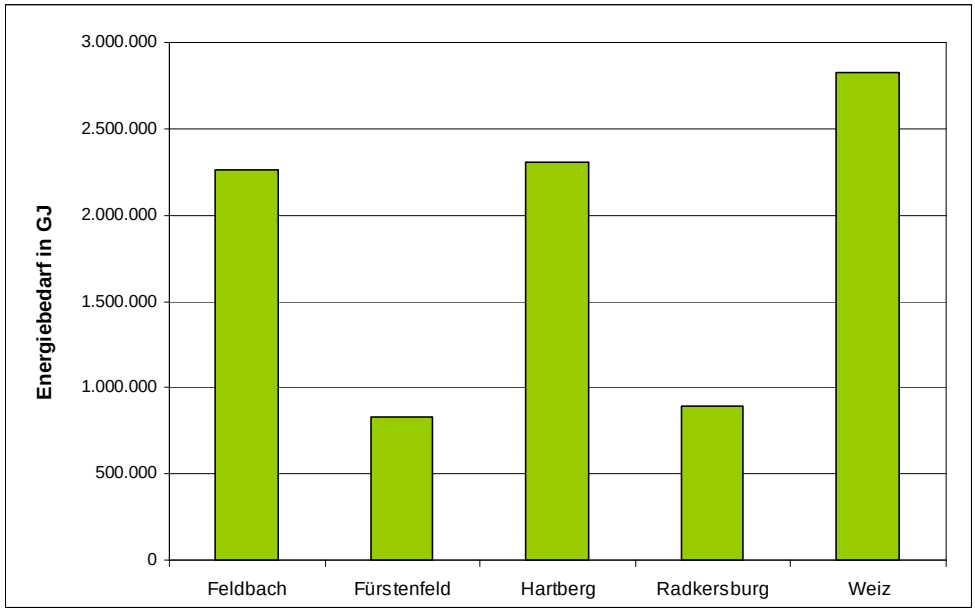


Abbildung 4 Wärmeverbrauch der Haushalte nach Bezirken (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2007[b], 2007[e]; eigene Berechnung)

Abbildung 5 zeigt die in der Oststeiermark zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger als Anteile an der gesamten beheizten Wohnfläche. Die Anteile der Energieträger wurden basierend auf dem zuvor ermittelten Energiebedarf berechnet, dem die Mikrozensuserhebung 1998 zu Grunde gelegt wurde. In der Region sind Heizöl (44 %) und Holz (37 %) die derzeit vorherrschenden Energieträger. Die anderen Energieträger werden in vergleichsweise geringen Mengen eingesetzt. Abbildung 6 enthält eine Aufsplittung der Energieträger für die politischen Bezirke. Hierbei werden regionale Unterschiede deutlich: Während der Anteil an Heizöl im Bezirk Fürstenfeld bei 52 % liegt, macht er im Bezirk Feldbach nur 38 % aus. Bei

Holz verhält es sich umgekehrt: Sein Anteil beträgt 31 % in Fürstenfeld und 42 % in Feldbach. Der Gasanteil in der Region liegt zwischen 8 % in Weiz und 1 % in Radkersburg.

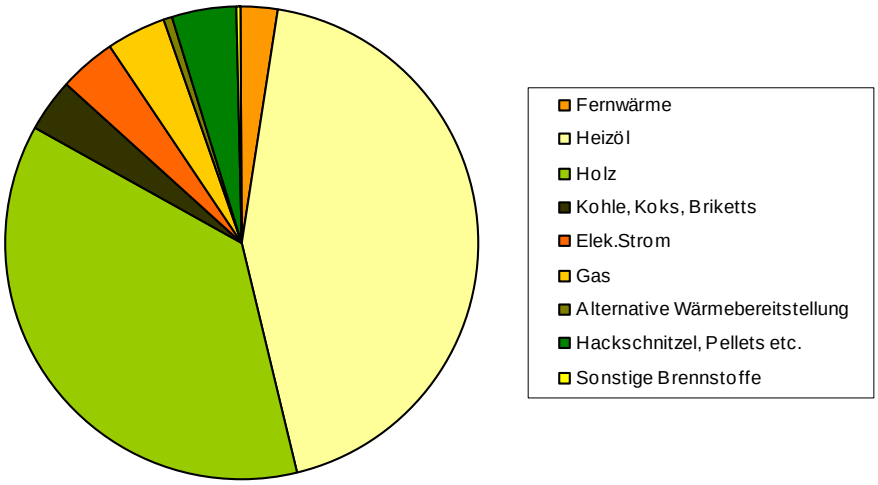


Abbildung 5 Anteile der eingesetzten Energieträger an der gesamten Wohnfläche (Statistik Austria 2000, 2004[a],2004[b], 2007[b], 2007[e]; eigene Darstellung)

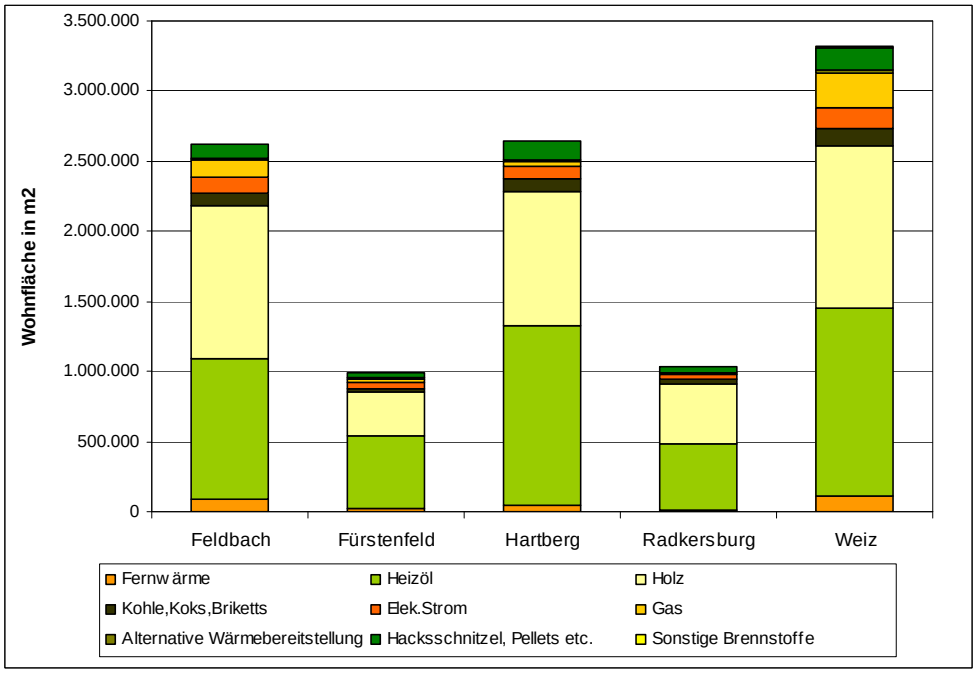


Abbildung 6 Anteile der eingesetzten Energieträger an der Wohnfläche nach politischen Bezirken (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2007[b], 2007[e]; eigene Berechnung)

Strombedarf

Der Strombedarf der oststeirischen Haushalte wurde ermittelt, indem der Stromverbrauch der Haushalte der Steiermark basierend auf der Einwohnerzahl der Oststeiermark regionalisiert wurde. Strom, der zu Heizzwecken verwendet wurde, wird dabei im Wärmebedarf und nicht

im Stromverbrauch erfasst. Insgesamt wurde für die oststeirischen Haushalte ein Stromverbrauch von 1,59 Millionen GJ berechnet, der sich wie in Abbildung 7 dargestellt auf die politischen Bezirke aufteilt.

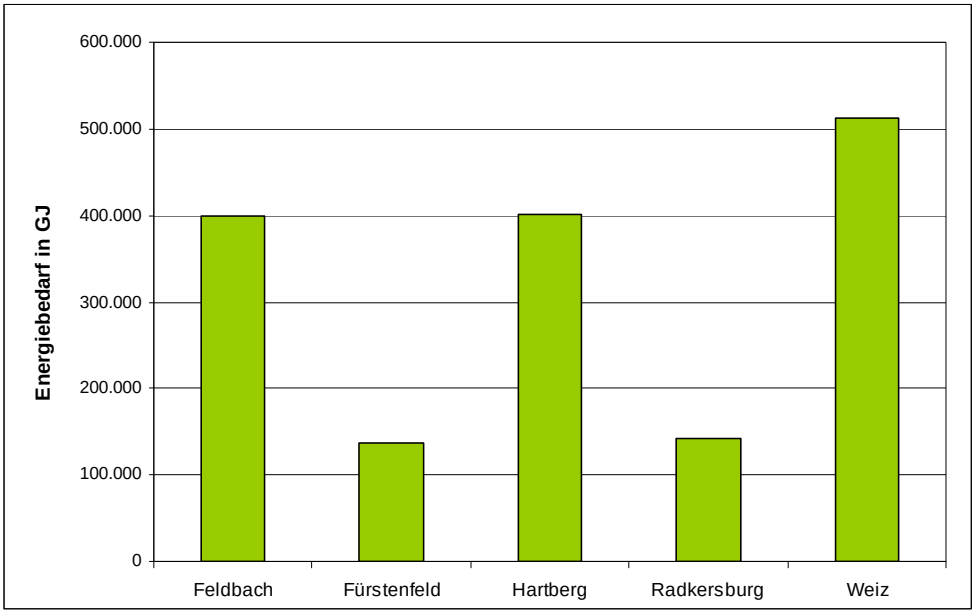


Abbildung 7 Stromverbrauch der Haushalte nach politischen Bezirken (IEA 2007, Statistik Austria 2007[d]; eigene Berechnung)

Mobilität

Basierend auf einer Detailauswertung der Verkehrsprognose Österreich 2025+ (Käfer et al. i.E.), die für die Oststeiermark erstellt wurde, und der Umweltbilanz Verkehr (BMLFUW i.E.) wurde die Energiedienstleistung Mobilität ermittelt, indem die in der Verkehrsprognose ausgewiesenen PKW-Kilometer, Personenkilometer und Treibstoffverbrauch der Umweltbilanz Verkehr zugrunde gelegt wurden. Für die Region ergibt sich im motorisierten Individualverkehr eine Energiedienstleistung von 4.001,23 Millionen Personenkilometern. Mit dieser Verkehrsleistung ist ein Treibstoffverbrauch von 6,82 Millionen GJ verbunden, der sich wie in Abbildung 8 dargestellt in etwa gleichen Teilen auf Diesel und Benzin aufteilt.

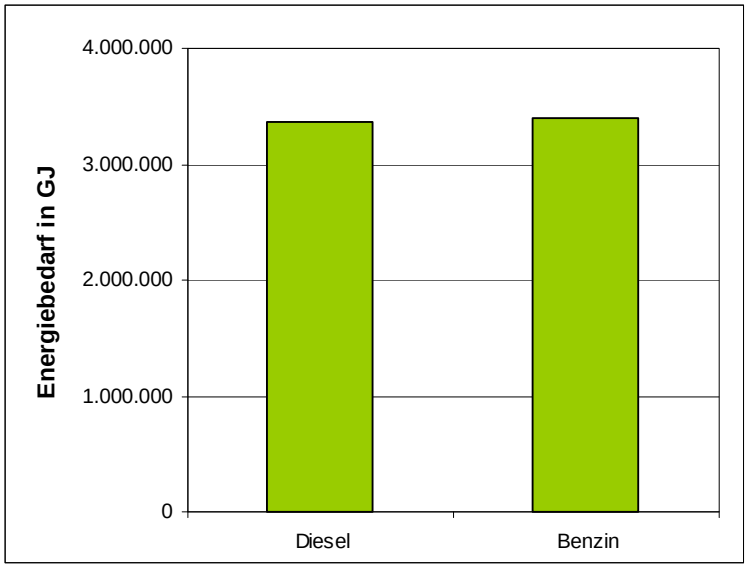


Abbildung 8 Energiebedarf des Individualverkehrs (Käfer et al. i.E., BMLFUW i.E.; eigene Berechnung)

1.3 Energiebedarf der anderen Sektoren

Die Berechnung des Energiebedarfs der anderen Sektoren basiert auf den WIFO Energieszenarien (Kratena und Würger 2005), der Input-Output Statistik für die Oststeiermark (JR-RTG 2007) und der Aufkommens- und Verwendungstabelle 2003 (Statistik Austria 2006[e]). Die in den Energieszenarien angegebenen Werte für den Energiebedarf der einzelnen Industriesektoren, des Dienstleistungssektors und der Landwirtschaft wurden dazu im Verhältnis des Output-Anteils der Oststeiermark auf die Region herunter gebrochen.

Abbildung 9 zeigt, dass der Energiebedarf im Industriesektor mit 8,75 Millionen GJ am höchsten ist, aber dennoch deutlich hinter dem Energiebedarf der Haushalte mit 17,52 Millionen GJ liegt. Der Energiebedarf des Dienstleistungssektors und der Land- und Forstwirtschaft fällt mit 2,44 bzw. 1,56 Millionen GJ vergleichsweise gering aus.

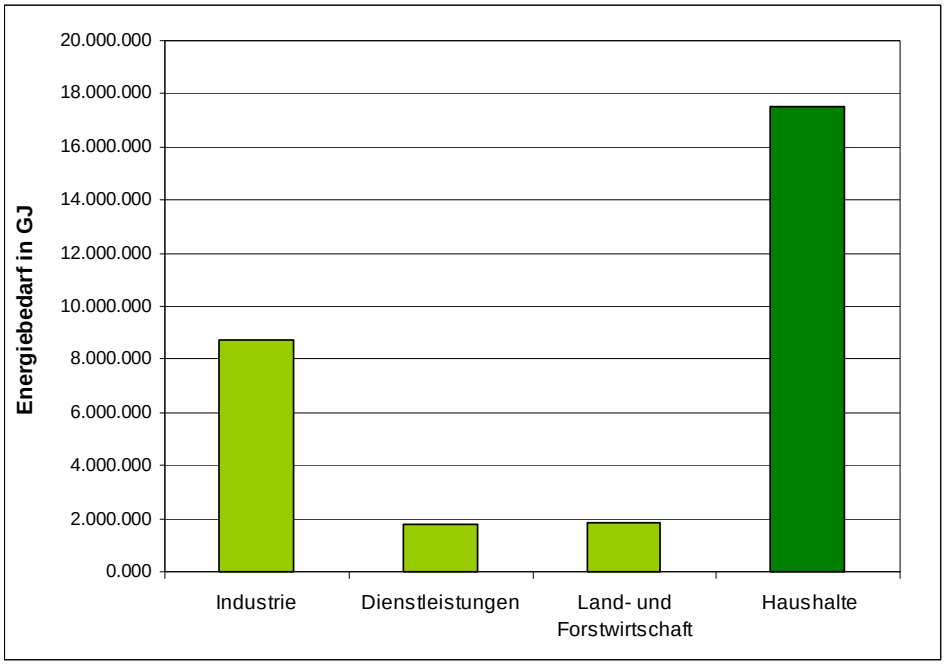


Abbildung 9 Energiebedarf der anderen Sektoren (Kratena und Würger 2005, Statistik Austria 2006[e], JR-RTG 2007; eigene Berechnung)

2 Zukünftige Entwicklung des Energiesystems in der Oststeiermark

2.1 Methodik und Datensituation

Die Prognose der Wärme- und Treibstoffnachfrage der Haushalte basiert wiederum auf dem Konzept der Energiedienstleistung (vgl. Abschnitt C 1.1). Für beide Faktoren wird zunächst die Entwicklung der Energiedienstleistung, d.h. die Entwicklung der Personenkilometer und der Wohnfläche prognostiziert, woraus danach der Energiebedarf abgeleitet wird. Die Prognose des Strombedarfs der Region basiert auf historischen Daten unter der Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums in der Region.

Folgende Datenquellen werden für die Prognosen zusätzlich zu jenen in Abschnitt C 1 verwendet:

- Privathaushalte in der Steiermark - Stand Volkszählung 2001 und Entwicklung 1971 - 2050 (Landesstatistik Steiermark 2007)
- Bevölkerungsprognose (ÖROK 2004)

Die Entwicklung der Haushalte in der Oststeiermark basiert auf der Haushaltsprognose der Landesstatistik Steiermark (Landesstatistik Steiermark 2007), in der Daten disaggregiert nach verschiedenen Haushaltsgrößen bis zum Jahr 2050 auf Bezirksebene enthalten sind. Die

Bevölkerungsentwicklung basiert auf der *ÖROK-Prognose 2004*, welche die Entwicklung der Bevölkerung bis zum Jahr 2031 auf Bezirksebene beschreibt. Die Prognose des Energiebedarfs der anderen Sektoren basiert auf der, in den *WIFO-Energieszenarien* bis zum Jahr 2020 angenommenen Entwicklung, die dann bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben wird.

2.2 Energiebedarf der Haushalte

Raumwärme

Die Prognose der Energiedienstleistung Wohnen basiert auf den Haushaltsprognosen der Landesstatistik Steiermark (2007). Für den Neubau wird das Haushaltswachstum dabei auf die einzelnen Wohnungstypen (Ein-, Zwei-, oder großes oder kleines Mehrfamilienhaus) umgelegt, indem die Aufteilung der verschiedenen Haushaltsgrößen auf die einzelnen Wohnungstypen nach Statistik Austria (2008[a], 2008[b]) zugrunde gelegt wird. Zusätzlich wird der historische Anstieg der Wohnfläche je Wohnung (Statistik Austria 2008[c]) fortgeschrieben, der vorwiegend bei den Ein- und Zweifamilienhäusern zu tragen kommt. Der Gebäudebestand wird als konstant angenommen. Ingesamt wurde für die Region Oststeiermark im Jahr 2030 eine Wohnfläche von 12,30 Millionen m^2 ermittelt, die sich, wie in Abbildung 10 dargestellt, auf die einzelnen Wohnungstypen aufteilt. Es wird deutlich sichtbar, dass Einfamilienhäuser aufgrund des großen Altbestands noch immer den höchsten Anteil an der Wohnfläche haben, Mehrfamilienhäuser aber deutlich höhere Zuwachsraten verzeichnen. Abbildung 11 zeigt die Entwicklung der Wohnungstypen nach Bezirken. Der Bezirk Weiz weist mit 19 % das höchste Wachstum der Wohnfläche auf, im Bezirk Radkersburg fällt das Wachstum mit 3 % am geringsten aus. Mehrfamilienhäuser weisen in allen Bezirken stärkere Wachstumsraten als Einfamilienhäuser auf.

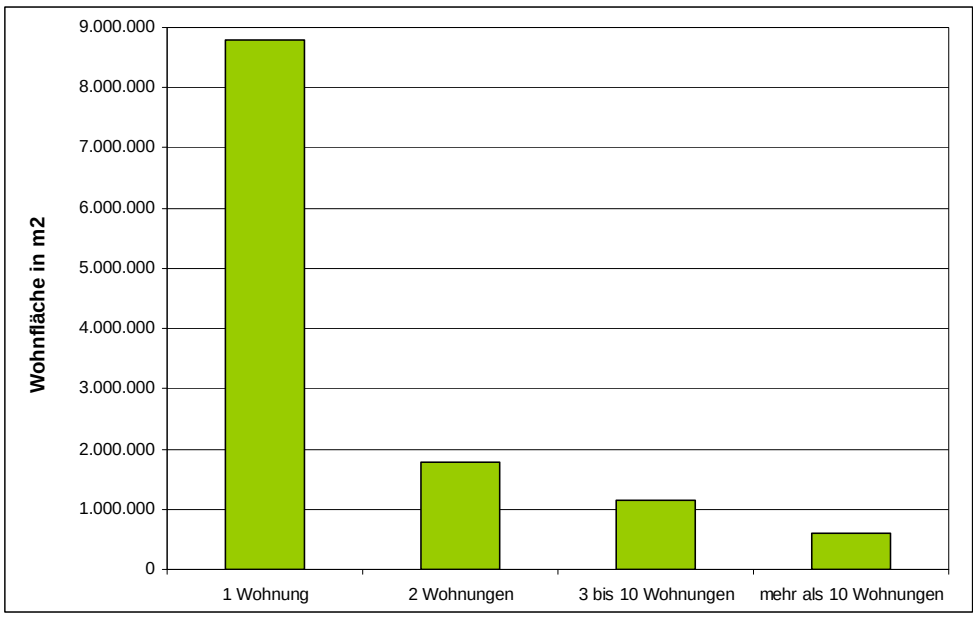


Abbildung 10 Anteile der Wohnungstypen an der Wohnfläche (2004[a], 2004[b], 2008[a], 2008[b], 2008[c], Landesstatistik 2007; eigene Berechnung)

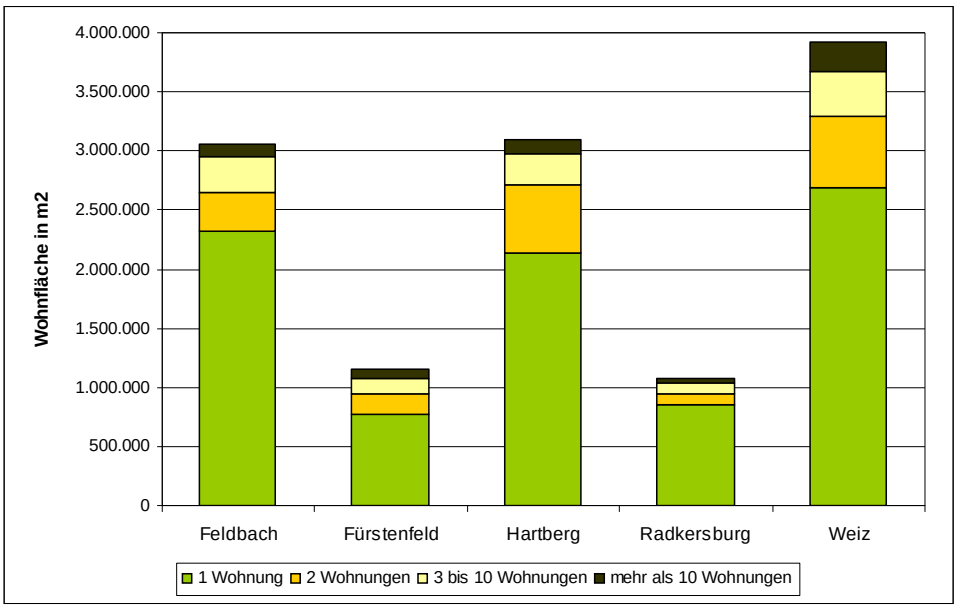


Abbildung 11 Anteile der Wohnungstypen an der Wohnfläche nach Bezirk (2004[a], 2004[b], 2007[b], 2007[e], 2008[a], 2008[b], 2008[c] , Landesstatistik Steiermark 2007; eigene Berechnung)

Für die Ermittlung des dazugehörigen Wärmebedarfs wurden folgende Annahmen getroffen:

- Alle Neubauten nach 2003 erfüllen zumindest Niedrigenergiestandards, so dass der Energiebedarf im Neubau 0,15 GJ/ m^2 nicht übersteigt.
- Der Energiebedarf des Gebäudebestands kann im Rahmen einer kleinen thermischen Sanierung um 0,26 GJ und im Rahmen einer umfangreichen thermischen Sanierung um 0,33 GJ je m^2 Wohnfläche gesenkt werden (Jakob 2002). Für die Prognose des Energiebedarfs wird angenommen, dass vier Neuntel der Sanierungsmaßnahmen auf die umfangreiche Sanierung und vier Neuntel auf die kleine Sanierung entfallen. Ein Neuntel der Sanierungsmaßnahmen entfällt auf Gebäude, deren thermische Qualität vom Niveau der kleinen Sanierung auf das der umfangreichen Sanierung verbessert wird.

Tabelle 3 Prognostizierter Raumwärmebedarf der Haushalte in GJ (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2008[a], 2008[b], 2008[c]; Landesstatistik 2007; eigene Berechnung)

	2003	2015	2030
Sanierungsrate 1 %	9.111.398	8.868.987	8.616.092
Sanierungsrate 1,5 %	9.111.398	8.710.911	8.262.456
Sanierungsrate 2 %	9.111.398	8.552.834	7.908.821
Sanierungsrate 3 %	9.111.398	8.236.681	7.201.551

Es wurden vier verschiedene Sanierungsraten (1 %, 1,5 %, 2% und 3 %) durchgerechnet (siehe Tabelle 3), wobei eine Sanierungsrate von 1,5 % als Basis angenommen wird. Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen den Raumwärmebedarf der Oststeiermark im Jahr 2030 bei verschiedenen Sanierungsraten nach Wohnungstypen und Bezirken.

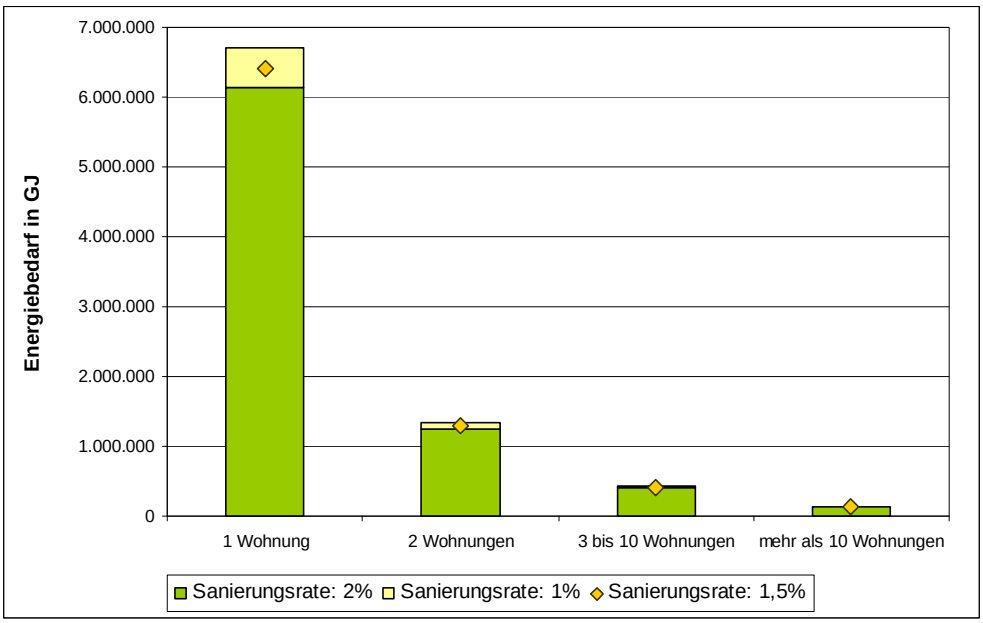


Abbildung 12 Energiebedarf nach Wohnungstypen (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2008[a], 2008[b], 2008[c], Landesstatistik 2007; eigene Berechnung)

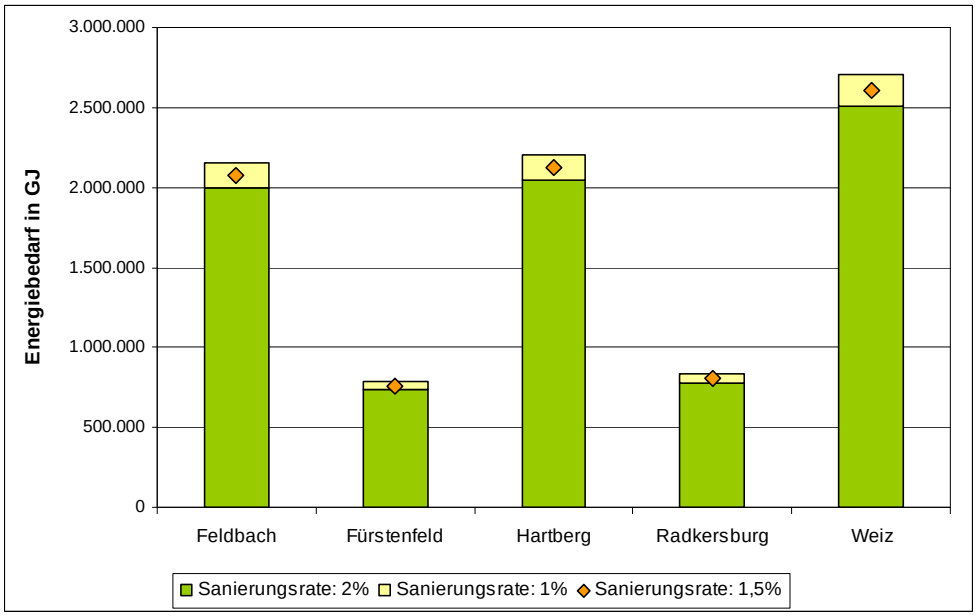


Abbildung 13 Energiebedarf nach Bezirk (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2008[a], 2008[b], 2008[c]; Landesstatistik 2007; eigene Berechnung)

Strom

Für die Prognose des Stromverbrauchs der Haushalte wurde die historische Entwicklung des Stromverbrauchs pro Kopf unter Berücksichtigung der ÖROK-Bevölkerungsprognose (2004)[3] fortgeschrieben. Abbildung 14 zeigt den Stromverbrauch der Haushalte im Jahr 2030 auf

[3] Unter Verwendung der Daten der ÖROK Bevölkerungsprognose (2004) ist zwischen 2001 und 2031 eine Abnahme der Wohnbevölkerung in der Oststeiermark von 3,4 % festzustellen.

Bezirksebene. Im Vergleich zum Basisjahr 2003 sinkt der Stromverbrauch in allen Bezirken aufgrund der steigenden Energieeffizienz und der leicht rückläufigen Bevölkerungszahlen.

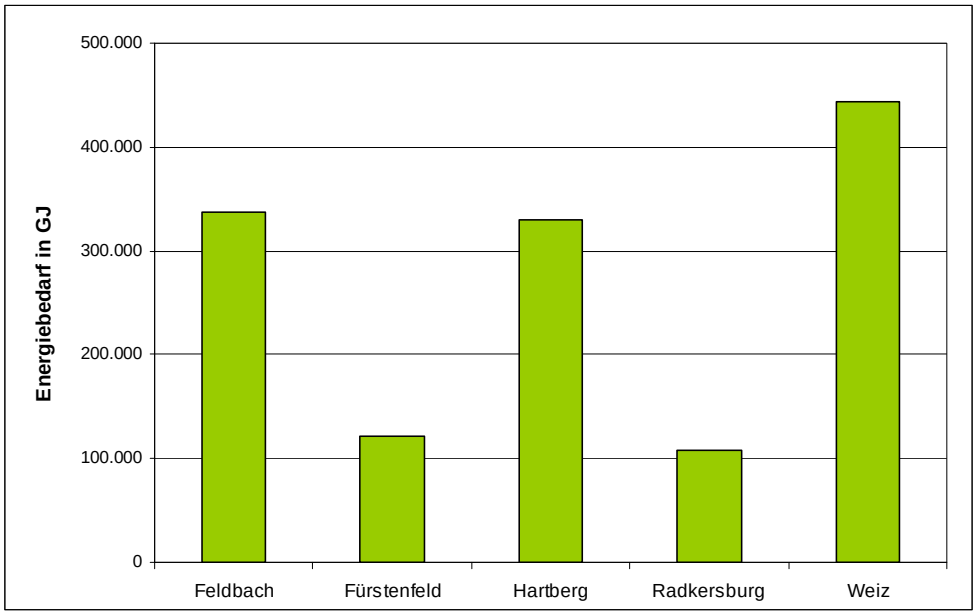


Abbildung 14 Stromverbrauch der Haushalte nach Bezirk (IEA 2007, Statistik Austria 2007[d], ÖROK 2004; eigene Berechnung)

Mobilität

Für die Prognose der Energiedienstleistung Mobilität bis zum Jahr 2030 wurden wiederum die Verkehrsprognose Österreich 2025+ und die Umweltbilanz Verkehr herangezogen. Die im Rahmen der Detailerhebung für das Jahr 2025 zur Verfügung gestellten PKW-Kilometer wurden bis 2030 fortgeschrieben und mit dem in der Umweltbilanz Verkehr angegebenen Gesamtenergiebedarf verbunden. Die Aufteilung auf die Treibstoffe Benzin und Diesel aus dem Jahr 2003 wurde beibehalten, da in der Verkehrsprognose ein Wachstum der Dieselnachfrage um 198 % und ein Rückgang der Benzinnachfrage um 71 % angenommen wurden, was aus der Sicht der Autoren der vorliegenden Studie für die Region als unwahrscheinlich anzusehen ist. Für die Region Oststeiermark ergibt sich eine Energiedienstleistung in Höhe von 3.365,89 Millionen Personenkilometern, die mit einem Treibstoffverbrauch von 7,539 Millionen GJ verbunden ist (siehe Abbildung 15).

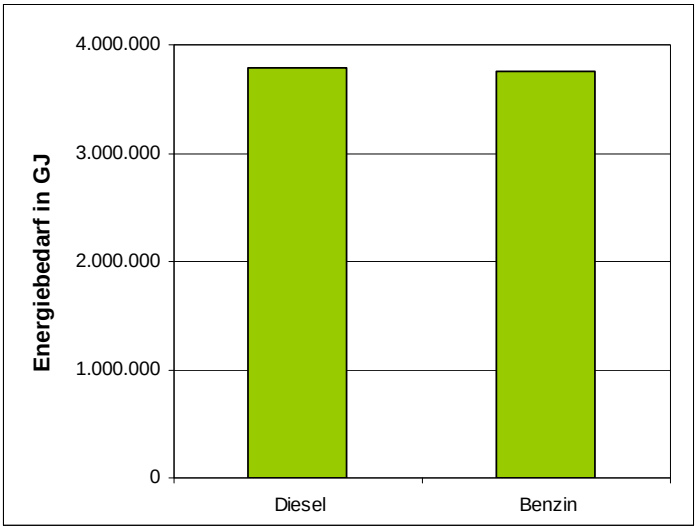


Abbildung 15 Treibstoffverbrauch der Haushalte (Käfer et al. i.E., BMLFUW i.E.; eigene Berechnung)

2.3 Energiebedarf der anderen Sektoren

Die Entwicklung des Energiebedarfs der anderen Sektoren wurde mit Hilfe der WIFO Energieszenarien geschätzt, wobei die Wachstumsraten innerhalb des Zeitraumes 2010 - 2020 bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben wurden. Abbildung 16 zeigt, dass der prognostizierte Energiebedarf des Industriesektors mit 14,07 Millionen GJ deutlich höher ist als der des Dienstleistungssektors (4,58 Millionen GJ) oder der der Land- und Forstwirtschaft (1,44 Millionen GJ). Die höchsten Wachstumsraten verzeichnet der Dienstleistungssektor, der Energieverbrauch der Land- und Forstwirtschaft ist leicht rückläufig.

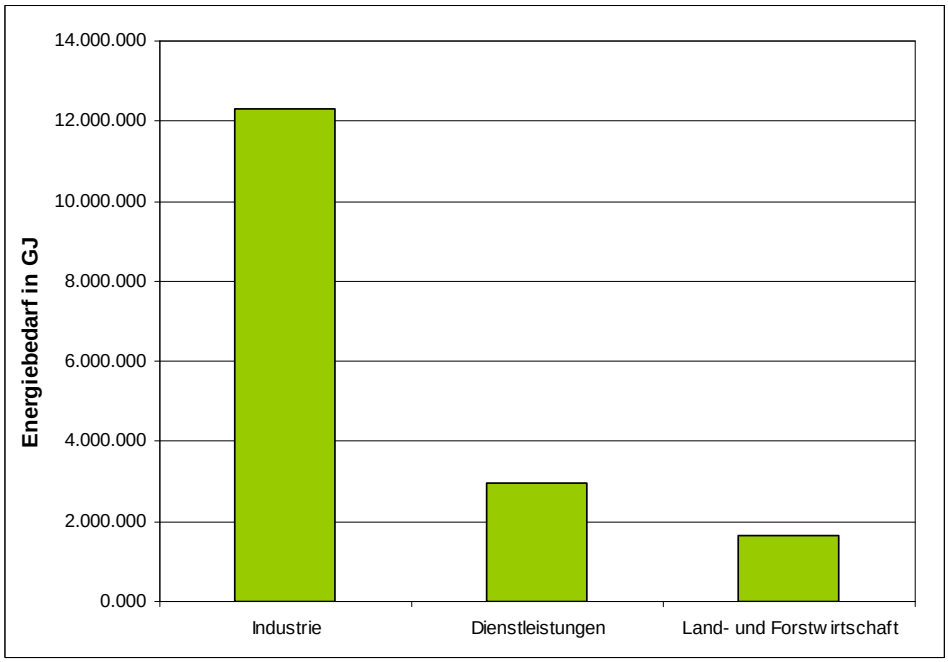


Abbildung 16 Energiebedarf der anderen Sektoren (Kratena und Würger 2005, Statistik Austria 2006[e], JR-RTG 2007; eigene Berechnung)

2.4 Zusammenfassung

Abbildung 17 fasst die prognostizierte Entwicklung des Energiebedarfs nach Sektoren bis zum Jahr 2030 zusammen. Für das Basisjahr 2003 wird für die Oststeiermark ein Energiebedarf von 29,90 Millionen GJ ermittelt. Bis zum Jahr 2030 steigt die Energienachfrage der Region um 14 % auf etwa 34,01 Millionen GJ. Diese Entwicklung ergibt sich daraus, dass im Rahmen der Prognose davon ausgegangen wird, dass der Raumwärmebedarf bei einer mittleren Sanierungsrate von 1,5 % und einer Abdeckung des Wohnungsneubaus durch Niedrigenergiehäuser auf 8,26 Millionen GJ sinkt. Der Treibstoffverbrauch im PKW-Verkehr steigt aufgrund der höheren Verkehrsleistung auf 7,47 Millionen GJ. Die Stromnachfrage der Haushalte ist leicht rückläufig und verringert sich auf 1,34 Millionen GJ. Insgesamt steigt der Energiebedarf der Haushalte so auf 17,08 Millionen GJ. Für die anderen Sektoren ergibt sich folgendes Bild: Die Energienachfrage des Industriesektors verzeichnet mit rund 40 % die deutlichsten Zuwächse und steigt bis zum Jahr 2030 auf 12,30 Millionen GJ an. Der Energiebedarf der Land- und Forstwirtschaft sinkt auf 1,67 Millionen GJ, die Energienachfrage des Dienstleistungssektors steigt leicht auf 2,96 Millionen GJ.

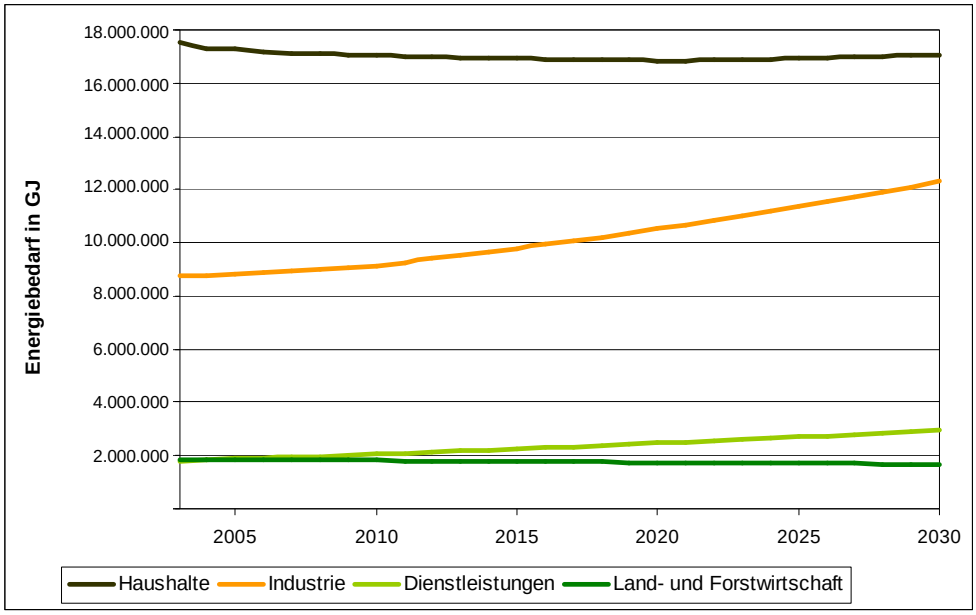


Abbildung 17 Veränderung des Energiebedarfs nach Sektoren (Statistik Austria 2000, 2004[a], 2004[b], 2006[e], 2008[a], 2008[b], 2008[c], Landesstatistik 2007, ÖROK 2004, Käfer et al. i.E., BMLFUW i.E. ,Kratena und Würger 2005, JR-RTG 2007; eigene Berechnung)

3 Analyse der oststeirischen Biomassepotentiale

3.1 Die Land- und Forstwirtschaft der Oststeiermark

Prägend für die Region Oststeiermark ist das stark ländlich strukturierte Landschaftsbild, das von Streusiedlungen, wenig Industrie und kleinen Ballungsräumen gekennzeichnet ist. Charakteristisch ist zudem das tertiäre Riedelland mit seinen sehr stark abwechselnden Bodentypen (z.B. Braunerde, Pseudogleye, und vulkanische Böden, die fossile Rotlehme oder jüngere Braunlehme bilden). Die Oststeiermark ist ein fruchtbares Ackerbaugebiet, auf dem vorrangig Mais kultiviert wird, welcher hauptsächlich in den eigenen Schweinemastbetrieben verfüttert wird. Bedeutend ist auch die Kultivierung von Ölkürbis und Trauben, zur Speiseöl- und Weinproduktion.

Der größte Teil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ist Ackerland, wie Abbildung 18 zeigt. Über die Region gesehen ist das Verhältnis von Ackerland zu Grünland 2/3 zu 1/3. In den südlichen Bezirken – Feldbach, Fürstenfeld und Radkersburg - überwiegt anteilsmäßig der Ackerbau, während in den nördlichen Bezirken die Grünlandwirtschaft dominiert. Weiz ist der einzige oststeirische Bezirk, welcher über mehr Grünland als Ackerland verfügt.

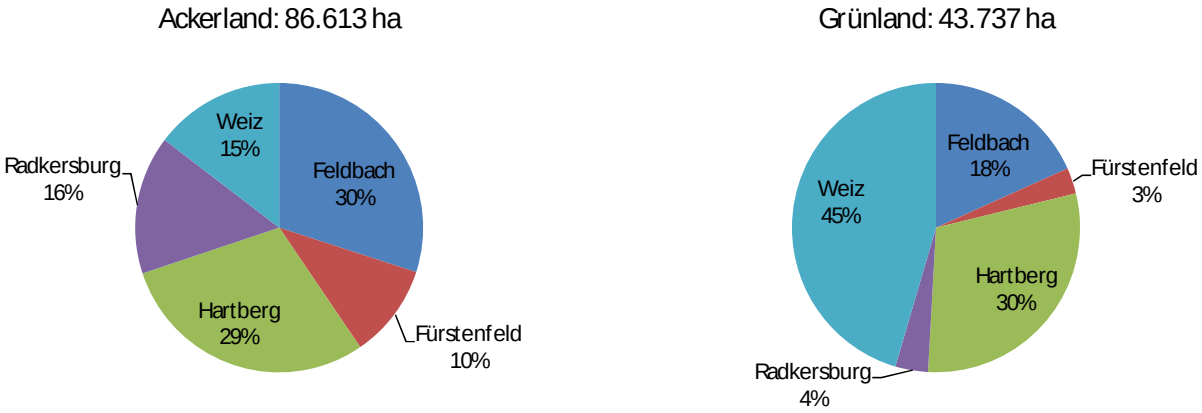


Abbildung 18 Grün- und Ackerlandverteilung der Oststeiermark im Jahre 2006 (INVEKOS[4]; eigene Darstellung)

Aus dem Verhältnis von Ackerland zu Grünland lässt sich der primäre Abnehmer der landwirtschaftlichen Erzeugnisse erkennen (siehe Abbildung 19). In den grünlandreichen Bezirken Weiz und Hartberg sind vorwiegend die Betriebszweige Milchwirtschaft, Rindermast und Mutterkuhhaltung präsent, da diese primär Gras, in Form von Silage und/oder Heu, verwerten (Birnstingel et al. 2007).

[4] Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (näheres siehe Glossar)

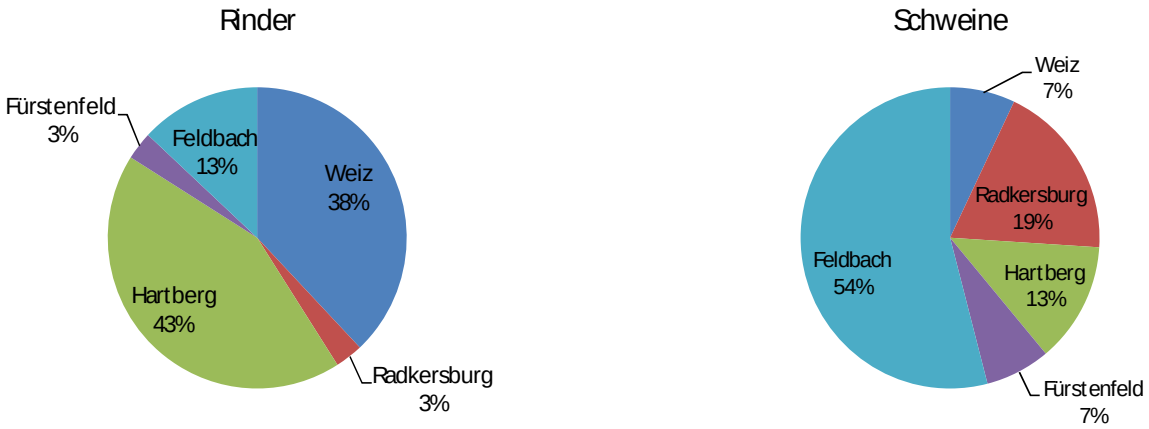
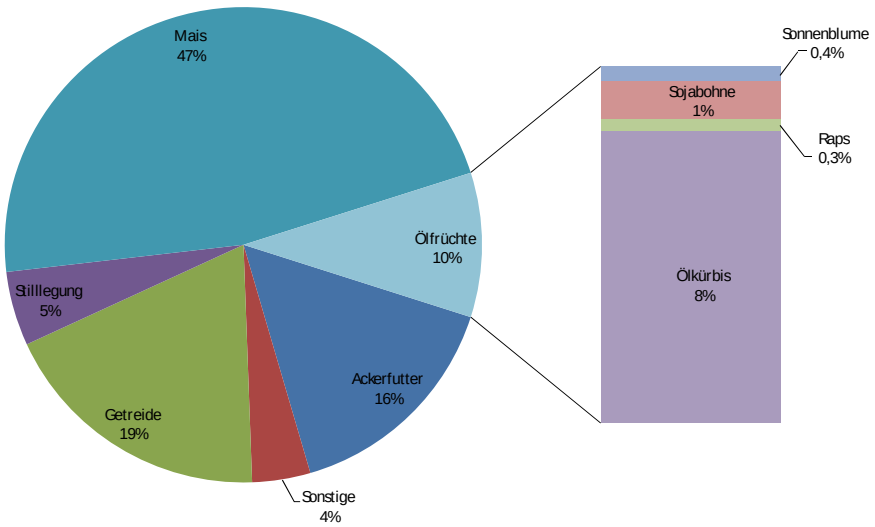


Abbildung 19 Verteilung von Rindern und Schweinen auf die einzelnen Bezirke (Birnstingel et al. 2007)

In den Bezirken mit hohem Ackerlandanteil dominiert die Schweinezucht und -mast, welche vorwiegend den Rohstoff Körnermais benötigt. Allen voran der Bezirk Feldbach, der nicht nur über den höchsten Ackerland-, sondern auch Maisanteil (ca. 65 % der gesamten Ackerfläche) verfügt.

Die große Anzahl der Schweinemastbetriebe ist auf die günstigen Anbaubedingungen für Silo- und Körnermais in der Oststeiermark zurückzuführen. Dies erklärt den hohen regionalen Maisanteil an der gesamten Ackerfläche (siehe Abbildung 20). In den Bezirken Feldbach und Radkersburg macht der Mais ca. 2/3 der gesamten Anbaufläche aus. Regional betrachtet nimmt der Mais einen Flächenanteil von 47 % am gesamten Ackerland ein.



Ackerfutter: Futtergräser, Wechselwiese, Kleegras, Klee, Luzerne, sonstiges Feldfutter; **Getreide:** Brotgetreide u. Futtergetreide; **Sonstige:** Erbsen, Hanf, Kartoffel, Körnerhülsenfrüchte, Öllein, sonstige Ackerflächen; **Mais:** Grünmais, Körnermais, CCM, Silomais, Zuckermais

Abbildung 20 Kulturverteilung des oststeirischen Ackerlandes im Jahre 2006 (INVEKOS, eigene Darstellung)

Die riesigen Maisflächen breiten sich meist in Form von Monokulturen aus. Diese Bewirtschaftungsform unterbindet eine natürliche Vielfalt (Biodiversität) und begünstigt zudem die Ausbreitung von Schädlingen (z.B. Maiswurzelbohrer) und Krankheiten. Des Weiteren werden verschiedene Getreidekulturen und Ackerfutterkulturen (Gräser) im nennenswerten Umfang angebaut. Die Ackerfutterflächen werden vorwiegend von den Viehwirtschaftsbetrieben genutzt. Hinsichtlich der Ölfrüchte wird dem Ölkürbis eine besondere Bedeutung zugemessen, da dieser zu einem hochwertigen Kürbiskernöl veredelt (z.B. Salatöl) wird. Raps, Soja und Sonnenblumen werden nur kleinflächig angebaut und spielen demnach eine untergeordnete Rolle. Auch die Kartoffelproduktion ist für die Region vernachlässigbar, da sich die schweren, lehmigen Böden nicht für deren Anbau eignen.

Forstwirtschaft

Die forstliche Biomassenutzung spielt in der Region Oststeiermark eine eher unbedeutende Rolle. Der oststeirische Waldanteil beträgt 151.010 ha, das sind rund 15 % vom gesamten steirischen Wald (1.000.200 ha). Die großen steirischen Waldgebiete befinden sich im nördlichen, gebirgigen Teil der Steiermark (z.B. Bruck an der Mur, Murau, Mürzzuschlag). In diesen Bezirken beträgt der Waldanteil bis zu 76 % der Gesamtfläche. Die größten forstwirtschaftlich genutzten Flächen in der Oststeiermark befinden sich in den Bezirken Weiz und Hartberg, wie Abbildung 21 illustriert. In den übrigen Bezirken sind die Waldanteile relativ gering (Österreichischer Waldinventur 2000/2002).

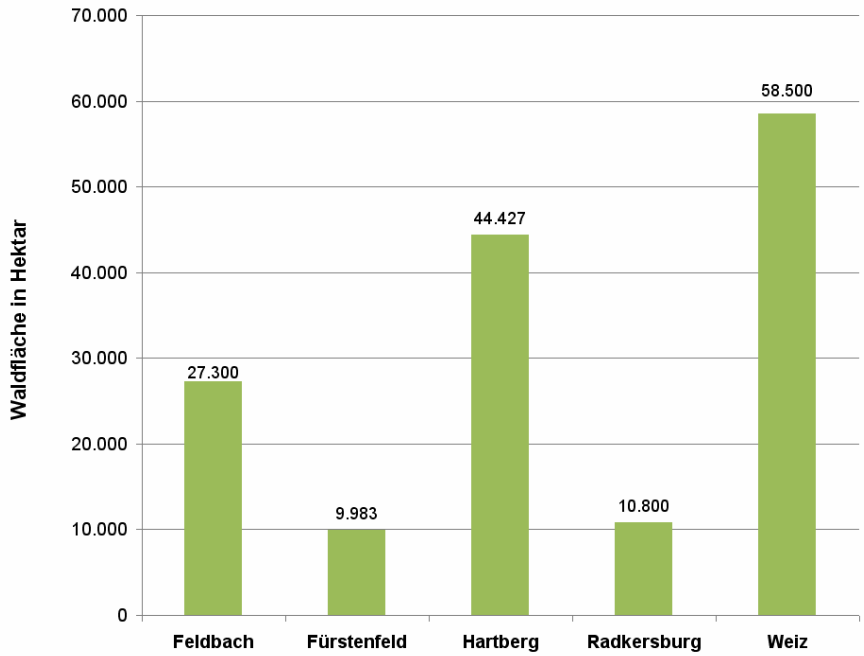


Abbildung 21 Waldfläche in den oststeirischen Bezirke (Waldinventur 2000/2002)

3.2 Aktuelle Energiepflanzenproduktion in der Oststeiermark

Auf Bundeslandebene wurden im Jahre 2007 rund 5.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (1,03 %) für energetische Zwecke verwendet. Schätzungen zufolge geht man davon aus, dass bis 2020 rund 70.000 ha ohne Beeinträchtigung der Lebens- und Futtermittelproduktion zur Verfügung stünden (BauernJournal 2007). Von diesen 5.000 ha befanden sich laut INVEKOS (2007) 2.110 ha in der Oststeiermark. Dies entspricht rund 1,5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Oststeiermark.

Abbildung 22 zeigt, dass in der Region hauptsächlich Mais in Form von Silo- und Körnermais als Energieträger Verwendung findet. Begründet wird dies vor allem durch die extrem hohe Dichte an Biogasanlagen, infolge der optimalen Standortbedingungen für Mais. Neben Körnermais nimmt Raps eine sichtbare Stellung in der Energiepflanzenproduktion ein. Dieser wird primär auf Stilllegungsflächen in den Bezirken Feldbach und Radkersburg angebaut.

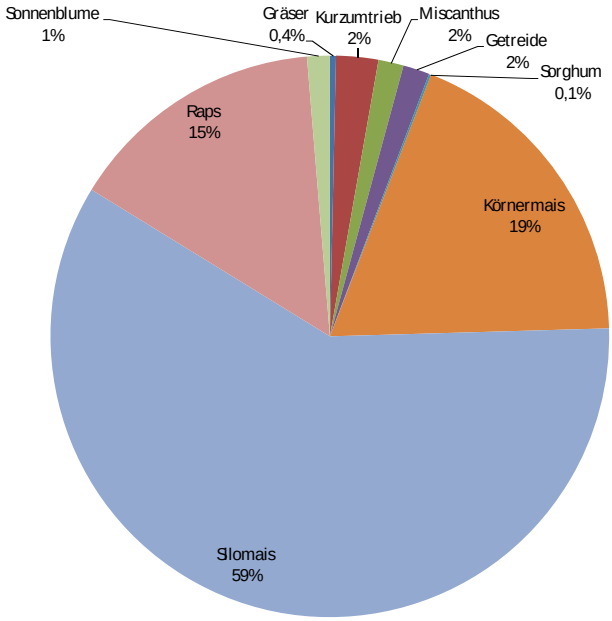


Abbildung 22 Regionale Energiepflanzenproduktion 2007 (INVEKOS, eigene Darstellung)

Aus ökologischer Sicht scheint Abbildung 22 höchst bedenklich zu sein, da der bereits hohe Maisanteil zur Futtermittelproduktion durch die Energiepflanzenproduktion zusätzlich gesteigert wird. Kulturen, welche eine nachhaltige Bewirtschaftung fördern, wie Sonnenblumen, Gräser (z. B. Kleegras, Luzerne, Wechselwiese) und Getreide, werden aus ökonomischen und erntetechnischen Aspekten in äußerst geringem Umfang angebaut.

Die Etablierung *reiner* Energiepflanzen, wie Kurzumtrieb, Miscanthus, Sudangras und Sorghum erfolgt derzeit auf kleineren Versuchsflächen. Seitens der Landwirtschaftskammer Steiermark gibt es aber Bestrebungen, diese Kulturen stärker in der Region zu positionieren, allen voran die zwei Kulturen Miscanthus und Kurzumtrieb. Sorghum beansprucht mit 0,1 %

derzeit einen äußerst kleinen Flächenanteil. Diese Kultur wird aber künftig verstärkt eingebunden werden.

Nutzung von Stilllegungsflächen für energetische Zwecke

Bei den Flächen, die zur energetischen Verwertung herangezogen werden, kann zwischen Stilllegungsflächen und herkömmlichen Agrarflächen unterschieden werden. Kulturen auf Stilllegungsflächen werden seitens der europäischen Agrarpolitik als NAWARO´s (Nachwachsende Rohstoffe) ausgewiesen. Kulturen auf herkömmlichen Agrarflächen werden als Energiepflanzen bezeichnet.

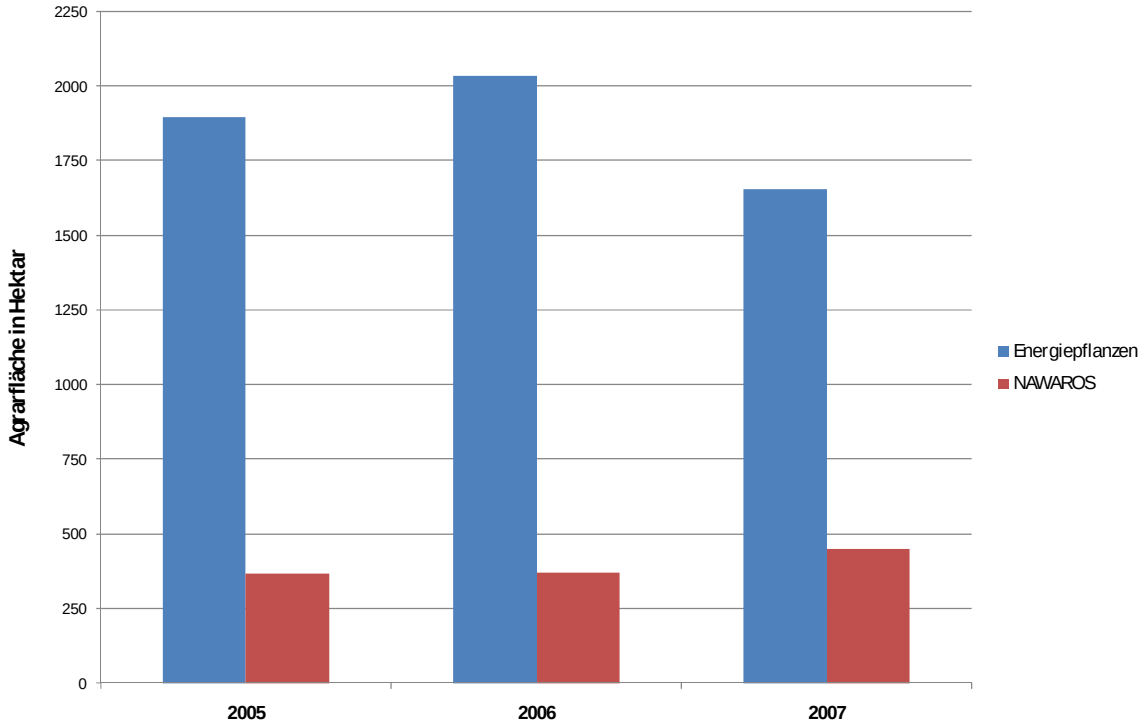


Abbildung 23 Agrarflächen für die energetische Verwertung in der Oststeiermark (INVEKOS, eigene Darstellung)

Die Produktion von Kulturen zur energetischen Verwertung erfolgte in der Oststeiermark hauptsächlich auf herkömmlichen Agrarflächen und steht damit in unmittelbarer Konkurrenz zur Futter- und Nahrungsmittelproduktion, wie Abbildung 23 illustriert. Stilllegungsflächen werden mitunter nur unzureichend für energetische Zwecke verwendet: Im Jahre 2006 standen in der Region theoretisch 4.302 ha an Stilllegungsflächen zur energetischen Nutzung zur Verfügung. Praktisch wurden aber davon nur 372 ha bzw. 8,6 % genutzt (2007 waren es 452 ha). Die Möglichkeit, nachwachsende Rohstoffe auf stillgelegten Flächen anzubauen, wird demnach nur unzureichend genutzt. Einerseits werden für die Stilllegung vor allem jene Flächen aus der Produktion genommen, welche ein niedriges Ertragsniveau aufweisen bzw. maschinell schwierig zu bewirtschaften sind (z.B. Hangflächen, Böden mit Staunässe, Brachflächen entlang von Bächen und Flussläufen, (Rest)-Flächen unter einem Hektar). Unter derartigen Bedingungen ist weder eine ökonomisch nachhaltige Futter- und Nahrungsmittelproduktion, noch eine Energiepflanzenproduktion möglich. Andererseits

bestehen Nutzungshemmnisse hinsichtlich der starken Kontrollbestimmungen sowie des zusätzlichen organisatorischen Arbeitsaufwandes. Die Nutzung von stillgelegten Flächen sieht eine Reihe von Vertragsbedingungen vor, deren Nichteinhaltung mit Sanktionen verbunden ist (z.B. Verlust der Einheitlichen Betriebsprämie).

Für das Jahr 2008 wurde die Stilllegungsverpflichtung vorerst aufgehoben. Die sich weltweit verknappenden Rohstoffvorräte haben eine derartige Maßnahme unumgänglich gemacht. Durch die Aufhebung werden laut Auskunft der Landwirtschaftskammer Steiermark ca. ein Viertel der Stilllegungsflächen in die Produktion gehen. Die für die Produktion frei werdenden Flächen werden zum größten Teil mit Mais bebaut werden. Konkret wird ein zusätzliches Flächenpotential zwischen 1.300 und 1.700 ha prognostiziert. Das restliche Stilllegungsflächenpotential wird auch künftig nicht in die Produktion gehen.

3.3 Zusätzliche Biomassepotential 2015 und 2030

Die zusätzlichen forstwirtschaftlichen Biomassepotentiale wurden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Steiermark ermittelt. Das zusätzliche forstwirtschaftliche Biomassepotential in der Oststeiermark wurde mit rund 135.600 fm angegeben. Das Potential wird durch eine zusätzliche Aktivierung von Pflegerückständen, eine Nutzungssteigerung sowie eine verstärkte Nutzung von Schlagrücklass realisiert. Die Angaben beruhen auf einer groben Schätzung und können je nach Marktlage und Wettergeschehnissen (z.B. Stürme) abweichen.

Die landwirtschaftliche Biomasse beinhaltet sämtliche zur energetischen Verwertung herangezogenen Pflanzen, welche auf Acker- und Gründlandflächen angebaut werden. Energetisch nutzbare Rückstände aus der landwirtschaftlichen Produktion (z.B. Gülle, Stroh) wurden in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt.

Die Abschätzung der landwirtschaftlichen Biomassepotentiale erfolgte in Anlehnung an die Studie *Strategien zur optimalen Erschließung der Biomassepotenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen* (Haas et al. 2007) sowie unter Berücksichtigung der historischen Daten zur Flächenverteilung. Die Verteilung von Wald-, Acker- und Grünlandflächen ist einer dynamischen Entwicklung unterworfen. Bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen Ackerland und Grünland ist seit 1960 ein österreichweiter Rückgang zu verzeichnen, während die Waldflächen leicht gestiegen sind (Haas et al. 2007). Auch die Region Oststeiermark blieb von einer derartigen Entwicklung nicht verschont und musste in den letzten Jahren einen Rückgang an Agrarland verzeichnen. Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist in den vergangenen sechs Jahren um ca. 4.270 ha gesunken, was einer durchschnittlichen Agrarflächenreduktion von etwa 700 ha pro Jahr entspricht. Diese Entwicklung ist vor allem auf die Etablierung von Bau- und Verkehrsprojekten (z.B. Ansiedelung von Industriebetrieben, Straßenbau, etc.) sowie auf den steigenden Waldanteil (Verwaldung von ungenutzten Grünlandflächen) zurückzuführen. Des Weiteren nimmt mit steigendem Wohlstand auch das Verlangen nach Naherholungsgebieten (z.B. Parkanlagen, Naturschutzgebiete) zu. Neben dem Flächenrückgang wird das zukünftige

Biomassepotential maßgeblich von folgenden Entwicklungen beeinflusst, welche in den Biomassepotentialabschätzungen Berücksichtigung finden (Haas et al. 2007):

- **Agrarpolitische Veränderungen:** Eine verstärkte Liberalisierung des europäischen Agrarmarktes gleicht die Preise heimischer landwirtschaftlicher Produkte an Weltagrarmarktpreise an. Dies hat eine Zunahme der Importe und eine Konzentration auf Flächen mit hohen Erträgen zur Folge. Beides führt zu einem Rückgang der Ackerflächen.

- **Entwicklung Tierhaltung/Weideland**: Durch den Rückgang des Viehbestandes nimmt der Bedarf an Weide- und Futterflächen stetig ab. Die Nutzung der freigewordenen Flächen für energetische Zwecke stellt zwar eine Option dar, welcher aber die hohen Bereitstellungskosten im Bereich der extensiven Grünlandwirtschaft entgegenstehen.

- **Förderung von Landschaftspflege**: Um einer fortschreitenden Verwaldung des Grünlandes entgegenzuwirken, werden in Zukunft hohe Förderungen notwendig sein.

- **Nachfrage nach landwirtschaftlichen Erzeugnissen:** Aufgrund der zu erwartenden steigenden Nachfrage nach Energiepflanzen (insbesondere zur Biotreibstoffproduktion) ist von einer Verdrängung von Kulturen mit geringer Wirtschaftlichkeit und von Futterflächen auszugehen.

- **Rechtliche Rahmenbedingungen**: Bei hohem Bedarf an Biomasse ist beispielsweise der Anbau von Energiepflanzen wie Miscanthus oder Kurzumtriebsholz auf Grünland denkbar. Voraussetzung dafür sind entsprechende Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Mit dem Ziel, eine mögliche Bandbreite der zusätzlichen Biomassepotentiale zu definieren, wurden die von Haas et al. (2007) definierten Hoch-, Basis- und Niedrig-Szenarios übernommen. Der Unterschied zwischen den Szenarien liegt in den Annahmen bezüglich Kulturartenverteilung, Flächenpotential, der Entwicklung des Viehbestandes und in den Annahmen bezüglich des energetisch nutzbaren Anteils der landwirtschaftlichen Nebenprodukte. Zudem wurde die Wahl des *Energiepflanzenmixes* berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wird unterstellt, dass die Anteile an Getreide und Ölsaaten rückläufig sind und Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus stärker an Bedeutung gewinnen werden. In Szenario A (Hoch) ist diese Entwicklung am stärksten ausgeprägt, während das Szenario B (Niedrig) von künftig hohen Anteilen von Getreide und Ölsaaten ausgeht. Des Weiteren berücksichtigen die Szenarien eine Ertragsteigerung durch züchterische Fortschritte bei Energiepflanzen (1 % pro Jahr) (Haas et al. 2007).

Abbildung 24 fasst die Ergebnisse der Potentialabschätzung zusammen: Aufgrund der getroffenen Annahmen bezüglich der strukturellen, rechtlichen und (agrar)politischen Veränderungen ist im Vergleich zum Basisjahr 2006 eine Reduktion der gesamten oststeirischen Ackerfläche um 2 % sowie eine Reduktion der Grünlandfläche um 6 % festzustellen. Gleichzeitig nehmen der relative und der absolute Anteil der Energieflächen am Acker- bzw. Grünland zu: Im Hoch-Szenario werden 28 % (23.676 ha) der Ackerfläche und

29 % (11.944 ha) der Grünlandfläche mit Energiepflanzen bebaut. Im Niedrig-Szenario liegen die Anteile um weniger als 10 % darunter: 20 % der Acker- (16.912 ha) und Grünfläche (8.237 ha) sind als potentielle Energieflächen ausgewiesen.

			Szenario A (Hoch)		Szenario B (Niedrig)	
	Einheit	***Basis 2006***	***2015***	***2030***	***2015***	***2030***
Kulturartenverteilung						
Ackerland	[ha]	86.613	85.837	84.558	85.837	84.558
Grünland	[ha]	43.737	42.762	41.186	42.762	41.186
Energieflächen						
Ackerland	[%]		14	28	13	20
Grünland	[%]		19	29	17	20
Energieflächenpotential						
Ackerland	[ha]		**12.017**	**23.676**	**11.159**	**16.912**
Grünland	[ha]		**8.125**	**11.944**	**7.270**	**8.237**

Abbildung 24 Inputdaten und Annahmen zur Abschätzung zusätzlicher landwirtschaftlicher Biomassepotentiale (Haas et al. 2007, eigene Darstellung)

4 Auswahl der Biomassetechnologien

Die Entscheidung, welche Technologien im Rahmen dieses Projekts einer betriebswirtschaftlichen Analyse unterzogen werden, und somit die Basis für die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Effekte der Biomassenutzung darstellen, beruht primär auf den Kriterien *Einsatzpotential in der Region* und *Datenverfügbarkeit*. Es wurden vorwiegend jene Technologien ausgewählt, die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen und eine vergleichbare Kostenabschätzung zulassen. Neue, zukunftsfähige Technologien konnten aufgrund fehlender Daten nur bedingt abgebildet werden.

Insbesondere auf dem Gebiet der Treibstofftechnologien gibt es derzeit eine Vielzahl an Initiativen zur Erforschung neuer, effizienter und ökologisch verträglicher Technologien. Einige dieser Technologien laufen derzeit in Versuchs- und Pilotanlagen und lassen keine praxisgültigen Aussagen über deren Kosten zu.

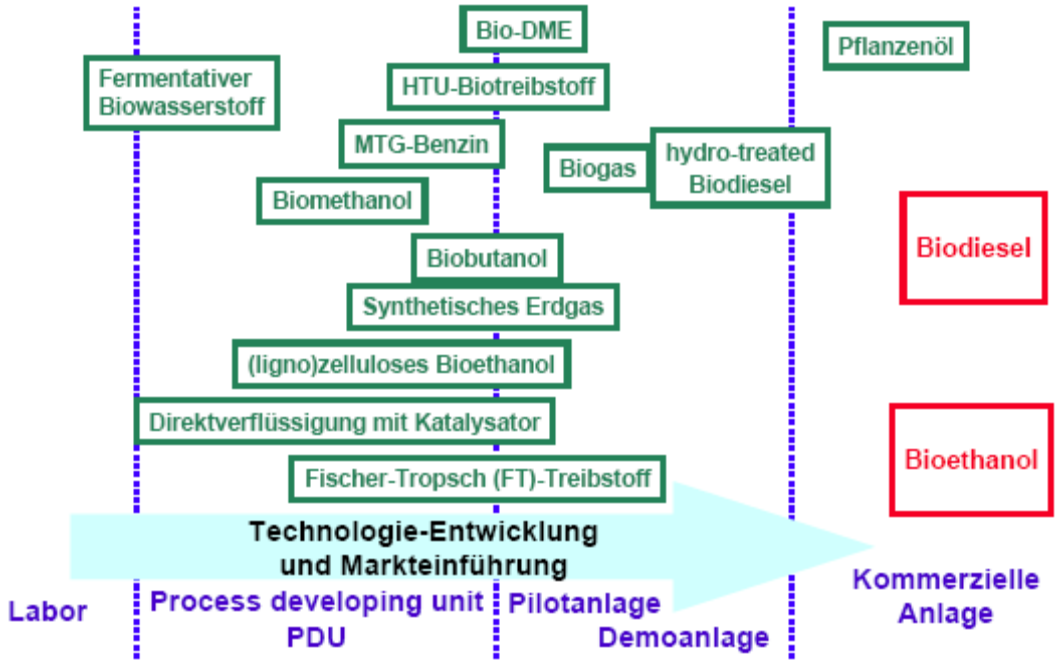


Abbildung 25 Stand der Technik bei Biotreibstoffen (Jungmeier 2007)

Abbildung 25 veranschaulicht am Beispiel der Biotreibstoffe den technologischen Entwicklungsstand verschiedener Technologien. Eine robuste Einschätzung, welche dieser Technologien zukünftig marktfähig und eine Rolle in unserem Energiesystem spielen werden, ist nicht möglich. Dahingehend ergibt sich für die Interpretation der Ergebnisse dieser Studie für die Zeiträume 2015 bzw. 2030 auch die Einschränkung, dass notwendigerweise zwar nur derzeit kommerziell verfügbare Technologien ökonomisch bewertet werden können, diese aber in der Zukunft möglicherweise von einigen der angeführten Technologien zum Teil oder zur Gänze vom Markt verdrängt werden.

4.1 Charakteristiken der Biomassetechnologien

Die für eine wirtschaftliche Bewertung herangezogenen Technologien werden in Tabelle 4 dargestellt. Die Technologieauswahl basiert auf einer subjektiven Bewertung und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Des Weiteren wurden keine Technologien von vorhinein aufgrund ökologischer oder ethischer Bedenken ausgeschlossen.

Die Charakterisierung der Technologien erfolgte in mehreren Schritten. Zum einen wurde der Rohstoffinput nach den Kriterien *Transportdichte* sowie *nationale und regionale Verfügbarkeit* bewertet. Eine weitere Zuordnung der Technologien erfolgt an Hand der bereitgestellten Energiedienstleistung. Diese wird in Form von Wärme bzw. Kälte, Strom und Treibstoff angeboten. Mit einigen Technologien lässt sich auch eine kombinierte Strom- und Wärmeproduktion bzw. Strom-, Wärme- und Kälteproduktion realisieren. Diese Anlagen arbeiten in der Regel effizienter als herkömmliche Anlagen, da die im Brennstoff steckende Energie mehrfach genutzt wird, und der Gesamtnutzungsgrad der Anlagen erhöht wird.

Einen Überblick über die Vielfältigkeit der biogenen *Brennstoffarten* gibt ebenfalls Tabelle 4. Besonders deutlich ist hier zu erkennen, dass dieselben Brennstoffe bei einer Vielzahl von Technologien Verwendung finden. Eine forcierte Biomassenutzung wird deshalb verstärkt zu Nutzungskonflikten führen, nicht nur mit der Nahrungsmittel- und Sachgüterproduktion, sondern vielfach zwischen den einzelnen energetischen Biomassetechnologien.

Hinsichtlich der *Brennstoffcharakteristiken* ist zu unterscheiden, ob es sich um einen Rückstand (Schlachtabfälle) bzw. Nebenprodukt (Stroh) oder eine Energiepflanze handelt. Zur Produktion von Brennstoffen, speziell zum Zwecke der energetischen Verwertung, muss zusätzliches Flächenpotential akquiriert werden. Bei Nebenprodukten bzw. Rückständen wird keine zusätzliche Fläche benötigt, da sie ohnedies gemeinsam mit den Hauptprodukten (in vielen Fällen unerwünscht) anfallen.

Als *Rohstoffproduzenten bzw. -anbieter* kommen eine Reihe verschiedener Anbietergruppen in Frage. Die Land- und Forstwirtschaft ist aber mit Abstand der wichtigste Biomasseanbieter und damit der wichtigste Akteur bei der Realisierung einer verstärkten Biomassenutzung.

Tabelle 4 Überblick über die Charakteristiken kostenmäßig erfasster Technologien (eigene Darstellung)

Technologie	Brennstoff	Biomasse-Vorleistungsprodukte: Rückstand/ Nebenprodukt	Biomasse-Vorleistungsprodukte: Energiepflanzen	Vorkommen: Anbietergruppe	Rohstoff…: Transportdichte	Rohstoff…: Verfügbarkeit regional	Rohstoff…: Verfügbarkeit nat./intern	Technologie ist…: bereits im Einsatz	Technologie ist…: in der Region vorhanden	Technologie ist…: für die Region geeignet	Energie: Wärme bzw. Kälte	Energie: Strom	Energie: Treibstoff
Hackgutheizung											☑	☐	☐
15 kW - 300 kW	Hackgut[1]	☑	☑	Land- u. Forstwirtschaft, Industrie,									
	Sägespäne	☑	☐	holzverarbeitende Industrie, Sägeindustrie									
	Heupellets	☑	☑	Landwirtschaft									
	Holzpellets[3]	☑	☑	Sägeindustrie, holzverarbeitende Industrie									
	Strohpellets	☑	☐	Landwirtschaft									
	Energiehölzer[2]	☐	☑	Landwirtschaft									
	Miscanthus	☐	☑	Landwirtschaft									
Pelletskessel											☑	☐	☐
10 KW - 300 kW	Holzpellets[3]	☑	☑	Sägeindustrie, holzverarbeitende Industrie									
	Sägespäne	☑	☐	holzverarbeitende Industrie, Sägeindustrie									
	Strohpellets	☑	☐	Landwirtschaft									
	Sonnenblumenpellets	☑	☑	Landwirtschaft									
	Miscanthuspellets	☐	☑	Landwirtschaft									
	Traubenresterpellets	☑	☐	Weinbau									
	Getreide(pellets)	☑	☐	Landwirtschaft									
	Energiekorn	☐	☑	Landwirtschaft									
	Dungpellets	☑	☐	Landwirtschaft									
Scheitholzkessel											☑	☐	☐
20 kW - 50 kW	Waldrestholz	☑	☐	Land- und Forstwirtschaft									
	Schwachholz	☑	☐	Land- und Forstwirtschaft									
	Landschaftspflege	☑	☐	Kommunale Anbieter, Land- und Forstwirtschaft									
Energiekornheizung											☑	☐	☐
15 kW - 80 kW	Getreide[6]	☐	☑	Landwirtschaft									
Miscanthusheizung											☑	☐	☐
5 kW - 15 kW	Miscanthus	☑	☐	Land- und Forstwirtschaft									
Stirling											☑	☑	☐
10 kW - 15 kW	Holzpellets[3]	☑	☑	Land- u. Forstwirtschaft, holverarb. Industrie									
Heizwerk											☑	☑	☐
1 MW - 2 MW	Hackgut[1]	☑	☑	Land- u. Forstw.,holverarb. Industrie									
	Energiehölzer[2]	☐	☑	Sägeindustrie, holzverarb. Industrie									
	Stroh	☑	☐	Landwirtschaft									
	Grünschnitt	☑	☐	Kommunale Anbieter, Landwirtschaft									
	Holzstaub	☑	☐	Sägeindustrie, holzverarbeitende Industrie									
	Maisganzpflanzen	☑	☑	Landwirtschaft									
Heizkraftwerk											☑	☑	☐
1 MW - 2 MW	Hackgut[1]	☑	☑	Land- u. Forstw., holverarbeitende Industrie									
	Energiehölzer[2]	☐	☑	Sägeindustrie, holzverarb. Industrie									
	Stroh	☑	☐	Landwirtschaft									
	Grünschnitt	☑	☐	Kommunale Anbieter, Landwirtschaft									
	Holzstaub	☑	☐	Sägeindustrie, holzverarb. Industrie									
	Maisganzpflanzen	☑	☑	Landwirtschaft									
Biogasanlagen											☑	☑	☑
250 kW - 1000 kW	Ernterückstände	☑	☐	Landwirtschaft, Kommunale Anbieter,									
	Getreide (Silage)[4]	☐	☑	Landwirtschaft									
	Sudangras	☐	☑	Landwirtschaft									
	Miscanthus	☐	☑	Landwirtschaft									
	Sorghum	☐	☑	Landwirtschaft									
	Zuckerrübe	☑	☑	Landwirtschaft									
	Kartoffel	☑	☑	Landwirtschaft									
	Rasenschnitt	☑	☐	Landwirtschaft, Kommunale Anbieter,									
	Sonnenblumensilage	☐	☑	Landwirtschaft, Kommunale Anbieter,									
	organische Abfälle[5]	☑	☐	Haushalte, Lebensmittelhandel, Gastronomie, Schlachthöfe,									
Ölmühle											☐	☐	☑
Produktionskapazität: 525.000 Liter pro Jahr	Raps	☐	☑	Landwirtschaft									
	Sonnenblumen	☐	☑	Landwirtschaft									
	Öllein	☐	☑	Landwirtschaft									
	Soja	☐	☑	Landwirtschaft									
Biodiesel											☐	☐	☑
Produktionskapazität: 20 Mio. Liter pro Jahr	Raps	☐	☑	Landwirtschaft									
	Sonnenblumen	☐	☑	Landwirtschaft									
	Soja	☐	☑	Landwirtschaft									
	Altspeisefette/-öle	☑	☐	Gastronomie, Hotels,									
	Tierische Fette/-öle	☑	☐	Schlachthöfe									

[1] Schwachholz, Waldrestholz, Industrieholz, Sträucher, Starkholz, Altholz, Rinde
[2] Pappel ,Weiden, Espen, Erlen, Birke, Robinie
[3] Einsatzstoffe: vorwiegend Säge- und Hobelspänne, Waldrestholz, Energiehölzer, etc.
[4] Silomais, Körnermais, Körnermaissilage, Getreidesilage, Getreide Korn, Stroh
[5] Gülle/Jauche, Klärschlamm, Schlachtabfälle, Speisereste, Schlempen, Treber
[6] Gerste, Roggen, Hafer, Tritecale, Weizen, Mais

	●	●	●
Transportdichte	niedrig	mittel	hoch
Vergügbarkeit regional	hoch	mittel	niedrig
Vergügbarkeit national	hoch	mittel	niedrig
bereits im Einsatz	Ja	Pilotanlage	Nein
in der Region vorhanden	Ja	Pilotanlage	Nein
für die Region geeigent	Ja	vielleicht	Nein

4.2 Nicht ausgewählte Technologien

Die in Tabelle 5 dargestellten *Zukunftstechnologien* wurden in Betracht gezogen, konnten aber aufgrund fehlender Informationen keiner näheren betriebswirtschaftlichen Analyse unterzogen werden. Die meisten dieser Technologien laufen derzeit nur in Labor- oder Pilotanlagen. Lediglich Bioethanol entspricht dem derzeitigen Stand der Technik. Die Errichtung einer großen Bioethanol-Anlage wie sie beispielsweise derzeit in Pischelsdorf/NÖ im Gange ist, erscheint in der Oststeiermark aus logistischen Gründen jedoch nicht ökonomisch. Die Anlage verarbeitet im Vollbetrieb ca. 400.000 t Weizen und Mais pro Jahr, was einem Flächenbedarf von ca. 40.000 ha entspricht. Diese Rohstoffmengen können nur über Importe bereitgestellt werden, weswegen Bioethanolanlagen primär in der Nähe von Seewegen (Donau) errichtet werden (Lembacher 2007). Des Weiteren konnte auch Herr Dr. Lauer vom Joanneum Research bestätigen, dass derzeit keine aussagekräftigen Daten zu Wirtschaftlichkeitsberechungen vorliegen bzw. weitergegeben werden dürfen.

Einige der dargestellten Technologien sind zurzeit in der Region Oststeiermark nicht im Einsatz, aber bei Marktfähigkeit prinzipiell für die Region geeignet. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Möglichkeit des verstärkten Einsatzes von holzartigen Rohstoffen zur Produktion von Biotreibstoffen. Dies würde den positiven Effekt haben, dass Agrarflächen für die Nahrungsmittelproduktion entlastet werden, gleichzeitig würde aber auch eine verstärkte Konkurrenz zwischen der energetischen und stofflichen Verwertung der forstwirtschaftlichen Biomasse entstehen.

4.3 Referenzszenario Dämmung

Gebäudedämmung stellt eine Möglichkeit dar, die Nachfrage nach Wärme zu reduzieren. Verstärkte Gebäudedämmung kann dementsprechend dazu beitragen, selbst bei gleichbleibender Nutzung von erneuerbaren Energieträgern den Anteil dieser an der gesamten Energienachfrage für Wärmedienstleistungen zu erhöhen. Im Rahmen dieser Studie werden einerseits auf einzelwirtschaftlicher Ebene die Kosten und der Nutzen von Wärmedämmungsmaßnahmen im Altbestand aufgezeigt und den Kosten verschiedener Heizsysteme gegenübergestellt. Andererseits fließen bei der Szenarienbildung Annahmen zur zukünftigen Sanierungsrate ein, um die implizierten volkswirtschaftlichen Effekte verstärkter Gebäudedämmung einem erhöhten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern zur Wärmeerzeugung gegenüberzustellen.

Tabelle 5 Überblick über die Charakteristiken der kostenmäßig nicht-erfassten Technologien (eigene Darstellung)

Technolgoie	Biomasse-Vorleistungsprodukte: Brennstoff	Rückstand/ Nebenprodukt	Energiepflanzen	Anbietergruppe	Eigenschaften: Transportdichte	Verfügbarkeit regional	Verfügbarkeit nat./intern	Technologie ist…: bereits im Einsatz	in der Region vorhanden	für die Region geeignet	Energie: Wärme bzw. Kälte	Strom	Treibstoff
Bioethanol											☐	☐	☑
	Zuckerrüben	☑	☑	Landwirtschaft									
	Kartoffeln	☐	☑	Landwirtschaft									
	Weizen	☐	☑	Landwirtschaft									
	Körnermais	☑	☐	Landwirtschaft									
BTL (Biomasse to Liquid)											☐	☐	☑
	Waldrestholz	☑	☐	Forstwirtschaft									
	Schwachholz	☐	☑	Forstwirtschaft, Kommunale Anbieter									
	Landschaftspflegeholz	☐	☑	Land- und Forstwirtschaft									
	Industrieholz	☑	☐	Sägeindustrie, holzverarbeitende Industrie									
	Energieholz[3]	☑	☐	Landwirtschaft									
	Stroh	☑	☐	Landwirtschaft									
	Getreideganzpflanzen	☐	☑	Landwirtschaft									
	Miscanthus	☐	☑	Landwirtschaft,									
Bioraffenerie											☐	☐	☐
	Energiegräser[1]	☐	☑	Landwirtschaft									
	Pflanzenreststoffe	☑	☐	Landwirtschaft, Kommunale Anbieter									
	Kartoffelsäft	☑	☐	Landwirtschaft									
	Silagesickersäfte	☑	☐	Landwirtschaft, Biogasanlage									
	Reststoffe Zuckerindustrie	☑	☐	Industrie									
	Miscanthus	☐	☑	Landwirtschaft									
	Stroh	☑	☐	Landwirtschaft									
	Holz[2]	☑	☑	Sägeind.,holzverarb. Industrie, Land-/Forstwirtschaft									
Pyrolyseöl											☐	☐	☑
	Holz[2]	☑	☑	Sägeind.,holzverarb. Industrie, Land-/Forstwirtschaft									
	Stroh	☑	☐	Landwirtschaft									
	Miscanthus	☐	☑	Haushalte, Kommunale A.									
	Heu	☑	☐	Landwirtschaft									
	Energiegräser[1]	☐	☑	Landwirtschaft									
	Getreideganzpflanzen	☐	☑	Landwirtschaft									
Bio-Wasserstoffe											☐	☐	☑
	Biogas	☐	☑	Biogasanlagenbetreiber									
Holzvergaser											☑	☑	☐
	Hackgut[4]	☑	☑										

Produkt (z.B.: Plastik)

[1] Sudangras, Ackergräser, Dauergrünland, Energiegräser, Sorghum, Mais, Getreide,
[2] Waldrestholz, Schwachholz, Landschafspflegeholz, Industrieholz, Starkholz, Energieholz, Altholz
[3] Pappel ,Weiden, Espen, Erlen, Birke, Robinie
[4] Schwachholz, Waldrestholz, Industrieholz, Sträucher, Starkholz, Altholz, Rinde

	●	●	●
Transportdichte	niedrig	mittel	hoch
Vergügbarkeit regional	hoch	mittel	niedrig
Vergügbarkeit national	hoch	mittel	niedrig
bereits im Einsatz	Ja	Pilotanlage	Nein
in der Region vorhanden	Ja	Pilotanlage	Nein
für die Region geeigent	Ja	vielleicht	Nein

D BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK

Kosteneffizienz ist neben sozialen und ökologischen Faktoren ein entscheidendes Kriterium, von welchem abhängt, in welchen Bereichen eine forcierte Bereitstellung von Energiedienstleistungen aus Biomasse angestrebt werden kann. In diesem Abschnitt erfolgt eine nähere Analyse der Kostenstrukturen von Biomasseprodukten, wobei sowohl die Kosten der landwirtschaftlichen Energiepflanzenproduktion, der forstwirtschaftlichen Hackgut-Produktion sowie des Transports, der Weiterverarbeitung und des Einsatzes dieser Energieträger untersucht werden. Subventionen wurden in allen Stufen ausgeklammert, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Die Vollkostenrechnung eignet sich zur Implikation einer langfristigen wirtschaftlichen Denkweise, während die Deckungsbeitragsrechung (Teilkostenrechnung) die kurzfristige Sichtweise vertritt. Kann ein kostendeckendes Preisniveau erzielt werden, sind alle Kosten einschließlich der Entlohnung von Arbeit, Fläche und Kapital gedeckt. Die Berücksichtigung von fixen Kosten stellt eine wichtige Ausgangsbasis für langfristige Preis- und Mengenverhandlungen mit Energiedienstleistern dar. Eine ökonomisch nachhaltige Energiepflanzenproduktion kann nur stattfinden, wenn alle Kosten des Rohstoffproduzenten gedeckt werden

Die Ergebnisse der ***landwirtschaftlichen Vollkostenrechnung*** *zeigen, dass sich die Produktionskosten der meisten Kulturen, mit Ausnahme von Kartoffeln und Zuckerrüben, nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Produktionskosten von unter € 1.000 pro ha und Jahr lassen sich nur bei mehrjährigen Kulturen erzielen. Indem die Kostenarten sehr träge und die Produktionskosten im Allgemeinen sehr ähnlich sind, wird der wirtschaftliche Erfolg einer Kultur maßgeblich vom Ertrags- und Preisniveau beeinflusst. Grundvoraussetzung für den ökonomischen Erfolg bildet die Kombination Standort- bzw. Bodenbeschaffenheit, Mechanisierbarkeit und Kulturverträglichkeit.*

Die Ergebnisse bestätigen die derzeitige Situation in der Oststeiermark, wo Mais zurzeit bei der Biogasproduktion mit Abstand der wichtigste landwirtschaftliche Rohstoff ist. Mais besitzt hervorragende Silier- und Gäreigenschaften und stellt in diesem Bereich aufgrund seiner hohen Masseleistung den „günstigsten" Energieträger dar. Eine weitere Ausdehnung der Mais-Anbauflächen scheint jedoch wegen des jetzt schon großflächigen Anbaus in Monokulturen und des damit verbundenen hohen Düngemitteleinsatzes problematisch.

Bei der thermischen Verwertung haben sich die bisher noch wenig etablierten Kulturen Energieholz und Miscanthus als kostengünstig zu produzierende Energieträger herauskristallisiert, deren vermehrter Anbau aus ökonomischer Sicht rentabel erscheint. Der Einsatz von Körnermais und Getreide zur energetischen Verwertung ist aus ökonomischen,

ökologischen und technischen Aspekten nicht zu befürworten. Deren Verbreitung als Energieträger kam in den letzten Jahren nur durch eine deutliche Diskrepanz zwischen Produktionskosten und Weltagrarmarktpreisen zustande. Nach dem Produktionskostenansatz ist Getreide einer der teuersten Energieträger und stellt für die thermische Verfeuerung keine sinnvolle Alternative dar.

In den Berechnungen konnte auch kurz aufgezeigt werden, dass die Produktion von ölhältigen Pflanzen in der Oststeiermark generell sehr ineffizient ist. Für alle Sorten gilt, dass die bescheidenen Erträge in der Region eine weitere Forcierung des Anbaus nicht sinnvoll erscheinen lassen. Alternative Kulturen wie Öllein und Ölkürbis stellen keine Konkurrenz zu Raps und Sonnenblumen dar. Auch scheint die vieldiskutierte Neuentdeckung alter Sorten im Bezug auf die Energiepflanzenproduktion in diesem Zusammenhang nicht sehr vielversprechend zu sein.

Die Ermittlung der ***Kosten der forstwirtschaftlichen Hackgutproduktion*** *unterscheidet sich von den Methoden, welche für die Kalkulation der Produktionskosten landwirtschaftlicher Energiepflanzen verwendet werden. Bei Hackgut handelt es sich überwiegend um ein Kuppelprodukt der Holzernte bzw. um einen Rückstand von Waldpflegemaßnahmen. Bei der Berechnung der Kosten der Energieholzproduktion werden daher nur jene Kosten der Energieholzproduktion zugerechnet, die durch die Bringung, die Verarbeitung und den Transport des Energieholzes entstehen.*

Die Berechnungen verdeutlichen, dass die Kosten der Energieholzproduktion wesentlich vom verwendeten Mechanisierungsgrad abhängen. Beim Einsatz vollmechanisierter Ernteverfahren entstehen, sofern entsprechende Strukturen vorhanden sind (Flächengrößen, optimierte Logistiksysteme), geringere Produktionskosten als bei teilmechanisierten Verfahren. Diese Differenz ist auf deutliche Unterschiede bei den Lohnkosten zurückzuführen. Die Lohnkosten stellen bei der teilmechanisierten Hackgutproduktion gut die Hälfte der Gesamtkosten dar, und sind in absoluten Zahlen doppelt so hoch als beim vollmechanisierten Verfahren. Umgekehrt sind die Treibstoffkosten beim vollmechanisierten Verfahren sowohl relativ als auch absolut deutlich höher als beim teilmechanisierten Verfahren, wobei dieser Effekt jedoch die geringeren Lohnkosten nicht ausgleicht.

Die durchgeführten ***Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die einzelnen Heizsysteme*** *bestätigen, dass die Wirtschaftlichkeit von biogenen Energieträgern im Wesentlichen vom zugrunde gelegten Ölpreis abhängt. Bei einem Heizölpreis von 49 Cent (Durchschnittspreis der Jahre 2002 bis 2006, inklusive Steuern) stellen Biomassetechnologien wegen der höheren Investitionskosten ohne Berücksichtigung von Förderungen erst ab einem Leistungsbereich von etwa 20 kW kosteneffiziente Alternativen zu Öl dar. Hingegen ist die Heizwärmebereitstellung mit Heizöl bei einem Preis von 69 Cent (Durchschnittspreis 2006, inklusive Steuern) deutlich teurer als mit Biomassetechnologien. Auf diesem Niveau ist vor allem in den höheren Leistungsklassen ein beträchtlicher Anreiz zum Umstieg gegeben. Auch scheint auf diesem Ölpreisniveau der Einsatz alternativer landwirtschaftlich produzierter Brennstoffe wie Miscanthus oder Energiehölzer bzw. deren Pelletierung sinnvoll.*

Ein Vergleich der einzelnen Heizsysteme mit Maßnahmen zur Gebäudedämmung zeigte, dass vor allem bei Gebäuden mit derzeit schlechter thermischer Sanierung die jeweils günstigsten Maßnahmen wie eine Dämmung von Dach, Kellerdecke oder Fassade auch aus einzelwirtschaftlicher Sicht vielfach kosteneffizient sind, insbesondere dann, wenn diese im Rahmen von ohnedies anfallenden Sanierungsmaßnahmen erfolgen. Weiter besteht eine Diskrepanz zwischen Heizsystemen mit geringeren verbrauchsgebundenen Kosten (Hackgut, Scheitholz) und höheren verbrauchsgebundenen Kosten (Öl, Nahwärme, Pellets). Bei letzteren Heizsystemen ist eine Wärmedämmung, zumindest bei kurzfristiger Betrachtungsweise, deutlich kosteneffizienter als bei Hackgut- oder Scheitholzanlagen.

1 Ökonomische Analyse der landwirtschaftlichen Energiepflanzenproduktion

Der Fokus dieses Kapitels liegt ausschließlich auf der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Energiepflanzenproduktion. Es wird versucht jene Energiepflanzen zu identifizieren, mit denen eine wirtschaftlich nachhaltige Produktion stattfinden kann.

Losgelöst von der derzeitigen Diskussion, welche Flächenanteile künftig für die Biomasseproduktion bereitgestellt werden können, und welche Verwendung, sei es als Kraftstoff- oder Wärmelieferant, die effizienteste Verwertung ist, muss der ökonomischen Komponente in dieser Diskussion ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. Eine ökonomisch nachhaltige Biomasseproduktion kann nur dann sichergestellt werden, wenn die Erzeugung von Biomasse langfristig kostendeckende Preise erzielt (Schmid und Dederer 2006).

Für die ökonomische Analyse der Energiepflanzenproduktion bietet die Literatur üblicherweise zwei Kostenrechnungssysteme an, die sich bezüglich ihres Planungshorizonts und Berechnungsschemas voneinander unterscheiden (siehe Abbildung 26).

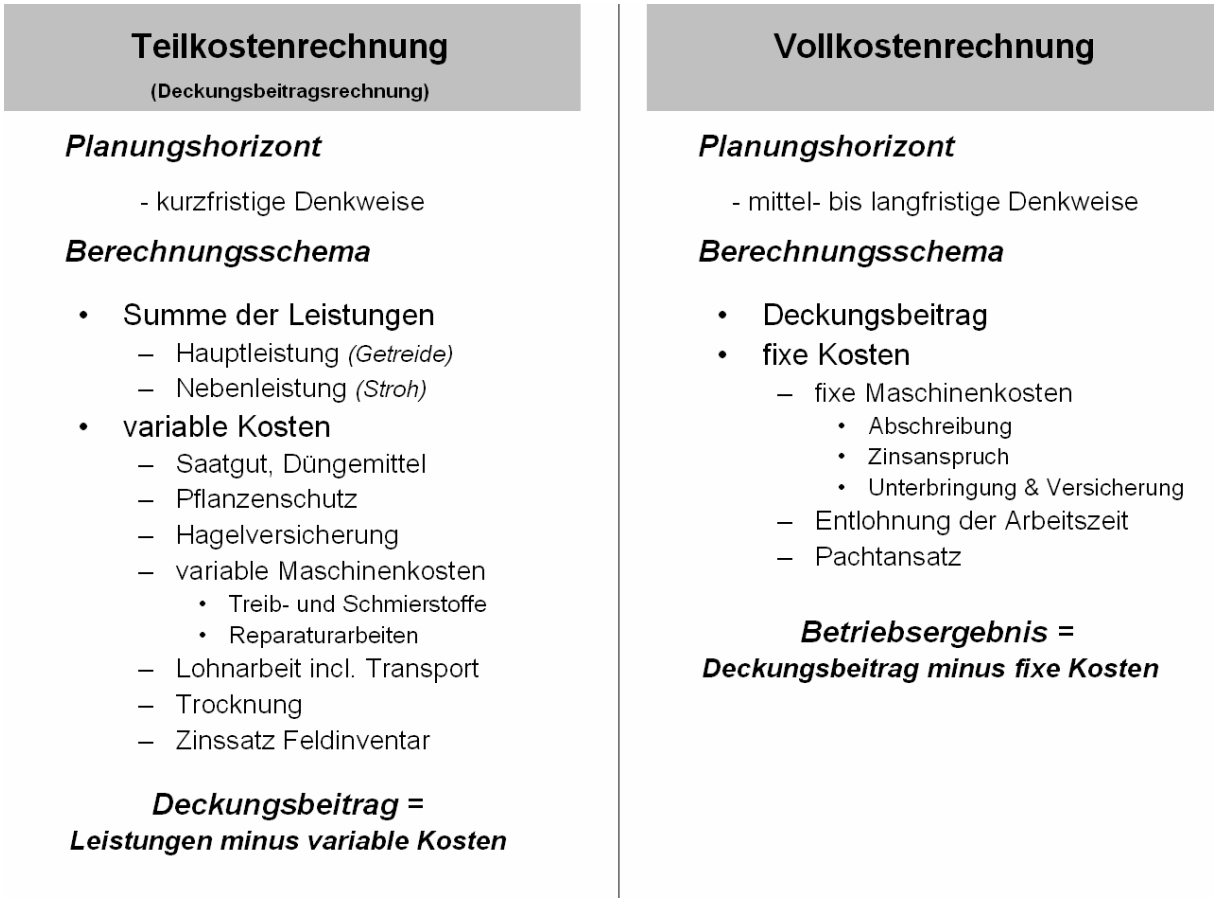


Abbildung 26 Praxisübliche landwirtschaftliche Kostenrechnungssysteme (in Anlehnung an Schneeberger 2006; eigene Darstellung)

Die Kostenanalyse dient einerseits zur Kontrolle bereits abgelaufener Produktionsprozesse und andererseits zur Vorbereitung zukunftsbezogener Entscheidungen. Sie muss daher so differenziert sein, dass Aussagen zu den einzelnen Betriebszweigen und Produkten möglich sind (Schneeberger 2006). Die *Deckungsbeitragsrechnung* (Teilkostenrechnung*)* berücksichtigt nur die variablen Kosten, welche sich mit dem Produktionsumfang und dem Kulturartenverhältnis ändern. Die erzielten Deckungsbeiträge dienen zur Abdeckung der Fixkosten, welche bei der Energiepflanzenproduktion anfallen. Der Zusammenhang zwischen den Erträgen, den variablen Kosten und den Deckungsbeiträgen wird proportional dem Produktionsumfang angenommen. Es liegen demnach lineare Beziehungen bzw. lineare Produktionsfunktionen und konstante Preise zugrunde (z.B.: 1 ha Silomais erzielt einen Deckungsbeitrag von € 200, 10 ha bringen € 2.000). Sofern Prämien einer Kultur direkt und unabhängig vom Produktionsumfang zugerechnet werden können, können diese ebenfalls im Deckungsbeitrag berücksichtigt werden (Schneeberger 2006).

Eine kurzfristige Denkweise begnügt sich mit der Deckungsbeitragskalkulation, für eine mittel- bis langfristige Denkweise ist aber eine *Vollkostenkalkulation* unerlässlich. Hierbei werden neben den variablen Kosten auch die gesamten Fixkosten ermittelt und vom Deckungsbeitrag abgezogen. Als fixe Kosten gelten jene, welche bei der Erhöhung der Produktion unverändert bleiben. Sie umfassen die Kosten für die ständigen Arbeitskräfte, die Nutzungskosten der Fläche (Pachtansatz) sowie die Bereitstellungskosten der eigenen

Maschinen (KTBL 2006). Insbesondere die Fixkostenbelastung der Maschinen stellt einen nicht unerheblichen Teil der Vollkostenkalkulation dar. Sie beinhaltet die Abschreibung, Kosten für Unterbringung (Gebäude) und Versicherung sowie den Zinsanspruch für das durchschnittlich gebundene Maschinenkapital. Eine Bewertung des Pachtansatzes erfolgt im Sinne des Opportunitätsprinzips. Den Nutzungskosten der Flächen stehen eigentlich keine Ausgaben gegenüber, vorausgesetzt die Fläche befindet sich in Eigenbesitz, dennoch könnte die Fläche verpachtet und das Kapital außerhalb des Betriebes veranlagt werden. Gleiches gilt auch für die im Betrieb geleistete Arbeitszeit. Zusätzlich müssten noch die zahlungswirksamen Fixkosten wie Grundsteuern, Versicherungen, Gebäudereparaturen, Verbandsbeiträge, etc. berücksichtigt werden, auf welche aber in den nachfolgenden Kalkulationen und Darstellungen verzichtet wird. Einerseits lassen sich die Kosten schwer ermitteln und andererseits ist eine genaue Zurechnung auf die einzelnen Kulturen schwer möglich. Die Schwierigkeiten der Kostenzurechnung führen außerdem dazu, dass in der Praxis die ökonomische Analyse fast ausschließlich auf der Deckungsbeitragsrechnung basiert. Letztendlich müssen gegebenenfalls noch allfällige Förderungen in Form von Betriebsprämien oder sonstigen Prämien (ÖPUL, Energiepflanzenprämie, etc.) in der Kalkulation berücksichtigt werden.

Ökonomische Analysen unterliegen vielen Unsicherheiten und Einflussfaktoren, weswegen weniger die absolute Höhe des Deckungsbeitrags bzw. des Betriebsergebnisses einer bestimmten Kultur maßgebend ist. Vielmehr ist der Vergleich mehrerer Kulturen bei Variation unsicherer Daten (z.B. Ertrag, Marktleistung) zur Abgrenzung des Risikos von Bedeutung (Handler et al. 2006).

1.1 Bezugsbasis, Datengrundlage und Methodik

Die in dieser Studie publizierten Ergebnisse beziehen sich auf die Region Oststeiermark, sie lassen sich jedoch auch auf andere Regionen mit ähnlichen Standortbedingungen übertragen. Ein wichtiges strukturspezifisches Merkmal ist die durchschnittliche Schlaggröße der betrachteten Region. In der Steiermark und im Burgenland sind, laut Arbeitskreisauswertung Marktfruchtbau 2006, mit durchschnittlich 1,09 ha und 1,74 ha signifikant die kleineren Schläge vorzufinden (Bäck 2007). Dies bestätigte auch der Maschinenring Süd-Ost für die fünf oststeirischen Bezirke (Jagl 2007). Die Schlaggröße hat einen wesentlichen Einfluss auf die variablen Maschinenkosten und den Arbeitszeitbedarf. Mit steigender Schlaggröße verringert sich der relative Anteil von Wende- und Rüstarbeiten, und damit der Bedarf an Schmieröl und Diesel. Ein viel größerer Effekt kann jedoch beim Arbeitszeitbedarf beobachtet werden (Bäck 2007).

Tabelle 6 Einfluss der Schlaggröße auf variable Maschinenkosten und Arbeitszeitbedarf (Bäck 2007)

Ergebnisse der Arbeitskreisauswertung Marktfruchtanbau Modellkalkulation - Getreidebau					
		Schlaggröße in ha			
	Einheit	1	2	5	20
variable Maschinenkosten	€/ha	216	198	178	162
Arbeitsbedarf	Akh/ha	13,9	10,4	7,4	4,9

Die Berechnungen erfolgen unter der Annahme, dass alle pflanzlichen Rohstoffe *frei Energiesystem* bereitgestellt werden. Bei den Kulturen wird eine mittlere Feld-Anlagenentfernung von 10 km unterstellt. Diese Annahme beruht auf der Tatsache, dass die heutigen und zukünftigen Energiesysteme (Biodieselanlagen, Biogasanlagen, Heizkraftwerke, etc.) einer immer größeren Dimensionierung unterliegen, um wirtschaftlich effizient arbeiten zu können. Wurden vor einigen Jahren noch 60 kW Biogasanlagen gebaut, so sind es heute bereits 2 MW und mehr. Mit der steigenden Dimensionierung geht nicht nur eine Leistungssteigerung einher, sondern auch die Bezugsfläche für Rohstoffe nimmt zu (2 MW entsprechen rund 1.000 ha Ackerfläche). Mit der Flächenausweitung steigt infolgedessen auch die Feld-Anlagenentfernung.

Unter Bedachtnahme dieser und künftiger Entwicklungen (Spezialisierung) entspricht auch die Mechanisierung nicht der oststeirischen einzelbetrieblichen Durchschnittsmechanisierung. Die Berechnungen legen einen verstärkten Einsatz von Lohnmaschinen, insbesondere im Bereich Lohndrusch und Transport, zugrunde.

Die ertrags- und kostenmäßigen Bewertungen der Energiepflanzen stammen aus Expertengesprächen mit Herrn Dr. Karl Mayer und Herrn DI. Arno Mayer von der Landwirtschaftskammer Steiermark. Der Energiepflanzenanbau befindet sich großteils noch in der Versuchsphase, weswegen für einige Kulturen noch keine langjährigen, aussagekräftigen und praxisrelevanten Ergebnisse vorliegen. Hier wurde eine Ertragsabschätzung anhand der Versuchstätigkeiten der Landwirtschaftskammer Steiermark durchgeführt (Mayer 2007).

Die Preise für Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutz wurden, soweit verfügbar, von der Agrarunion Süd-Ost bezogen und entsprechen dem Stand Jänner 2007. Die in den ökonomischen Analysen angesetzten Düngemengen gehen aus der Richtlinie für die Sachgerechte Düngung (6. Auflage 2006), herausgegeben von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006), hervor. Wo Düngemengen nicht verfügbar waren bzw. den speziellen Anforderungen der Region Oststeiermark nicht entsprachen, wurden diese in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Steiermark erhoben bzw. korrigiert (Mayer 2007). Für die Düngung wurden ausschließlich Mineraldünger betrachtet.

Die Pflanzenschutzkosten und -aufwendungen werden für die Gruppen Herbizide, Fungizide und Insektizide ausgewiesen. Die verwendeten Zahlen basieren auf persönlichen Angaben der Landwirtschaftskammer Steiermark sowie den Broschüren Marktfruchtanbau 2006 (Bäck et al. 2007) und Feldbauratgeber für den Herbstanbau 2006 (Landwirtschaftskammer Niederösterreich 2006[a]), herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Die variablen und fixen Maschinenkosten unterliegen eigenen Berechnungen unter Zuhilfenahme der ÖKL-Richtwerte 2007 (ÖKL 2007) sowie der vorläufigen Maschinenkosten des Standarddeckungsbeitragskataloges 2007. Die Werte der Maschinenkosten wurden von Herrn DI Hubert Janetschek von der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft zur Verfügung gestellt.

Die Kosten für die Lohnarbeit gingen vorwiegend aus der Maschinenring-Preisliste Raabtal 2006/2007 hervor (Maschinenring Raabtal 2007). Sofern Kosten nicht vorhanden waren, wurden die entsprechenden Maschinenringgeschäftsstellen der Oststeiermark kontaktiert. Die Transportkosten werden in Kapitel D 1.3.1 noch gesondert behandelt.

Da es in der Region Oststeiermark immer wieder zu starken Hagelfällen kommt, wurde auch die Hagelversicherung in der kostenmäßigen Bewertung berücksichtigt. Die Versicherungssätze variieren je nach Bezirk und Kultur. Laut Auskunft von Herrn Hermann Streit, Gebietsvertreter der Österreichischen Hagelversicherung, belaufen sich die Kosten in Feldbach für Ackerland auf rund € 25 und für Grünland auf € 8 je ha und Jahr, während im Bezirk Weiz Kosten von € 28 bzw. € 11 anfallen. Den Berechnungen wurden die Werte des Bezirks Feldbachs zugrunde gelegt.

Der Faktor Boden wird mit einem angenommen Pachtansatz von € 300 für Ackerland und € 150 für Grünland bewertet. Laut Auskunft von Herrn Josef Jagl könnte sich der Pachtansatz in der Oststeiermark, je nach Angebot und Nachfrage, auf weit über € 800 belaufen. Des Weiteren wird die geleistete Arbeitszeit mit einem durchschnittlichen Stundenlohn von € 12 abgegolten.

Die ökonomischen Analysen in dieser Studie basieren stets auf der Kalkulationseinheit *Kosten pro ha und Jahr*. Damit lassen sich die verschiedenen Kulturen hinsichtlich ihrer Produktionskosten und Wirtschaftlichkeit vergleichen. Bei mehrjährigen Kulturen, wo im Lauf der Nutzungsdauer unterschiedliche Kosten und Erlöse anfallen, werden die Kosten mittels der Annuitätenmethode umgelegt (näheres siehe Kapitel D 3.1.).

Die vorliegenden Analysen und Darstellungen unterliegen der Tatsache, dass die meisten oststeirischen Betriebe einer *pauschalierten Betriebsführung* unterliegen, weswegen die gesamten Preisannahmen der Energiepflanzenproduktion inklusive Mehrwertsteuer ausgewiesen werden.

Für derzeit nicht marktfähige Güter werden aus Substituten, für die Marktpreise existieren, Preise abgeleitet. Beispielsweise dadurch, dass man den Marktpreis und Methanertrag von Silomais auf Sudangras umlegt.

1.2 Ergebnisse der Vollkosten- und Deckungsbeitragsrechnung sowie deren Interpretation

Die nun folgenden Modellkalkulationen und Darstellungen beruhen auf der Annahme, dass der Landwirt als Rohstoffproduzent der Energiedienstleister auftritt. Er fungiert nun in seiner neuen Rolle als Energiewirt und stellt den produzierten Rohstoff „frei Energiesystem“ zur Verfügung. Abbildung 27 zeigt, mit welchen Energiepflanzen auf kurzfristige Sicht eine wirtschaftliche Produktion zulässig ist.

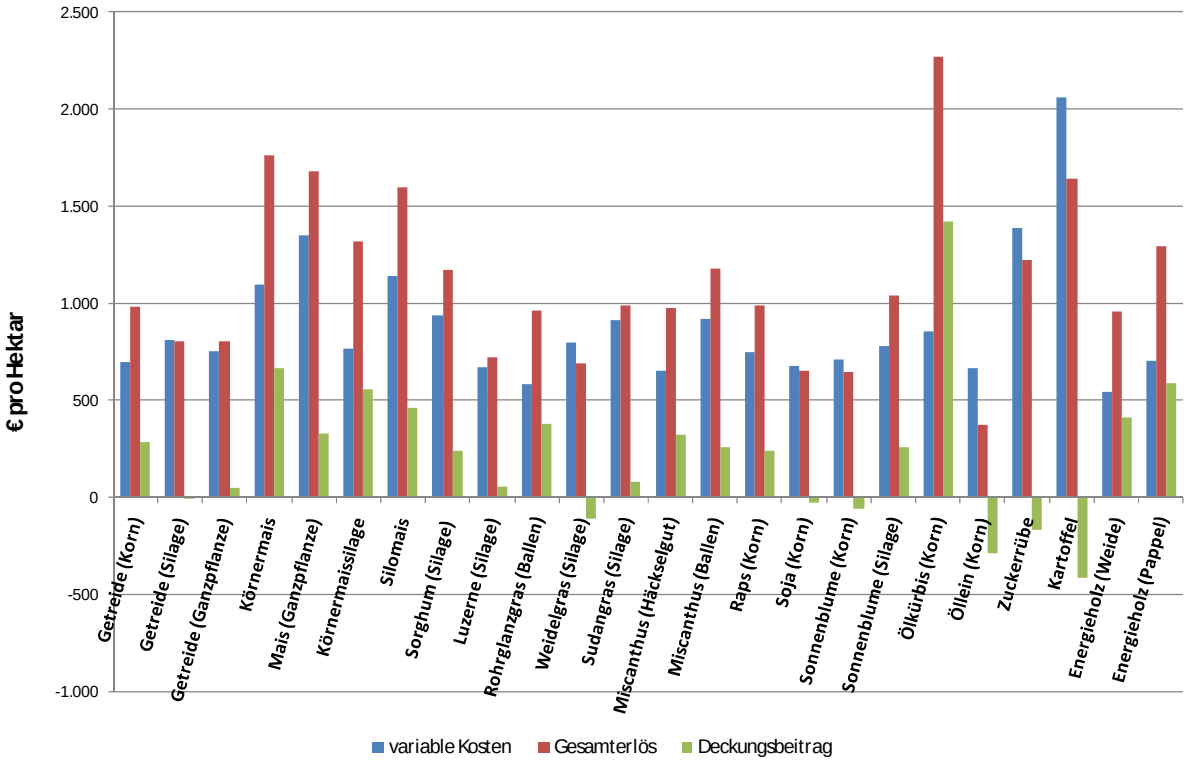


Abbildung 27 Deckungsbeitragskalkulation der Energiepflanzenproduktion (eigene Berechnung)

Mit einem Großteil der Energiepflanzen lässt sich ein positiver Deckungsbeitrag erwirtschaften. Gute bis sehr gute Deckungsbeiträge sind derzeit nur bei Silomais, Körnermais, Getreide (Korn), Sonnenblumensilage, Miscanthus, Ölkürbis und Energieholz möglich. Die starke Differenz von Silomais zu Körnermais beruht auf den hohen Transportkosten von Silomais (siehe Kapitel D 3.1.3). Außer Getreide verzeichnen alle anderen kornartigen Kulturen schwach positive bis leicht negative Deckungsbeiträge. Verantwortlich dafür sind die geringen Trockenmasseerträge und die im Verhältnis höheren Aufwendungen für Saatgut und Pflanzenschutz. Stark negative Deckungsbeiträge entstehen beim Anbau von Zuckerrüben und Kartoffeln. Der Kartoffelanbau ist mit 0,1 % an der gesamtwirtschaftlichen Nutzfläche der Oststeiermark kaum erwähnenswert, da sich die

schweren, lehmigen Böden nicht für den Anbau eignen. Der negative Beitrag der Rübenproduktion resultiert dagegen aus der getroffenen Preisannahme. Die Zuckerrübe zur Biomasseproduktion wurde anstatt mit € 50 (Zuckerindustrie) zum Mehrrübenpreis von € 20 pro Tonne bewertet.

Merkbare Unterschiede treten auch bei den Energiegräsern Rohrglanzgras, Luzerne und Weidelgras auf. Diese resultieren einerseits aus deren unterschiedlichen energetischen Verwertung sowie andererseits aus deren unterschiedlichen Nutzungsintervallen. Rohrglanzgras wird einer einmaligen, jährlichen Nutzung unterzogen und anschließend einer thermischen Verwertung zugeführt (Heizwerk). Weidelgras und Luzerne werden viermal jährlich geerntet und finden letztendlich als Gärsubstrat in Biogasanlagen Verwendung. Der negative Deckungsbeitrag ergibt sich hier aus den geringen Trockenmassenerträgen und den verhältnismäßig hohen Erntekosten.

Abbildung 28 vereint drei grundlegende Aussagen der Energiepflanzenproduktion:

- entsprechend hohe Deckungsbeiträge lassen sich nur bei hohen Trockenmasseerträgen erzielen
- sinkende Trockenmasseerträge wirken sich kaum auf die Reduktion von variablen Kosten aus (z.B. geringere Transport- und Trocknungskosten)
- Preisschwankungen üben einen unterschiedlichen Einfluss auf den Deckungsbeitrag je Kultur und Hektar aus

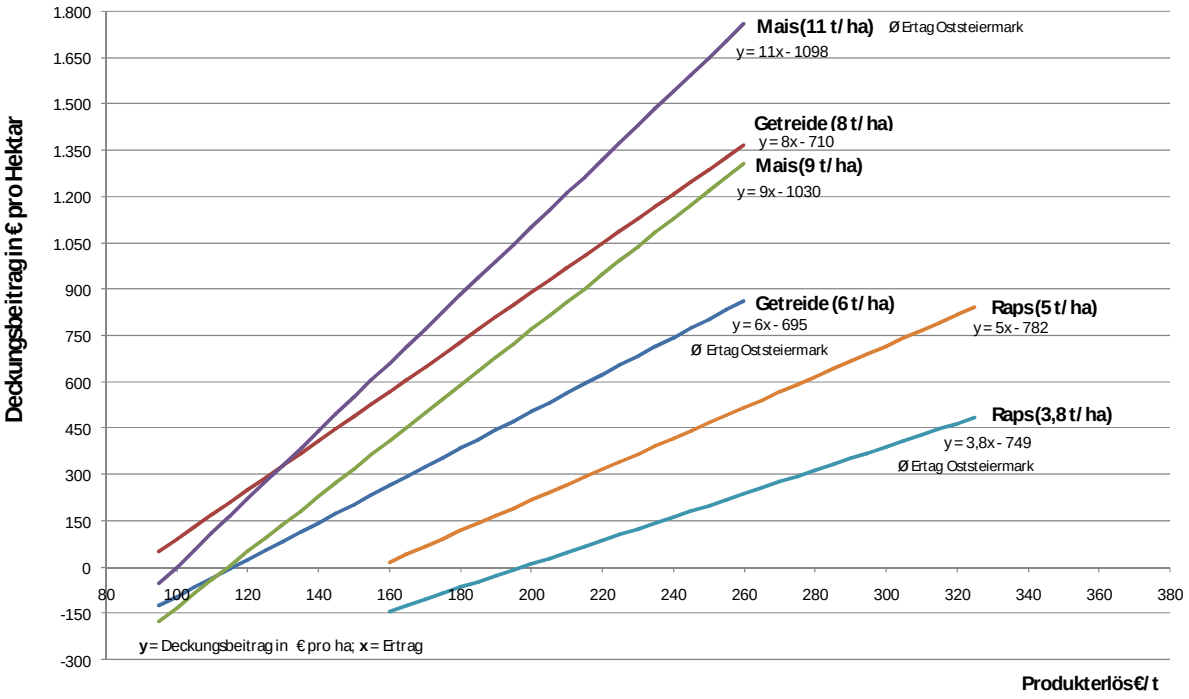


Abbildung 28 Deckungsbeitragsänderung in Abhängigkeit des Trockenmassertrags und Produkterlöses (eigene Berechnung)

Preisschwankungen haben bei Mais einen wesentlich größeren Einfluss auf den Deckungsbeitrag als bei Raps. Entsprechend sensibler reagiert jedoch der Deckungsbeitrag von Raps auf Schwankungen der Trockenmasseerträge. Der Deckungsbeitrag von Mais verhält sich bei kleineren (naturalen) Ertragsschwankungen wesentlich träger (Heißenhuber und Berenz 2005). Da sich die Risiken der Energiepflanzenproduktion kaum in ökonomischen Analysen quantifizieren lassen, können derartige Sensitivitätsanalysen als einfache Instrumente der Risikoidentifizierung herangezogen werden.

Der Landwirtschaft wird bereits heute die Rolle des *nachhaltigen Energieversorgers der Gesellschaft* zugesprochen. Sie kann ihre Aufgabe aber nur dann zukunftssicher erfüllen, wenn sich langfristig kostendeckende Preise erzielen lassen. Aus der kurzfristigen Sichtweise resultierte, dass für eine wirtschaftliche Energiepflanzenproduktion theoretisch ein großes Potential an Energiepflanzen zur Verfügung stünde. Bei einer längerfristigen Betrachtung ist jedoch festzustellen, dass unter den gegebenen Annahmen für die meisten Kulturen keine Vollkosten deckende Produktion möglich ist, wie Abbildung 29 illustriert.

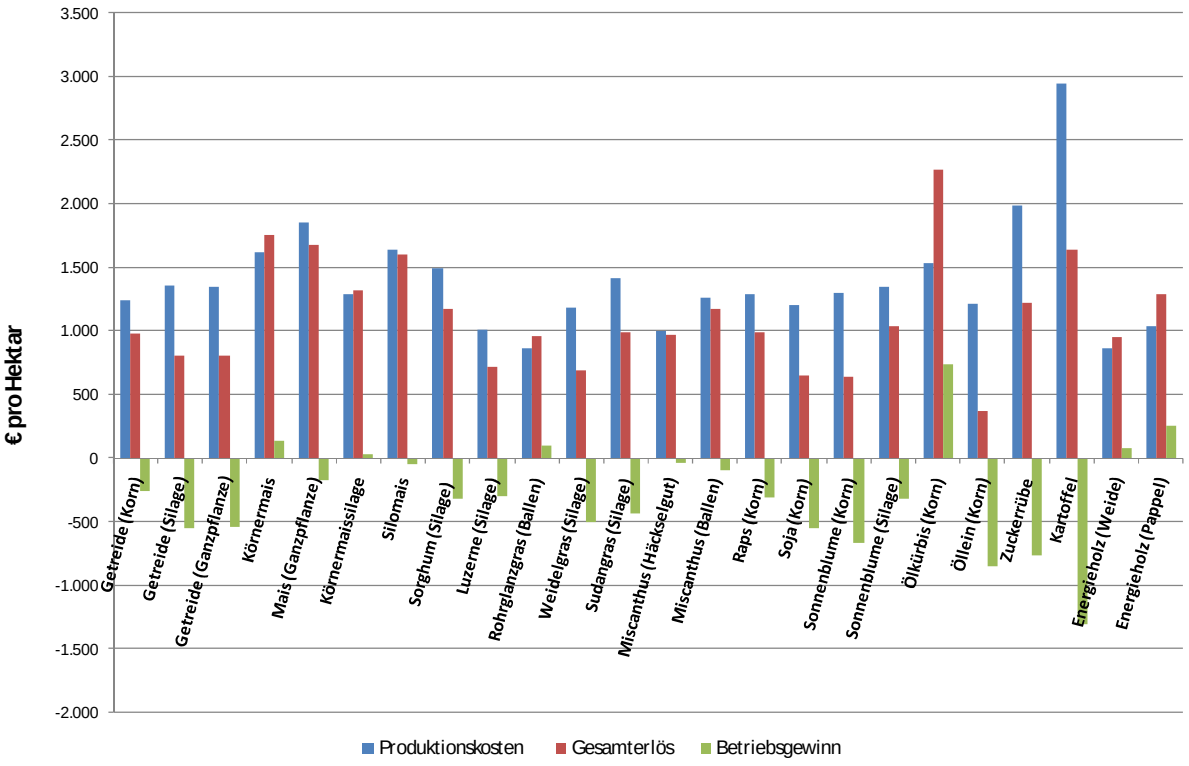


Abbildung 29 Vollkostenkalkulation der Energiepflanzenproduktion (eigene Berechnung)

Lediglich die Kulturen Energieholz, Ölkürbis, Miscanthus, Rohrglanzgras, Körnermaissilage und Körnermais bilanzieren unter Berücksichtigung der Fixkosten positiv. Das Ergebnis von Körnermais untermauert die derzeitige Situation der Oststeiermark, wo 46 % des Ackerlandes mit Mais bebaut werden. Davon entfallen rund 61 % auf die Körnermaisproduktion während die Silomaisproduktion rund 13 % der gesamten Maisfläche beansprucht. Gelingt es bei der Silomaisproduktion die unterstellte Transportdistanz von 10 km zu unterschreiten, könnte auch hier eine gewinnbringende Rohstoffproduktion erfolgen (näheres siehe Kapitel D 1.3.1).

Werden auch die Förderungen (siehe Kapitel D 1.5) in die Wirtschaftlichkeitsberechnung miteinbezogen, ergibt sich das in Abbildung 30dargestellte Bild.

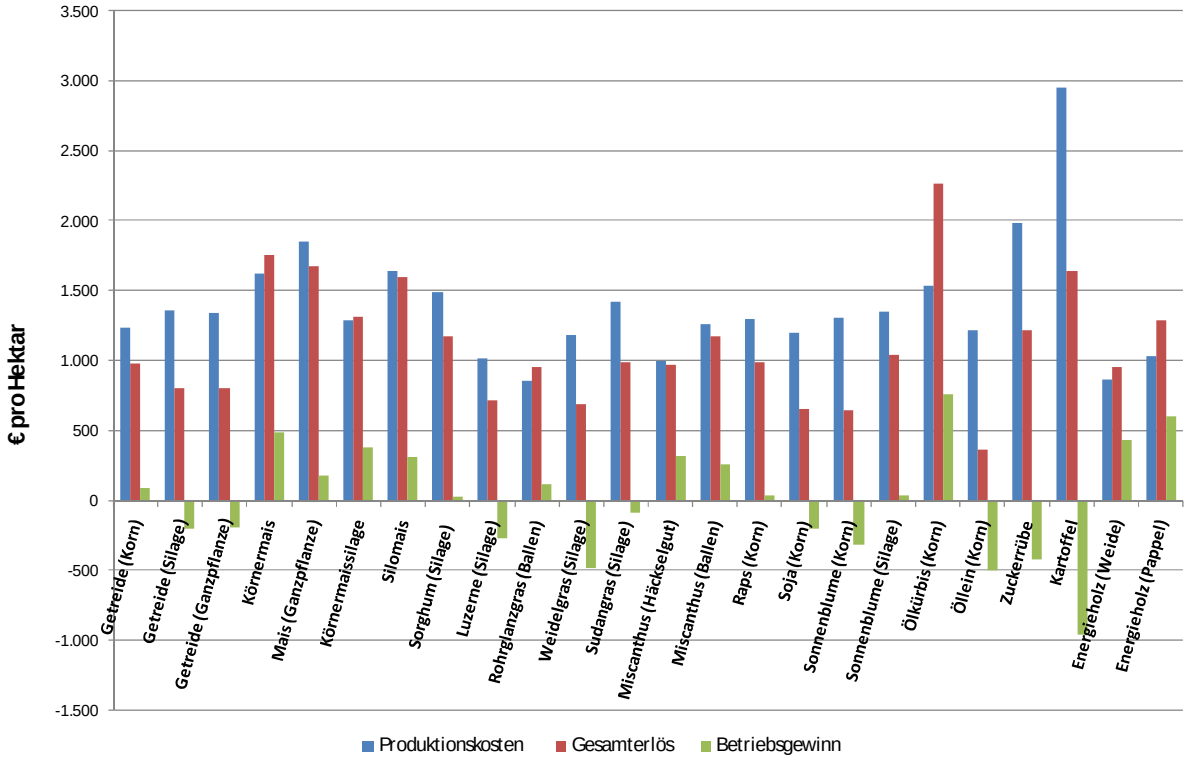


Abbildung 30 Vollkostenkalkulation der Energiepflanzenproduktion unter Berücksichtigung der Agrarförderungen (eigene Berechnung)

Die Förderungen decken rund 65 % der Fixkosten ab und wirken sich bei den förderfähigen Kulturen dementsprechend positiv auf das Betriebsergebnis aus. Bei den kornartigen Kulturen Soja, Sonnenblume und Öllein können auch Förderungen zu keiner wesentlichen ökonomischen Verbesserung beitragen. Besonders negativ bilanzieren ebenfalls die Gräser (Luzerne, Weidelgras), was mitunter auch darauf zurückzuführen ist, dass hier keine *Einheitliche Betriebsprämie* geltend gemacht wurde. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass unter den gegebenen Annahmen eine ökonomisch nachhaltige Produktion ohne Agrarförderungen bei den meisten Kulturen nicht möglich ist.

1.3 Detailergebnisse Produktionskosten

In der Praxis sorgt die Bewertung landwirtschaftlicher Rohstoffe zur energetischen Verwertung für rege Diskussionen. Anregung dafür bietet die große Streubreite zwischen Kosten- und Preisannahmen. Je nach Standpunkt der Betrachtung können die Rohstoffe zu Kosten oder Marktpreisen bewertet werden. Der Energiedienstleister bezieht die notwendigen landwirtschaftlichen Rohstoffe zu einem annähernden Marktpreisniveau, welches aber grundsätzlich nicht den Kosten des Rohstoffproduzenten entsprechen muss. Der Landwirt gibt die Rohstoffe zu Marktpreisen ab, die nicht seinen Kosten entsprechen. Diese Divergenz zwischen Kosten und Marktpreisen wird derzeit durch die Agrarförderpolitik gemindert.

Aus der Energiedienstleisterperspektive können die Rohstoffe nicht zu den Kosten des Rohstoffproduzenten eingesetzt werden, da zu diesen Bedingungen die Rentabilität der Bioenergieproduktion nicht gegeben wäre. Dieselben Rohstoffe verursachen auch für verschiedene Energiedienstleister (z.B. Biogasanlagen, Fernheizwerke) unterschiedliche Energieträgerkosten. Beispielsweise verursacht die Verbrennung von Maisganzpflanzen andere energieträgerspezifische Kosten als die Vergasung von Silomais (siehe E3.6). Aus diesem Grund stellt die Bewertung der landwirtschaftlichen Produkte und deren Kosten bzw. Preise eine große Herausforderung dar.

Eine längerfristige Bereitstellung landwirtschaftlicher Produkte zur energetischen Verwertung kann nur sichergestellt werden, wenn bezüglich Preisen und Kosten ein Konsens besteht. In diesem Kapitel werden die Gesamtkosten der Energiepflanzenproduktion, unter Ausklammerung der Agrarförderpolitik, aus Sicht des Rohstoffproduzenten sowie des Energiedienstleisters dargestellt.

Ein Auszug aus der Excel-Arbeitsmappe veranschaulicht die Produktionskosten von Energiepflanzen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Kulturart	Saatgut	Dünger	Pflanzenschutz	Direktkosten	Hagelversicherung	var. Maschinenk.	Lohnarbeit	Transport (10 km)	Trocknung	SUMME VAR. KOSTEN	Arbeit		Pacht	tech. Einrichtung	PRODUKTIONSKOSTEN
2	konventioneller Anbau	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	Akh	€	€	€	€
3	Getreide (Korn)	93	180	59	331	25	131	115	20	72	695	6	66,0	300	180	1241
4	Getreide (Silage)	93	180	59	331	25	131	165	158	0	810	6	66,0	300	180	1357
5	Getreide (Ganzpflanze)	93	180	59	331	25	150	142	107	0	756	7	79,2	300	212	1347
6	Körnermais	122	271	57	449	25	117	120	52	335	1098	5	61,2	300	164	1623
7	Mais (Ganzpflanze)	137	340	57	534	25	97	576	120	0	1352	4	50,4	300	149	1852
8	Körnermaissilage	122	271	57	449	25	117	120	52	0	763	5	61,2	300	164	1288
9	Silomais	137	340	57	534	25	97	185	300	0	1142	4	50,4	300	149	1641
10	Sorghum (Silage)	100	202	20	322	25	135	185	271	0	938	5	58,8	300	195	1492
11	Luzerne (Silage)	28	150	0	178	8	121	198	165	0	670	6	76,5	150	120	1017
12	Rohrglanzgras (Ballen)	17	293	0	310	8	68	140	60	0	586	3	38,2	150	94	868
13	Weidelgras (Silage)	16	293	0	309	8	114	198	173	0	801	6	73,0	150	170	1194
14	Sudangras	60	257	31	348	25	106	185	248	0	911	5	57,6	300	154	1422
15	Miscanthus (Häckselgut)	117	123	10	251	25	20	174	179	0	649	1	13,6	300	39	1001
16	Miscanthus (Ballen)	117	123	10	251	25	20	471	152	0	919	1	13,6	300	39	1271
17	Raps	80	225	121	426	25	131	115	10	42	749	6	66,0	300	180	1296
18	Soja	160	79	122	361	25	122	115	10	45	678	5	58,8	300	168	1205
19	Sonnenblume	115	162	72	349	25	158	115	10	48	706	7	85,2	300	215	1306
20	Sonnenblume (Silage)	115	162	72	349	25	134	58	257	0	822	7	81,6	300	188	1392
21	Ölkürbis	68	165	53	286	25	197	250	9	85	853	9	112,8	300	268	1534
22	Öllein	125	94	111	330	25	143	115	10	38	661	6	67,8	300	188	1217
23	Zuckerrübe	179	315	226	720	25	144	300	200	0	1389	7	79,2	300	217	1986
24	Kartoffel	585	258	299	1143	25	294	350	250	0	2062	13	158,4	300	432	2952
25	Topinambur (Kraut&Knolle)	638	194	0	832	25	230	315	418	0	1819	16	194,4	300	255	2569
26	Energieholz (Weide)	72	24	33	129	25	13	273	126	0	566	1	7,8	300	18	892
27	Energieholz (Pappel)	130	20	52	202	25	18	324	155	0	725	1	11,3	300	26	1061

Energiepflanzen Kosten / Erträge / SEPM / Dünger / KUP2 / KUW3 / ökolog. Aspekte / ÖKL / Miscant

Abbildung 31 Produktionskosten von Energiepflanzen pro ha und Jahr (eigene Berechnung)

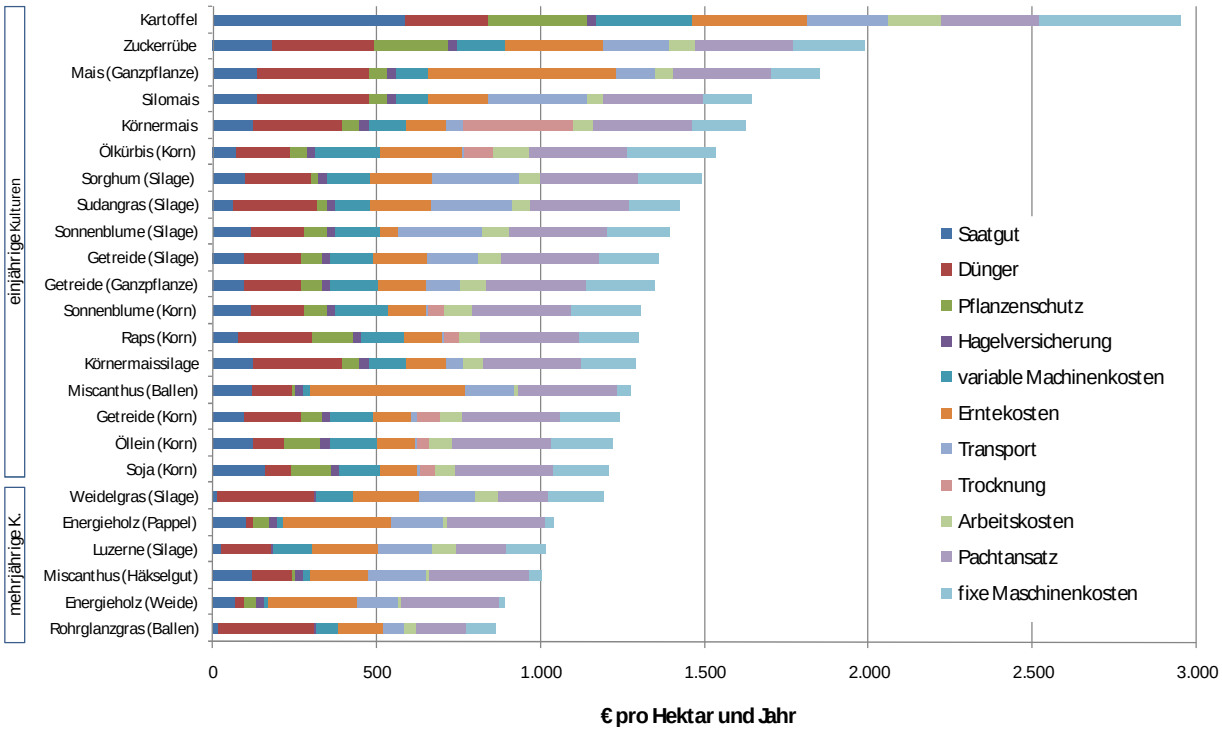


Abbildung 32 Kostenartenverteilung der Energiepflanzenproduktion in € pro ha (eigene Berechnung)

Besonders gering sind die Produktionskosten bei den mehrjährigen Kulturen Rohrglanzgras, Miscanthus und Energieholz, wie Abbildung 32 illustriert. Die Anbaukosten verteilen sich hier über eine langjährige Nutzungsdauer, sodass die annuitätisch verrechneten Anbaukosten relativ unbedeutend sind. Bei den meisten Kulturen liegen die Produktionskosten zwischen € 1.000 und € 1.500. Ebenfalls deutlich zu erkennen ist, dass die Ernte- und Arbeitskosten nur einen sehr geringen Teil der Produktionskosten ausmachen. Lediglich die Erntekosten von Miscanthusballen und Maisganzpflanzen kommen besonders zum Vorschein, da hier keine großräumigen, standardisierten Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen.

Die meisten dieser Kostenarten sind sehr träge und lassen sich dementsprechend schwer beeinflussen (siehe Tabelle 7). Die größten Einsparungspotenziale können bei den Transport- und Düngerkosten geltend gemacht werden. Diese stellen einen wesentlichen Teil der Gesamtproduktionskosten dar und bedürfen daher einer näheren Erläuterung.

Tabelle 7 Beeinflussbarkeit landwirtschaftlicher Kosten

Kosten	abhängig von…	im Sinne der Wirtschaftlichkeit beeinflussbar…	im Sinne der Wirtschaftlichkeit beeinflussbar durch…
Saatgut	Sorte, Standort, Verwendungszweck, Saatstärke, Bodenzustand, Witterungsverlauf, etc.	kaum	Nachbausaatgut, Rabatte, Testen von Versuchssorten
Mineraldünger	Standort, Sorte, Bewirtschaftungsintensität,	möglich	Verwendung von Wirtschaftsdünger, kurze Transportdistanzen, Fruchtfolgesysteme,
Pflanzenschutz	Standort, Sorte, Bewirtschaftungsintensität, Verwendungszweck	kaum	Biologischer Landbau, effizienter Einsatz, Fruchtfolgesysteme
variable Maschinenkosten	Mechanisierungsgrad, persönlicher Umgang mit Maschinen, Verwendungszweck	kurzfristig kaum	Maschinenkooperationen, Vermeidung von Übermechanisierung, Einhaltung von Service- und Wartungsintervallen
Lohndrusch	Lohnunternehmer	kurzfristig kaum	Treue – kein ständiger Wechsel zwischen den Lohnunternehmern
Transport	Sorte, Kultur (Schüttdichte), Witterungsverlauf (Wassergehalt), Erntezeitpunkt, Mechanisierungsgrad, Transportdistanz, etc.	möglich	Vermeidung von langen Transportdistanzen, Wahl des richtigen Transportmittels, dezentrale Anlagen, Logistikmanagement
Trocknung	Sorte, Witterungsverlauf, Erntezeitpunkt	kaum möglich	Wetter- und Feldbeobachtung – Wahl des richtigen Erntezeitpunktes
Arbeit	Mechanisierungsgrad, Schlaggröße und –form	kaum	Erhöhung der Mechanisierung
Pacht	regionale Nachfrage	kaum	intensivere bzw. effizientere Landnutzung
fixe Maschinenkosten	Mechanisierungsgrad	langfristig möglich	Maschinenkooperationen, Vermeidung von Übermechanisierung,

1.3.1 Transportkosten

Ein wesentliches Grundproblem der Energiepflanzenproduktion stellt die geringe Transportdichte in Verbindung mit hohen Transportkosten dar. Üblicherweise müssen große Mengen über weite Entfernungen transportiert werden. Die Wahl des Transportmittels erfolgt in Abhängigkeit der Transportdistanz (siehe Abbildung 33) und Schüttdichte (siehe Abbildung 34).

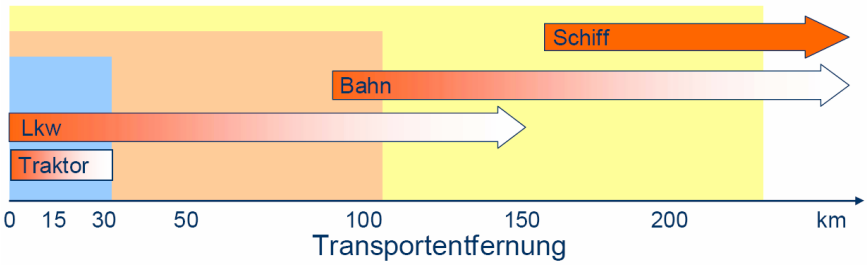


Abbildung 33 Transportmittelwahl in Abhängigkeit der Transportdistanz (Kaltschmitt, o.J.)

Der weitaus größte Teil der Biomassetransporte erfolgt in der Oststeiermark lokal mit Traktoren und Anhängern mit einem Fassungsvermögen von 10 m³ bis 60 m³. Für die Berechnungen wurde eine durchschnittliche Transportdistanz von 10 km mittels Traktor und Häckselguttransportwagen unterstellt. Es wird jedoch damit gerechnet, dass diese Distanz in Zukunft markant wachsen wird. Grund dafür ist die zu beobachtende Steigerung der Anlagendimensionierung und die damit einhergehende Vergrößerung des Rohstoffeinzugsgebietes.

Über längere Transportdistanzen werden üblicherweise LKW-Transporte eingesetzt, welche regional und überregional zum Einsatz kommen, da die Kosten im Allgemeinen durch Be- und Entladung und weniger durch die zu überwindende Distanz bestimmt werden. Für den Transport von Miscanthus Häckselgut wurde aufgrund der geringen Schüttdichte eine Abfuhr per LKW unterstellt. Bei derartig geringen Schüttdichten ist ein Transport mit Traktor und Anhänger bereits über eine Transportdistanz von drei km nicht mehr wirtschaftlich.

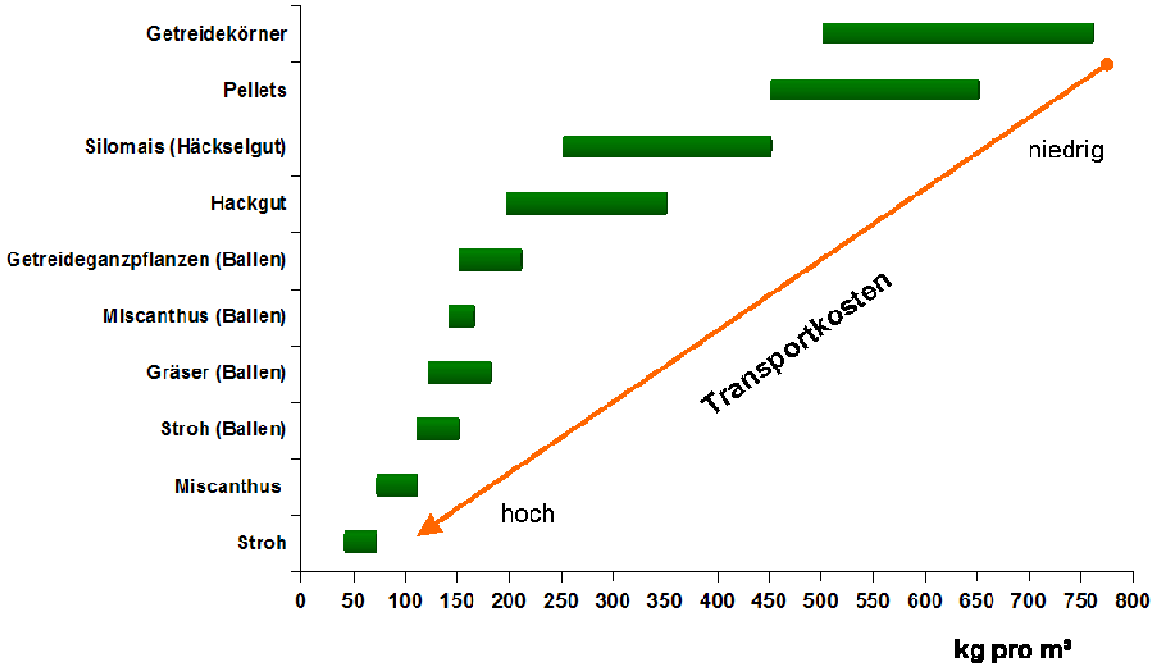


Abbildung 34 Transportkosten in Abhängigkeit der Schüttdichte (Hartmann und Kaltschmitt 2002; eigene Darstellung)

Die landwirtschaftlichen Transporteure berechnen die Preise grundsätzlich auf Basis von aufgewendeter Fahr- und Ladezeit mal dem Stundensatz der Fahrer. Wie schon bei der Wahl des Transportmittels, werden die Kosten von der Schüttdichte und Transportdistanz bestimmt. Da die Kostenermittlung und -darstellung auf Stundenbasis sehr schwierig ist, wurden die von der Literatur zur Verfügung gestellten Transportkostenansätze verwendet bzw. adaptiert.

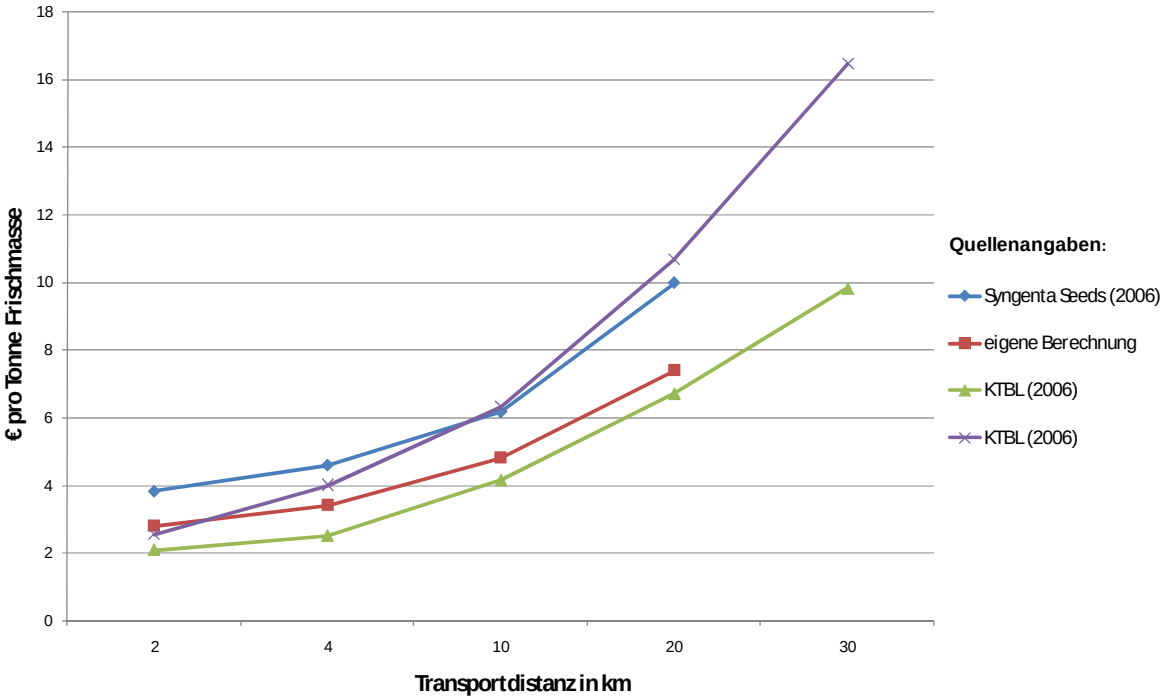


Abbildung 35 Transportkosten von Silomais in Abhängigkeit der Feld-Anlagenentfernung (eigene Berechnung)

Abbildung 35 zeigt verschiedene Transportkostenansätze für Silomais in Form von Häckselgut in der Literatur. Die großen Differenzen ergeben sich aufgrund der getroffenen Annahmen. Je nach Ernteverfahren, Schlagform, Trockenmassegehalt, Sortenwahl, Hangneigung und Witterungsbedingungen können unterschiedliche Kosten entstehen. Entsprechend geringe Kosten sind aber nur bei einer hohen Mechanisierung erreichbar. Die Werte des KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft 2006) beziehen sich auf Deutschland und lassen sich aufgrund der zugrunde liegenden Annahmen (Schlaggröße) nicht ohne weiteres auf die Oststeiermark transferieren. Der Kostenansatz für die Berechnungen geht im Folgenden aus eigenen Erfahrungen sowie aus Angaben eines Lohnunternehmers hervor.

Transportdistanzen von mehr als 10 km sind mit den derzeitig gängigen Transportmitteln aus ökonomischen Gründen auf jeden Fall zu vermeiden. Bei entsprechend hohen Transportdistanzen können die Transportkosten sogar zu einem limitierenden Faktor für den Einsatz von Energiepflanzen werden, wie Tabelle 8 illustriert.

Tabelle 8 Transportkosten von Silomais in Abhängigkeit von unterschiedlicher Transportentfernung und Mechanisierung (eigene Berechnung)

Transport-distanz in km	Gesamtkosten €/ t TM	Transportkosten in €/t FM	Transport-kosten in €	Transport-kosten in %	Betriebs-ergebnis in €
2[1]	1.501	2,55	159	11	99
2[2]	1.471	2,08	130	9	129
10[1]	1.736	6,31	394	23	-136
10[2]	1.600	4,14	259	16	0
10[3]	1.641	4,80	300	18	-41
20[1]	2.008	10,67	667	33	-408
20[2]	1.760	9,81	419	24	-160

[1] hohe Mechanisierung: häckseln mit Selbstfahrhäcksler Transport: Doppelzug je 10 t, Dreiseitenkipperanhänger
[2] geringe Mechanisierung: häckseln mit Anbauhäcksler Transport: Dreiseitenkipperanhänger 8 t
[3] hohe Mechanisierung: häckseln mit Selbstfahrhäcksler Transport: Häckselguttransportwagen 40 m³

Für größere Transportdistanzen eignen sich nur kornartige Rohstoffe bzw. Rohstoffe in Ballenform mit einer hohen Schütt- bzw. Stapeldichte. Diese können problemlos per LKW über weite Distanzen transportiert werden. Das Häckselgut als Rohstoff für Silage wird sich auch künftig in der Oststeiermark nicht mit dem LKW transportieren lassen. Hier gibt es bereits von Seiten der Erntetechnik große Schwierigkeiten, da der LKW direkt am Feld fahren müßte. Erntetechnisch wäre dies nur bei flachen und großen Schlaggrößen und besonderen Witterungsbedingungen möglich.

Eine Übersicht über Transportkosten verschiedener Kulturen findet sich in Tabelle 9.

Tabelle 9 Ausgewählte Transportkosten verschiedener Kulturpflanzen (Transportdistanz 10 km)

Kulturart	Transportform	Transportkosten-ansatz in €	Quellenangaben
Miscanthus	Häckselgut	11,5 pro t TM[1]	Eder (2007)
Miscanthus	Ballen	8,0 pro t TM	eigene Berechnungen
Kurzumtrieb	Häckselgut	12,0 pro t atro[2]	Raiffeisen Ware Austria (2006)
Getreidekörner	Schüttgut	2,9 pro t FM[3]	eigene Berechnung
Rapskörner	Schüttgut	2,9 pro t FM	eigene Berechnung
Maiskörner	Schüttgut	3,3 pro t FM	eigene Berechnung
Silomais	Häckselgut	4,8 pro t FM	eigene Berechnung
Silomais	Häckselgut	55,0 pro Akh[4]	Maschinenring Preisliste 2006/2007
Weidelgras	Häckselgut	4,8 pro t FM	eigene Berechnung
Weidelgras	Häckselgut	55,0 pro Akh	Maschinenring Preisliste 2006/2007
Sorghum	Häckselgut	4,8 pro t FM	eigene Berechnung
Sudangras	Häckselgut	4,8 pro t FM	eigene Berechnung
Getreideganzpflanzen	Ballen	8,0 pro t FM	Hartmann und Kaltschmitt (2002)

[1] Trockenmasse
[2] absolut trockene Ware
[3] Frischmasse
[4] Arbeitsstunde

Wie sich die Transportkosten landwirtschaftlicher Rohstoffe entwickeln werden, bleibt abzuwarten. Für den wesentlich günstigeren LKW-Transport sind derzeit noch keine gefestigten systematischen Preisstrukturen vorhanden. Es ist anzunehmen, dass die Transportkosten in Zukunft aufgrund steigender Dieselpreise und Abgaben (z.B. Steuern, LKW-Maut) zunehmen werden. Inwieweit die steigende Mechanisierung und Spezialisierung (Lohnunternehmen) diesen Preisanstieg zu korrigieren bzw. umzukehren vermögen, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden.

Eine zentrale Herausforderung besteht jedoch bei allen pflanzlichen Energieträgern in dem Trade-off zwischen steigenden Transportkosten bei zunehmender Zentralisierung und Skaleneffekten in der Anlagengröße (Nusser et al. 2007).

1.3.2 Düngerkosten

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen gehen von der Annahme aus, dass der benötigte Dünger in Form von Mineraldünger zugekauft wird. Grund dafür ist, dass bei einer reinen Energiepflanzenproduktion kein wirtschaftseigener Dünger verfügbar ist. Wird diese in Kombination mit Viehwirtschaft betrieben, steht der Wirtschaftsdünger grundsätzlich kostenlos zur Verfügung. Rechnerisch korrekt müsste dieser nach dem Opportunitätskostenprinzip, je nach Gehalt an organischer Substanz, mit einem Wert von 15 bis 25 € je m³ angesetzt werden (Holzner 2007). Neben den Substratkosten müssen aber

ebenfalls die Ausbringungskosten in Abhängigkeit von der Transportdistanz berücksichtigt werden.

Ein großer Teil der produzierten Biomasse wird in der Oststeiermark den Biogasanlagen zugeführt. Diese weisen bezüglich der Pflanzennährstoffe eine ausgeglichene Bilanz auf. Das bedeutet, dass die Nährstoffe, die vom Feld mit dem Gärsubstrat in die Anlage eingebracht werden, der Landwirtschaft kostenlos nach der Vergärung im Gärrest als Dünger wieder zur Verfügung stehen. Größere Verluste entstehen nur bei der Ausbringung, welche im Mittel mit 13 % angesetzt werden. Der Wert des Gärrestes wird vor allem durch die eingesetzten Stoffe bestimmt. Laut Analyse des Institutes für Umweltbiotechnologie wies der Gärrest im Durchschnitt einen Trockensubstanzgehalt von 5,25 % auf. Der Stickstoffgehalt lag bei 3,96 kg pro m³ Frischmasse. Der Phosphor- und Kaliumgehalt lag bei 0,48 bzw. 3,06 kg pro m³ Frischmasse. Der begrenzende Faktor ist bei allen Kulturen der Stickstoff. (Handler et al. 2006).

In einer telefonischen Umfrage wurden alle 500 kW Biogasanlagen der Oststeiermark, dies sind 32 % aller steirischen Biogasanlagen, zum Thema Gärrestrückbringung befragt. Alle Anlagenbetreiber bestätigten, dass die Kosten für die Gärrestrückbringung grundsätzlich vom Rohstofflieferanten selbst zu tragen sind. Lediglich ein Anlagenbetreiber bezahlt € 3 pro m³ Gärrest an Rohstofflieferanten, welche den Gärrest über weite Distanzen transportieren müssen.

Tabelle 10 Einsparungspotenzial bei Gärrestrückholung (eigene Berechnung)

Kulturart	**Mineraldünger**	**Einsparungspotenzial bei Gärrestrückholung**		
	in € pro ha	*€ 2 pro m³ bei 2 km*	*€ 4 pro m³ bei 5 km*	*€ 6 pro m³ bei 10 km*
Getreide	180	87	21	-45
Körnermais	271	142	35	-71
Silomais	340	162	56	-50
Weidelgras	293	139	48	-43
Sudangras	257	135	34	-67
Sonnenblumensilage	162	35	12	-11
Raps	225	108	37	-33

Den in Tabelle 10 abgebildeten Einsparungspotentialen liegt die Annahme zu Grunde, dass der gesamte Nährstoffbedarf durch den Gärrest abgedeckt wird. Nur die Ausbringungsverluste von 13 % werden durch eine Mineraldüngung abgedeckt. Die gesetzliche Stickstoffobergrenze beträgt 210 kg pro Hektar. Die Ausbringungskosten des Gärrests sind im Wesentlichen von der Transportentfernung abhängig. Bei einer durchschnittlichen Transportdistanz von 4 km kann durch die Gärrestrückholung ein Einsparungspotential bei den Düngerkosten geltend gemacht werden. Ab einer Transportdistanz von 10 km rechnet

sich die Substitution von Mineraldünger durch Gärrest nicht mehr. Aus rein ökonomischer Sicht wäre hier der Zukauf von Mineraldünger in Erwägung zu ziehen.

Für die betriebswirtschaftliche Analyse ergibt sich, dass eine Substitution von Mineraldünger bzw. Wirtschaftsdünger durch Gärrest momentan nur bei geringer Transportdistanz zu einer Kosteneinsparung führt. Wenn diese Bedingungen gegeben sind bzw. der Anlagenbetreiber bereit ist die Gärrestrückholung mit zu finanzieren, können mehr als 50 % der Düngerkosten eingespart werden.

1.3.3 Arbeitskosten

Die Berechnung der Arbeitskosten erfolgt durch Multiplikation der Arbeitskraftstunden (AKh) mit dem Lohnansatz (12 € pro AKh). Wie aus Tabelle 11 entnommen werden kann, weichen die benötigen Arbeitskraftstunden der Futter- und Lebensmittelproduktion deutlich von jenen der Energiepflanzenproduktion ab. Grund dafür ist, dass die Energiepflanzenproduktion eine verstärkte überbetriebliche Nutzung von schlagkräftigen Maschinen (Lohnarbeit) vorsieht, wodurch der Arbeitszeitbedarf reduziert wird. Des Weiteren entfällt der Prozess der Konservierung, da der Rohstoff frei Energiesystem angeliefert wird. Nicht berücksichtigt wurden Kontroll- und Verwaltungsarbeiten (z.B. Förderansuchen, Bestandsbeobachtungen).

Tabelle 11 Vergleich der Arbeitskraftstunden (inkl. Lohnarbeit und Transport) zwischen der Futter- bzw. Lebensmittelproduktion und der Energiepflanzenproduktion (eigene Darstellung und Berechnung)

Bewirtschaftungsart/ Kultur	AKh/Hektar/Jahr	Arbeitskosten in €	Arbeitskosten in % der Gesamtkosten
Durchschnitt österreichischer Ackerbau (Futter- und Lebensmittelproduktion)	15	182	12
Durchschnitt österreichische Grünlandwirtschaft (Futter- und Lebensmittelproduktion)	22	258	14
Energiepflanzenproduktion			
Silomais	11	133	8
Weidelgras (Silage)	9	108	9
Miscanthus (Häckselgut)	4	49	5
Energieholz (Pappel)	5	54	5
Energieholz (Weide)	3	41	5
Raps (Korn)	7	82	6
Sonnenblume (Korn)	8	101	8
Sonnenblume (Silage)	13	154	11
Ölkürbis	11	128	8
Durchschnitt dargestellter Kulturen			

Infolge der geringen Arbeitskraftstunden wirken sich die Arbeitskosten nur unwesentlich auf die Gesamtkosten der Energiepflanzenproduktion aus (siehe Tabelle 11). Besonders gering sind diese bei den mehrjährigen Kulturen Miscanthus (4,1 Akh) und Weide (3,4 AKh). Die niedrigen Werte bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebswäldern ergeben sich neben der verstärkten Lohnarbeit dadurch, dass es Jahre (je nach Umtriebszeit) ohne jegliche Bewirtschaftung gibt. Der verstärkte Einsatz von überbetrieblicher Lohnarbeit bringt zudem ökonomische Vorteile mit sich, da die teuren Spezialmaschinen nicht regelmäßig zum Einsatz kommen (z.B. das Setzen der Klone erfolgt alle 15 bis 20 Jahre; die Ernte erfolgt nur alle zwei bis drei Jahre). Ähnliches gilt auch für alle anderen Kulturen.

1.4 Energieentstehungskosten aus pflanzlichen Rohstoffen

Entscheidend für den wirtschaftlichen Einsatz von pflanzlichen Rohstoffen in Energiesystemen sind nicht die Produktionskosten je Hektar bzw. die Kosten je Tonne Frischmasse, sondern die Kosten je Einheit Nutzenergie. Als einheitliche Bezugsbasis wurde in diesem Abschnitt die Einheit Cent pro Kilowattstunde Bruttoenergie gewählt, bei Berücksichtigung der einzelnen Verwertungstechnologien (z.B. Heiztechnologien) später die Einheit Cent pro Kilowattstunde Nutzenergie. Die pflanzlichen Rohstoffe werden als feste, flüssige und gasförmige Energieträger einer unterschiedlichen energetischen Verwertung zugeführt und verursachen für verschiedene Energiedienstleister (z.B. Biogasanlagebetreiber, Fernheizwerkbetreiber) unterschiedliche Energieträgerkosten.

1.4.1 Feste Energieträger

Die Bereitstellung von Nutzenergie aus pflanzlichen Rohstoffen erfolgt durch die direkte thermische Umwandlung (Verbrennung) in Feuerungsanlagen. Grundsätzlich entsteht dabei als Energieoutput Wärme und/oder Strom. Da dieser Energieumwandlungsprozess bis heute die weitaus größte Bedeutung hat, wird auf die thematische Abhandlung in dieser Studie ein besonderes Augenmerk gelegt.

Die Kosten der biogenen Festbrennstoffe richten sich insbesondere nach dem Wassergehalt, da bei höherem Wassergehalt der Energieinhalt sinkt. Da in der Realität nie wasserfreie Rohstoffe eingesetzt werden, beziehen sich die nachfolgenden Energiekosten auf den Heizwert HU (w) (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 Verbrennungstechnische Kenndaten von biogenen Festbrennstoffen (in Anlehnung an Hartmann und Kaltschmitt 2001)

Bioenergieträger	**Heizwert H_U MJ/kg (wf)**	**Heizwert H_U kWh/kg (wf)**	**Heizwert H_U(w) MJ/kg**	**Wassergehalt in %**	**Heizwert H_U(w) kWh/kg**
Pappelholz (Kurzumtrieb)	18,5	5,13	8,01	50	2,2
Pappelholz (Kurzumtrieb)	18,5	5,14	13,26	25	3,7
Weidenholz (Kurzumtrieb)	18,4	5,11	7,97	50	2,2
Weidenholz (Kurzumtrieb)	18,4	5,11	13,19	25	3,7
Getreidekörner	17,0	4,72	15,06	10	4,2
Getreidestroh	17,3	4,81	14,93	12	4,1
Getreideganzpflanzen	17,3	4,81	14,34	15	4,0
Mais (Ganzpflanze)	17,3	4,81	14,34	15	4,0
Mais (Ganzpflanze)	17,3	4,81	7,43	50	2,1
Rapskörner (Öl und Faser)	26,5	7,35	23,57	10	6,5
Miscanthus (Chinaschilf)	17,6	4,89	14,59	15	4,1
Landschaftspflegeheu	17,4	4,83	14,42	15	4,0
Rohrschwingel	16,4	4,56	14,16	12	3,9
Weidelgras	16,5	4,59	14,25	12	4,0
Straßengrasschnitt	14,1	3,92	11,62	15	3,2

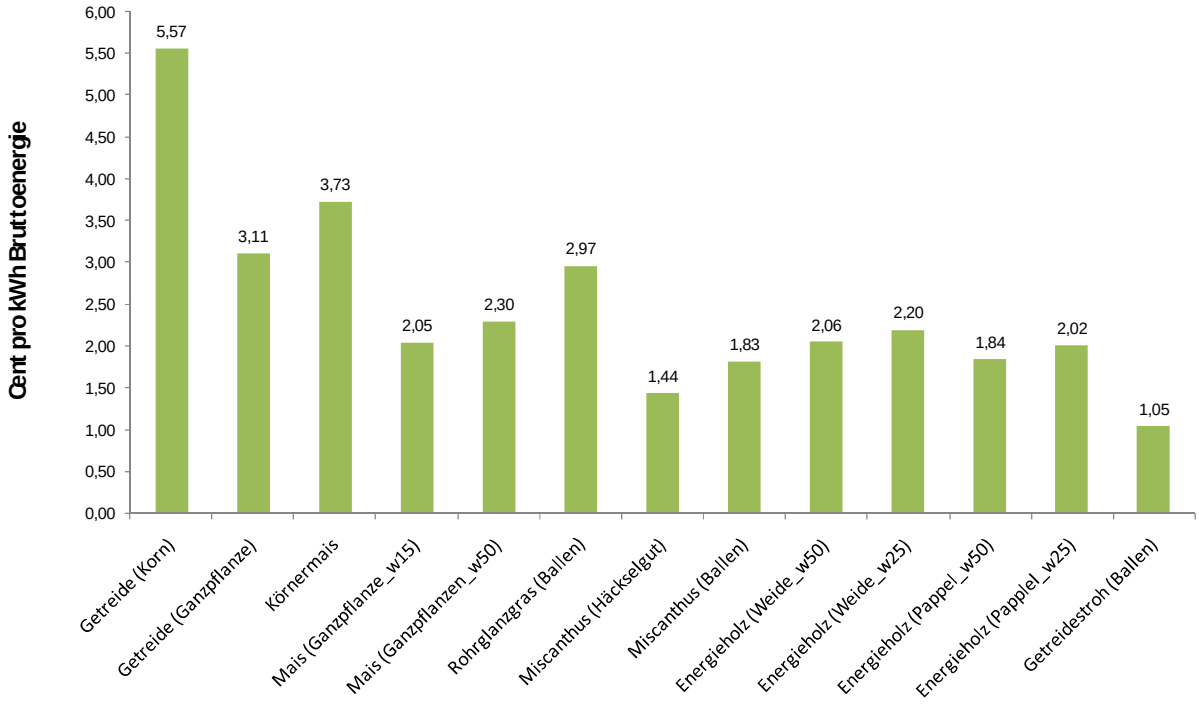


Abbildung 36 Kosten der Energiebereitstellung fester Energieträger (eigene Berechnung)

Abbildung 36 stellt die Kosten der Energiebereitstellung fester Energieträger dar. Als Nebenprodukt stellt Getreidestroh den günstigsten Energieträger dar. Da die energetische Verwendung aber im Nutzungskonflikt mit anderen Anwendungsmöglichkeiten steht (z.B. Einstreu für Tiere) und geringe Massenerträge erzielt, ist eine großräumige Mobilisierung nicht möglich. Des Weiteren ist dieser Rohstoff aufgrund der elementaren Zusammensetzung auch nicht für die energetische Verwertung in Kleinfeuerungsanlagen geeignet.

Die geringsten rohstoffspezifischen Kosten lassen sich mit dem Einsatz von mehrjährigen Kulturen erzielen, wobei Miscanthus Häckselgut die günstigste Alternative darstellt. Bei den Energiehölzern ist besonders auffällig, dass Energieholz mit einem Wassergehalt von 50 % geringere Kosten verursacht als mit 25 %. In der Praxis wird oft irrtümlich angenommen, dass mit der Trocknung des Brennstoffes eine proportional zum Heizwert steigende Nettoenergiemenge zur Verfügung steht. Tatsächlich ist der Gewinn an Brennstoffenergie relativ gering, da mit der Trocknung nicht nur der Heizwert steigt, sondern auch die Gesamtmasse an Brennstoff sinkt (Hartmann et al. 2007, 58). Der Zugewinn an Heizenergie kann die steigenden Produktionskosten infolge der Trocknung nicht ausgleichen. Energieholz mit einem Wassergehalt von 50 % ist nicht lagerfähig und kann nur in Heiz- bzw. Heizkraftwerken energetisch verwertet werden. Für den Einsatz in Kleinfeuerungslagen bzw. zur Erreichung der Lagerfähigkeit muss das Hackgut auf einen Wassergehalt von 25 % getrocknet werden.

Bei Mais sinken hingegen die Energiekosten mit abnehmendem Wassergehalt, da sich der Erntezeitpunkt ändert, die Produktionskosten aber konstant bleiben. Um den Wassergehalt des

Ernteguts zu senken, wird Mais, ähnlich wie Miscanthus, in den Wintermonaten geerntet. Die energetische Verwertung der Maisganzpflanze ist aber derzeit nicht praxistauglich.

Die Energieträger mit den höchsten Produktionskosten pro Kilowattstunde sind derzeit Getreide und Körnermais. Grund dafür sind die hohen Produktionskosten in Verbindung mit den relativ geringen Trockenmasseerträgen.

1.4.2 Gasförmige Energieträger

Durch den mikrobiellen Abbau (Methanisierung) von organischer Substanz entsteht ein gasförmiger Energieträger (Biogas). Dieses auf biologischem Wege entstandene Biogas besteht zu rund zwei Drittel aus Methan (CH_4) und zu rund einem Drittel aus Kohlendioxid (CO_2) sowie aus diversen Spurengasen. Der Energiegehalt des Biogases hängt direkt mit dem Methangehalt zusammen. Ein Kubikmeter (m^3) Methan hat einen Energiegehalt von 9,97 kWh. Der Methangehalt hängt primär mit der chemischen Zusammensetzung des Substrates zusammen (Hartmann und Kaltschmitt 2002).

Abbildung 38 zeigt die den Berechnungen zugrunde liegenden Methanhektarerträge, welche sich aus den Faktoren Trockenmasseertrag und spezifische Methanausbeute je kg organischer Trockensubstanz (Nm^3 CH4/kg oTS) zusammensetzen.

Die Werte der spezifischen Methanausbeute beruhen auf ausführlichen Literaturrecherchen sowie auf Versuchsergebnissen der Landwirtschaftskammer Steiermark (Robier et al. 2007). Da die publizierten Werte in der Regel sehr verschieden sind, sollten diese keinesfalls ohne nähere Interpretation übernommen werden. Die spezifische Methanausbeute einzelner Energiepflanzen wird neben den Faktoren Trockenmassegehalt, Erntezeitpunkt, Standortbedingungen, chemische Zusammensetzung, Sortenwahl und technischen Einrichtungen von einer Reihe weiterer Faktoren bestimmt (siehe Abbildung 37).

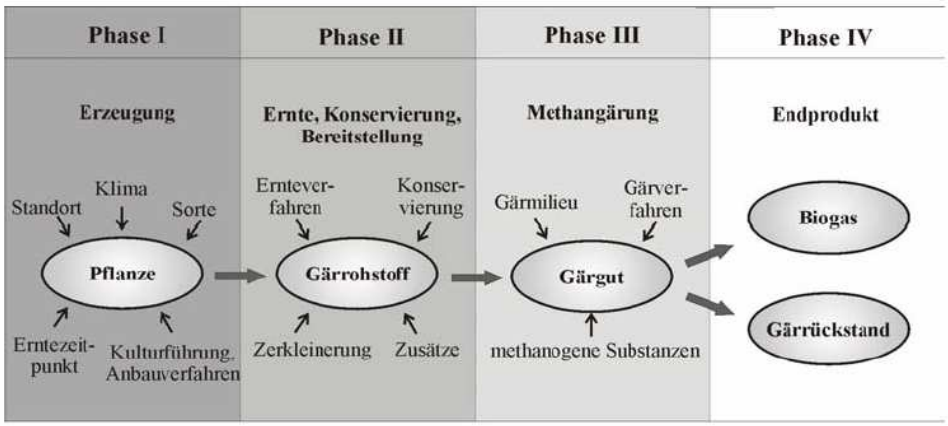


Abbildung 37 Einflussfaktoren auf die Qualität der Pflanzenbiomasse, des Gärstoffes und des Gärgutes bei der Nutzung von Energiepflanzen in der Biogaserzeugerkette (Amon 2005)

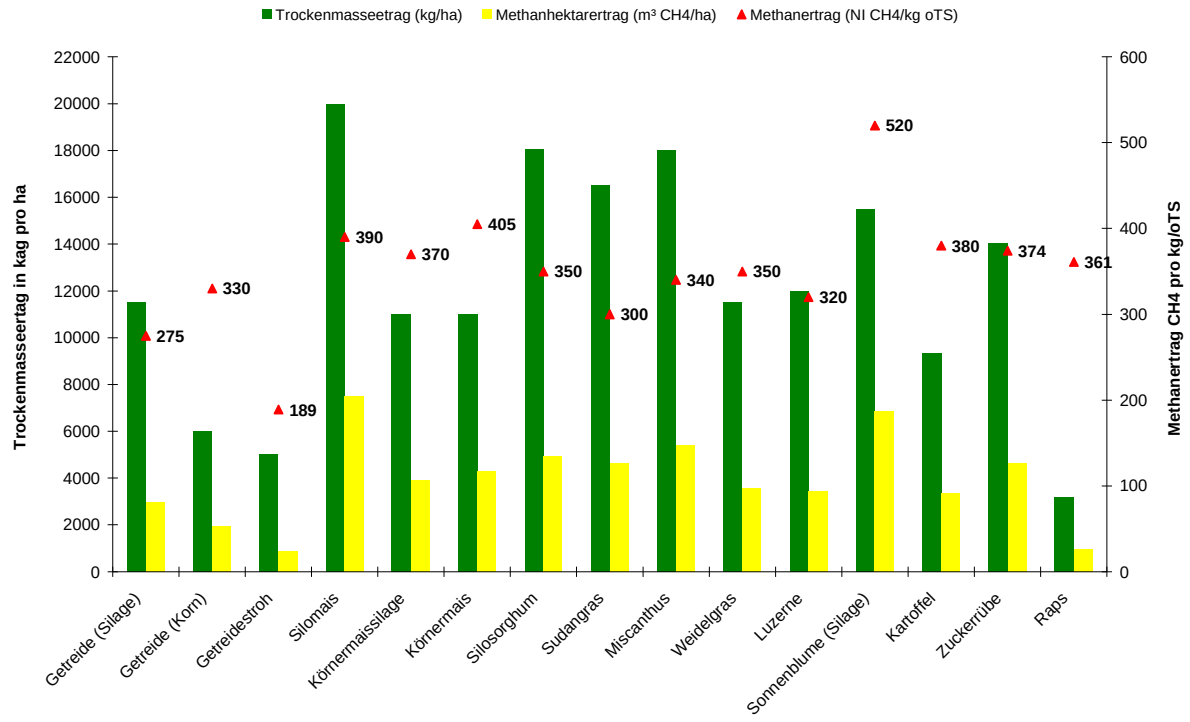


Abbildung 38 Methanhektarertrag in Abhängigkeit des Methan- und Trockenmasseertrags (Robier et al. 2007, Amon 2005, Amon et al. 2004; eigene Darstellung)

Das Gas kann durch eine Vielzahl unterschiedlicher Möglichkeiten energetisch genutzt werden. Die derzeitigen Forschungsaufgaben beschäftigen sich unter anderem mit dem Einsatz als Treibstoff in Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen sowie mit der Biogasaufbereitung und -einspeisung in das Erdgasnetz. In der Oststeiermark wird Biogas vorwiegend zur dezentralen gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung in Biogasanlagen genutzt, weswegen sich die nachfolgenden Rohstoffkosten auf diesen Einsatzbereich beziehen.

Abbildung 39 zeigt die Kosten je Kilowattstunde bezogen auf den Bruttoenergiegehalt des jeweiligen Rohstoffes. Die tatsächlichen Kosten der produzierten Nutzenergie werden vorwiegend durch den elektrischen und thermischen Wirkungsgrad bestimmt. Neben den Wirkungsgraden ist auch der viel diskutierte Abwärmenutzungsgrad von entscheidender Bedeutung. Je effizienter der Energiedienstleister die produzierte Energie nutzen kann, desto geringer sind die Rohstoffkosten je Einheit Nutzenergie.

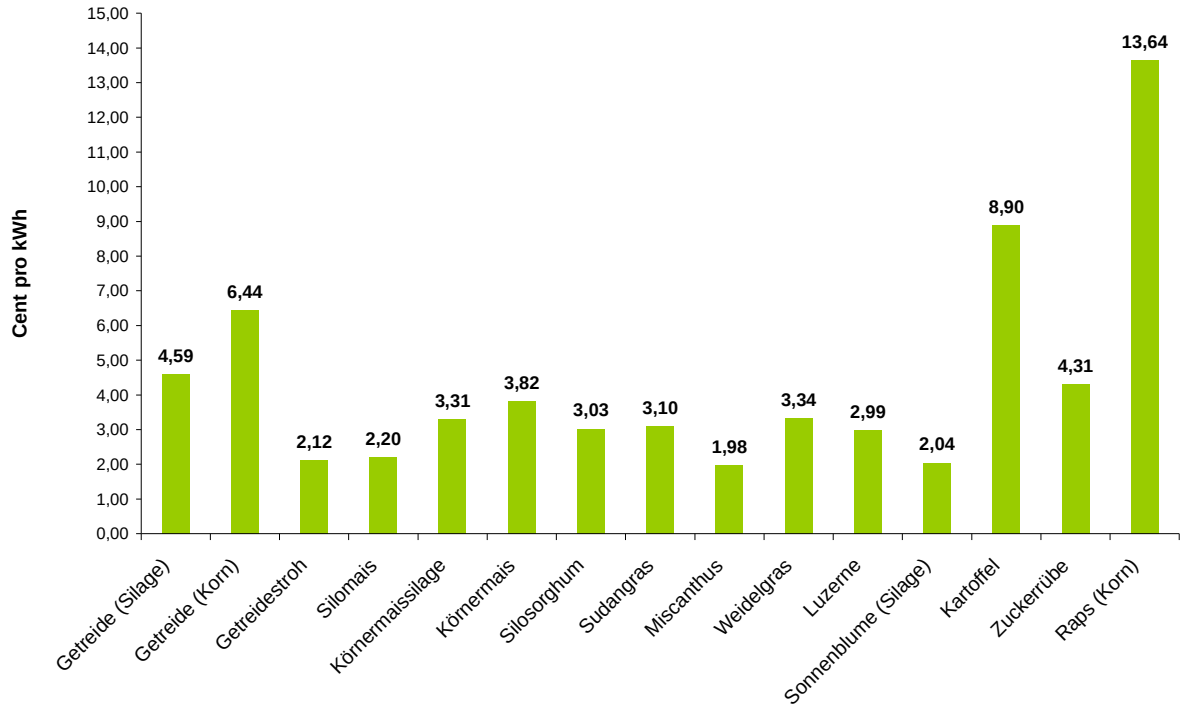


Abbildung 39 Kosten der Energiebereitstellung gasförmiger Energieträger (eigene Berechnung)

Vergleicht man Abbildung 38 und Abbildung 39 miteinander, wird deutlich, dass geringe Energiekosten nur bei entsprechend hohen Trockenmasseerträgen erreichbar sind. Silomais hat im Vergleich mit der Sonnenblumensilage einen geringeren spezifischen Methanertrag je ha, aber einen entsprechend höheren Biomasseertrag. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht scheint der Einsatz von Miscanthus, Sonnenblumensilage und Getreidestroh (Nebenprodukt) besonders lukrativ zu sein (siehe Abbildung 39), jedoch sind diese Kulturen aufgrund ihrer Gär-, Ernte- und Silageeigenschaften nicht ohne weiteres für den Einsatz in Biogasanlagen geeignet.

Das Problem der Sonnenblumensilage in Reinform ist derzeit die Ernte- und Silagetechnik. Der schwammige Kern des Stängels lässt sich nur sehr schwer verdichten, wodurch es zu Lufteinschlüssen in den groben Stängelteilen kommt (Mayer 2007). Diese fördern die Schimmelbildung und verschlechtern die Silagequalität. Der spezifische Gasertrag ist überzeugend, aber die Siliertechnik muss noch optimiert werden.

Silomais stellt, neben Silosorghum und Sudangras, aus betriebswirtschaftlicher und verwertungstechnischer Sicht die interessanteste Kultur zur Biogaserzeugung dar. Weidelgras und Luzerne erzielen ebenfalls hohe spezifische Methanerträge, allerdings wirken sich hier die Erntekosten bei vier Ernten pro Jahr negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Die trotzdem verhältnismäßig günstigen Energiekosten ergeben sich bei diesen Pflanzen durch die annuitätische Kostenverteilung auf einen Zeithorizont von zehn bzw. vier Jahren.

1.4.3 Flüssige Energieträger

Flüssige Energieträger (Pflanzenöl, Ethanol, Biodiesel, etc.) können auf Basis verschiedener Energiepflanzen produziert werden. Sie können als Brennstoff zur Wärme- und Stromerzeugung sowie als Treibstoff genutzt werden. Das Energieaufkommen ergibt sich aus dem Energiegehalt des Pflanzenöls nach der Ölextraktion. Der Energiegehalt je ha und Kultur wird durch den Trockenmasseertrag und dem spezifischen Ölgehalt bestimmt (siehe Tabelle 13) (Hartmann und Kaltschmitt 2002).

Tabelle 13 Ölgehälter verschiedener Kulturpflanzen (KTBL 2006; eigene Darstellung)

Kulturart	Ölgehalt in % je kg Ölsaat
Raps	38
Soja	22
Sonnenblume	50
Ölkürbis	50
Öllein	40

Zur Bestimmung des betriebswirtschaftlichen Energieträgerpotenzials wird neben dem angeführten Ölgehalt ein Heizwert von 9,94 kWh pro Kilogramm (35,8 MJ/kg) Pflanzenöl herangezogen. Der Heizwert des Pflanzenöls ist konstant und ändert sich nicht mit den jeweiligen Kulturarten (Hartmann und Kaltschmitt 2002).

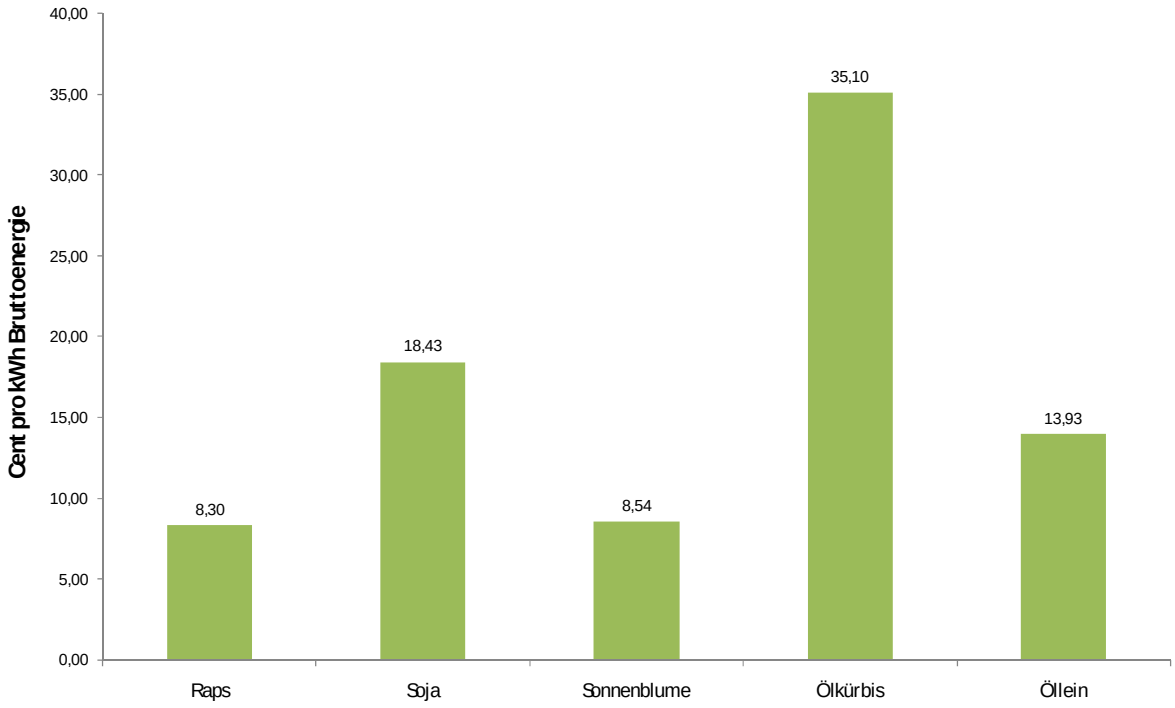


Abbildung 40 Kosten der Energiebereitstellung flüssiger Energieträger (eigene Berechnung)

Aufgrund der geringen durchschnittlichen Trockenmasseerträge ist die Pflanzenölproduktion generell sehr kostenintensiv. Verhältnismäßig geringe Kosten lassen sich nur mit Sonnenblumen und Raps erreichen (Abbildung 40). Eine in der Oststeiermark durchaus realistische Steigerung des Rapsertrags um 20 %, von 3,8 t auf 4,6 t pro ha, würde die Kosten je kWh um 17 % (6,86 Cent pro kWh) reduzieren. Bei der Sonnenblume würde eine 30 %-ige Ertragssteigerung die Kosten je kWh um 30 % reduzieren.

Die vieldiskutierte Reaktivierung längst vergessener Kulturen (z.B. Ölleinen, Öldistel, Saflor, Ölmohn) wird für die Pflanzenölgewinnung zur energetischen Verwertung wohl kaum eine Rolle spielen. Diese waren vom züchterischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte ausgeschlossen, wodurch die erzielbaren Trockenmasseerträge gering und die Energieträgerkosten hoch sind.

Der Ölkürbis erzielt den höchsten Betriebsgewinn, eignet sich jedoch mit einem durchschnittlichen Ertragsniveau von 800 kg je ha nicht für die energetische Verwertung.

1.5 Förderwesen der Landwirtschaft

Das Förderwesen der Landwirtschaft basiert auf drei großen Förderschienen, welche nachfolgend kurz zusammengefasst werden. Die Prämie für den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen bleibt hier unberücksichtigt, da die Annahme getroffen wird, dass die Stilllegungsverpflichtungen in den nächsten Jahren aufgehoben werden.

1.5.1 Einheitliche Betriebsprämie

Die Einheitliche Betriebsprämie (EBP) ist die neu entkoppelte Direktzahlung im Zuge der GAP-Reform (Gemeinsame Agrar Politik) mit dem Ziel, die Überschussproduktion in der Europäischen Union zu reduzieren. Sie ersetzt seit 2005 im Bereich der Marktordnungszahlungen (das sind z.B. Kulturpflanzenflächenzahlungen, Beihilfe für Körnerhülsenfrüchte, Tierprämie usw.) je nach Maßnahme teilweise oder vollständig das bis dahin gültige Fördersystem (AMA 2005). Die Einheitliche Betriebsprämie sichert den Landwirten ein Einkommen und beschert diesen einen wesentlich flexibleren Handlungsspielraum. So wird die Betriebsprämie z.B. auch dann ausbezahlt, wenn der Bauer anstatt Getreide nun Grünfutter anbaut, wofür früher keine Prämie gewährt wurde (BMLFUW 2003). Die Direktzahlungen sind des Weiteren an die Einhaltung von Umwelt-, Tierschutz und Qualitätsvorschriften gebunden, den so genanten *Cross Compliance Bestimmungen*. Eine Nichteinhaltung führt mitunter zum Verlust der Einheitlichen Betriebsprämie (AMA 2005).

Dieses System macht eine eindeutige Zuordnung von Fördergeldern zu einzelnen Kulturen unmöglich. Im Rahmen eines Expertengesprächs mit Herrn Ing. August Strasser von der Landwirtschaftskammer Steiermark wurde dennoch versucht, etwaige Förderungen für die verschiedenen Kulturpflanzen geltend zu machen. Es wurde ein Prämienbezug von € 327 pro ha bei allen Ackerkulturen außer Ölkürbis, Kartoffel und Topinambur unterstellt. Außerdem unberücksichtigt bleiben die Grünlandpflanzen Luzerne, Weidelgras und Rohrglanzgras.

Praktisch wäre aber durchaus der Bezug der Einheitlichen Betriebsprämie bei Weidelgras möglich, wenn dieses auf einer Fläche angepflanzt wird (z.B. Maisacker), für die ein Zahlungsanspruch besteht. Für Energieholz ist ein Bezug nur in Zusammenhang mit der Energiepflanzenprämie möglich.

1.5.2 ÖPUL

Das *Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL)* zielt darauf ab, Anreize für eine umweltfreundliche Landwirtschaft zu schaffen und dabei ein angemessenes Einkommen für die Bewirtschafter zu sichern. Das ÖPUL ist ein komplexes Programm mit einer Reihe von umweltschonenden Maßnahmen, die in eine Vielzahl von Teilmaßnahmen unterteilt werden können. Jeder Betrieb bestimmt individuell die Förderhöhe, indem er sich entscheidet, an welchen Maßnahmen bzw. Teilmaßnahmen er teilnehmen möchte (BMLFUW 2004).

Das Programm hat für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe der Oststeiermark eine untergeordnete Bedeutung. Eine Studie der BOKU Wien veranschaulicht, dass 56 % der steirischen Betriebe, welche 45 % der Fläche bewirtschaften, nicht am ÖPUL teilnehmen (siehe Abbildung 41). Die graphische Darstellung hebt auch hervor, dass die höchsten Nichtteilnehmerzahlen in der Oststeiermark, im Speziellen in den Bezirken Feldbach und Radkersburg zu finden sind (Darnhofer und Schneeberger 2004).

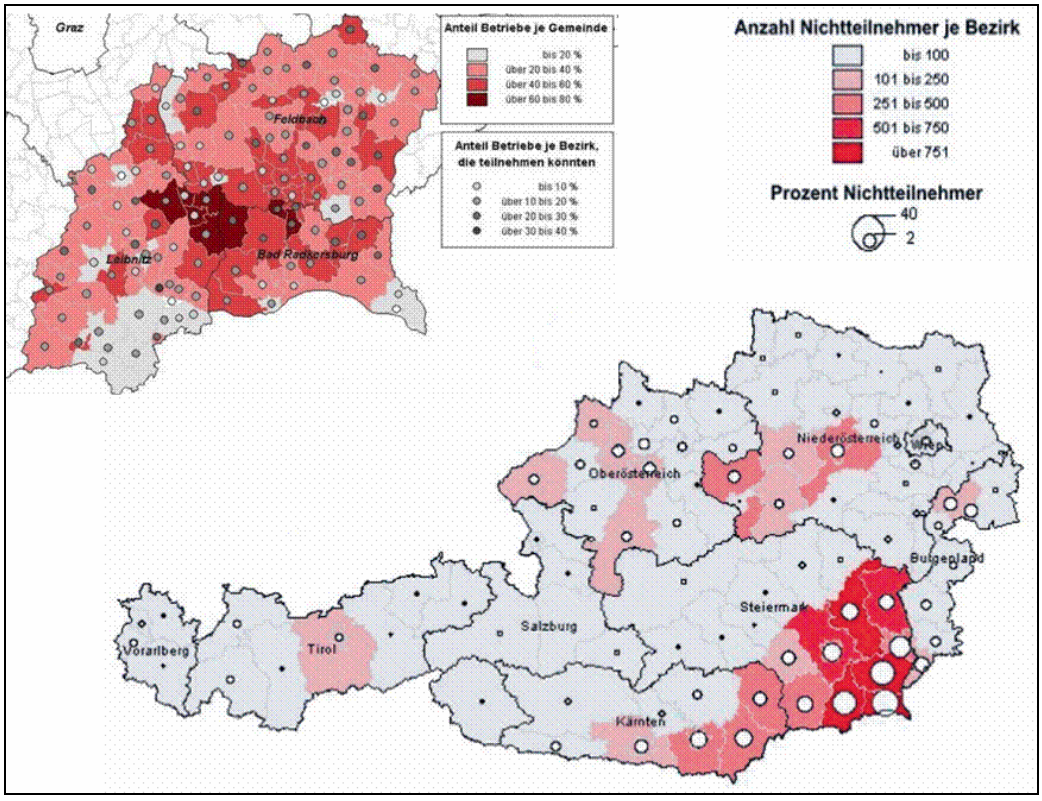


Abbildung 41 Regionale Verteilung der nicht am ÖPUL teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe (Darnhofer und Schneeberger 2004)

Die Gründe für die hohe Nichtteilnehmerzahl in der Oststeiermark sind vielfältig:

- Nichterreichen einer Betriebsmindestgröße von 0,5 ha
- extrem intensive Bewirtschaftungsform
  - zu hoher Tierbesatz
  - mehr als 75 % Anteil an Getreide und Mais an der Ackerfläche
- hoher bürokratischer Aufwand
- persönliche Einstellung
- langfristige Bindung

Die erneute, unsichere Zuordnungsproblematik sowie die untergeordnete Bedeutung für die Region Oststeiermark rechtfertigen somit eine Nichtberücksichtigung dieser Förderschiene in den Berechnungen.

1.5.3 Energiepflanzenprämie

Die Europäische Union gewährt im Zuge der GAP-Reform für den Anbau von Energiepflanzen eine Prämie in der Höhe von € 45 pro ha für eine garantierte Höchstfläche von 1,5 Millionen ha. Übersteigt die beantragte Fläche die europaweite Garantiehöchstfläche, wird die beantragte Prämie anteilsmäßig gekürzt. Als Energiepflanzen gelten Pflanzen, die zur Herstellung von Biokraftstoffen sowie elektrischer und thermischer Energie verwendet werden. Die Beantragung der Energiepflanzenprämie darf jedoch nicht auf stillgelegten Flächen erfolgen. Auf Stilllegungsflächen, welche begrifflich mit *nachwachsenden Rohstoffen* bebaut werden, gelten eigene Direktzahlungsregelungen und Bestimmungen (AMA 2007[b]).

Mit der Antragstellung auf Energiepflanzenprämie geht der Erzeuger (Prämienbegünstigte) auch eine Reihe von Verpflichtungen ein. Er verpflichtet sich unter anderem, einen Anbau- und Liefervertrag abzuschließen, die Beantragung im Mehrfachantrag auszuweisen sowie den gesamten Aufwuchs der beantragten Energiepflanzenfläche zur Erzeugung des im Vertrag genannten Endverwendungszwecks (z.B. Biogasanlage) abzuliefern. Unter bestimmten Bedingungen dürfen die erzeugten Rohstoffe auch selbst energetisch verwertet werden (z.B.: als Brennstoff zur Beheizung des eigenen landwirtschaftlichen Betriebes). Die Nichteinhaltung der vertraglichen Bedingungen kann bis zum Verlust der Einheitlichen Betriebsprämie führen (AMA 2007[a]).

2 Ökologische Aspekte der Energiepflanzenproduktion

Die ökologischen Auswirkungen der Energiepflanzenproduktion beschränken sich nicht nur auf die abiotischen (Bodenerosion, Bodenverdichtung, Verunreinigung von Gewässern) und biotischen Folgewirkungen (Gefährdung der Biodiversität), sondern beinhalten auch klimarelevante Aspekte. Im Vergleich zu fossilen Energieträgern wird der energetischen Nutzung von Biomasse zwar oftmals *CO_2-Neutralität* unterstellt, diese trifft jedoch nur bedingt zu, da vorgelagerte, produktionsbedingte Prozesse wie zum Beispiel die Kraftstoff-, Dünge- und Pflanzenschutzmittelproduktion nicht mitberücksichtigt werden. In diesem Kapitel werden die CO_2-Äquivalenten Emissionen der Kraftstoff-, Dünger- und Pflanzenschutzmittelproduktion sowie der Treibstoffverbrennung dargestellt. Dieser Ansatz erhebt keineswegs einen Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt aber sehr deutlich, dass die Energiepflanzenproduktion keineswegs CO_2-neutral ist. Nicht berücksichtigt wurden beispielsweise die Emissionen der Landmaschinenindustrie und des Pflanzenschutz- und Düngemitteltransportes.

2.1 Datengrundlage

Die Daten zur Berechnung der CO_2-Emissionen stammen aus GEMIS Österreich 4.0, welches vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wurde (Pölz 2007). GEMIS (Gesamt Emissions Modell Integrierter Systeme) ist ein computergestütztes Instrument, mit dem die Umweltauswirkungen von unterschiedlichen Energiesystemen einfach, präzise und vor allem umfassend berechnet und miteinander verglichen werden können. In die ökologische Bewertung der Energiepflanzenproduktion fließen die Faktoren Treibstoffverbrauch, Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteleinsatz ein. Der Treibstoffverbrauch wurde mit Hilfe der Richtwerte des österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) berechnet.

2.2 Treibstoffverbrauch

Abbildung 42 zeigt den produktionsbedingten Dieselverbrauch pro Hektar und Jahr. Der durchschnittliche Dieselverbrauch liegt bei 124 (ohne Trocknung) bzw. 162 (mit Trocknung) Litern pro Hektar und Jahr. Einen besonders günstigen Verbrauch kann bei den Kultur- bzw. Nutzungsarten Getreideganzpflanzen, Miscanthus und Kurzumtrieb (Weiden und Pappeln ungetrocknet) verzeichnet werden. Im Gegensatz dazu weisen Körnermais[5] und Kurzumtrieb (getrocknet) den größten Verbrauch auf. Eine biologische, naturnahe Bewirtschaftung würde den Dieselverbrauch erhöhen, da zusätzliche Bearbeitungsschritte zur Kulturpflege notwendig

[5] Für die Trocknung von einer Tonne Körnermais, von 30 % auf 15 % Feuchte, werden rund 22 Liter Diesel bzw. Heizöl benötigt. Neuere Konzepte (z.B. das Projekt KOMEOS der TU-Graz) beschäftigen sich daher mit der Nutzung von Restwärme aus Biogasanlagen für den Trocknungsprozess.

wären. Einsparungen lassen sich im Wesentlichen durch eine ökonomische und umweltschonende Fahrweise erzielen. Zudem kann eine gut durchdachte Fruchtfolge den Kulturpflegeaufwand reduzieren.

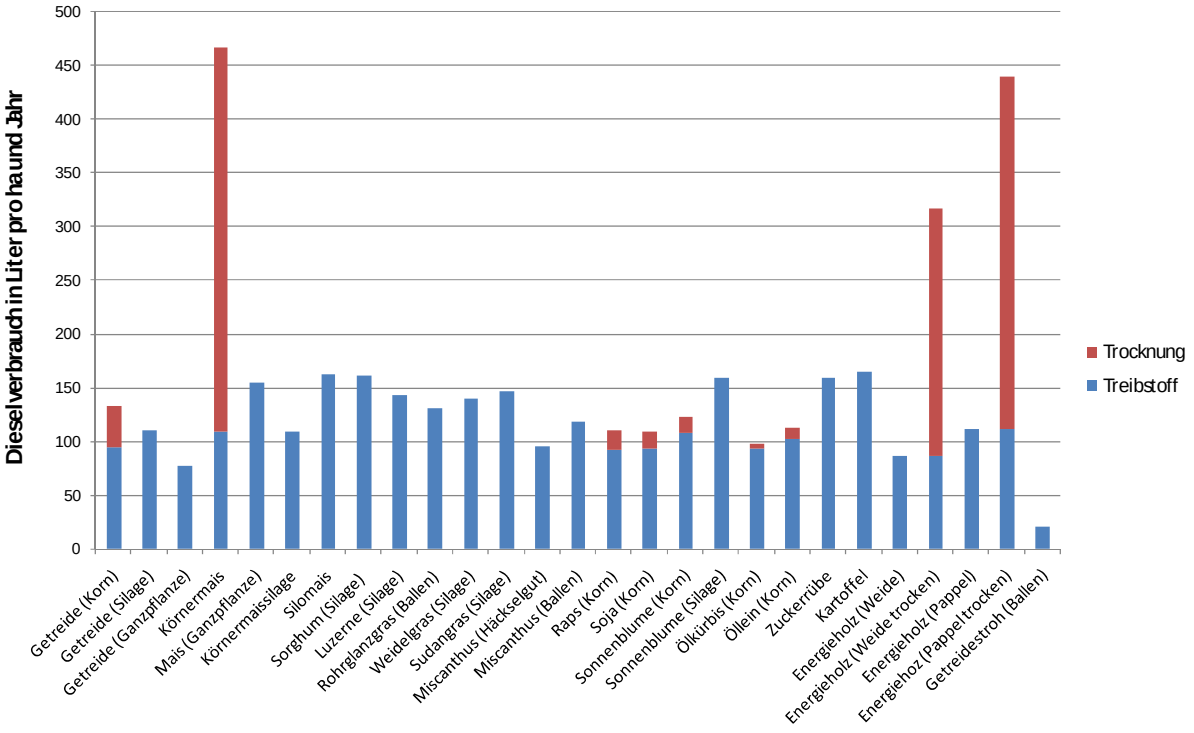


Abbildung 42 Treibstoffverbrauch der Energiepflanzenproduktion (eigene Darstellung)

2.2.1 Kohlendioxid (CO_2) Bilanz

Die größten CO_2 - Emissionen entstehen bei der Produktion von mineralischen Düngemitteln, weswegen Körner- und Silomais (hoher Stickstoffbedarf) mit den höchsten CO_2-Werten behaftet sind. Die in Abbildung 43 angegebenen Werte entsprechen aber nicht gänzlich der Realität, da den Berechnungen eine vollständige Mineraldüngung unterstellt wurde. In der Praxis wird hierfür auch organischer Dünger (z.B. Stallmist, Biogasgülle) verwendet, der im Wesentlichen als CO_2-neutrales Nebenprodukt anfällt (bei der Vergärung und Ausbringung der Gülle wird Methan freigesetzt). Lediglich deren Ausbringung verursacht zusätzliche CO_2-Emissionen (Treibstoffverbrauch bzw. -herstellung). Im Gegensatz zur Düngemittelproduktion entstehen bei der Pflanzenschutzmittelproduktion kaum CO_2-Emissionen. Nur die Kartoffel weist, im Vergleich zu den anderen Kulturen, einen sichtbar höheren Wert auf. Relativ geringe Emissionen verursachen die Kulturen Luzerne, Soja, Pappel und Weiden, was auf den verminderten Stickstoffbedarf zurückzuführen ist. Sofern die Trocknung von Kurzumtrieb mit Heizöl bzw. Diesel erfolgt, ist auch hier mit einem erheblichen CO_2-Ausstoß zu rechnen.

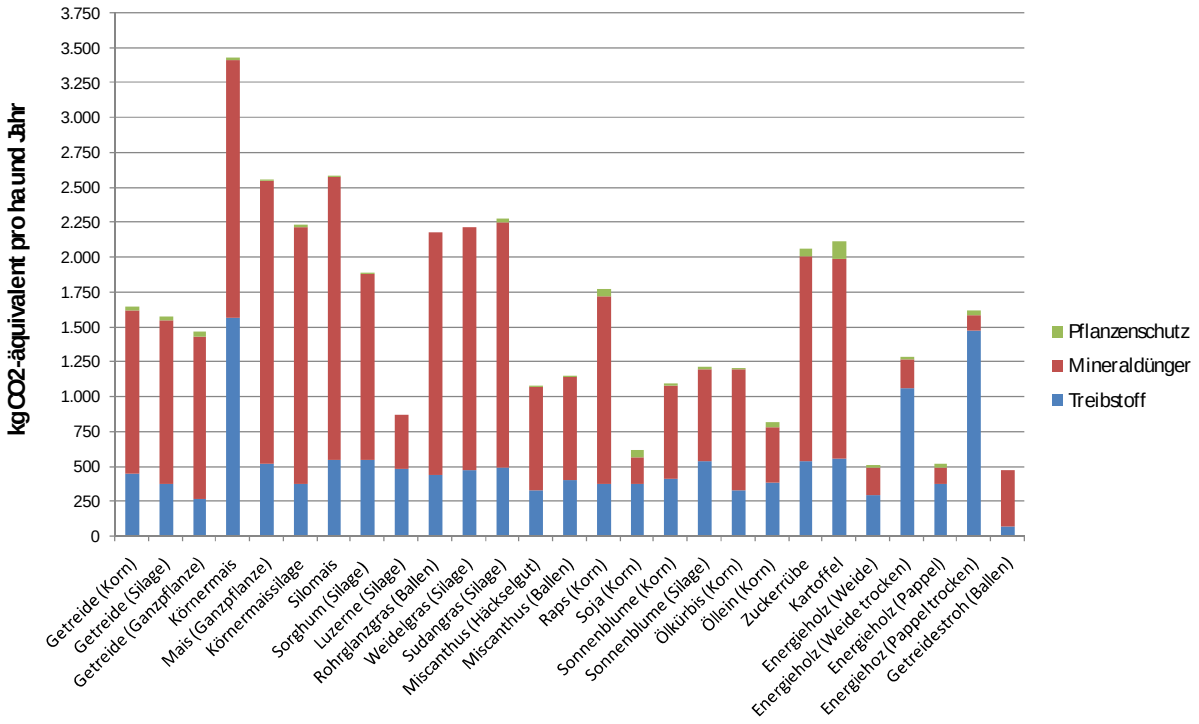


Abbildung 43 Kohlendioxidbilanz der Energiepflanzenproduktion (eigene Darstellung)

2.2.2 Energie-Input-Output-Verhältnis

Das Energie-Input-Output-Verhältnis (Energiebilanz) stellt einen wichtigen Beitrag für die energiewirtschaftliche Bewertung energetisch nutzbarer Biomasse dar. In Abbildung 44 wurden einige energetisch bewertbare direkte und indirekte Vorleistungen, wie z.B. Treibstoff-, Düngemittel- und Pflanzenschutzherstellung, in Relation zum energetischen Ertrag gesetzt. Als regenerative Energieträger kommen demnach bevorzugt jene Kulturen in Betracht, die ein möglichst hohes Energie-Input-Output-Verhältnis aufweisen. Die dargestellten Werte beziehen sich auf den Bruttoenergieertrag, d.h. je nach Nutzungsgrad, im Speziellen bei der Biogasproduktion, sinkt das angegebene Verhältnis.

Die höchsten Energie-Input-Output-Verhältnisse lassen sich mit der Produktion der mehrjährigen Kulturen Miscanthus und Kurzumtrieb erreichen. Ebenfalls gute Ergebnisse erzielen die Sonnenblumensilage und die Maisganzpflanze (zur thermischen Verwertung). Äußerst geringe Werte verzeichnen die kornartigen Kulturen sowie Rohrglanzgras und Weidelgras, infolge der geringen Trockenmasseerträge.

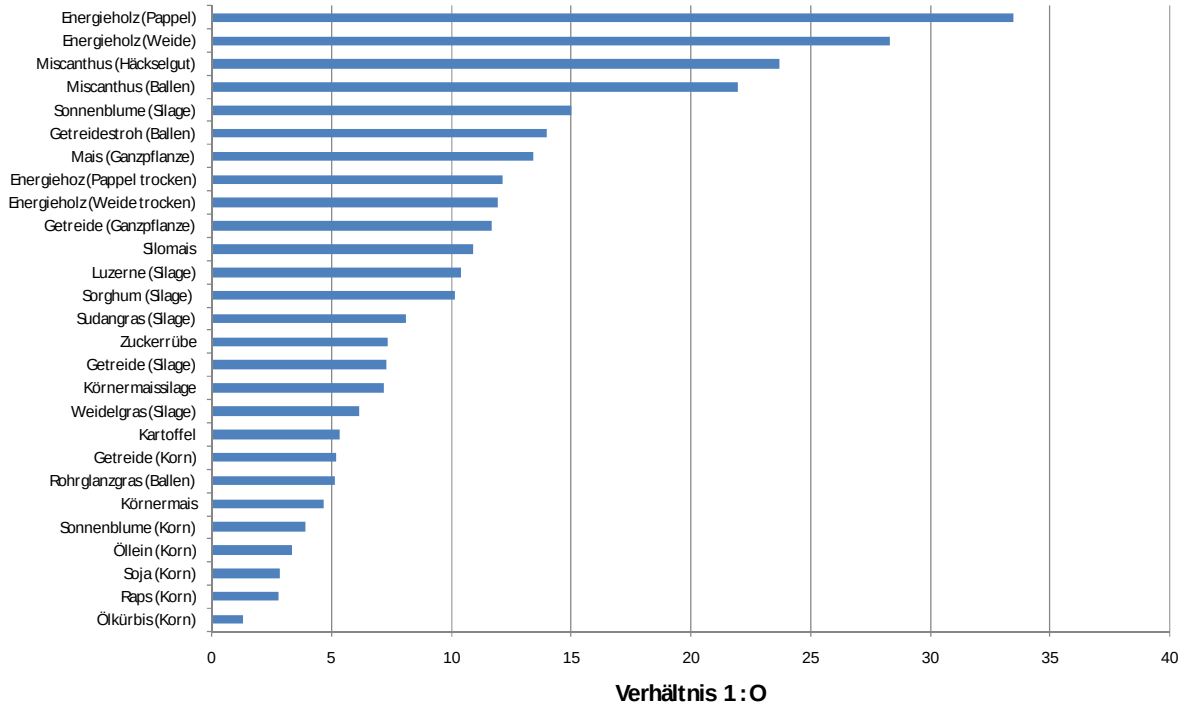


Abbildung 44 Energie-Input-Output-Verhältnis von Energiepflanzen (1:O…1:Output) (eigene Berechnungen)

Unter Miteinbeziehung der Wirkungsgrade lassen sich bei den Kulturen zur thermischen Verwertung (80 % Wirkungsgrad) keine Unterschiede erkennen, während bei den Kulturen zur Biogasproduktion deutlich Abschläge ersichtlich werden (siehe Abbildung 45). Bei einem schlechten Anlagennutzungsgrad (z.B. fehlendes Wärmenutzungskonzept) verringert sich das Energie-Input-Output-Verhältnis um mehr als die Hälfte. Der in Abbildung 45 dargestellte Nettoenergieertrag unterstellt eine ausschließliche Nutzung der elektrischen Energie (elektrischer Wirkungsgrad 38 %).

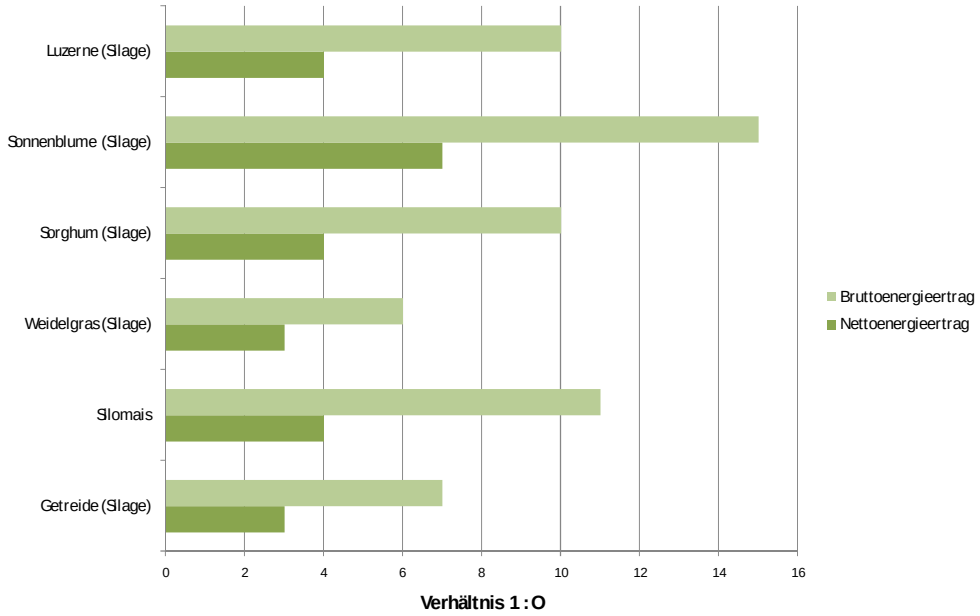


Abbildung 45 Energie-Input-Output-Verhältnis von Biogasanlagen in Abhängigkeit des Anlagennutzungsgrades (1:O…1:Output) (eigene Berechnungen)

2.3 Lösungsansätze der Landwirtschaft für eine ökologisch nachhaltigere Energiepflanzenproduktion

Monokulturen stellen nicht die einzigen verfügbaren Bewirtschaftungsformen dar. Es gibt eine Reihe weiterer innovativer Anbausysteme für die Energiepflanzenproduktion, welche sich durch hohe Flächenproduktivität und ökologische Verträglichkeit auszeichnen. In diesem Abschnitt werden nachfolgend einige Systeme[6] kritisch diskutiert.

2.3.1 Zweikultur-Nutzungskonzept

Bei diesem Konzept werden im Laufe eines Jahres zwei Kulturen auf derselben Fläche angebaut, die jeweils vor der Vollreife geerntet werden. Der vorgezogene Erntezeitpunkt erweist sich dahin gehend als sinnvoll, da in der letzten Phase des Pflanzenwachstums bis zur Vollreife der Substanzgewinn nur noch sehr gering bzw. teilweise negativ ist und die hohe Sonneneinstrahlung zu dieser Zeit effektiver von der Folgekultur genutzt werden kann. Der Grundgedanke dieses Konzeptes lässt sich wie folgt erklären (KTBL 2006):

[6] Anzumerken bleibt noch, dass die dargestellten Anbausysteme an die regionalen Gegebenheiten anzupassen und gegebenenfalls weiterzuentwickeln sind. Es gibt kein allgemein gültiges Anbausystem für alle Regionen. Die Etablierung derartiger regionalspezifischer Anbausysteme fordert weiterhin intensive Forschungstätigkeit und Bewusstseinsbildung. Es ist aber auch Aufgabe der Landwirte, experimentierfreudig auf ihren Betrieben solche Systeme zu entwickeln.

- Anbau einer Erstkultur im Herbst mit vorgezogener Ernte, gefolgt von einer an die standortbedingten Rahmenbedingungen angepassten Zweitkultur, die im Herbst geerntet wird.

- Ernte der Erst- und Zweitkultur mit dem Feldhäcksler und Konservierung mittels Silierung (siehe Abbildung 46 und Abbildung 47).

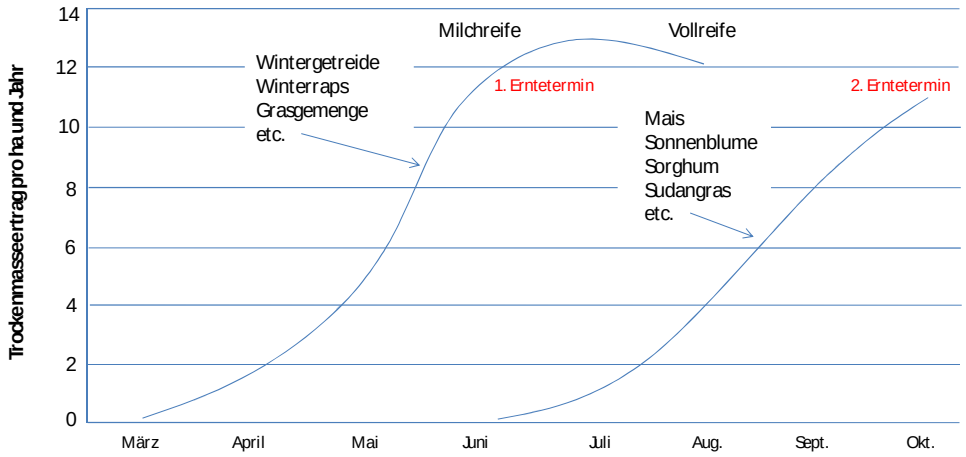


Abbildung 46 Funktionalität des Zweikultur-Nutzungskonzeptes (eigene Darstellung)

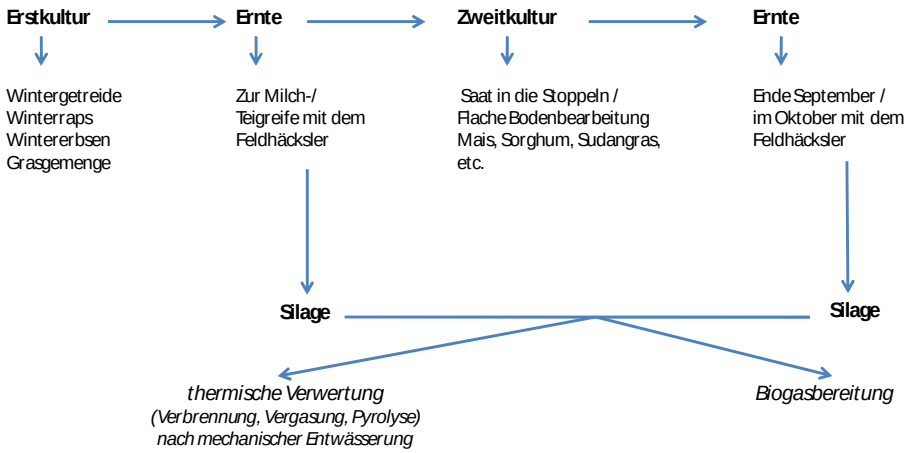


Abbildung 47 Prinzipzeichnung zum Aufbau und zur Bereitstellung von Biomasse nach dem Zweikultur-Nutzungskonzept für verschiedene Verwertungspfade (KTBL 2006)

Besonders Wintergetreide eignet sich als Erstkultur, da es durch sein intensives Wachstum im Frühjahr frühzeitig die generative Phase (hohe Erträge und TS-Gehalte nahe 30 %) erreicht. Prinzipiell kommt aber jede winterharte Kultur in Frage (z.B. Raps, Erbsen, Gräser, Leguminosen). Als Zweitkulturen eignen sich besonders Mais, Sonnenblume, Sorghum und Sudangras (KTBL 2006).

Durch die optimale Nutzung des gesamten Vegetationszeitraumes wird der Biomassegesamtertrag optimiert und die Bodenerosion verringert. Die ganzjährige Bodenbedeckung trägt außerdem zum Schutz des Trink- und Oberflächenwassers bei, indem es die Stickstoffauswaschung deutlich vermindert. Durch die Nutzung des gesamten Pflanzenbestandes (einschließlich der Unkräuter) werden die Pflanzenschutz- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen deutlich reduziert. Der vorgezogene Erntetermin, mit der Ernte aus dem Stand vor dem Samenfall der Unkräuter, verhindert zudem die extreme Ausbreitung von Unkräutern. Ferner besteht der Vorteil dieses Konzeptes in der Erhöhung der Artenvielfalt, da eine Vielfalt von Pflanzen zur Verfügung steht, die in Arten- und Sortenmischungen bei gleichzeitiger Nutzung von Wildpflanzen genutzt werden können (KTBL 2006, Schlegel et al. 2005).

Ökonomische Vorteile lassen sich aber nur auf Standorten mit ausreichender Bodengüte, Wasserspeicherkapazität und/oder gleichmäßiger Niederschlagsverteilung generieren.

2.3.2 Mischfruchtanbau

Unter Mischfruchtanbau versteht man das gleichzeitige Anbauen von bis zu fünf verschiedenen Kulturen oder einer Mischung aus Feldfrucht und bodenbedeckender Pflanze während einer längeren Periode auf dem gleichen Feld (siehe Tabelle 14). Ziel ist es, den (Energie)Input (z.B. Einsparung von Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Bodenlockerung) durch Synergieeffekte zu verringern. Es können beispielsweise Blattfrüchte mit Halmfrüchten, Tiefwurzler mit Flachwurzlern und Kulturen mit unterschiedlichen Nährstoffansprüchen miteinander kombiniert werden (Sattler 2006). Ziel dieser Anbaumethode ist die Erhaltung eines gesunden Bodens und der Aufbau einer Humusschicht, damit das natürliche Ökosystem im Boden wieder in Balance kommen kann (Birnstingel et al. 2007). Durch den Mischfruchtanbau sind aber keine Ertragssteigerungen zu erwarten (Nehring 2008).

Als kritischer Faktor für die Etablierung von Mischkulturen werden die unterschiedlichen Erntezeitpunkte der Kulturen angesehen. Sowohl für die Energie- als Futtermittelproduktion sind gleiche Reifezeitpunkte nötig. Die gleiche Abreife gewährleistet einen optimalen Trockensubstanzgehalt, welcher sich in einem hohen Methanertrag widerspiegelt. Als nachteilig hat sich auch die Schädlingsbekämpfung erwiesen. Treten trotzt Mischkultur Schaderreger auf, so ist die Beseitigung äußerst schwierig. Neben den erhöhten Anbaukosten, bei gleichen oder verminderten Erträgen, stellt die Mischkultur zudem höhere Anforderungen an die Bodengüte. Die größten Probleme bzw. Ungewissheiten beziehen sich aber auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen zum Anbau von Mischkulturen, die nur in sehr begrenzten Umfang vorhanden sind.

Tabelle 14 Kombinationsmöglichkeiten Mischfruchtanbau (KTBL 2006, 356)

Mischungspartner	Beschreibung
Roggen-Triticale-Weizen	Mischung zu gleichen Teilen; Kombination der geringen Krankheitsanfälligkeit des Roggens mit der hohen Ertragsleistung der Triticale und der guten Standfestigkeit des Weizens;
Roggen-Erbsen	Mischung aus 85 % Roggen und 15 % Erbsen; Einsparung von mineralischen Stickstoff durch den Leguminosenanteil möglich;
Mais-Sonnenblume	Mischung zu gleichen Teilen; höhere Energieerträge durch Ölanteil in der Sonnenblume; Begegnung des stark steigenden Maisflächenanteils;
Mais-Sorghum	Mischung zu gleichen Teilen; für warme Standorte mit ausreichender Wasserspeicherkapazität; zwei C4-Pflanzen mit hohen Ertragspotential;
Hanf-Wicke	Hohe Biomasseerträge; Schnitt zum Hülsenansatz der Wicke; Silierhilfe nötig;
Leindotter-Hafer-Erbsen	Praxisbeispiel: Leindotter als Energiepflanze zur Treibstofferzeugung; Hafer für die Tierfütterung; Erbse als Leguminose zur Stickstoffversorgung des Bodens;

2.3.3 Fruchtfolge

Unter dem Begriff Fruchtfolge versteht man die zeitliche Aufeinanderfolge (systematischer Wechsel) von Kulturpflanzen im Lauf der Jahre auf ein und demselben Feld (Berger et al. 1990). Diese Abfolge verschiedener Kulturen über ein oder mehrere Jahre ist ein wesentlicher Punkt einer ökologisch nachhaltigen Pflanzenproduktion (siehe Abbildung 48). Die verschiedenen Kulturen haben unterschiedliche Wachstumsansprüche. Durch einen ständigen Wechsel verschiedener Kulturpflanzen wird sichergestellt, dass die Ansprüche der abwechselnd angebauten Pflanzen aufeinander abgestimmt sind. Die Bodenfruchtbarkeit wird erhalten bzw. gefördert und Schädlinge und Beikräuter haben weniger Chancen sich auszubreiten (Berger et al. 1990, 217). Nachteilig wirkt, dass nicht jede Frucht optimal vermarktet werden kann und manche für den ökologisch nachhaltigen Anbau wichtige Kulturen nur bedingt energetisch verwertbar sind (z.B. Erbsen, Wicke). Insgesamt sind jene Kulturen zu bevorzugen, die kontinuierlich sichere und hohe Erträge garantieren, sich kostengünstig ernten und konservieren lassen, deren Anbauverfahren beherrscht werden und für die geeignete Techniken vorhanden sind.

Biogasssubstrat Kornnutzung

Fruchtfolge	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
FF 1	Sommergerste (GPS) / Ölrettich (SZF)	Mais (HF)	Wintertriticale (GPS)/ SZF Zuckerhirse	Winterweizen o. Winterroggen (Korn)
FF 2	Sudangras / Futterroggen (WZF)	Mais (ZF)	Wintertriticale (Korn)	Winterweizen o. Winterroggen (Korn)
FF 3	Mais / Futterroggen (WZF)	Sudangras (ZF)	Wintertriticale (GPS)/ SZF Wiedelgras	Winterweizen o. Winterroggen (Korn)
FF 4	Sommergerste / US Luzerne o. Kleegras	Luzerne oder Kleegras	Luzerne oder Kleegras	Winterweizen o. Winterroggen (Korn)
FF 5	Hafersorten-mischung (GPS)	Wintertriticale (GPS)	Winterraps (Korn)	Winterweizen o. Winterroggen (Korn)

Abbildung 48 Beispielhafte Darstellung von Fruchtfolgen für Biogasanlagen (SZF…Sommerzwischenfrucht, WZF…Winterzwischenfrucht, GPS…Ganzpflanzensilage; HF…Hauptfrucht; Nehring 2008)

2.3.4 Low-Input – Low-Output Strategie

Die Bewirtschaftung auf ertragsarmen Standorten rechnet sich bisher nur auf Grund hoher flächenbezogener Prämienzahlungen der EU. Durch die zu erwartenden Prämienkürzungen bzw. -streichungen, wird die Bewirtschaftung ertragsarmer Standorte in Zukunft vorrausichtlich nicht mehr wirtschaftlich sein. Der Energiepflanzenanbau nach der *Low-Input – Low-Output Strategie* könnte ein Alternative darstellen, um derartige Flächen auch weiterhin rentabel bewirtschaften zu können (Rode et al. 2005). Die genannte Strategie beruht auf der extensiven Bewirtschaftung von ein- oder mehrjährigen Energiepflanzen, wobei der Stoffeinsatz (z.B. durch die Einsparung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) für die angebauten Kulturen auf eine Minimum reduziert werden soll (Low-Input). Insbesondere durch den Einsatz mehrjähriger Kulturen erhofft man sich zusätzliche Einsparungen durch den verringerten Arbeitsaufwand für Bodenbearbeitung und Saatgutausbreitung. Bei der Ernte geht man aber gleichzeitig von niedrigeren Erträgen aus (Low-Input). Insgesamt soll die Produktion aber wirtschaftlich nachhaltig sein (Rode et al. 2005).

Der Ansatz eines verminderten Betriebsmitteleinsatzes auf ertragsarmen Standorten befindet sich erst in der Entwicklungsphase. Es müssen erst Kulturen gezüchtet werden, welche für diese Bewirtschaftungsform in Frage kommen.

2.3.5 Gentechnik und Züchtungsfortschritt

Die Energiepflanzenzüchtung macht durch züchterische Anpassung und Steigerung der Energieleistung bislang flächenmäßig unbedeutende Pflanzen anbauwürdig. Sie ist außerdem in der Lage die Energiepflanzen an die ökologischeren Wirtschaftsweisen zu adaptieren (Mischkultur), was zu einer Erhöhung der Biodiversität beiträgt. Aber auch dem Zuchtfortschritt sind natürliche Grenzen gesetzt. Zur Überwindung dieser natürlichen Grenzen kann die Gentechnik verhelfen.

Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen als Lösungsansatz für eine ökologisch nachhaltigere Energiepflanzenproduktion ist derzeit höchst umstritten, dennoch kann er auch einige Vorteile mit sich bringen. Die Verbreitung gentechnisch veränderter Pflanzen bietet vor allem für die Energieproduktion große Möglichkeiten. Die neu entwickelten Sorten bringen auch bei wechselnden klimatischen Bedingungen sichere Erträge und sind gleichzeitig weniger anfällig gegenüber Schädlingen oder Krankheiten. Eine gezielte Veränderung von Inhaltsstoffen könnte die energetische Verwertung begünstigen. Ein weiterer Aspekt, neben der Optimierung von Inhaltsstoffen (Qualität), ist die gezielte Züchtung von Energiepflanzen mit einem hohen Biomasseertrag (Quantität).

Trotz der genannten Vorteil ist der Einsatz der Gentechnik nicht unproblematisch: Kurzfristig gesehen können mit der Gentechnik einige Probleme gelöst werden, die langfristigen ökologischen Auswirkungen sind jedoch unbekannt.

2.3.6 Agroforstsysteme

Die Agroforstwirtschaft ist eine besondere Form der Mischkultur, bei der mehrjährige Gehölze (z.B. Bäume, Kurzumtrieb, Sträucher) mit landwirtschaftlichen Nutzpflanzen auf derselben Fläche angepflanzt werden. Als Gehölze eignen sich neben Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb (energetische Verwertung) auch Werthölzer wie beispielsweise Walnuss- oder Kirschbäume (industrielle Verwertung). In derartigen Systemen können seltene und wertvolle Lichtbaumarten (z.B. Lärche, Kiefer, Pappeln, Eiche) herangezogen werden, die im Wald normalerweise unterdrückt werden (FNR 2007).

Neben ökonomischen bieten Agroforstsysteme auch potenzielle ökologische Vorteile, wie Erosionsschutz und eine erhöhte Biodiversität. Durch den Windschutz und die zeitweilige Beschattung kann in trockenen Sommermonaten der Wasserbedarf der Pflanzen gesenkt werden, und so unter Umständen der Ertrag gesteigert werden (FNR 2007). Weiteres bleibt die Nutzungsflexibilität erhalten, da je nach Pflanzenverband der größte Flächenanteil landwirtschaftlich genutzt werden kann.

Dieses System befindet sich noch in der Versuchsphase, wodurch eine praxistaugliche Bewertung in Hinblick auf die zu erwartenden ökonomischen und ökologischen Effekte derzeit nicht gegeben ist. Durch den steigenden Holzbedarf würden sich generell Kurzumtriebswälder als Mischungspartner eignen. Für die Region Oststeiermark wäre eine Mischung von Pappel und Mais bzw. Grünland durchaus untersuchungsrelevant.

2.4 Gesamtbewertung der Energiepflanzenproduktion

Die Bewertung der Energiepflanzenproduktion erfolgt anhand von ökonomischen, technischen und ökologischen Kriterien, welche bereits in den vorangegangenen Kapiteln diskutiert wurden, sodass an dieser Stelle auf eine ausführliche Erklärung verzichtet wird. Die ökonomischen Aspekte beziehen sich speziell auf die Region Oststeiermark und können daher nicht ohne weiteres auf andere Regionen transferiert werden. Unabhängig von regionalen

Gegebenheiten können die technischen und ökologischen Aspekte gesehen werden. Die Bewertung erfolgt bewusst mit einem einfachen, dreistufigen Verfahren (hoch, mittel, niedrig), da die Abgrenzung in der Praxis (aufgrund der verschiedenen standortspezifischen Faktoren) oft sehr schwierig ist. Abbildung 49 vermittelt lediglich einen Gesamteindruck und zeigt, dass eine Bewertung nach rein ökonomischen Aspekten als nicht sinnvoll bzw. als nicht nachhaltig zu erachten ist.

Getreide

Die Produktion von Getreide zur energetischen Verwertung scheint weder ökonomische noch ökologische Vorteile mit sich zu bringen. Gegen die thermische Verwertung spricht viel weniger der niedrige Gesamthektarertrag als die schlechte chemische Grundzusammensetzung (Chlorgehalt). Auch die Energieträgerkosten zu Herstellkosten je kWh sind negativ zu bewerten. Die Diskussionen und Initiativen zur thermischen Verwertung beruhen ausschließlich auf den bis dato niedrigen Marktpreisen von Getreide.

Die Verwertung der Getreideganzpflanze (Silage) zur gasförmigen Verwertung kann bei den Energieträgerkosten, infolge des niedrigen Gesamtertrags, nicht überzeugen. Trotzdem leistet der Rohstoff einen positiven Beitrag zum Gärprozess, sowie zur Aufrechterhaltung der notwendigen Fruchtfolge. Als Fruchtfolgekultur, zur Unterbindung von Maismonokulturen, kann Getreide die Bodenerosion mindern und zum Humusaufbau beitragen.

Mais

Der Mais (Ganzpflanze) konnte sich trotz der guten ökonomischen Kriterien im Bereich der thermischen Nutzung nicht durchsetzten. Die chemische Zusammensetzung und die unausgereifte Erntetechnik bereiten der energetischen Verwertung Probleme.

Silomais eignet sich optimal für die energetische Verwertung in Biogasanlagen. Der Rohstoff verfügt nicht nur über ausgezeichnete ökonomische Kriterien, sondern besitzt auch beste Gäreigenschaften (hoher NH_4-Ertrag). Aufgrund des hohen Gesamthektarertrages lassen sich mit Silomais geringe Kosten je kWh erzielen. Der Rohstoff ist zudem leicht konservierbar. Die hervorragenden ökonomischen und technischen Kriterien werden jedoch von den ökologischen Begleiterscheinungen überschattet. Der Maisanbau (speziell Silomais) trägt wesentlich zur Bodenerosion und Bodenverdichtung bei. Er weist zudem eine negative Humusbilanz auf, wodurch die Funktion des Humus als Kohlenstoffsenke unterbunden wird. Dadurch wird zusätzliches CO_2 an die Atmosphäre abgegeben. Ähnliches gilt für die Kulturen Sorghum und Sudangras.

Sonnenblume (Silage)

Auch bei der Sonnenblume (Silage) sind die ökonomischen Kriterien positiv zu bewerten. Sie verfügt über das höchste Methanbildungsvermögen (CH_4 pro kg oTS) aller erwähnten Kulturen und weist zudem nicht unerhebliche Gesamthektarerträge auf. In Hinblick auf die ökologischen Kriterien gilt (infolge des späten Reihenschlusses) ähnliches wie bei Silomais.

Größtes Problem bei der Verwertung von Sonnenblumensilage stellt jedoch die Konservierung dar. Der schwammige Kern lässt sich nur schwer verdichten, wodurch es zu Lufteinschlüssen und Schimmelbildung kommt.

Gräser: Luzerne, Weidelgras, Rohrglanzgras

Die Kulturen Luzerne und Weidelgras sind hinsichtlich ökonomischer Kriterien negativ zu bewerten. Gräser und Dauergrünland stellen unabhängig von deren Einsatzgebiet eine teure Rohstoffbasis dar (z.B. Biogasanlage, Bioraffinerie). Das aufwendige Ernteverfahren steht in keinem Verhältnis zum niedrigen Ertragsniveau. Die Ernte erfolgt je nach Witterungsbedingungen drei- bis viermal pro Jahr (im Vergleich: Silomais erzielt mit einer einmaligen Ernte den doppelten Gesamthektarertrag). Die Luzerne bringt jedoch den Vorteil mit sich, dass auf eine mineralische Stickstoffdüngung verzichtet werden kann. Aus diesem Grund ist sie hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Kriterien bevorzugt zu bewerten. Die unterlassene Stickstoffdüngung wirkt sich besonders positiv auf die Kohlendioxid-Bilanz aus.

Rohrglanzgras wird hingegen nur einmal jährlich geerntet und der thermischen Verwertung zugeführt. In dieser Bewirtschaftungsweise kommt die Idee der *low-input – low-output* Kultur zum Tragen. Aufgrund der geringen Bewirtschaftungskosten ist die Kultur hinsichtlich der ökonomischen Kriterien als durchaus positiv zu bewerten. Probleme ergeben sich jedoch bei der energetischen Verwertung aufgrund der chemischen Rohstoffzusammensetzung.

Gräser haben aber eine äußerst positive Wirkung auf die Bodenbeschaffenheit. Ihre ganzjährige Bedeckung verhindert die Bodenerosion. Des Weiteren tragen sie als einige von wenigen Kulturen zum Humusaufbau bei und leisten damit indirekt einen wertvollen Beitrag zur CO_2-Reduktion. Die Kohlendioxid-Bilanz spiegelt diesen Sachverhalt nicht eindeutig wieder, da derartige Effekte nicht berücksichtigt wurden. Weidelgras und Rohrglanzgras weisen im Gegensatz zur Luzerne eine schlechtere CO_2-Bilanz auf, da diese Kulturen eine ausreichende Stickstoffversorgung benötigen.

Miscanthus, Kurzumtrieb

Diese Kulturen werden zu Recht als Low-Input Kulturen bezeichnet. Sie überzeugen nicht nur hinsichtlich ökonomischer Kriterien sondern auch durch ihr positives Energie-Input-Output Verhältnis. Gleichzeitig tragen sie zur Erhöhung der Bodenqualität bei. Bei der thermischen Verwertung von Miscanthus bereitet die geringe Schüttdichte des Häckselmaterials Probleme (hohe Transport- und Lagerkosten), während bei Kurzumtrieb der hohe Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte für erhöhte Trocknungskosten sorgt (näheres siehe Kapitel D 2.3).

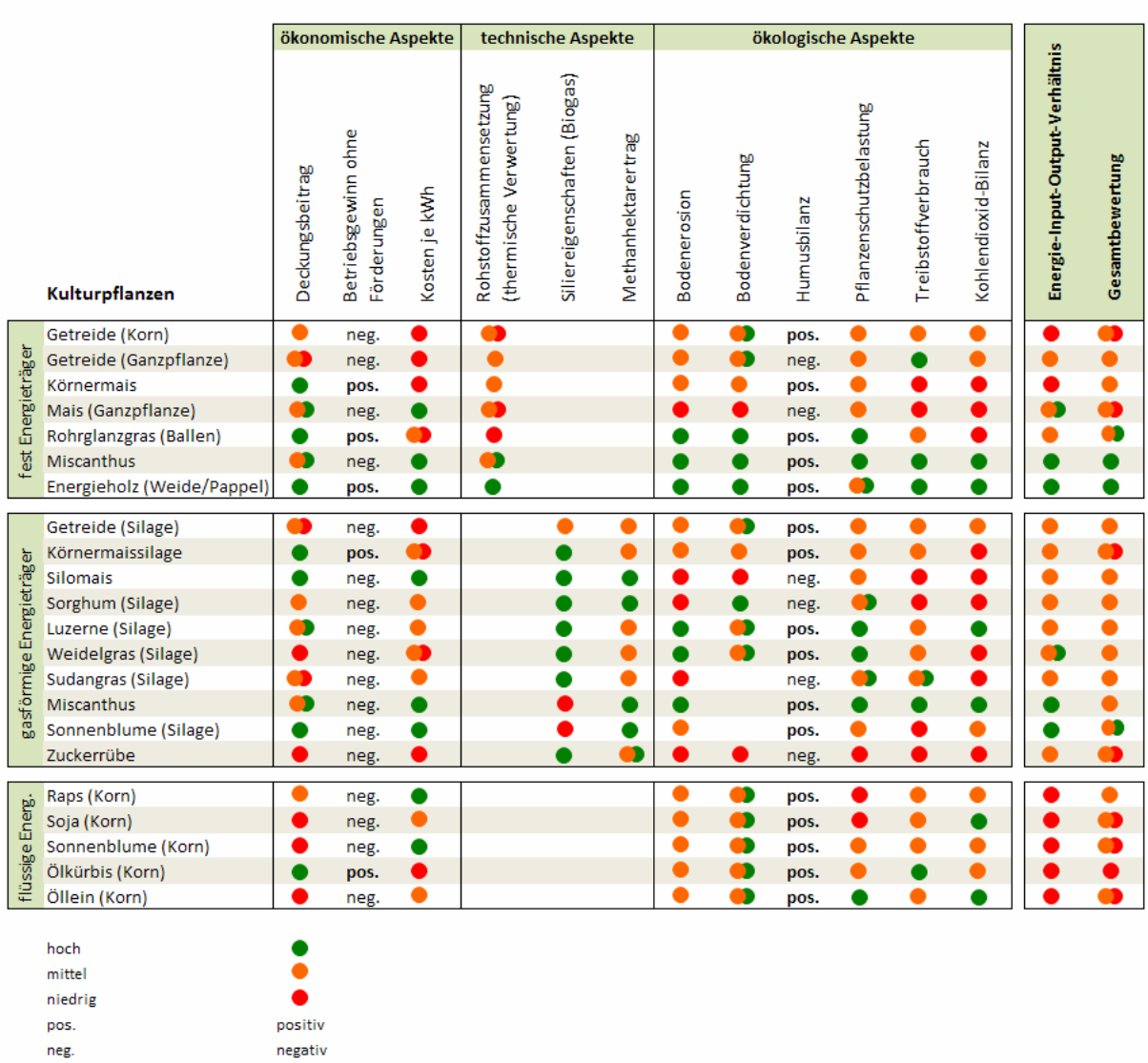


Abbildung 49 Ökonomische und ökologische Bewertung der Energiepflanzenproduktion (eigene Darstellung)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Kulturen mit hohen Gesamthektarerträgen hinsichtlich der ökonomischen Kriterien überzeugen, jedoch im Bereich der ökologischen Kriterien überwiegend als negativ zu bewerten sind. Deswegen gilt es einen ausgewogenen Energiepflanzenmix zu finden, welcher die ökonomischen, technischen und ökologischen Kriterien bestmöglich erfüllt. Lediglich ein entsprechender Energiepflanzenmix ermöglicht eine langfristig ökonomisch und ökologisch tragbare Energiepflanzenproduktion.

3 Ökonomische Analyse der Produktion forstwirtschaftlicher Energieträger

Auch wenn der Waldanteil etwas geringer ist als in den üblichen Teilen der Steiermark, spielt die Forstswirtschaft in der Oststeiermark eine wichtige Rolle. In diesem Kapitel erfolgt eine nähere Analyse der Bereitstellungskosten von Hackgut, welches neben Stückholz den derzeit wichtigsten Biomasse-Energieträger darstellt. Im Gegensatz zu Stückholz steigt der Bedarf an Hackgut aufgrund des anhaltenden Booms bei Hackschnitzelheizungen, -heizwerken und KWK-Anlagen stark an, weshalb die folgende Analyse auf Hackgut fokussiert ist.

Die Struktur der Forstwirtschaft unterscheidet sich grundsätzlich zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teil der Untersuchungsregion Oststeiermark, wie Tabelle 15 illustriert. Die höher gelegenen Bezirke Weiz und Hartberg weisen im Vergleich zu den Bezirken Feldbach, Fürstenfeld und Radkersburg einen höheren Waldanteil sowie einen deutlich höheren Nadelwaldanteil aus. Besonders auffällig im Vergleich zum übrigen Bundes- und Landesgebiet ist in allen Bezirken der überdurchschnittlich hohe Kleinwaldanteil, was auf kleinstrukturierte Besitzverhältnisse, besonders in den Bezirken Feldbach, Fürstenfeld und Radkersburg, schließen lässt.

Tabelle 15 Waldanteil, Baumarten und Eigentumsarten in der Oststeiermark (BFW 2002)

Region	Waldfläche (Waldanteil an Gesamtfläche)	Anteil Nadelholz am Gesamt-bestand	Anteil Kleinwald (<200 ha) an der Gesamtfläche
Weiz	58.500 ha (54,7 %)	78,6 %	83,4 %
Hartberg/Fürstenfeld	59.000 ha (48,4 %)	71,4 %	92,1 %
Feldbach	27.300 ha (37,5 %)	42,2 %	100,0 %
Leibnitz/Radkersburg	41.800 ha (41,8 %)	44,9 %	95,2 %
Steiermark	994.000 ha (60,7 %)	75,5 %	52,8 %
Österreich	3.960.000 ha (47,2 %)	66,9 %	53,8 %

Die geringen Flächengrößen in der Oststeiermark haben unmittelbare Auswirkungen auf die Waldnutzung. Im Kleinprivatwald wird der jährliche Zuwachs deutlich weniger genutzt als in Forstbetrieben mit Flächengrößen von über 200 ha. Einerseits erschweren die geringen Größen den Einsatz mechanisierter Ernteverfahren, andererseits ist für die einzelnen Betriebe der Einsatz moderner Logistiksysteme, mit denen der Holzeinschlag und der anschließende Verkauf optimal koordiniert werden können, nicht möglich. Diese Defizite können jedoch durch Zusammenschlüsse zu Waldbewirtschaftungsgemeinschaften behoben werden (Hirschberger 2006).

3.1 Methodik und Datengrundlage

Für die Hackgutproduktion kommen prinzipiell Energierohholz und Schlagrücklass sowie Hölzer aus Niederwäldern und Kurzumtriebsflächen in Frage (Kanzian et al. 2006[a]). Abbildung 50 illustriert die vielfältigen forstwirtschaftlichen Bereitstellungsketten von Waldhackgut je nach Hackort und eingesetztem Verfahren.

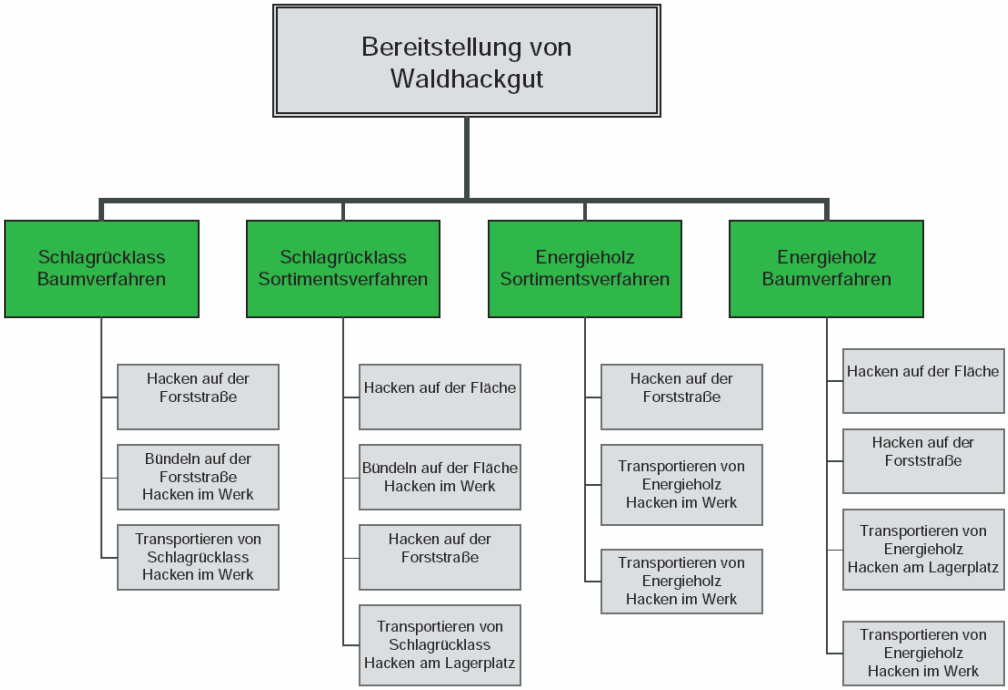


Abbildung 50 Verfahren zur Bereitstellung von Waldhackgut (Kanzian et al. 2006[b], S 10)

Die Ermittlung der Kosten der Hackgutproduktion unterscheidet sich von den Methoden, welche für die Kalkulation der Produktionskosten landwirtschaftlicher Energiepflanzen verwendet werden (siehe Kapitel D 1). Bei der Nutzung von Schlagrücklass handelt es sich um ein Kuppelprodukt, welches bei der konventionellen Holzernte anfällt. Durchforstungsrückstände entstehen bei der Durchführung ohnedies notwendiger Pflegemaßnahmen, um eine Sicherung der Qualität des Bestandes zu garantieren. Bei der Berechnung der Kosten der Energieholzproduktion werden daher nur jene Kosten berücksichtigt, welche durch die Bringung, Verarbeitung und den Transport des Energieholzes entstehen. Nicht berücksichtigt werden beispielsweise Landnutzungskosten (im Vergleich zum Pachtansatz in der landwirtschaftlichen Vollkostenrechnung).

3.2 Kosten ohne Berücksichtigung von Förderungen

Die in Tabelle 16 dargestellten Kosten der Hackguterzeugung beziehen sich auf zwei übliche Verfahren der Hackguterzeugung mit unterschiedlichem Mechanisierungsgrad. Die Kosten der Prozesse, sowie die Kostenpositionen der einzelnen Maschinentypen (Treibstoff, Abschreibung, Löhne etc.) wurden von Prof. Stampfer vom Institut für Forsttechnik der

Universität für Bodenkultur Wien zusammengestellt. Die Berechnungen erfolgten unter der Annahme einer durchschnittlichen Transportdistanz von 20 Kilometer und einer Schüttdichte des waldfrischen Hackgutes (w = 55 %) von 350 kg/Srm.

Tabelle 16 Kosten der Hackguterzeugung bei teilmechanisierten bzw. vollmechanisierten Arbeitsverfahren (Stampfer 2007)

Prozess	**teilmechanisiert**		**vollmechanisiert**	
	Maschine	*Kosten (€/Srm)*	*Maschine*	*Kosten (€/Srm)*
Fällen	Motorsäge	4,50	Harvester	4,00
Rücken	Traktor/Anhänger	4,80	Forwarder	3,00
Hacken	Hacker auf LKW	2,50	Hacker auf LKW	2,50
Transportieren	Traktor/Anhänger	3,00	Schüttgut LKW	2,50
Gesamt		**14,80**		**12,00**

Die in Tabelle 16 dargestellten Berechnungen weisen für die vollmechanisierten Arbeitsverfahren um etwa 20 % günstigere Kosten als beim teilmechanisierten Verfahren aus, wobei sich die Differenz im Wesentlichen aus den höheren Rückekosten durch den Einsatz eines Forwarders im Vergleich zu einem Traktor ergibt. Es sei an dieser Stelle nochmals betont, dass die Kosten in der Praxis je nach örtlichen Gegebenheiten und der Effizienz der Maschinennutzung (Produktivität, Ladezeiten, Wartezeiten etc.) stark von den ausgewiesenen Werten abweichen können.

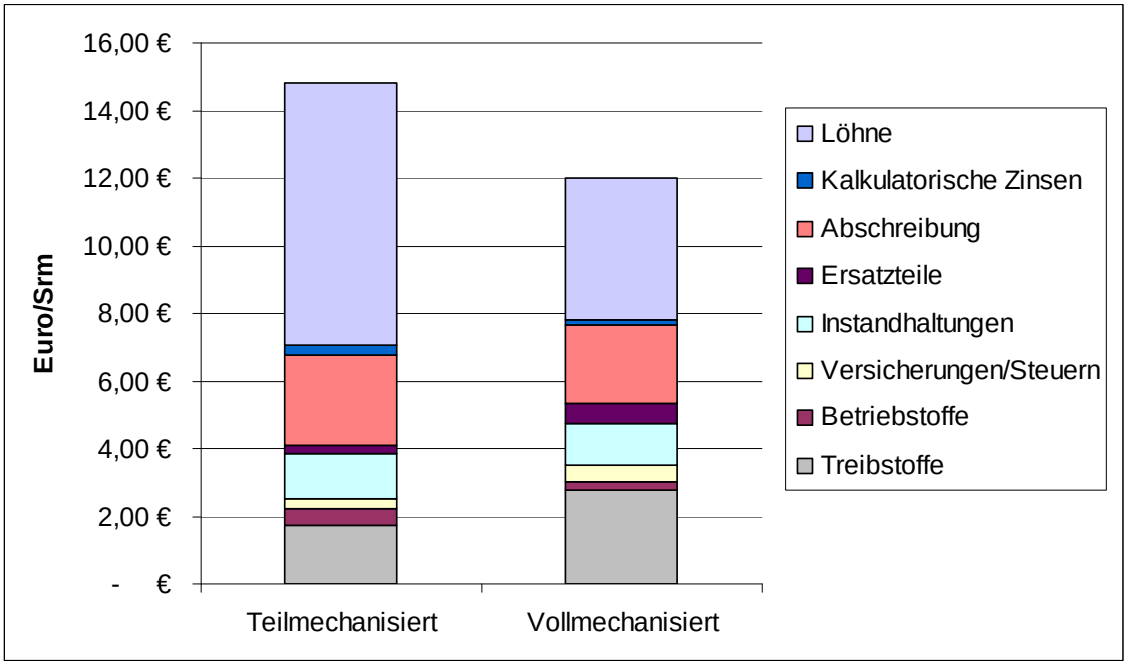


Abbildung 51 Kostenpositionen der teil- bzw. vollmechanisierten Hackgutproduktion (Stampfer, 2007)

Ein Vergleich der Kostenpositionen der einzelnen Verfahren zeigt deutliche Unterschiede bei den Lohn- und Treibstoffintensitäten. Die Lohnkosten stellen bei der teilmechanisierten Hackgutproduktion gut die Hälfte der Gesamtkosten dar, und sind in absoluten Zahlen doppelt so hoch als beim vollmechanisierten Verfahren. Umgekehrt sind die Treibstoffkosten beim vollmechanisierten Verfahren sowohl relativ als auch absolut deutlich höher als beim teilmechanisierten Verfahren. Währendessen unterscheiden sich die Kosten bei den Positionen Abschreibungen sowie Instandhaltung nur marginal.

Ein Blick in die Holzeinschlagmeldung für die Steiermark 2006 (BMLFUW 2007) zeigt, dass bei der Holzernte derzeit die teilmechanisierten Verfahren deutlich häufiger zum Einsatz kommen als vollmechanisierte Verfahren, insbesondere im Kleinwald (<200 ha). So wurden in der Steiermark insgesamt 9,6 % des gemeldeten Holzeinschlags mit Harvestern geerntet (Kleinwald 8,2 %), die Bringung erfolgte zum Großteil mittels maschinellem Bodenzug (insgesamt 64,8 %, Kleinwald: 81,9 %), nur zum Teil mittels Seilgerät (insgesamt 19,4 %, Kleinwald 5,6 %), sowie mittels Forwarder (insgesamt 10,8 %, Kleinwald 9,8 %).

4 Ökonomische Analyse der Biomassetechnologien

In diesem Kapitel erfolgt eine Abschätzung der ökonomischen Kosten des Einsatzes von Biomassetechnologien auf Basis der zuvor ermittelten Kosten der land- bzw. forstwirtschaftlichen Biomasseproduktion.

Grundsätzlich ist zu betonen, dass die Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsrechnungen sehr stark von der Systemgrenze, den getroffenen Annahmen sowie von den standort- und anlagenspezifischen Rahmenbedingungen abhängig sind (BFE 2007). In den nachfolgenden Berechnungen werden alle erforderlichen Kosten zur Bereitstellung der End- bzw. Nutzenergie aus Biomasse berücksichtigt, externe Kosten werden jedoch außer Acht gelassen. Ziel dieser Untersuchung ist es, ein vertiefendes Verständnis über die ökonomischen Faktoren der Energiebereitstellung aus Biomasse zu erlangen.

Unsicherheiten entstehen auch aufgrund der Tatsache, dass die dargestellten Kosten in hohem Maße von den vorliegenden Kostenstrukturen und Einsatzbedingungen abhängen (z.B. Auslastungsgrad, Wärmenachfrage, Brennstoffpreise, Wärmeabnahmestrukturen, etc.). Die nachfolgenden Kostenkalkulationen basieren größtenteils auf Fallbeispielen und Modellanlagen, weswegen die Ergebnisse lediglich als Größenordnungen bzw. Anhaltswerte zu interpretieren sind. Die dargestellten Kosten können in der Praxis geringfügig bzw. signifikant abweichen (Hartmann und Kaltschmitt 2002).

4.1 Methodik und Datengrundlage

Sämtliche Berechnungen wurden auf Basis realer Werte, also inflationsbereinigt, durchgeführt. Damit wird die Annahme getroffen, dass bei real konstanten Kostenpositionen die nominellen Kosten mit der Höhe der Inflationsrate steigen. Geht man bei Kostenpositionen wie etwa den Rohstoffpreisen davon aus, dass diese in Zukunft stärker steigen werden als das allgemeine Preisniveau, so muss eine reale Preissteigerungsrate festgelegt werden.

Es empfiehlt sich mit realen Größen zur rechnen, da reale Beträge, welche der heutigen Kaufkraft entsprechen, intuitiv besser erfassbar sind als nominale Beträge, welche langfristig scheinbar sehr hohe Werte annehmen. Primär ist aber nicht wichtig, ob mit realen oder nominalen Größen gerechnet wird, sondern dass alle Größen entweder real oder nominal angegeben werden (Lenzlinger 2002).

Allen Investitionen, welche in der Regel von privaten Haushalten getätigt werden, wurde ein Realzinssatz von 2,2 % unterstellt. Bei Biomasse-Großanlagen, wie etwa Nahwärmenetzen oder Biogasanlagen, wurde der Realzinssatz mit 3,2 % angenommen. Die 2,2 % entsprechen dem inflationsbereinigten geometrischen Mittel der Sekundärmarktrendite im Zeitraum 1997 bis 2006 (Österreichische Nationalbank 2007, Statistik Austria 2007[d]). Der bei Großanlagen angenommene höhere Zinssatz entspricht der Tatsache, dass Unternehmen bei einer risikofreien Alternativanlage des eingesetzten Kapitals eine höhere Rendite erhalten als private Haushalte.

Die für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen herangezogenen Energiesysteme beziehen sich auf unterschiedliche Energiemengen und -dienstleistungen. Für ein näheres Verständnis wird die zugrunde liegende Methodik anhand der in Tabelle 17 dargestellten Heizsysteme erläutert. Um eine annähernde Vergleichbarkeit der Kosten zu gewährleisten, werden die Kosten bei Wärmedienstleistungen je Kilowattstunde (kWh) bereitgestellter Nutzenergie dargestellt.

Die Erstellung der Wirtschaftlichkeitsberechung geht von der jeweiligen Wärmebedarfsmenge aus, welche sich aus der Gebäudeheizlast und den Jahresvolllaststunden ergibt. Auf Basis des Netto-Nutzwärmebedarfs zuzüglich der jeweiligen Nutzungsgradverluste, sowie der jeweiligen Brennstoffcharakteristika, lässt sich der jährliche Brennstoffbedarf ermitteln. Anschließend werden die zur Bereitstellung des Nutzenergiebedarfs benötigten Systemkosten ermittelt. Diese beinhalten eine Reihe verschiedener Einzelkosten, weshalb es zu einer übersichtlichen Darstellung einer Klassifizierung bedarf. Im Folgenden werden die Aufwendungen in mittlere jährliche *kapital-*, *verbrauchs-* und *betriebsgebundene Kosten* unterteilt.

Jährliche kapitalgebundene Kosten

Die Ermittlung der jährlichen kapitalgebundenen Kosten erfolgt nach der *Annuitätenmethode*, mit der die am Anfang der Lebensdauer eines Energiesystems stehenden Investitionen auf die einzelnen Jahre der Nutzungsdauer umgelegt werden. Die Berechnung erfolgt durch die

Multiplikation der Investition I_0 mit dem Annuitätenfaktor $ANF_{n,i}$, der sich aus der nachfolgenden Gleichung ergibt, wobei i den kalkulatorischen Zinssatz und n die kalkulatorische Betrachtungsdauer darstellt (Hartmann und Kaltschmitt 2002).

$$ANF_{n,i} = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Der errechnete jährlich konstante Betrag wird als Annuität bezeichnet, welcher als Zins und Tilgung für rückzuzahlendes Kapital in der Höhe des Kapitalwertes aufzufassen ist. Um die durchschnittlichen jährlichen Kosten zu ermitteln, werden alle im Zusammenhang mit dem Energiesystem getätigten Investitionen annuitätisch verteilt und aufsummiert (Hartmann und Kaltschmitt, 2002). Für die Berechnungen wurde ein einheitlicher Planungshorizont von 20 Jahren unterstellt. Für Investitionen welche die Nutzungsdauer unterschreiten wird eine Ersatzinvestition getätigt. Die Ersatzinvestition wird als real gleich hoch wie die ursprüngliche Investition angenommen. Ist der Planungshorizont geringer als die tatsächliche Nutzungsdauer, bleibt am Ende des Betrachtungszeitraumes ein Restwert. Dieser wird anhand einer linearen Abschreibung der Anschaffungskosten ermittelt.

Jährliche verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten im Wesentlichen die jährlichen Energiekosten des Systems. Dazu zählen neben den Brennstoffkosten die für den Systembetrieb benötigten Strom- bzw. Wärmekosten. Die Brennstoffkosten wurden bei den Biomassetechnologien gleich den Produktionskosten dieser Produkte in der Oststeiermark gleichgesetzt und können daher z. B. bei Energiekorn stark von üblichen Marktpreisen abweichen (siehe Kapitel D 3.3). Die Stromkosten entsprechen den Haushaltsstrompreisen, welche mit 16 Cent je kWh in die Berechung eingehen (E-control 2007). Die Stromkosten des Stirlingmotors werden in Tabelle 17 negativ dargestellt, da hier die Produktionserlöse miteinbezogen wurden.

Jährliche betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten beziehen sich generell auf die Funktionssicherheit des Energiesystems. Sie setzen sich aus den Wartungs-, Service und Instandhaltungsmaßnahmen zusammen. Die jährlichen Instandhaltungskosten betragen je nach Investition zwischen 0,5 % (Brennstofflager) und 1 % (technische Ausrüstung) der Gesamtinvestitionssumme.

Neben den bisher genannten Aufwendungen zählen auch Personal-, Versicherungs-, Risiko- und Verwaltungskosten zu den betriebsgebundenen Kosten. Diese kommen aber bei den Kleinfeuerungsanlagen (< 100 kW) nicht zum Tragen.

Tabelle 17 Kosten der Heizenergiesysteme bei 15 kW Heizlast (eigene Berechnung)

Energiesysteme - 15 kW Heizlast		Hackgut	Scheitholz	Pellets	Pappelpellets	Miscanthus-pellets	Getreide-ganzpflanzen-pellets	Strohpellets	Miscanthus	Stirling	Energiekorn	Nahwärme	Heizöl
Netto-Energiebedarf													
Heizlast	[kW]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Jahresvolllaststunden	[h/a]	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Brennstoffbedarf	[kWh/a]	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**	**22500**
End- bzw. Nutzenergiebedarf													
Jahresnutzungsgrad	[%]	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**98**	**82**
Heizwärmebedarf	[kWh/a]	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500
Energieinhalt des benötigten Brennstoffes	[kWh/a]	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	22.959	27.439
Heizwert	[kWh/EH]	808	1800	4,9	4,5	4,5	4,4	4,4	420	4,5	4,2		10,02
Brennstoffkosten													
Brennstoffeinheit	[EH]	[Srm]	[rm]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[Srm]	[kg]	[kg]	[kWh_{th}]	[liter]
Brennstoffkosten[1]	[€/EH]	20,172	54,899	0,186	0,295	0,338	0,327	0,143	16,103	0,186	0,190	0,075	0,686
Brennstoffbedarf	[€/EH]	35	16	5.740	6250	6250	6392	6392	67	6314	6696		2.738
Brennstoffkosten pro Jahr	[€/a]	**702,15**	**857,79**	**1.070,42**	**1.846,29**	**2.109,40**	**2.088,66**	**915,41**	**1.078,30**	**1.165,57**	**1.274,69**	**1.726,24**	**1.878,19**
Investitionskosten[2]													
Heizkessel[3]	[€]	14.820,00	*8.005*	10.163	*10.163*	*17.784*	*17.784*	*17.784*	*17.784*	*16.163*	*18.525*	5.100	5.486
Montage- und Installationsarbeiten	[€]	960,00	*672*	672	*672*	*960*	*960*	*960*	*960*	*672*	*960*		672
Brennstofflager[4]	[€]	4460	2.688	1.344	1.411	1.814	1.814	1.814	6.680	1.613	0	2.500	1.056
Gesamtinvestitionskosten	*[€]*	*20.240,00*	*11.365*	*12.179*	*12.246*	*20.558*	*20.558*	*20.558*	*25.424*	*18.448*	*19.485*	*7.600*	*7.214*
kapitalgebundene Kosten[5]													
Heizkessel	[€/a]	923	498	633	633	1.107	1.107	1.107	1.107	1.006	1.153	318	342
Montage- und Installationsarbeiten	[€/a]	60	42	42	42	60	60	60	60	42	60	0	42
Brennstofflager	[€/a]	170	102	51	54	69	69	69	254	61	0	95	40
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten	*[€/a]*	*1.152*	*642*	*726*	*728*	*1.236*	*1.236*	*1.236*	*1.421*	*1.109*	*1.213*	*413*	*424*
verbrauchsgebundene Kosten													
Brennstoffkosten exkl. Zustellung	[€/a]	702	858	1.070	1.846	2.109	2.089	915	1.078	1.166	1.275	1.726	1.878
Zustellung/Tankwagenpauschale	[€/a]	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29		29
Strombedarf für Kesselbetrieb	[€/a]	**29**	29	**29**	**29**	**29**	**29**	**29**	**29**	**-91**	**29**		**29**
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten	*[€/a]*	*760*	*916*	*1.129*	*1.904*	*2.168*	*2.147*	*974*	*1.136*	*1.104*	*1.333*	*1.726*	*1.936*
betriebsgebundene Kosten													
Instandhaltung Kessel inkl. Lagererfordernisse	[€/a]	148	80	102	102	178	178	178	178	102	185		55
Instandhaltung Montage, Installation etc.	[€/a]	5	3	3	3	5	5	5	5	3	5		3
Instandhaltung Bau	[€/a]	22	13	7	7	9	9	9	33	8	0	13	5
Rauchfangkehrer	[€/a]	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96		72
Wartung, Service	[€/a]	198	168	168	168	198	198	198	198	318	198		145
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten	*[€/a]*	*469*	*360*	*375*	*376*	*485*	*485*	*485*	*510*	*527*	*484*	*13*	*281*
mittlere jährliche Gesamtkosten	**[€/a]**	**2.381**	**1.919**	**2.230**	**3.008**	**3.889**	**3.868**	**2.695**	**3.067**	**2.740**	**3.030**	**2.151**	**2.641**
mittlere Gesamtkosten pro kWh	**[Cent/kWh]**	**10,6**	**8,5**	**9,9**	**13,37**	**17,3**	**17,2**	**12,0**	**13,6**	**12,2**	**13,5**	**9,6**	**11,7**

[1] Produktionskostenansatz
[2] inklusive Umsatzsteuer
[3] Heizkessel, Elektronik, Raumaustragung, Heizkreisregelung, diverses Zubehör
[4] bis 40 m³ je € 96 pro m³ (Kellerlager) ; ab dem 40 m³ je € 40 pro m³ (Außenlager)
[5] Umlage mittels Annuitätenmethode

4.1.1 Datengrundlage

Die für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen unterstellten Daten beziehen sich auf die in Tabelle 18 angegebenen Quellen.

Tabelle 18 Datenquelle für die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Biomasse-Energiesysteme

Energiesysteme	Datenquelle
Hackgut-, Pellets- und Scheitholzheizung	Altmann (2007)
Stirling Motor	Schmidl (2007)
Agropelletsheizungen (Pappelpellet, Strohpellet, Miscanthuspellet, Getreideganzpflanzenpellet)	eigene Annahmen auf Basis von Altmann (2007) und Eder (2007)
Energiekornheizung	eigene Annahmen
Miscanthusheizung	eigene Annahmen
Heizwerke	Promitzer (2007) Rothwangl (2007)
Biogasanlagen	Puchas (2007) Daberger (2007)
Ölmühle	Moser (2007)
Biodieselanlage	Gräber (2007)
Ölheizungen	Eder (2007)
Fernwärme	Dornig et al. (2007)
Dämmung	Jakob (2002)
Pelletierung	Eder (2007)

4.2 Kosten der Biomasse-Großanlagen

In diesem Kapitel werden die Kostenstrukturen von Biomasse-Großanlagen näher analysiert. Unter Großanlagen werden in diesem Zusammenhang gewerbliche Anlagen zur Weiterarbeitung von land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen für die energetische Nutzung verstanden. Neben einer Untersuchung der Pelletierkosten werden die Kostenstrukturen von Biomasse-Nahwärme-Heizwerken und Biogas-Anlagen zur Wärme- bzw. Strom- und Wärmegewinnung analysiert. Weiters werden die Kosten der Pflanzenöl- bzw. Biodieselproduktion näher beleuchtet. Allfällige Investitionsförderungen wurden nicht berücksichtigt, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

4.2.1 Biomasse-Nahwärme-Heizwerke

Die spezifischen Errichtungs- und Betriebskosten von Nahwärme-Heizwerken variieren stark je nach Anschlussdichte, Höhe der Netzverluste, eingesetztem Brennstoff etc. Um die Errichtung wirtschaftlich ineffizienter Netze einzubremsen, wird mittlerweile zumindest von der Kommunalkredit bei der Förderung von Nahwärme-Netzen eine Wärmebelegung von 900

kWh verkaufter Wärmemenge pro Trassenmeter (inkl. Hausanschlussleitung) vorgeschrieben. Allerdings kann diese Vorgabe vom jeweiligen Bundesland umgangen werden, sofern dieses die regionale Bedeutung des Projektes bestätigt und den Anteil der Landesförderung auf zumindest 20 % der förderbaren Investitionskosten erhöht (Kommunalkredit, o. J.).

Die in Tabelle 19 dargestellten Kosten eines 1.000 kW – Biomasse-Heizwerkes inkludieren die Errichtungskosten des Wärmenetzes, beinhalten jedoch keine Kosten für den Endkunden (Übergabestation etc.). Die Kosten pro Kilowattstunde Nutzenergie (inkl. Berücksichtigung eines 98 %-igen Jahresnutzungsgrades der Haushalte) können nicht direkt mit dem von den Abnehmern zu bezahlenden Wärmepreis verglichen werden, da in den Kosten der Grund- und Messpreis nicht anteilig enthalten ist.

Tabelle 19 Kosten eines 1.000 kW – Biomasse-Heizwerks inkl. Wärmenetz (LEV Steiermark 2007)

	Gesamtkosten in €	**Kosten in € pro kWh_{NE}**
Investitionskosten (ohne Förderung)	**1.500.000**	
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten	102.533	
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten	66.294	
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten	34.661	
mittlere jährliche Gesamtkosten	**203.487**	**0,077**

Wie in Tabelle 19 ersichtlich, sind Biomasse-Heizwerke grundsätzlich kapitalintensive Investitionen. Dementsprechend sind die ausgewiesenen Kosten auch sehr sensitiv gegenüber Zinssatzannahmen. Beispielsweise steigen bei einem 2 % höheren Kalkulationszinssatz (5,2 %) die ausgewiesenen Kosten pro Kilowattstunde auf € 0,085 (+11 %), bei einem 2 % niedrigeren Kalkulationszinssatz sinken sie auf € 0,069 (-10 %).

Die Brennstoffkosten am jeweiligen Standort hängen stark von der verfügbaren Brennstoffart (Industriehackgut, Rinde, Waldhackgut etc.) sowie den Transportdistanzen ab. Die verstärkte Nachfrage nach Hackgut in den letzten Jahren hat dazu geführt, dass die Preisunterschiede zwischen *billigem Industriehackgut* und *teurem Waldhackgut* abgenommen haben. So kalkuliert beispielsweise das kürzlich errichtete Biomasse-Heizwerk Brand in Vorarlberg im März 2007 bereits mit Industriehackgutpreisen von € 14 pro Srm (exkl. Abholung), bei Preisen von € 16 pro Srm für Waldhackgut (Dornig et al. 2007). Die in Tabelle 19 angegebenen Kosten gehen von einem Brennstoffpreis von € 14,5 pro Srm Hackgut aus, welcher den Berechnungen in Kapitel D 2.2 zu Grunde liegt.

4.2.2 Pelletserzeugung und -distribution

Die Kosten der Herstellung und Distribution von Pellets wurden im Wesentlichen von Eder (2007) übernommen und beziehen sich auf eine Jahresproduktion von 10.000 t Pellets pro Jahr. Die in Tabelle 20 angegebenen Kosten umfassen dabei sowohl die Kosten der

Pelletserzeugung, als auch deren Distribution zum Endkunden. Nicht enthalten sind jedoch die für die Erzeugung der Pellets benötigten land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffe, da deren Kosten stark variieren. So geht beispielsweise Eder (2007) von Kosten (frei Feldrand) von € 35 pro t TM bei Miscanthus-Häckselgut aus, während die Kosten für Waldrestholz-Hackgut mit € 121 geschätzt werden.

Des Weiteren wird eine Unterscheidung zwischen *Agropellets* und *Holzpellets* getroffen. Während Holzpellets bereits weit verbreitete Heizenergieträger sind, wird der Einsatz von landwirtschaftlichen Brennstoffen erst in letzter Zeit verstärkt diskutiert, insbesondere da immer klarer wird, dass das zusätzliche Potential an Sägenebenprodukten als Rohstoff für *klassische Holzpellets* begrenzt zu sein scheint.

Dabei zeigt sich, dass die Rohstoffpreise für die agrarischen Ausgangsstoffe grundsätzlich konkurrenzfähig wären und die Technologien für die Pelletierung selbst aus den bereits bekannten Konzepten der Erzeugung von Holz- und Strohpellets abgeleitet werden könnten. Aus technologischer Sicht sind im Vergleich zu Holzpellets jedoch noch Schwierigkeiten bezüglich der höheren Emissionen in Form von Stickoxiden und Staub, dem höheren Aschegehalt sowie dem niedrigen Ascheschmelzverhalten zu bewältigen (Eder 2007).

Tabelle 20 Kosten der Pelletserzeugung und -distribution (exkl. Rohstoffkosten) bei einer Jahresproduktion von 10.000 t (Eder 2007; eigene Berechnung)

	Agropellets (ohne Trockung)	**Holzpellets (mit Trocknung)**
Investitionskosten (€)	**1.570.000**	**1.753.000**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten	172.764	194.422
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten[1]	640.000	506.396
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten	291.825	291.825
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**1.104.589**	**992.643**
….Kosten der Pelletierung pro t	76	64
….Kosten der Distribution & Risikoaufschlag pro t	3	34

[1] ohne Rohstoffkosten

Wie Tabelle 20 zeigt, machen die kapitalgebundenen Kosten bei der Pelletsproduktion nur einen kleinen Teil der jährlichen Gesamtkosten aus, selbst ohne Berücksichtigung der Rohstoffkosten. Die Unterschiede zwischen Agropellets und Holzpellets bei den kapitalgebundenen Kosten ergeben sich durch die Miteinbeziehung einer Trocknungsanlage für Holzpellets, da davon ausgegangen wird, dass Waldrestholz in der Regel noch getrocknet werden muss, um zu Pellets verarbeitet werden zu können.

Die verbrauchsgebundenen Kosten enthalten vor allem die veranschlagten Kosten für die Pelletsdistribution von € 26 pro t, sowie die benötigte elektrische und thermische Energie. Die höheren verbrauchsgebundenen Kosten bei Agropellets ergeben sich großteils aufgrund der höheren Pressdrücke, die bei der Pelletierung von Halmgütern im Vergleich zu Holzpellets

benötigt werden. So steht beim Pelletierungsprozess selbst ein Stromverbrauch von etwa 50 kWh pro t bei Holzpellets einem Stromverbrauch von etwa 130 kWh pro t bei Halmgütern gegenüber. Insgesamt werden bei Halmgütern ca. 250 kWh elektrische Energie benötigt (Eder 2007).

4.2.3 Biogas

Die energetische Verwertung pflanzlicher und tierischer Rohstoffe in Biogasanlagen hat in der Oststeiermark eine ganz besondere Bedeutung. 60 % aller steirischen Biogasanlagen, das sind 38 Anlagen (Stand: Jänner 2007), befinden sich in der Region. Diese produzieren aufgrund der größeren Anlagengrößen in der Region jedoch rund 85 % der gesamten Elektrizität von Biogasanlagen (ca. 10,5 MW Kapazität). Den Hauptenergieträger zur Produktion von Biogas stellt in der Oststeiermark Mais in Form von Silo- und Körnermais dar (Puchas 2007). Die nachfolgenden Berechnungen basieren daher auf der Annahme, dass die Biogasanlagen rein mit Silomais betrieben werden.

Tabelle 21 Kosten von 250 kW, 500 kW und 1.000 kW Biogasanlagen (Puchas 2007)

	250 kW	**500 kW**	**1.000 kW**
Investitionskosten (€)	**1.291.000**	**1.974.000**	**3.317.000**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten (€)	88.300	132.600	222.800
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten (€)	165.000	305.700	611.300
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten (€)	80.500	107.900	158.200
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**413.600**	**546.200**	**992.300**

Die in Tabelle 21 gezeigten Kostenstrukturen für Anlagen mit 250 kW, 500 kW und 1.000 kW bestätigen, dass bei der Errichtung von Biogas-Anlagen deutliche Größeneffekte zu beobachten sind. Bei den Investitionskosten, insbesondere jedoch bei den betriebsgebundenen Kosten, kann man sehen, dass die Kosten nicht proportional zur Anlagengröße zunehmen. Dementsprechend geht derzeit der Trend zu immer größeren Anlagen. Dabei entsteht jedoch häufig die Problematik einer unzureichenden Rohstoffverfügbarkeit bzw. Möglichkeit der Düngerrückführung im Umkreis der Anlagen, was im Allgemeinen zu höheren Transportdistanzen und -kosten führt (siehe Kapitel D 1.3.1). Auch sind die Ökostrom-Einspeisetarife nach Anlagengröße gestaffelt.

Bei Biogasanlagen stellt die Zuteilung der Kosten zu den Produkten Wärme und Elektrizität eine Herausforderung dar, da im Gegensatz etwa zu Fernwärme-Heizwerken gleichzeitig die Produkte Wärme und Strom produziert werden. Es besteht die Möglichkeit, sich auf ein Produkt zu konzentrieren (z.B. Strom) und die Erlöse aus dem Wärmeverkauf bei den entstandenen Kosten abzuziehen. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Kostenpositionen aliquot nach den für das jeweilige Produkt erzielten Erlösen aufzusplitten (Kostenträgerfähigkeitsprinzip), wobei diese Variante im Hinblick auf die im Rahmen dieses Projektes durchgeführte volkswirtschaftliche Gesamtbetrachtung gewählt wurde.

Tabelle 22 zeigt die Problematik der Kostenaufteilung anhand einer 1.000 kW Biogasanlage jeweils mit und ohne Berücksichtigung der Förderungen, d.h. unter Verwendung der Ökostrom-Einspeisetarife gemäß Ökostromgesetz, sowie der aktuellen Marktpreise für jeweils unterschiedliche Annahmen bezüglich Wärmeerlöse. Es liegen die Annahmen zugrunde, dass die Anlage so konzipiert wurde, dass 53 % der anfallenden Wärme zum gleichen Preis wie Fernwärme (exkl. Netzkosten) an Haushalte abgegeben werden können (6 Cent pro kWh), bzw. dass die anfallende Wärme nur um 3,5 Cent pro kWh abgegeben werden kann:

Tabelle 22 Kosten der Biogasproduktion je nach Annahmen zu den Erlösen

Variante	Kosten der Elektrizitätserzeugung (pro kWh elektrisch)	Kosten der Wärmeerzeugung (pro kWh thermisch)
Erlöse Strom (Ökostrom-Tarif für die ersten 10 Jahre, Jahr 11: 75 %, Jahr 12: 50 %, Jahre 12 bis 20: Marktpreise): 9,6 Cent pro kWh Erlöse Wärme: 6 Cent pro kWh	8,7 Cent	5,6 Cent
Erlöse Strom (Ökostrom-Tarif für die ersten 10 Jahre, Jahr 11: 75 %, Jahr 12: 50 %, Jahre 12 bis 20: Marktpreise): 9,6 Cent pro kWh Erlöse Wärme: 3,5 Cent pro kWh	9,6 Cent	4,1 Cent
Erlöse Strom, Marktpreis: 5,1 Cent pro kWh Erlöse Wärme: 6 Cent pro kWh	8,4 Cent	6,9 Cent
Erlöse Strom, Marktpreis: 5,1 Cent pro kWh Erlöse Wärme: 3,5 Cent pro kWh	8,5 Cent	5,8 Cent

Je nach Annahmen zu den erzielbaren Erlösen ändert sich auch das Verhältnis zwischen den errechneten Kosten für die Wärme- und die Elektrizitätsproduktion. Nur bei der ersten Variante (Ökostrom, Wärme zu 6 Cent) würde der Betreiber im Betrachtungszeitraum von 20 Jahren einen Gewinn erzielen, die Durchschnittskosten wären in diesem Fall also kleiner als die Erlöse.

4.2.4 Pflanzenöl

Die Kosten der Pflanzenölbereitstellung stammen aus dem Projekt *Maschinenringöl Oberösterreich*. Die Kostenstruktur basiert auf einer dezentralen Anlage zur Deckung des regionalen Pflanzenölbedarfs. Die Landwirte liefern den benötigen Rohstoff (Raps) und erhalten im Gegenzug das produzierte Pflanzenöl, welches sie in ihren Traktoren verwenden. Das Projekt ist auf Selbstkostenbasis ausgerichtet, weswegen die Wertschöpfung für das Mitglied (Landwirt) nicht aus der Gewinnausschüttung resultiert. Diese liegt im erhöhten Verkaufspreis bei Raps und im Zukauf des günstigen Rapsöls und des Rapskuchens (Moser 2007). Ein ähnliches kleinstrukturiertes Projekt wäre auch für die Region Oststeiermark geeignet. Für größere, zentrale Anlagen eignet sich die Oststeiermark aufgrund der fehlenden

Verkehrsanbindung nicht. Eine regionale Rohstoffbereitstellung wäre dann nicht mehr möglich, weswegen die Bereitstellung über Importe gesichert werden müsste.

Tabelle 23 Kosten einer Ölmühle mit einer Jahresproduktion von 650 t (Moser 2007)

	Gesamtkosten in €	Kosten in €/l (exkl. MWSt)	Kosten in €/kWh (exkl. MWSt)
Investitionskosten (ohne Förderung)	**264.000**		
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten	17.400		
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten	308.000		
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten	88.200		
mittlere jährliche Gesamtkosten	**413.600**	**0,789**	**0,072**

Neben den Produktionskosten für Pflanzenöl sind auch noch die erforderlichen Investitionskosten für die Traktorenumrüstung auf Pflanzenölbetrieb zu berücksichtigen. Diese betragen je nach System und Anbieter zwischen € 3.000 und € 7.000. Bei einem Preisunterschied von € 0,2 zwischen Diesel und Pflanzenöl würde je nach Art der Umrüstung die Investition nach 1.000 bis 2.200 Betriebsstunden amortisiert sein (Moser 2007).

4.2.5 Biodiesel

In Biodieselanlagen wird Pflanzen- oder Altöl unter Beimengung von Hilfsstoffen wie etwa Methanol zu Biodiesel verarbeitet, welcher dem herkömmlichen Diesel beigemengt werden kann. Die Erzeugung von Biodiesel erfolgt im Vergleich zur in Kapitel D 3.2.4 angeführten Pflanzenölanlage vielfach in größeren Anlagen, weshalb ein Vergleich der Kostenstrukturen nur bedingt möglich ist. Tabelle 24 zeigt die Input- und Outputstoffe, Tabelle 25 die Kostenstruktur einer Biodieselanlage mit einer Jahresproduktion von 17.600 t:

Tabelle 24 Input- und Outputstoffe einer Biodieselanlage (Gräber 2007)

Input			Output		
Sojaöl	[l]	350	Biodiesel	[l]	960
Rapsöl	[l]	125	Glycerin	[l]	150
Sonnenblumenöl	[l]	25	Wasser	[l]	200
Altöl	[l]	500			
Gesamter Öleinsatz	[l]	1.000			
Methanol	[l]	110			
potassium hydroxide	[kg]	15			
Wasser	[l]	200			
Elektrizität	[kWh]	k.A.			

Tabelle 25 Kosten einer Biodieselanlage mit einer Jahresproduktion von 17.600 t (Gräber 2007)

	Gesamtkosten in €	Kosten in €/l (exkl. MwSt)	Kosten €/kWh (exkl. MwSt)
Investitionskosten (ohne Förderung)	**1.500.000**		
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten	102.282		
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten	13.093.512		
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten	1.155.016		
mittlere jährliche Gesamtkosten	**14.350.810**	**0,717**	**0,065**

Die in Tabelle 25 gezeigte Kostenstruktur verdeutlicht sehr gut, dass bei der Produktion von Biodiesel die Anlagenkosten selbst nur eine äußerst marginale Rolle spielen, während die Beschaffungskosten der zu verarbeitenden landwirtschaftlichen Öle die mit Abstand größte Kostenposition darstellen. Selbst wenn die angegebenen Investitionskosten etwas niedrig erscheinen – die größte Anlage Österreichs in der Wiener Lobau (Magistrat Wien 2006) kostete etwa € 30 Millionen (Faktor 20) und produziert ca. 95.000 t jährlich (Faktor 5) – bleiben die kapitalgebundenen Kosten dennoch im Bereich weniger Prozent. Auch die Lohnkosten mit etwa 7 % Anteil an den Gesamtkosten spielen nur eine untergeordnete Rolle.

4.3 Kosten der Heizsysteme ohne Förderungen

Das vorliegende Kapitel analysiert die Kostenstrukturen verschiedener Heizsysteme im Kleinfeuerungsbereich. Untersucht wurden zwölf verschiedene Heizungssysteme in sieben unterschiedlichen Leistungsbereichen, von 10 bis 100 kW Heizlast. Bei der Datenerhebung stellte sich heraus, dass nicht jedes Heizsystem für jeden Leistungsbereich am Markt angeboten wird.

Bei der Interpretation der folgenden Auswertungen für die einzelnen Leistungsklassen sind folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Es wurden keinerlei Förderungen miteinbezogen, weder Agrarförderungen (siehe Kapitel D 1.5) noch Investitionsförderungen (siehe Kapitel D 4)

- Bei Nahwärme wird unterstellt, dass die durchschnittlichen Erzeugungskosten weiterverrechnet werden, ohne Fixzahlungen (Grundpreis) und je nach Abnahmemenge gestaffelte Tarife zu berücksichtigen. Diese Annahmen führen dazu, dass im Vergleich zu den anderen Technologien eine relativ geringe Kostendegression stattfindet.

- Die Bewertung der Preise für die biogenen Energieträger erfolgte jeweils zu den Herstellungs- und Distributionskosten, nicht zu den aktuellen Marktpreisen (siehe Tabelle 26). Durch diese Verwendung der regionalen Produktionskosten ohne Berücksichtigung von Förderungen können landwirtschaftliche Rohstoffe deutlich teurer sein als im Falle einer Bewertung zu Weltagrarpreisen. Einerseits, weil letztere Verzerrungen durch Subventionen etc. enthalten, andererseits, weil die

Produktionsbedingungen in der Region relativ ungünstig sein können (z.B. Getreideanbau im Vergleich zu Ungarn, Niederösterreich etc).

Tabelle 26 Verwendete Herstellungs- und Distributionskosten, sowie Jahresnutzungsgrade (eigene Berechnung)

	Hackgut	**Scheitholz**	**Pellets**	**Pappelpellets**	**Miscanthuspellets**	**Getreideganz-pflanzen- Pellets**	**Strohpellets**	**Miscanthus**	**Energiekorn**	**Nahwärme**	**Heizöl[1]**
Herstellungs- und Distributions-kosten [€/EH]	20,2 €/Srm	54,9 €/rm	0,19 €/kg	0,17 €/kg	0,18 €/kg	0,22 €/kg	0,15 €/kg	0,05 €/kg	0,19 €/kg	0,07 €/kWh	0,69 €/l
Jahres-nutzungsgrad	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	98 %	82 %
Kosten in Cent/kWhNE	3,1	3,8	4,8	4,7	5,1	6,3	4,3	2,4	6,5	7,7	8,3

[1] Heizölpreis für Haushalte inklusive aller Steuern (Durchschnittspreis 2006)

Ein weiterer kritischer Faktor, welcher entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse der Berechnungen hat, sind die Annahmen bezüglich der künftigen Ölpreisentwicklung, insbesondere weil der Anteil verbrauchsgebundener Kosten im Vergleich zu anderen Technologien bei Heizöl besonders hoch ist. Abbildung 52 zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen unter der Annahme, dass der künftige Ölpreis dem durchschnittlichen Niveau der Jahre 2002 bis 2006 bzw. dem Niveau des Jahres 2006 entspricht.

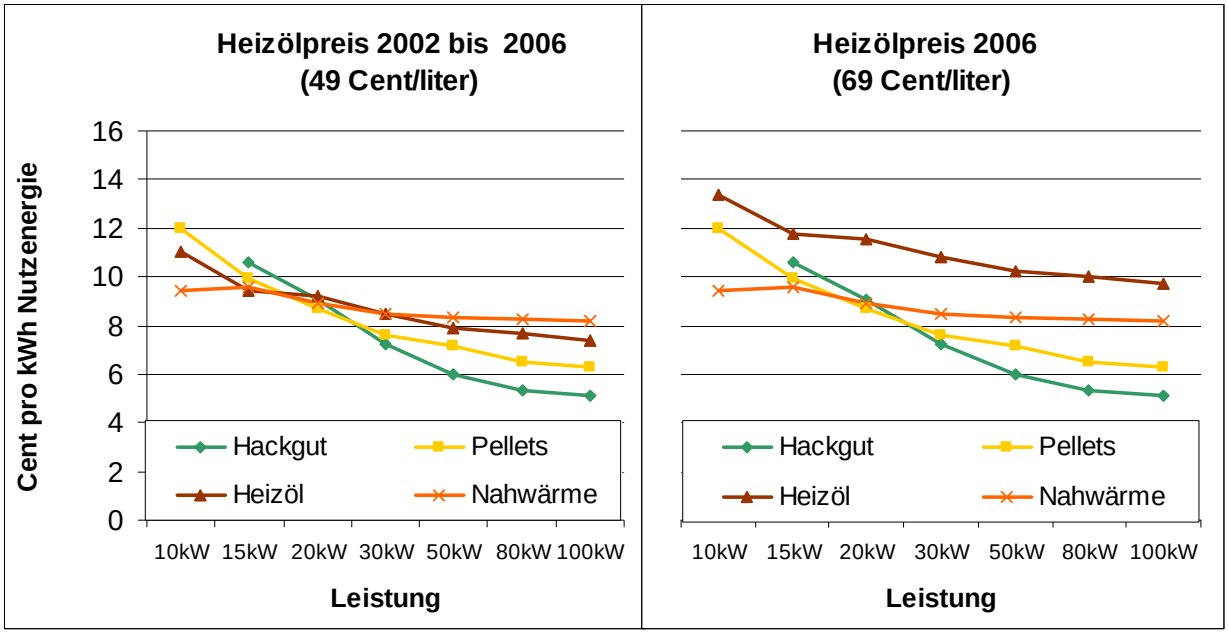


Abbildung 52 Vergleich zwischen dem Referenzsystem Heizöl und den Biomassetechnologien Hackgut, Pellets und Nahwärme bei Verwendung der Ölpreise für das Jahr 2006 bzw. 2002-2006

Abbildung 52 illustriert, dass die Heizwärmebereitstellung mit Heizöl bei einem durchschnittlichen Preisniveau des Jahres 2006 von 69 Cent pro l nicht mit den dargestellten biogenen Energieträgern, zumindest unter den in Abbildung 52 gegebenen Kosten konkurrieren kann. Würde man hingegen den durchschnittlichen Heizölpreis der Jahre 2002 bis 2006 von 49[7] Cent pro l unterstellen, wäre die Wärmebereitstellung mit Heizöl durchaus auf dem Niveau der Biomassetechnologien, bzw. in den unteren Leistungsklassen, welche in den meisten Haushalten anzutreffen sind, sogar kostengünstiger.

Allerdings sind bei der Interpretation der Daten zwei weitere Faktoren zu berücksichtigen: Erstens wird hier unterstellt, dass der Ölpreis und die Preise biogener Energieträger nicht zusammenhängen. Tatsächlich konnten solche Preisinteraktionen jedoch in den letzten Jahren verstärkt beobachtet werden, und sind zum Teil auch dadurch erklärbar, dass vor allem Treibstoff, aber auch andere energieintensive Produkte als Input in der Bioenergieproduktion verwendet werden. Auf diese Preisdynamiken wird in dieser Studie nicht weiter eingegangen.

Zweitens wird in den angeführten Investitionsrechnungen von einer Neuinvestition ausgegangen, d.h. es werden auch die Kosten für das Brennstofflager etc. miteinbezogen. Bei Ersatzinvestitionen (Austausch der alten Ölheizung durch eine neue Ölheizung etc.) entstehen daher in vielen Fällen deutlich geringere Kosten als bei einem Energieträgerwechsel (Hackgut statt Ölheizung etc). Ein Anreiz zum Umstieg besteht nur, wenn diese Zusatzkosten ebenfalls finanziell ausgeglichen werden, entweder durch deutlich geringere verbrauchsgebundene Kosten oder durch Förderungen.

[7] Dieser Preis bezieht sich auf den Haushaltspreis für Heizöl (Mittel 2002-2006) inklusive aller Steuern.

4.3.1 10 kW-Heizanlagen

Tabelle 27 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 10 kW-Heizanlagen (eigene Berechnung)

	Pellets	**Pellets inkl. Stirling-Motor**	**Nahwärme**	**Heizöl[1]**
Investitionskosten (€)	**11.234**	**17.503**	**3.600**	**7.214**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten (€)	67	1.051	224	424
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten (€)	762	745	1.151	1.301
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten (€)	366	517	36	281
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**1.795**	**2.313**	**1.411**	**2.005**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh_{NE}	**12**	**15,4**	**9,4**	**13,4**

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

Tabelle 27 zeigt, dass im kleinen Leistungsbereich vor allem jene Energiesysteme geringe Kosten aufweisen, welche geringe kapitalgebundene Kosten verursachen. Dementsprechend ist im kleinen Leistungsbereich der Bezug von Nahwärme für die Haushalte wegen der geringen Investitionskosten am günstigsten. Aufgrund der relativ hohen Investitionskosten von Pelletsheizungen ist der Unterschied zu Heizöl selbst bei den verwendeten Ölpreisen des Jahres 2006 marginal. Mit steigender Heizlast nimmt die Wirtschaftlichkeit der Pelletsheizungen aber zu.

Der Stirling Motor stellt derzeit aufgrund der hohen Investitionskosten die teuerste Alternative der Energiebereitstellung dar. Dieser befindet sich in der Oststeiermark momentan in einer Versuchsphase. Man ist jedoch überzeugt, dass mit steigenden Stückzahlen die Gesamtinvestitionskosten gesenkt werden können (Schmidl 2007).

4.3.2 30 kW-Heizanlagen

Tabelle 28 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 30 kW Heizanlagen (eigene Berechnung)

	Hackgut	Scheitholz	Pellets	Pappelpellets	Miscanthuspellets	Getreidepellets	Strohpellets	Miscanthus	Energiekorn	Nahwärme	Heizöl[1]
Investitionskosten (€)	**23.300**	**13.430**	**13.942**	**14.331**	**22.733**	**23.251**	**23.251**	**30.910**	**24.534**	**5.100**	**11.909**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten (€)	1.289	730	805	820	1683	1703	1.703	1.995	1.807	318	692
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten (€)	1.492	1.803	2.228	2.191	2.376	2.925	2.041	1.176	3.030	3.452	3.844
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten (€)	488	373	387	389	501	504	504	542	517	51	323
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**3.269**	**2.905**	**3.420**	**3.400**	**4.560**	**5.131**	**4.248**	**3.731**	**5.355**	**3.821**	**4.859**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh	**7,3**	**6,5**	**7,6**	**7,6**	**10,1**	**11,4**	**9,4**	**8,2**	**11,9**	**8,49**	**10,8**

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

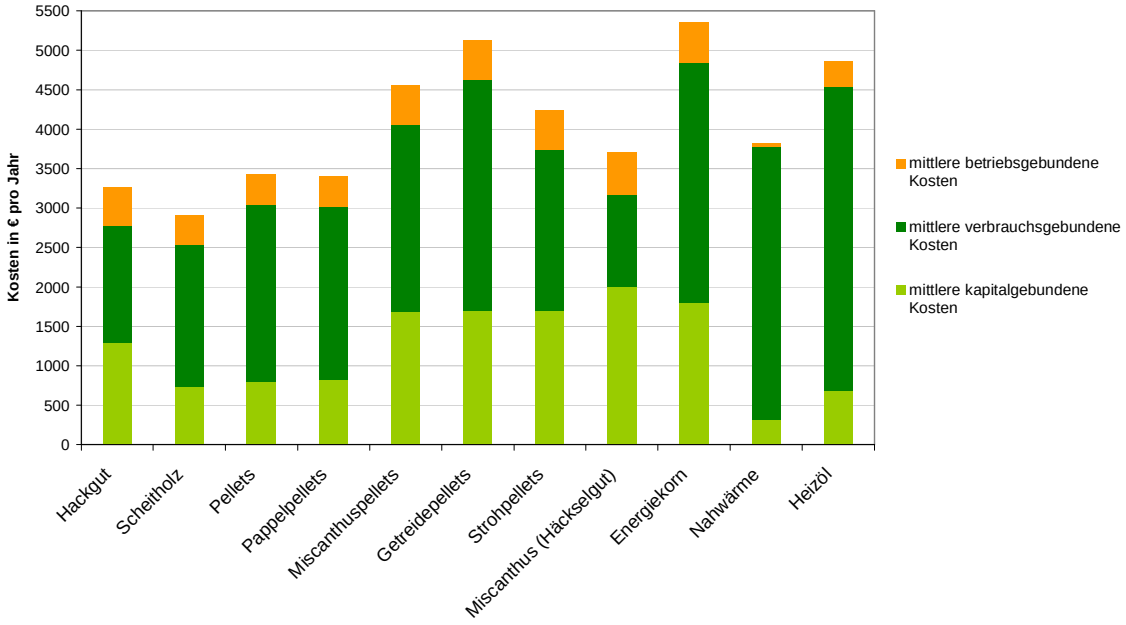


Abbildung 53 Mittlere jährliche Gesamtkosten (in €) von 30 kW Heizsystemen (eigene Berechnungen)

Die in Tabelle 28 ausgewiesenen mittleren jährlichen kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten verteilen sich je nach Energiesystem unterschiedlich auf die Gesamtinvestitionskosten. Abbildung 53 zeigt, dass Hackgut-, Energiekorn- und Agropelletsheizungen erheblich höhere kapitalgebundene Kosten als Ölheizungen verursachen. Dies liegt daran, dass eine Anschaffung dieser Heizsysteme mit einer wesentlichen Mehrinvestition verbunden ist.

Die geringfügig höheren Kapitalkosten bei Energiekorn- und Agropelletsheizungen gegenüber einer Hackgutheizung ergeben sich aus den höheren technischen Systemanforderungen. Die besonders hohen Investitionskosten der Miscanthusheizung lassen sich aufgrund der geringen Schüttdichte des Brennstoffs auf die Bereitstellungskosten des Brennstoffslagers zurückführen. Scheitholz-, Pellets- und Pappelpelletsheizungen sind in der Erstinvestition nur geringfügig teurer als Ölheizungen.

Bei den verbrauchsgebundenen Kosten weisen Heizöl und Nahwärme die höchsten Kosten auf. Die jährlichen Gesamtkosten werden hier im Wesentlichen von diesem Kostenblock bestimmt, weswegen diese Systeme besonders sensitiv auf Marktpreisänderungen reagieren. Besonders auffallend sind die niedrigen Brennstoffkosten von Miscanthusheizsystemen aufgrund des gewählten Produktionskostenansatzes.

Die betriebsgebundenen Kosten sind bei den Biomasse-Heizsystemen geringfügig höher als bei den Ölheizungen. Lediglich die Nahwärme verursacht für die Endkunden extreme geringe betriebsgebundene Kosten, da diese ausschließlich beim Nähwärmebetreiber anfallen und somit als verbrauchsgebundene Kosten ausgewiesen sind.

Die geringsten jährlichen Gesamtkosten lassen sich mit der Scheitholzheizung erzielen, sofern man vom verstärkten Arbeitszeitaufwand im Haushalt absieht. Dieselben Kosten wie für eine Stückholzheizung würden sich mit einer Miscanthusheizung erzielen lassen, wenn es gelingt die Anschaffungskosten auf das Niveau von Hackgutheizugen zu senken, jedoch bei einem erheblich Mehr an Komfort. Relativ geringe Kosten verursachen auch die Holzpellets- und Hackgutheizungen. Diese haben gegenüber Agropellets-, Miscanthus- und Energiekornheizungen den Vorteil, dass sie bereits einem sehr hohen Stand der Technik entsprechen und in Sachen Komfort in jeder Hinsicht mit einer Ölheizung konkurrieren können.

Die teuerste Alternative stellt neben der Getreidepelletsheizung die Energiekornheizung dar. Die Energiekornheizung ist ein typisches Produkt der Divergenz zwischen Kosten und Preisen. Die niedrigen Getreidepreise von durchschnittlich € 90 pro t in den Jahren 2003 bis 2006 haben den Einsatz dieser Technologie begünstigt. Aufgrund der derzeitigen Situation am Agrarmark, entsprechen die Preise erstmals wieder annähernd den tatsächlichen Produktionskosten von rund € 190 pro t.

In Bezug auf Änderungen der Marktbedingungen kann festgehalten werden, dass sich Zinssatzänderungen besonders auf kapitalintensive Heizsysteme auswirken. Niedrige Zinssätze begünstigen eher den Einsatz von Biomasse-Heizsystemen. Änderungen im Bereich der Brennstoffpreise wirken sich dagegen besonders sensitiv auf verbrauchsintensive Heizsysteme aus.

4.3.3 80 kW Heizsysteme

Tabelle 29 mittlere jährliche Kosten von 80 kW Heizsystemen (eigene Berechnungen)

	Hackgut	Pellets	Pappelpellets	Miscanthuspellets	Getreidepellets	Strohpellets	Miscanthus	Energiekorn	Nahwärme	Heizöl[1]
Investitionskosten (€)	**34.460**	**23.800**	**18.680**	**29.528**	**30.392**	**30.392**	**50.419**	**30.766**	**9.360**	**22.719**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten (€)	1.804	1.358	1.163	2.132	2.165	2.165	2.932	2.360	583	1305
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten (€)	3.929	5.893	5.795	6.288	7.752	5.395	3.088	8.032	9.207	10.202
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten (€)	631	569	543	625	630	630	730	653	94	495
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**6.364**	**7.820**	**7.501**	**9.046**	**10.546**	**8.189**	**6.750**	**11.045**	**9.883**	**12.002**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh	**5,3**	**6,5**	**6,2**	**7,5**	**8,8**	**6,8**	**5,6**	**9,2**	**8,2**	**10,0**

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

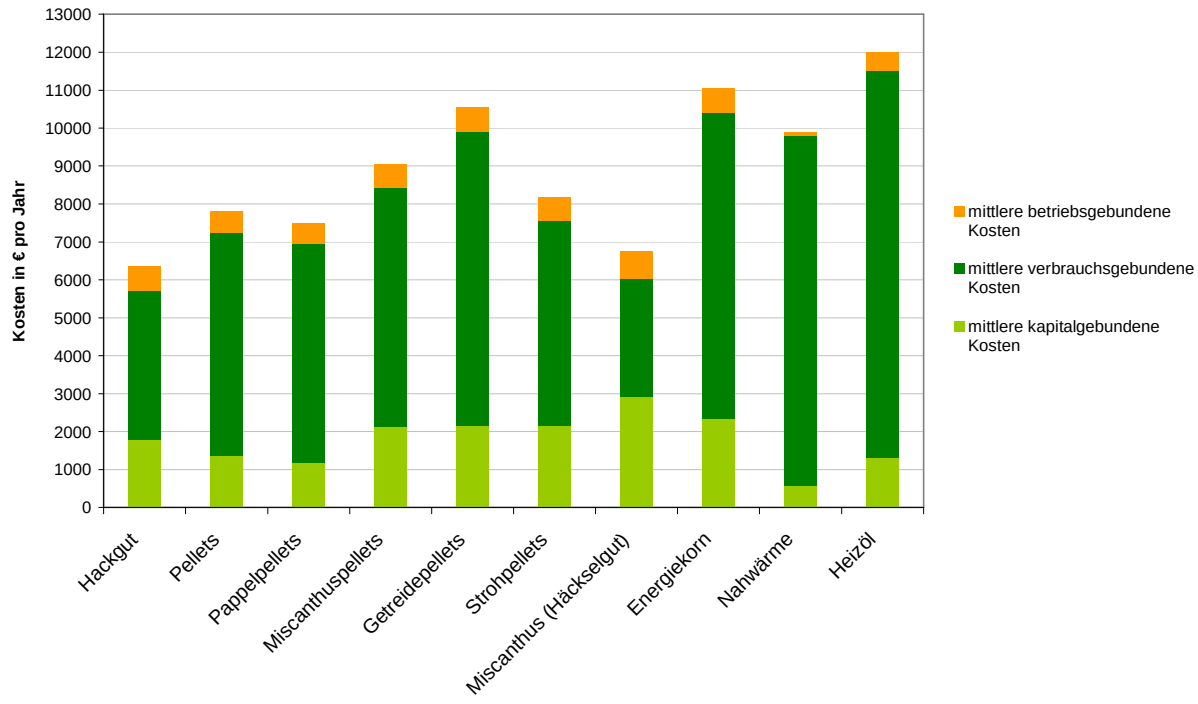


Abbildung 54 Mittlere jährliche Kosten (in €) von 80 kW Heizanlagen (eigene Berechnungen)

Betrachtet man die mittleren jährlichen Kosten von 80 kW Heizanlagen kann man feststellen, dass Heizölfeuerungsanlagen im größeren Leistungsbereich die teuersten Energiesysteme darstellen (siehe Tabelle 29 und Abbildung 54). Die Heizsysteme Energiekorn und Getreidepellets stellen auch in diesem Heizlastbereich die kostenintensivsten Energieträger dar, sind aber bereits kostengünstiger als Heizöl. Die geringsten jährlichen Gesamtkosten verursachen Hackgut- und Miscanthusheizsysteme. Warum im höheren Leistungsbereich die kapitalintensiven, biogenen Heizsysteme besonders kostengünstig sind, wird anhand der im Folgenden dargestellten Abbildung 55 erläutert.

4.3.4 Vergleich unterschiedlicher Systemgrößen

Abbildung 55 zeigt die mittleren jährlichen Gesamtkosten aller untersuchten Heizsysteme in Abhängigkeit von der Heizlast. Mit zunehmender Systemheizlast sinken die Kosten je Energieeinheit. Eine besonders eindeutige Kostenreduktion je Energieeinheit lässt sich bei den biogenen Heizsystemen erkennen. Mit zunehmender Anlagengröße werden die kapitalintensiven, biogenen Heizsysteme preiswerter, da die Investitions- und Betriebskosten nicht proportional mit der Heizlast steigen. Eine 30 kW Hackgutheizung ist beispielsweise in der Anschaffung nur um etwa 15 % teurer als eine 15 kW Anlage. Während sich die Energiekosten einer 100 kW Hackgutanlage gegenüber einer 15 kW Anlage um 52 % reduzieren lassen, ist bei einer Ölheizung nur eine 15 %-ige Reduktion möglich.

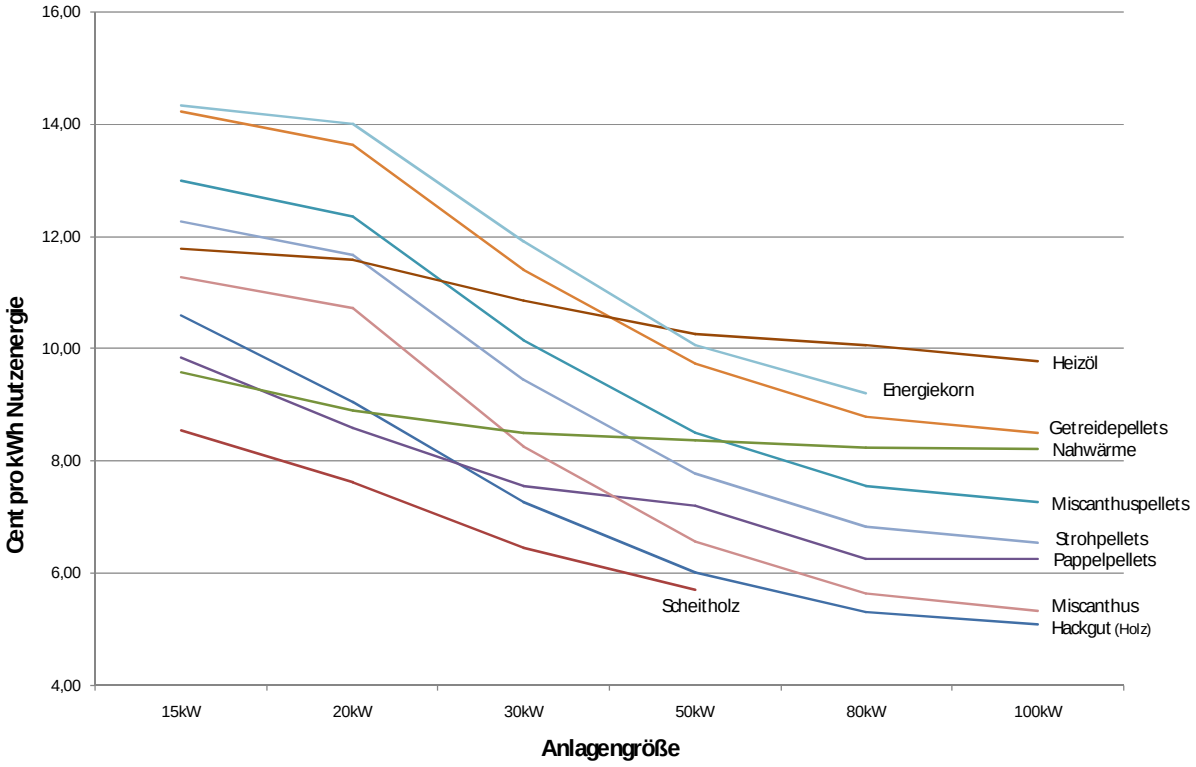


Abbildung 55 Mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh in Abhängigkeit der Heizlast (Heizölpreisniveau 2006: 69 Cent/l)

Dies liegt daran, dass die Energiekosten bei Ölheizungen im Wesentlichen von den verbrauchsgebundenen Kosten bestimmt werden, welche annähernd proportional mit dem Heizlastbereich steigen. Je größer der Heizlastbereich, desto bestimmender sind die verbrauchsgebundenen Kosten. Im kleinen Heizlastbereich weisen vor allem jene Energiesysteme geringe Kosten auf, welche geringe kapitalgebundene Kosten verursachen. Nochmals sei darauf hingewiesen, dass die relativ geringe Kostendegression bei Nahwärme auf die Annahme zurückzuführen ist, dass die Erzeugungskosten als verbrauchsgebundene Kosten weiterverrechnet werden, ohne Berücksichtigung der Anlagengrößen oder etwaiger Fixzahlungen.

Die günstigste biogene Lösung ist die Scheitholzfeuerung, welche aber mit einem höheren personellen Aufwand verbunden ist und in größeren Heizlastbereichen nicht mehr verfügbar ist. Bei höheren Heizlasten sind Hackgut- und Miscanthusfeuerungsanlagen die kostengünstigsten Heizsysteme. Bei Miscanthus erfolgt die kostenmäßige Annäherung an Hackgut durch die deutlich geringeren verbrauchsgebundenen Kosten. Im kleineren Leistungsbereich kann Miscanthus aufgrund der höheren, kapitalgebundenen Kosten nicht mit Hackgut konkurrieren.

Agropellets- und Energiekornheizsysteme verursachen über alle Heizlastbereiche höhere Kosten als andere biogene Heizsysteme. Verantwortlich dafür sind einerseits die höheren Produktionskosten der Rohstoffe sowie die zusätzlichen Pelletierungskosten. Vorteile ergeben sich aber durch die gute Transport- und Lagerfähigkeit infolge der hohen Schüttdichte.

Holzpelletsheizsysteme stellen speziell im kleineren Heizlastbereich eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Lösung dar. Mit steigender Leistungsanforderung sind jedoch Hackgut- und Miscanthusheizsysteme, aufgrund ihrer geringeren verbrauchsgebundenen Kosten, preiswerter. Im hohen Heizlastbereich können auch Strohpellets mit Holzpellets konkurrieren.

4.4 Kosten mit Berücksichtigung von Förderungen

4.4.1 Übersicht über die Förderung

Nachdem Kapitel D 3.3 die Vollkosten der Energiebereitstellung aus Biomassetechnologien darstellt, wird an dieser Stelle gezeigt, inwieweit sich die Kosten der Bereitstellung durch Berücksichtigung von aktuellen Förderungen reduzieren.

Während Anhang 1 einen umfangreichen Überblick über verschiedene Bundes-, Landes- (Land Steiermark) und Gemeindeförderungen (Gemeinden der Region Oststeiermark) von Erneuerbaren Energieträgern (insbesondere Biomasse) bzw. zur Erhöhung der Energieeffizienz gibt, fokussiert dieses Kapitel lediglich auf Förderungen von in dieser Arbeit berücksichtigten Technologien. Dabei wurde auf folgende Kriterien geachtet:

- Aktualität: Die jeweilige Förderung soll noch aktuell sein.
- Berechtigung zum Ansuchen: Im Falle einer Einzelhausheizung sollen Haushalte, im Falle von Biomasse-Kraftwerken oder Nahwärmenetzen sollen die Betreiber zum Ansuchen einer Förderung berechtigt sein.
- Nutzung der Energie: Die bereitgestellte Energie wird von den Haushalten nachgefragt (im Gegensatz zur betrieblichen Nutzung der Energie).
- Fördergeber: Als potentielle Fördergeber werden die EU, der Bund, das Land Steiermark und die oststeirischen Gemeinden in Betracht gezogen.

Förderungen der Biomasse-Einzelhausheizungen

Biomasse-Einzelhausheizanlagen werden ausschließlich über die Länder und Gemeinden gefördert. Das Land Steiermark stellt dafür mehrere Pogramme zur Verfügung. Zu den wichtigsten gehören die *Eigenheimförderung* und die Förderung für die *kleine Wohnhaussanierung*. Im Rahmen dieser Programme können Liegenschafts- bzw. Haus- oder Wohnungseigentümer sowie Mieter unter anderem um einen Zuschuss zur Installation alternativer Heizsysteme aus erneuerbaren Energieträger (inkl. Biomasseheizungen) für die Beheizung oder Warmwasserbereitung ansuchen. Die *Eigenheimförderung* ist dabei nur beim Einbau einer Biomasseheizung im Zuge der Errichtung eines Eigenheims oder einer wesentlichen Erweiterung von Eigenheimen nach positiver Stellungnahme zuständiger Energieberatungsstellen möglich. Die Förderung wird in Form von rückzahlbaren Annuitätenzuschüssen auf ein Bankdarlehen mit einer Laufzeit von 20 Jahren gewährt, welche nach Tilgung des Darlehens an das Land zurückzuzahlen sind. Erfolgt der Austausch bestehender Heizungsanlagen zu Gunsten von Alternativen im Zuge von Sanierungsarbeiten in

einem bereits bestehenden Gebäude, kann ab einer Kostensumme von € 1.500 um die *kleine Wohnhaussanierung* angesucht werden. Die Förderungshöhe ist vom Ausmaß der Sanierungsarbeiten bzw. von der Anzahl der Ökopunkte abhängig. Im Falle des Einbaus einer Biomasseheizung (Hackschnitzel, Pellets[8] oder Stückholzspezialkessel mit Pufferspeicher) erhält man einen Ökopunkt, wonach die maximale förderbare Kostensumme bei € 35.000 liegt. In diesem Fall wird die Förderung in Form eines nicht rückzahlbaren Annuitätenzuschusses in der Höhe von 15 % der Investitionskosten für die Rückzahlung eines Darlehens mit einer Laufzeit von mindestens 10 Jahren gewährt (Land Steiermark 2006[a]).

Unabhängig von der *kleinen Wohnhaussanierung* gewährt das Land Steiermark zusätzlich eine *Förderung moderner Holzheizungen*. Ansuchensberechtigt sind in diesem Fall Gebäudeeigentümer, Wohnbauträger, Wohnungseigentümer, Hauptmieter, Pächter, Betriebe, Vereine, etc., welche ihre bisherige Raumheizung oder Heizung für betriebliche Zwecke auf moderne typengeprüfte Biomasse-Anlagen umstellen wollen. Bei der Art der Förderung handelt es sich wiederum um einen nicht rückzahlbaren Annuitätenzuschuss in der Höhe von 25 % der Nettoinvestitionskosten. Die maximale Höhe der Förderung ist von der Technologie abhängig (siehe Tabelle 30) (Land Steiermark 2006[b]).

Tabelle 30 Übersicht über die maximale Fördersumme der Förderung moderner Holzheizungen (Land Steiermark 2005[b])

Technologie	Maximale Fördersumme
Pelletskaminöfen	€ 800
Stückholzheizungen (mit mind. 800l Pufferspeicher)	€ 1.100
Kachelöfen	€ 1.100
Pelletszentralöfen als Gesamtsystem	€ 1.100
Pelletszentralheizungsanlagen	€ 1.400
Hackschnitzelzentralheizungsanalagen	€ 1.800

Zuletzt bestehen auch noch Förderungen seitens der Gemeinden, die zusätzlich zur Wohnhaussanierung und Förderung moderner Holzheizungen möglich sind. Die Höhe sowie die Art der Förderung (Pauschalbetrag, Investitionskostenzuschuss, Zuschuss zu Landesförderung) sind von Gemeinde zu Gemeinde verschieden. Einen detaillierten Überblick über die Förderpolitik der oststeirischen Gemeinden gibt Anhang 1. Aufgrund der vorhandenen Heterogenität der Förderpolitik findet die Gemeindeförderung zunächst keine Berücksichtigung in den anschließenden Kostenberechnungen. Dieser Aspekt fließt erst im Zuge der Szenarien (in Kapitel E 3) ein.

[8] Förderbar sind lediglich Pellets auf forstwirtschaftlicher Basis. Für Biomasseheizungen, die mit Agropellets (auf Basis Miscanthus, Getreide, Stroh etc.) betrieben werden, gibt es keine Förderung.

Förderungen großräumiger Biomassetechnologien

Für sämtliche Technologien, die nicht direkt als Einzelhausheizung in privaten Haushalten eingesetzt werden, wird die Umweltförderung des Bundes herangezogen. Dies trifft auf folgende Technologien zu: Biomasse-KWK-Anlagen, Biomasse-Nahwärmeanlagen auf Basis fester oder flüssiger Biomasse. Förderungsberechtigt sind insbesondere Unternehmen, konfessionelle Einrichtungen und gemeinnützige Vereine, Einrichtungen der öffentlichen Hand, die in Form eines Betriebes mit marktbestimmter Tätigkeit agieren sowie Energieversorgungsunternehmen. Ausgenommen davon sind sämtliche natürliche und juristische Personen, welche andere Fördersysteme (insbesondere die Landwirtschaftsförderung) in Anspruch nehmen. Der Förderungsgegenstand ist von Technologie zu Technologie unterschiedlich und kann im Anhang 1 nachgelesen werden. Im Unterschied zu den Landesförderungen bezieht sich die Umweltförderung des Bundes auf eine andere Förderungsregelung, welche in der sogenannten *de-minimis-Verordnung* (Verordnung (EG) Nr. 69/2001, Verordnung (EG) Nr. 1998/2006) geregelt ist. Für die Berechnung des Förderungsausmaßes werden, gemäß den Förderungsrichtlinien 2002, zwei verschiedene Berechnungsmethoden angewandt: die *De-minimis-Förderungen* und die Förderung *über de-minimis-Grenzen*.

Eine *De-minimis Förderung* wird von einem EU-Mitgliedstaat an ein Unternehmen vergeben, wobei der Betrag der Beihilfe einen Schwellenwerte[9] von € 200.000 nicht überschreiten darf, mit dem Ziel eine Wettbewerbsverzerrung auszuschließen. Dieser Betrag umfasst alle Formen von öffentlichen Beihilfen (z.B. Zuschüsse, Beteiligungen, Darlehen, Bürgschaften), die als *De-minimis-Beihilfe* gewährt wurden. Förderungsbasis der *De-minimis-Förderung* sind die gesamten umweltrelevanten Investitionskosten.

Bei Förderungen, die über der *de-minimis-Grenz*e gewährt werden, sind die so genannten umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten förderfähig. Dieses lassen sich aus der Differenz der umweltrelevanten Investitionskosten einer Maßnahme mit positivem Umwelteffekt und der Gesamtkosten eines standardisierten Referenzszenarios ohne positiven Umwelteffekt ermitteln. Im Falle der Förderung erneuerbarer Energieträger zum Beispiel, werden zur Bestimmung der Mehrinvestitionskosten als Referenzkosten die Kosten einer Anlage zur Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern mit derselben Kapazität herangezogen. Der Fördersatz liegt für Projekte *über de-minimis-Grenzen* bei maximal 40 % der umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten, jedoch maximal bei 30 % der gesamten umweltrelevanten Investitionskosten. Die Förderung kann dabei in Form von Investitionszuschüssen gewährt oder als Pauschalbeitrag bezahlt werden (BMLFUW und Kommunalkredit Public Consulting GmbH 2007, Kommunal Kredit AG Austria 2005, Kommunal Kredit AG Austria 2007[a], Kommunal Kredit AG 2007[b])

Für die Errichtung von Biogasanlagen stehen derzeit auf Bundes- und Landesebene keine Förderungen zur Verfügung. Lediglich die Stromproduktion wird durch höhere Einspeistarife

[9] bezogen auf einen Zeitraum von drei Jahren

für Strom aus erneuerbaren Energieträgern gefördert (Ökostromgesetz siehe Kapitel D 3.1), was ebenfalls berücksichtigt wird.

Die Produktion von Biotreibstoffen, wie Pflanzenöl, Bioethanol oder Biodiesel aus Pflanzenöl, Altspeiseöl oder Tierfett, wird nicht gefördert. Stattdessen existiert eine Steuererleichterung bzw. eine Steuerbefreiung: Das Mineralölsteuergesetz 1995 (BGBl. Nr. 630/1994, zuletzt geändert durch das Budgetbegleitgesetz 2007, BGBl. I Nr. 24/2007) sieht ab Juli 2007 für eine Dieselgemisch mit mehr als 4,4 Volumenprozent beigemischten biogenem Treibstoff und einem Schwefelgehalt von weniger als 10 mg/kg eine Steuer von € 0,347 pro l, statt € 0,375 pro l für rein fossilen Diesel vor. Für ein Benzingemisch mit mehr als 4,4 Volumenprozent beigemischten biogenem Treibstoffen und einem Schwefelgehalt von weniger als 10 mg/kg wird ab 1. Oktober 2007 eine Steuer von € 0,442 pro l statt € 0,475 pro l für reines unverbleites, schwefelarmes Benzin. Reine Biokraftstoffe sind seit dem Steuerreformgesetz 2000 (BGBl I Nr. 106/1999) zur Gänze steuerbefreit.

Keine Förderunge, weder auf Bundes- noch auf Landes- oder Gemeindeebene, stehen für die die Technologie *Stirlingmotor* zur Verfügung. Grund dafür ist die Tatsache, dass sich diese Technologie noch im Entwicklungs- bzw. Teststadium befindet und für eine großräumige Anwendung derzeit noch ungeeignet ist. Auch für die Energiekornheizung gibt es laut Landwirtschaftskammer Niederösterreich derzeit österreichweit keine Förderungen (Landwirtschaftskammer Niederösterreich 2006[b]).

Förderungen der Biomasseproduktion

Nicht nur die Errichtung der Biomassetechnologie selbst wird gefördert, sondern auch die Produktion der notwendigen Rohstoffe, was ebenfalls in der Kostenstruktur berücksichtigt wird. Die Förderung der Produktion bzw. Bereitstellung von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse werden vom Bund bzw. von der EU übernommen. Für die Produktion von landwirtschaftlicher Biomasse wie Energiepflanzen und -hölzer kann der Landwirt um die Einheitliche Betriebsprämie und um die Energiepflanzenprämie ansuchen. Da bereits Kapitel D 1.5 einen detaillierten Überblick über landwirtschaftliche Förderungen gegeben hat, wird an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet.

4.4.2 Kosten am Beispiel einer 15 kW Heizung

Die Kosten der Heizsysteme mit Förderungen werden beispielsweise anhand ausgewählter Heizsysteme im Leistungsbereich von 15 kW ausgewiesen.

Da sich die Förderungen (mit Ausnahme der Agrarförderungen) hauptsächlich auf die Investitionskosten beziehen, werden diese zunächst gesondert dargestellt. Tabelle 31 weist die Gesamtinvestitionskosten exklusive und inklusive Förderungen aus. Dabei ist zu beachten, dass derzeit nur typengeprüfte Biomasseheizanlagen auf Basis von Holz (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel) gefördert werden, sodass für Technologien auf Basis von Miscanthus, Getreide, Stroh und Energiekorn kein Förderungsanspruch besteht. Ähnliches gilt für den kombinierten

Einsatz von Pelletsöfen und Sterling Motor: In diesem Fall wird lediglich der Pelletsofen gefördert.

Wie Tabelle 31 zeigt, ist die absolute Höhe der Förderung von Technologie zu Technologie verschieden und reicht von € 1.140 bis € 4.836, welche sich aus dem 15 % Investitionszuschuss der kleinen Wohnhaussanierung und einem 25 % Investitionszuschuss aus der Förderung für moderne Holzheizung (unter Berücksichtigung der maximalen Förderhöhe, siehe Kapitel D 4.4.1) ergeben.

Bezüglich Nahwärme (Heizwerk auf Hackgutbasis) kommen dem privaten Haushalt zwei verschiedene Fördermaßnahmen zu Gute: Zum einen sinkt der Endkundenpreis für Nahwärme durch Investitionsförderungen auf der Seite der Anlagenbetreibers (Umweltförderung des Bundes), sodass (unter der Annahme, dass der Effekt der Förderung zur Gänze an den Konsumenten weitergegeben wird) die Kosten pro Kilowattstunde thermischer Energie von 5,4 Cent auf 4,9 Cent sinken (siehe Tabelle 32). Zum anderen wird im Zuge der kleinen Wohnhaussanierung der Anschluss an Fernwärme mit einem Ökopunkt (d.h. 15 %-ige Investitionsförderung bei einer maximalen förderbaren Kostensumme von € 35.000) gefördert. Somit verringern sich die Gesamtinvestitionen des privaten Haushaltes von € 7.600 auf € 6.460.

Neben den Investitionsförderungen müssen auch die Förderung der Brennstoffproduktion, die Agrarförderungen (siehe Kapitel D1.5 Förderwesen der Landwirtschaft), berücksichtigt werden (siehe Tabelle 32). Unter Berücksichtigung der Agrarförderungen sinken die Brennstoffkosten von Energiekorn um 24 %, von Miscanthus um 21 %. Geringere Kostenvorteile ergeben sich bei Agropellets (Pappelpellets, Miscanthuspellets, Getreidepellets): Durch den zusätzlichen Aufwand der Pelletierung wird der Effekt der Förderung gedämpft, sodass die Kostenersparnis zwischen 13 % und 10 % liegt. Die Produktion forstwirtschaftlicher Produkte wird derzeit nicht gefördert, sodass sich die Brennstoffkosten für Holzprodukte (mit Ausnahme von Pappeln) nicht verändern.

Tabelle 31 Gesamtinvestitionskosten mit und ohne Förderung von 15 kW Biomasseeinzelhausheizanlagen durch das Land Steiermark (kleine Wohnhaussanierung, moderne Holzheizung) (eigene Berechnung)

	Hackgut	Scheitholz	Pellets	Pappelpellets	Miscanthuspellets	Getreidepellets	Strohpellets	Miscanthus	Pellets inkl. Sterlingmotor[1]	Energiekorn	Nahwärme[2]	Heizöl[3]
Gesamtinvestitionskosten (€)	20.240	11.365	12.179	12.246	20.558	20.558	20.558	25.424	18.448	19.485	7.600	7.214
Investitionsförderungen	4836	2805	3227	3237	0	0	0	0	4167	0	1140	0
Gesamtinvestitionskosten abzüglich Förderungen	15.404	8.560	8.952	9.009	20.558	20.558	20.558	25.424	14.281	19.485	6.460	7.214

[1] gefördert wird nur der Pelletsofen
[2] Der Haushaltsanschluss an Fernwärme wird über die kleine Wohnhaussanierung mit einem Ökopunkt gefördert.
[3] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

Tabelle 32 Für die Berechnung verwendete Brennstoffkosten in Cent pro kWh_{th} mit und ohne Agrarförderungen (eigene Berechnung)

Einheit: Cent pro kWh_{th}	Hackgut	Scheitholz	Pellets	Pappelpellets	Miscanthuspellets	Getreidepellets	Strohpellets	Miscanthus	Pellets inkl. Sterlingmotor	Energiekorn	Nahwärme[1]	Heizöl[2]
Preis je Einheit ohne Förderung	25,0	30,5	38,1	37,4	40,7	50,4	34,7	19,4	41,4	52,3	53,8	68,4
Preis je Einheit mit Förderung	25,0	30,5	38,1	33,0	36,7	44,0	34,7	15,3	41,4	39,8	48,7	68,4
Prozentuelle Änderung	0%	0%	0%	-12%	-10%	-13%	0%	-21%	0%	-24%	-9%	0%

[1] Annahme: durch die Investitionsförderung der Nahwärmeanlage (Umweltförderung des Bundes) verringert sich der Preis für Nahwärme
[2] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

Mit Hilfe der Annuitätenmethode und unter Berücksichtigung der jährlichen Brennstoff- und betriebsgebundenen Kosten erhält man die jährlichen kapitals-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten sowie die mittleren jährlichen Gesamtkosten (siehe Tabelle 33). Die letzte Zeile der Tabelle gibt die mittlere jährliche Kostenreduktion in Prozent bzw. die prozentuelle Kostensenkung pro kWh gegenüber dem Fall ohne Förderung wieder. Die größte prozentuelle Kostenersparnis ergibt sich bei typengeprüften Heiztechnologien auf Holzbasis, die über die Investitionsförderung gefördert werden. Bei Hackgut beläuft sich die Ersparnis auf 13%, was auf eine erhöhte maximale Fördersumme für Hackschnitzelheizungen zurückführen ist (siehe Abbildung 53). Die zweithöchste Kostenersparnis (-16 %) ist bei Heiztechnologien auf Basis von Pappelpellets festzustellen, was sich auf eine kombinierte Förderung des Brennstoffes (Agrarförderung) und der Investition (Förderung durch das Land Steiermark) zurückführen lässt. Die restlichen Holzheiztechnologien, Scheitholz und Pellets, werden rein über die Investitionsförderung mit einer geringeren maximalen Fördersumme unterstützt, sodass die prozentuelle Kostenreduktion bei -10 % liegt.

Geringere Einsparungen ergeben sich bei noch nicht typengeprüften Technologien auf Basis von landwirtschaftlichen Produkten (Miscanthus, Miscanthus- und Getreidepellets). Da in diesem Fall keine Investitionsförderung gewährt wird, kommt lediglich die Agrarförderung zur Geltung und die Kosten sinken zwischen 11 % und 4 %. Bezüglich der Kosten der kombinierten Technologie Pellets und Sterlingmotor wurde bereits erwähnt, dass in diesem Fall lediglich der Pelletsofen gefördert wird (Land Steiermark). Die Kosten nach Abzug der Förderung sinken um 20 %. Die Kosten der Nahwärme verringern sich im Vergleich zu ohne Förderungen um 11 %. Technologien auf Basis von Öl oder Strohpellets werden weder aus der Agrarförderung (im Falle von Stroh) noch durch Investitionsförderung finanziell unterstützt. Hier bleiben die vollen Kosten erhalten.

Tabelle 33 mittlere jährliche Kosten (in €) von vom Land Steiermark (kleine Wohnhaussanierung, moderne Holzheizung) inklusive Agrarförderungen geförderten 15 kW Biomasseeinzelhausheizanlagen (eigene Berechnung)

	Hackgut	**Scheitholz**	**Pellets**	**Pappelpellets**	**Miscanthuspellets**	**Getreidepellets**	**Strohpellets**	**Miscanthus**	**Pellets inkl. Sterling**	**Energiekorn**	**Nahwärme**	**Heizöl[1]**
mittlere jährliche kapitalgebundene Kosten (€)	877	484	533	536	1.236	1.236	1.236	1.421	859	1.213	351	424
mittlere jährliche verbrauchsgebundene Kosten (€)[2]	760	916	1.129	985	1.089	1.295	1.035	489	1.104	1.177	1.119	1.936
mittlere jährliche betriebsgebundene Kosten (€)	427	337	346	346	485	485	485	510	497	484	11	281
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**2064**	**1736**	**2008**	**1867**	**2810**	**3016**	**2756**	**2420**	**2460**	**2874**	**1480**	**2641**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh	**9,2**	**7,7**	**8,9**	**8,3**	**12,5**	**13,4**	**12,3**	**10,8**	**10,9**	**12,8**	**6,6**	**11,7**
prozentuelle mittlere jährliche Kostenverringerung im Vergleich zu Kosten ohne Förderungen	-13%	-10%	-10%	-16%	-4%	-6%	-0%	-4%	-10%	-11%	-11%	-0%

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.
[2] Die Kalkulation der mittleren jährlichen betriebsgebundenen Kosten berücksichtigt die Verringerung der Brennstoffkosten bedingt durch die Agrarförderungen (für Pappel, Miscanthus, Getreide und Energiekorn).

5 Ökonomische Analyse von Wärmedämmungsmaßnahmen

Im Gegensatz zu einem verstärkten Einsatz von land- und forstwirtschaftlichen Produkten kann durch Maßnahmen zur Gebäudedämmung eine nachfrageseitige Reduktion des Energieeinsatzes erreicht werden. Um eine höhere Effizienz der Biomassenutzung gewährleisten zu können, ist der kombinierte Einsatz von alternativen Heizsystemen, zum Beispiel von Biomasse, mit Maßnahmen zur thermischen Effizienzsteigerung von Gebäuden vorzuziehen (Haas und Kranzl 2002). Bonelli (1998) zeigt für Österreich (ohne Wien), dass Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Gebäudeeffizienz bei sanierungsbedürftigen Wohngebäuden einen wesentlich größeren Beitrag zur Treibhausgasreduktion bringen können als der Austausch überalteter Heizölkessel zu Gunsten von Holzheizkesseln.

Aus umweltrelevanter Sicht ist bei der Beurteilung von Gebäudedämmungsmaßnahmen wichtig, nicht nur die positiven Effekte des vermiedenen Heizenergiebedarfes in Betracht zu ziehen, sondern auch die zusätzlichen Umweltwirkungen, die durch die Herstellung und Verarbeitung der Dämmmaterialien entstehen. Vergleicht man beispielsweise die Treibhausgasemissionen verschiedener Dämmsysteme, so entstehen vor allem beim Einsatz von EPS (expandierendes Polystyrol, z.B. Styropor) negative Umwelteffekte (4 kg CO_2e /kg), aber auch Stein- und Glaswolle (1,6 kg CO_2e/kg) sind relativ treibhausgasintensive Produkte. Aus diesem Grund wird vielfach die Forderung gestellt, nachwachsende Rohstoffe wie Flachs, Hanf oder Stroh verstärkt zu Dämmmaterialien zu verarbeiten, um die durch Sanierungsmaßnahmen entstehenden Treibhausgasemissionen zu verringern (IBO 2006 in: Strasser et al. 2006).

Weiters stellt der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Dämmmaterialien wiederum eine Möglichkeit dar, Wertschöpfung in der Landwirtschaft und damit in den Regionen zu generieren. Dementsprechend würde sich eine Verschiebung vom Landwirt als Brennstofflieferanten zum Baustofflieferanten ergeben, Effekte einer geringeren Nachfrage nach biogenen Brennstoffen aufgrund von Dämmmaßnahmen könnten kompensiert werden.

Weil derzeit für Wärmedämmungsmaßnahmen großteils herkömmliche Dämmstoffe (Mineralwolledämmstoffe 56 %, Schaumstoffe 39,6 %, sonstige Dämmstoffe 4,4 %) verwendet werden (GDI 2005), und weil nur für diese in der Literatur detaillierte Kostenabschätzungen vorhanden sind, werden in der folgenden Kostenanalyse von Wärmedämmungsmaßnahmen der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und die damit verbundenen positiven Effekte (geringere CO_2-Emissionen, landwirtschaftliche Wertschöpfung) nicht berücksichtigt.

5.1 Kosten von Wärmedämmungsmaßnahmen bei Gebäudesanierungen

Für eine Darstellung der Kosten von Wärmedämmungsmaßnahmen werden in diesem Projekt die Ergebnisse einer Schweizer Studie von Jakob et al. (2002) adaptiert. Diese stellt die bisher umfangreichste Studie im deutschsprachigen Raum zu den Kosten von Energie-Effizienzmaßnahmen im Wohnbereich dar und weist die Grenzkosten einzelner energetischer Maßnahmen im Vergleich zu einer nicht-energetischen Gebäudesanierung aus. Die in Abbildung 56 dargestellten Kosten müssen als Durchschnittswerte verstanden werden, welche für einzelne Gebäude aufgrund unterschiedlicher Baualter, -arten und Gebäudenutzungen stark abweichen können.

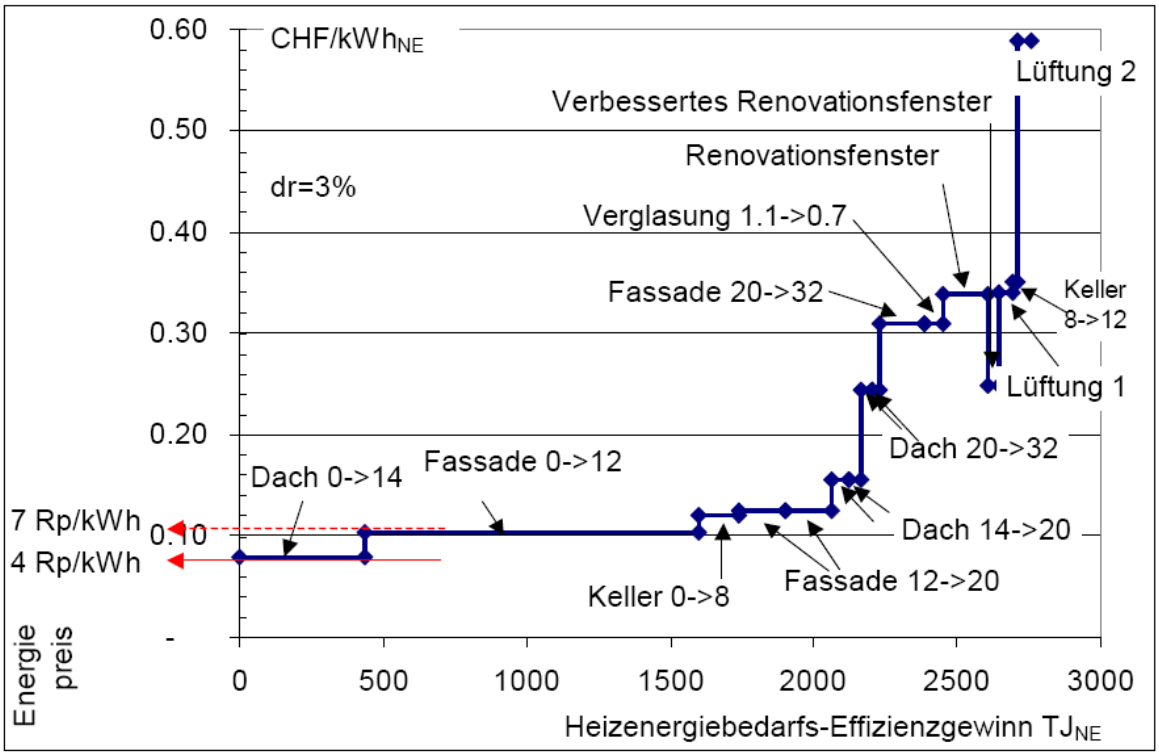


Abbildung 56 Aggregierte Grenzkostenkurve für den Schweizer Einfamilienhausbestand der Bauperiode 1900-1960 (Jakob et al. 2002, S 309)

Abbildung 56 zeigt, dass bei der Sanierung des Altbestandes Maßnahmen zur Zusatzdämmung zwischen nicht beheizten Dachböden und dem obersten Geschoß, Maßnahmen zur Fassadendämmung, sowie die Dämmung von Kellerdecken zum untersten Geschoß am kosteneffizientesten sind. Allein durch diese Maßnahmen kann ein hoher Heizenergiebedarfs-Effizienzgewinn erzielt werden, auch ohne vergleichsweise teurere Maßnahmen wie etwa einem Austausch der Fenster, Änderungen bei der Haustechnik, oder dem Einbau einer Lüftungsanlage.

In der Folge sollen die Kosten dieser drei Maßnahmen (Wand, Dach, Kellerdecke) mit den Kosten unterschiedlicher Heizsysteme verglichen werden. Um eine Vergleichbarkeit mit den in Kapitel D 3.3 berechneten Werten zu gewährleisten, wurden die in der Schweizer Studie angegebenen Kosten mit den Wechselkursen des Jahres 2002 in Euro umgerechnet und

preisbereinigt, um das höhere Preisniveau in der Schweiz zu berücksichtigen. Die Grenzkosten und Einsparungspotenziale in Tabelle 34 beziehen sich auf nicht-gedämmte Gebäude, welche vor 1960 errichtet wurden:

Tabelle 34 Einsparung Heizwärmebedarf sowie Grenzkosten der eingesparten Nutzenergie (Jakob et al. 2002)

Maßnahme	Einsparung Heizwärmebedarf	Grenzkosten der eingesparten Nutzenergie in der Schweiz[1]	Grenzkosten der eingesparten Nutz-energie in Österreich (preisbereinigt)[2]
Wand: Wärmedämmung 12 cm mit Kompakt- oder hinterlüfteter Fassade, Leibung 2 cm	41,6 kWh/m²/a	6,6 Cent/kWhNE	5,5 Cent/kWhNE
Dach: Wärmedämmung des Dachs von oben, 14 cm auf die Sparren	23,6 kWh/m²/a	5,3 Cent/kWhNE	4,4 Cent/kWhNE
Kellerdecke: Wärmedämmung 8 cm	7,5 kWh/m²/a	7,9 Cent/kWhNE	6,7 Cent/kWhNE

[1] Umrechnungskurs 2002: CHF 1 = € 0,66
[2] Preisbereinigung Schweiz zu Österreich im Verhältnis 1:0,84 erfolgt auf Basis von: http://www.oecd.org/dataoecd/48/18/18598721.pdf (Stand: 5.7.2007)

Weiters wurden die in Tabelle 34 gegebenen Werte zinssatzbereinigt. Während den Berechnungen von Jakob et al. (2002) ein durchschnittlicher Realzinssatz für Haushalte von 3,5 % unterstellt wurde, geht die vorliegende Arbeit von einem Realzinssatz von 2,2 % aus. Gewichtet man die einzelnen Maßnahmen nach der Einsparung des Heizwärmebedarfes pro Quadratmeter, so ergeben sich bei einem Zinssatz von 2,2 % durchschnittliche Kosten von 4,1 Cent pro kWh, gegenüber Kosten von 5,3 Cent bei einem Zinssatz von 3,5 %. Dieser markante Unterschied zeigt deutlich, wie sensitiv die Kosten bei Maßnahmen mit langer Nutzungsdauer (50 Jahre) gegenüber Zinssatzänderungen sind.

5.2 Vermiedene Kosten der Wärmeerzeugung bei Wärmedämmung

Bei einem Vergleich zwischen den Kosten von Wärmedämmungsmaßnahmen und den Heizkosteneinsparungen ist prinzipiell zu unterscheiden, ob nur die vermiedenen verbrauchsgebundenen Einsparungen gegenübergestellt werden (kurzfristige Betrachtung), oder auch mitberücksichtigt wird, dass durch die Dämmmaßnahmen längerfristig die Dimension des Heizsystems verringert werden kann. Diese Verkleinerung des Heizsystems bei einem Austausch alter Anlagen wurde miteinbezogen, indem jeweils die Differenz zwischen dem Heizsystem, welches ohne Dämmung benötigt würde, und dem jeweils kleineren Heizsystem (15 statt 20 kW, 20 statt 30 kW, 30 statt 50 kW, 50 statt 80 kW, 80 statt 100 kW) gebildet wurde.

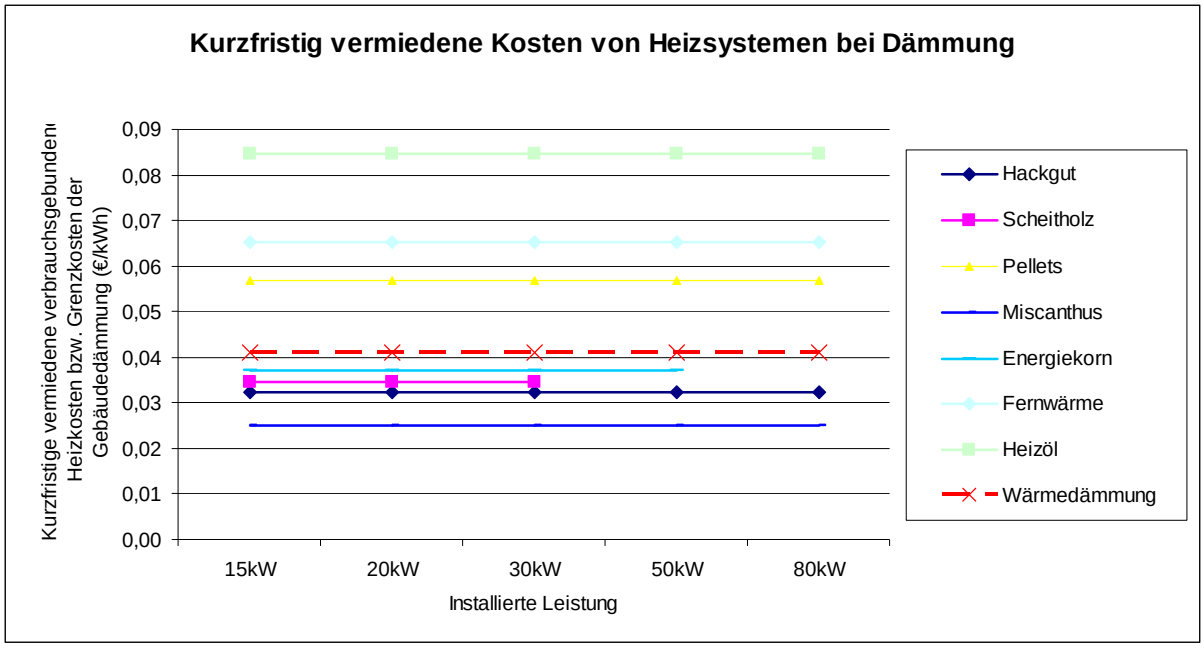


Abbildung 57 Kurzfristig vermiedene Kosten von Heizsystemen bei Dämmung (eigene Berechnung)

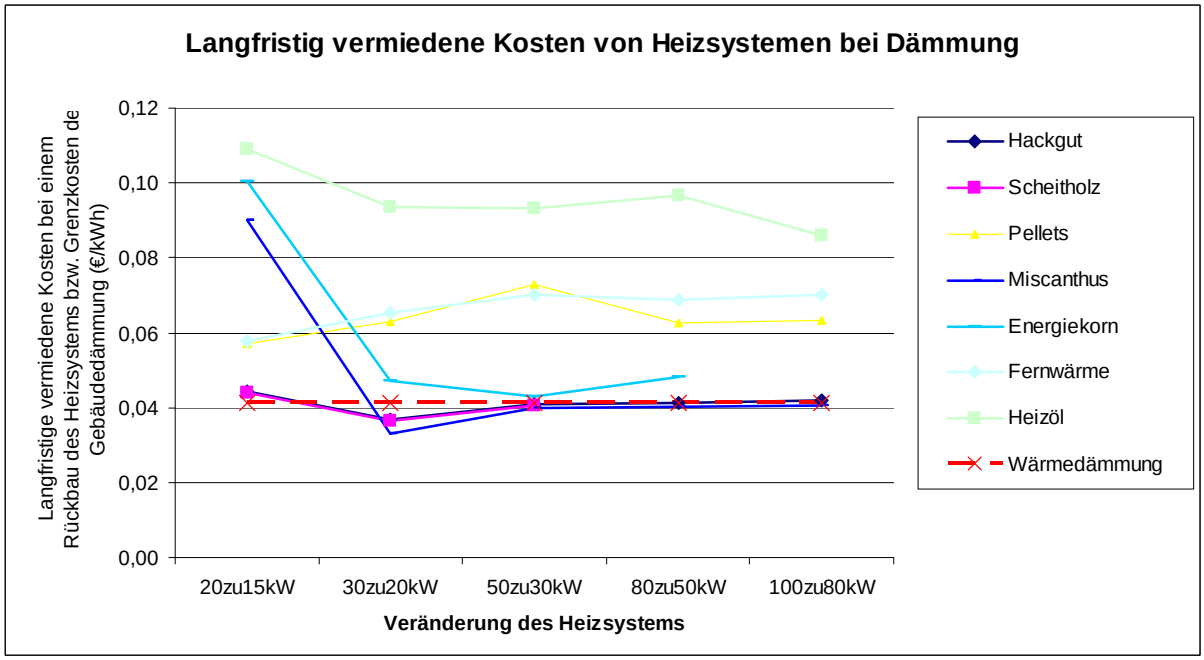


Abbildung 58 Langfristig vermiedene Kosten von Heizsystemen bei Dämmung (eigene Berechnung)

Abbildung 57 weist bei einer alleinigen Betrachtung der verbrauchsgebundenen Kosten einen deutlichen Unterschied der Kosteneffizienz von Wärmedämmungsmaßnahmen zwischen den Heizsystemen auf. Während die verbrauchsgebundenen Kosten bei biogenen Brennstoffen (exkl. Pellets) deutlich unter den Grenzkosten der Dämmmaßnahmen liegen, befinden sie sich bei Öl, Nahwärme und Pellets darüber.

Betrachtet man den Effekt, dass durch die Wärmedämmung auch kleinere Heizsysteme verwendet werden können, so liegen die biogenen Brennstoffe (exkl. Pellets) im Bereich der

Grenzkosten der Dämmmaßnahmen, alle anderen Systeme liegen deutlich darüber, wie Abbildung 58 illustriert. Allerdings muss natürlich berücksichtigt werden, dass bei dieser längerfristigen Betrachtung davon ausgegangen wird, dass das gesamte Heizsystem verkleinert werden kann. Vielfach können jedoch beispielsweise alte Öltanks weiterverwendet werden, Lagerplätze werden nicht rückgebaut bzw. nicht entsprechend anderweitig genutzt etc.

Der Effekt, dass die langfristig vermiedenen Kosten niedriger sind als die in Kapitel D4.3 ausgewiesenen durchschnittlichen Kosten der Heizsysteme, beruht darauf, dass die Investitionskosten allgemein nicht proportional mit der Größe der Anlagen abnehmen, d.h. eine 10 kW-Pelletsheizung ist beispielsweise nicht doppelt so billig wie eine 20 kW Heizung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Maßnahmen zur Gebäudedämmung wie eine Dämmung von Dach, Kellerdecke oder Fassade aus einzelwirtschaftlicher Sicht vielfach kosteneffizient sind, insbesondere wenn diese im Rahmen von ohnedies anfallenden Sanierungsmaßnahmen erfolgen, und so beispielsweise für eine Fassadendämmung nicht zusätzliche Gerüstkosten anfallen. Es zeigt sich weiters, dass eine Diskrepanz zwischen Heizsystemen mit geringeren verbrauchsgebundenen Kosten (Hackgut, Scheitholz) und höheren verbrauchsgebundenen Kosten (Öl, Nahwärme, Pellets) vorliegt. Bei letzteren Heizsystemen scheint eine Wärmedämmung, zumindest bei kurzfristiger Betrachtungsweise, deutlich kosteneffizienter zu sein als bei Hackgut- oder Scheitholzanlagen.

Allgemein ist auch zu beachten, dass eine Reduktion der Heizkosten nicht der einzige Nutzen von Wärmedämmungsmaßnahmen darstellt. Die Vorteile eines erhöhten Wohnkomforts, eines verringerten Risikos von Brennstoffkostenschwankungen sowie eines erhöhten Gebäudewerts werden bei Investitionsrechnungen jedoch in vielen Fällen außer Acht gelassen, ebenso vielfältige gesamtökonomische Nutzen, wie vermiedene externe Kosten (Treibhausgase, Luftqualität), geringere Importabhängigkeiten sowie mögliche Kostendegressionen im Gebäudebereich (Jakob 2006).

5.3 Einsatzpotentiale von Biomasse im Niedrigenergie- und Passivhaus

Aufgrund des verringerten Heizwärmebedarfs und speziellen Gebäudeapplikationen (z.B. die Integration eines Lüftungssystems bei Passivhäusern, welche für die Verteilung der Wärme im Haus genützt werden kann) stellen Passivhäuser und Niedrigenergiehäuser unterschiedliche Anforderungen an Technologien zur Abdeckung des Restwärmebedarfs. Bei Wohnungen und Einfamilienhäusern mittlerer Größe in Passivhausstandard (bis zu einer maximalen Größe von 130 m²) kann der Restwärmebedarf beispielsweise über die Zulufterwärmung aus einer kleinen Wärmepumpe gedeckt werden. Wird der Restwärmebedarf dadurch nicht abgedeckt, kann eine Zusatzheizung (Kleinstgasheizung, Pelletsofen, Fernwärmeanschluss) installiert werden (Ökobau Cluster Niederösterreich). Bei Niedrigenergiehäusern sind Passivhausstandard-Heiztechnologien meist nicht in der Lage den Restwärmebedarf abzudecken (Zusatzheizungen sind notwendig) bzw. können aufgrund fehlender Gebäudeapplikationen nicht ohne zusätzliche Erweiterungen (z.B. den Einbau eines Lüftungssystems) adaptiert werden. Die Integration eines konventionellen, kleindimensionierten Heizsystems (z.B. Zentralheizung auf Basis Öl

oder Gas) entspricht wiederum nicht dem Nachhaltigkeitsprinzip. Daher erhebt sich die Frage, inwieweit Heiztechnologien auf Basis erneuerbarer Energieträger, unter besonderer Berücksichtigung von Biomassetechnologien, geeignet sind, um den Restwärmebedarf in Niedrigenergiehäusern effizient zu decken.

Eine Übersicht über potentiell mögliche Systeme zur Einzelhausversorgung von Niedrigenergiehäusern geben Diefenbach et al. (2005):

- Zentralheizung mit Heizkessel auf Basis Öl oder Gas
- Solaranlagen zur Heizungsunterstützung
- Elektrische Außenluft-/Erdreich-Wärmepumpe
- Lüftungswärmerückgewinnung und Abluft-Wärmepumpen
- KWK-Anlagen und brennstoffbetriebene Wärmepumpe
- Biomasseheizungen

Alle aufgezählten Technologien stellen, unter gewissen Einschränkungen und bei Erfüllung vorgegebener technologischer Vorraussetzungen, eine Möglichkeit dar, den Restwärmebedarf von Niedrigenergiehäusern (Einzelhausversorgung) zu decken: Wie bereits erwähnt stellt der Einsatz von derzeitigen Standard-Heizsystemen auf Basis von Öl- und Gas keinen nachhaltigen Ansatz zur zukünftigen Energieversorgung dar, sodass nicht näher auf diese Möglichkeit eingegangen wird. Darüber hinaus sind die zukünftigen Optimierungspotentiale für Öl- und Gaszentralheizungsanlagen begrenzt. Die Verwendung von Solaranlagen zur Deckung des Restwärmebedarfs in Niedrigenergiehäusern wird in Zukunft eine immer wichtigere Rolle darstellen, ist derzeit aber noch mit hohen Wärmeerzeugungskosten verbunden. Die Installation von Erdreich-Wärmepumpen ist von den jeweiligen örtlich geologischen Bedingungen und dem vorhandenen Flächenpotential (im Falle von horizontal verlegten Erdkollektoren) abhängig. Der Einsatz von Lüftungswärmetauschern ist im Gebäudebestand eher unüblich, da eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Zu- und Ablüftungssystem Vorraussetzung für die Installation dieser Technologie ist, und kommt daher eher im Neubau (Passiv- und Niedrigenergiehaus) zum Einsatz. Im Bestand besteht vielmehr die Möglichkeit des Einbaus einer Abluftanlage. Bei diesem System ist die Höhe der Wärmelieferung jedoch begrenzt, sodass in der Praxis zur Abdeckung des Spitzenlast-Wärmebedarfs eine Zusatzheizung notwendig ist. Klein-KWK-Anlagen und brennstoffbetriebene Wärmepumpen, die sich auch in Einfamilienhäusern einsetzen lassen, befinden sich noch im Entwicklungs- bzw. Teststadium (Diefenbach et al. 2005).

Neben den bereits genannten Technologien stellt Biomasse eine weitere nachhaltige Alternative dar, welche im Folgenden detaillierter diskutiert wird. Aufgrund des geringeren Wärmebedarfs ist zur Erfüllung des Effizienzkriteriums nur der Einsatz speziell angepasster Biomassetechnologien sinnvoll. In diesem Zusammenhang heben Biermayer et al. (2001) drei verschiedene, bereits am Markt verfügbare Biomassetechnologien hervor, die sich für den

Einsatz in Niedrigenergiehäusern eignen: Kachelofen als Ganzhausheizung, Pellets-Einzelofen (dezentrale Wärmeversorgung) und Pelletskessel kleinster Leistung. Beim Einbau eines Kachelofens als Ganzhausheizung übernimmt dieser die Rolle des Hauptheizsystems in einem Wohngebäude. Die Wärmeverteilung erfolgt hierbei passiv, d.h. ohne Zusatzaggregate und aktives Wärmeverteilersystem. Der Vorteil dieses Systems liegt in der einfachen Handhabung der Technologie, günstigen Brennstoffkosten und einfachen Brennstofflagerung. Als kritischer Punkt wird neben dem hohen manuellen Aufwand (Einheizen, Ascheentsorgung) und der Staub- bzw. Geruchsverteilung vor allem die mangelnde Wärmeverteilung in periphere Räume (bei Gebäuden die in zahlreiche kleine Räumlichkeiten zergliedert sind) angeführt. Dieses Problem kann beispielsweise über eine passive Wärmeverteilung, durch den Einbau von Konvektionsschächten oder -rohren (auch über mehrere Geschoße), gemindert werden.

Der Pelletseinzelofen ist eine weitere Variante zur Deckung des geringen Restwärmebedarfs eines Niedrigenergiehauses (bzw. auch Passivhauses) und wird wie der Kachelofen dezentral (d.h. im Wohnraum des Hauses) aufgestellt. Die Beschickung erfolgt automatisch aus einem Vorratsbehälter, sodass eine ständige Betreuung wie beispielsweise beim Scheitholzofen nicht erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil liegt wiederum in den niedrigen Brennstoffkosten. Die technischen Hemmnisse dieser Technologie liegen in der nötigen Brennerwartung, dem Brennstoffhandling sowie in den Betriebsgeräuschen (Gebläse) und der Ascheentsorgung, die ökonomischen Hemmnisse bei den trotz Förderungen vergleichsweise höheren Investitionskosten als bei konventionellen Systemen. Ähnlich wie beim Kachelofen erhebt sich auch hier die Frage der Wärmeverteilung. Eine dritte Alternative stellt der Pelletskessel kleinster Leistung als Zentralheizungsanlage dar. Regelbare Kessel mit einer Leistung ab 3,5 kW mit einem Regelbereich bis 10 kW sind bereits verfügbar und eignen sich ohne weiteres für den Einsatz in Niedrigenergiehäusern. Ein hohes Maß an Automatisierung, Bequemlichkeit, Komfort und geringe Brennstoffkosten begünstigen den Einsatz dieser Technologie. Höhere Investitionskosten als bei vergleichbaren Öl- oder Gaskesseln stellen auch bei diesem System eine Barriere dar (Biermayer et al. 2001).

Derzeit steht eine Vielfalt von Technologien zur Restwärmebereitstellung in Niedrigenergiehäusern (und Passivhäuser) in Diskussion. Welche dieser Technologien sich in Zukunft etablieren wird, darüber können laut Diefenbach et al. (2005) derzeit keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden. Den Ersatz konventioneller Heizkessel durch ein einziges neues Anlagenkonzept sehen die Autoren als unwahrscheinlich. Vielmehr vertreten sie die Meinung einer Verbreitung differenzierter Lösungen, die von räumlichen Standortbedingungen abhängig sind.

E VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER IN DER ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK

Aufbauend auf die betriebswirtschaftliche Kostenanalyse und den regional nachgefragten Energiedienstleistungen wird zur Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Effekte eine CGE-Analyse (Computable General Equilibrium) verwendet, welche, unter Miteinbeziehung der wirtschaftlichen Vernetzung (Input-Output-Tabelle), die Wirkungen und Rückwirkungen von Maßnahmen auf die gesamte Volkswirtschaft darstellen kann. Diese wird für ein drei-Regionen-Modell (Oststeiermark, Reststeiermark, Rest der Welt) durch die Formulierung der Produktionsfunktionen der verschiedenen Produktionssektoren sowie der modellhaften Beschreibung der Eigenschaften der Akteure (Haushalte, Unternehmen, Staat) dargestellt. Die Integration von Biomassetechnologien sowie der Biomasseprimärprodukte (Pellets, Hackschnitzel, etc.) in das vorliegende Modell erfolgt über die Kostenaufstellung in Abschnitt D.

Mit dem Ziel, die Auswirkung verschiedener politischer Maßnahmen auf makroökonomische Faktoren der Region Oststeiermark abschätzen zu können, werden verschiedene Biomasse-Szenarien erstellt. Im Zuge einer Einzeltechnologieanalyse werden zunächst die Unterschiede der volkswirtschaftlichen Wirkungen verschiedener Biomassetechnolgien untersucht. Zu diesem Zwecke wird für jede einzelne Wärmetechnologie (15 kW) eine Ausdehnung der Wärmeproduktion aus Biomasse um insgesamt 2.000 TJ unterstellt. Weiters wird anhand eines Szenarios „Nutzung des Biomassepotentials“ dargestellt, welche Anteile der Wärmeenergienachfrage mit Bioenergie abgedeckt werden können (aufgrund der Ausschöpfung des zusätzlichen regionalen Biomassepotentials und der Entwicklung der regionalen Energienachfrage bei verschiedenen Sanierungsrate) und welche volkswirtschaftlichen Effekte daraus resultieren.

Die Einzeltechnologieanalyse zeigt, dass die Nutzung von Biomasse bei alle Technologien mit positiven regionalen Wertschöpfungseffekten verbunden ist, da zum Großteil importierte Güter (Heizöl, Gas, Kohle) durch einheimisch produzierte Güter substituiert werden. Bezüglich Beschäftigung treffen die in der Literatur oftmals betonten positiven Nettobeschäftigungseffekte (Madlener und Koller 2005, Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Haas und Kranzl 2002) der Biomassenutzung auf die vorliegenden Untersuchung nur bedingt zu. Während die Energiebereitstellung aus forstwirtschaftlicher Biomasse ebenfalls positive Beschäftigungseffekte quantifiziert (0,48 bis 0,63 Arbeitsplätze pro TJ), kommt es im Zuge der Energiebereitstellung aus landwirtschaftlicher Biomasse unter anderem auch zu negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (z.B. Energiekorn: -0,86 Arbeitsplätze pro TJ). Die Gründe hierfür liegen im Verdrängungseffekt der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion durch die Biomasseproduktion, welcher in den bisherigen Studien nicht berücksichtigt wurde. Vor allem der Einsatz von mehrjährigen Kulturen sowie eine verstärkte Inanspruchnahme von überbetrieblichen, kapitalintensiven Leistungen führen zu einem sehr

geringen Arbeitseinsatz in der Biomasseproduktion. Zusätzlich spielt bei landwirtschaftlicher Biomasse der Aspekt der Flächenkonkurrenz mit der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion eine Rolle, welcher maßgeblich vom Flächenertrag der Biomasse bestimmt wird. Bei geringerem Flächenertrag (Energiekorn, Getreideganzpflanzenpellets) müssen mehr Hektar Ackerland für die Produktion von Biomasse verwendet werden (um dieselbe Energiemenge zu erzeugen), sodass mehr von der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion in der Region verdrängt wird. Diese Verdrängungseffekte implizieren in weiterer Folge eine Steigerung des Pachtansatzes.

Obwohl für die Einzeltechnologieanalyse nur in der Oststeiermark die Nutzung der Biomasse ausgeweitet wurde, sind für die restliche Steiermark Auswirkungen erkennbar (Spill-over-Effekte). Großen Einfluss auf Art und Umfang der Spill-over-Effekte auf die Reststeiermark haben die durch die Biomassenutzung induzierte Beschäftigung in der Oststeiermark. Durch mehr Beschäftigung in der Oststeiermark verringern sich die Arbeitslosenzahlungen für die Region, wodurch der öffentliche Sektor mehr Geld für sonstige Ausgaben zur Verfügung hat.

Am Beispiel des Szenarios „Nutzung des Biomassepotentials" kann gezeigt werden, dass durch die Ausschöpfung des gesamten zusätzlichen Potentials der Anteil der Wärmenachfrage, welcher durch Biomasse abdeckt wird, gesteigert werden kann. In der Oststeiermark kann bis 2015, je nach Annahmen bezüglich des Potentials, zusätzlich 23 % - 25 % der Wärmenachfrage mit Biomasse bedient werden, im Jahre 2030 bereits 32 % - 40 %. In der Steiermark liegt der zusätzliche Anteil etwas geringer, ca. 22 % bis 2015, 24 % - 28 % bis 2030. Darüber hinaus zeigt sich, dass dieser Anteil durch vermehrte Sanierung (z.B. Sanierungsrate von 2 %) bis 2030 um maximal 7 % in der Oststeiermark und 4 % in der Steiermark gesteigert werden kann.

Maßnahmen zur Intensivierung der thermischen Sanierung des Gebäudebestandes sowie zur Nutzung des zusätzlichen Biomassepotentials bringen positive volkswirtschaftliche Effekte mit sich. Beispielsweise erhöht sich angesichts einer Sanierungsrate von 1,5 % das BIP in der Oststeiermark um 1,73 % und die Beschäftigung steigt um 1.733 Personen. Ebenfalls positive Effekte können durch die Nutzung des vorhandenen Bioenergiepotentials erwartet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige Effekte (z.B. Beschäftigungseffekt), aufgrund der steigenden Faktorpreise und der steigenden notwendigen Förderungen, ab einem gewissen Level der Bioenergienutzung sich in der Richtung wieder umkehren können (und z.B. die Beschäftigung sinken kann).

Die Überprüfung der Sensitivität der Ergebnisse hinsichtlich Zinsatz, Energiepreise und Außenhandelselastizität zeigt, dass die Ergebnisse sehr stark von den zu Grund gelegten Annahmen abhängig sind. Energiepreise sind für alle Ergebnisse von zentraler Bedeutung. Für landwirtschaftliche Biomasseprodukte haben ebenfalls Annahmen über den Außenhandel starken Einfluss auf die Resultate. Deutlich wird dies am Beispiel der Pachtpreisentwicklung in folge der Biomasseproduktion.

1 Bewertungsmethodik/Modellansatz

Zur quantitativen Analyse ökonomischer Vorgänge stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Viele von ihnen können für ähnliche Fragestellungen herangezogen werden, unterscheiden sich jedoch in der zu Grunde gelegten Theorie sowie anhand der verwendeten Daten. Deshalb kommt der Auswahl der richtigen Methodik eine entscheidende Rolle zu. Im folgenden Kapitel werden zunächst die Kriterien an die verwendete Analysemethode gestellt, auf Basis derer die Wahl für die *Angewandte Allgemeine Gleichgewichtsanalyse* (**C**omputable **G**eneral **E**quilibrium) begründet wird. Nach einer Beschreibung der dieser Methode zugrunde liegenden Annahmen erfolgt eine Darstellung der Struktur des erstellten Modells.

1.1 Modellansatz

In der makroökonomischen empirischen Forschung stehen drei grundlegende methodische Ansätze zu Verfügung: Input-Output-Analyse, ökonometrische Analyse und angewandte allgemeine Gleichgewichtsanalyse. Je nach Fragestellung tritt eine der Methoden als die am besten Geeignete in den Vordergrund.

Die Input-Output-Analyse, die auf Wassily Leontief zurückgeht, gründet sich auf der Tatsache, dass in einer Wirtschaft, die auf Arbeitsteilung aufgebaut ist, jeder Produzent von Gütern Vorleistungen in der Form anderer Güter bezieht. Güter oder Dienstleistungen können somit als Vorleistungen in den verschieden Produktionssektoren eingesetzt werden oder dienen der Abdeckung der Endnachfrage von Konsumenten (aus dem In- und Ausland) und der öffentlichen Hand. Eine der Grundannahmen ist jedoch, dass jeder Sektor ein homogenes Gut mit einer homogenen Technologie herstellt (Fleissner 1998).

Ökonometrische Modelle versuchen statistische Reaktionsmuster aus der Vergangenheit zu erfassen und daraus zukünftige Entwicklungen abzuleiten. Datengrundlage hierfür bilden Querschnittsdaten oder Zeitreihen. Rückwirkungen in das System sind nur sehr beschränkt darstellbar.

Die Allgemeine Gleichgewichtsanalsyse geht von der Input-Output-Analyse aus, erweitert diese jedoch durch Einbeziehung preisabhängiger, flexibler Input-Koeffizienten. Sie bezieht ebenfalls Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung mit ein auf der die makroökonomische ökonometrische Analyse beruht.

Bei der vorliegenden Fragestellung der makroökonomischen Auswirkung vermehrter Biomassenutzung sollen verschiedene politische Instrumente, welche zur Erreichung bestimmter Ziele initiiert werden, in ihren Auswirkungen untersucht werden. An das Modell wird somit der Anspruch gestellt, verschiedene politische Instrumente abbilden zu können, welche auch Einfluss auf die Preise der verschiedenen Technologien und Einsatzstoffe nehmen werden. Daraus ergibt sich, dass es notwendig ist, endogen veränderbare

Produktionskoeffizienten zu erlauben, was die Verwendung einer Input-Output-Analyse ausschließt.

Eine weitere Anforderung an unser Modell ist, dass auch neuartige Technologien in ihrer Wirkung untersucht werden können. Darunter werden Technologien verstanden, die entweder erst in der Einführungsphase begriffen oder noch nicht marktreif sind. Exemplarisch soll hier die kaskadische Biomassenutzung genannt werden, welche in Zukunft mit großer Wahrscheinlichkeit eine wichtige Rolle spielen wird. Ökonometrische Modelle würden dieser Anforderung nicht genügen können, da für die beschriebenen Technologien entweder keine Aufzeichnungen vorhanden sind oder diese nicht lange genug zurückgreifen, um verlässliche Aussagen daraus ableiten zu können.

Die Allgemeine Gleichgewichtsanalyse eignet sich dazu, Veränderungen im gesamten Wirtschaftssystem abzubilden, was es erlaubt, verschiedene politische Instrumente mit deren Wirkungen abzubilden. Des Weiteren ermöglicht sie die Darstellung neuartiger Technologien, solange diese sinnvoll in Form einer Kostenstruktur dargestellt werden können. Anwendung fand die *Angewandte Allgemeine Gleichgewichtsanalyse* in ihren Anfängen hauptsächlich im Bereich der Beurteilung von Finanz-, Außenhandels- und Entwicklungspolitik. Durch die beschriebenen Eigenschaften des Ansatzes eignet sich diese Methodik besonders für energiepolitische und umweltpolitische Fragestellungen jeglicher Art. Beispiele für einige Anwendungsgebiete sind die Evaluierung der Auswirkungen der Besteuerung von fossiler Energie bzw. anderen Klimapolitiken in Österreich (Breuss und Steininger 1999), Italien (Bussolo umd Pinelli 2001), Türkei (Kumbargolu 2003), Irland (Wissema und Dellink 2007) und Australien (Peter et al. 1996). Die kaskadische Nutzung von Biomasse wird in einem CGE Modell in Ignaciuk und Dellink (2006) dargestellt.

Im CGE Ansatz wird von der komplexen gegenseitigen Vernetzung der Wirtschaftssubjekte untereinander ausgegangen, welche durch die Formulierung der Produktionsfunktionen der verschiedenen Produktionssektoren sowie durch die Beschreibung der Eigenschaften der Akteure dargestellt werden. So strebt jedes Unternehmen nach der Maximierung seines Gewinnes und die Haushalte nach der Maximierung ihres Nutzens. Dieses Ziel soll mit dem minimal möglichen Einsatz an Produktionsmitteln erreicht werden. Unternehmen werden durch Produktionsfunktionen dargestellt, welche die Technologie des jeweiligen Sektors abbilden. Hierzu benötigen sie sowohl Vorleistungsprodukte aus den anderen Produktionssektoren also auch Inputfaktoren wie Arbeit und Kapital, welche von den Haushalten bereitgestellt werden. Die Haushalte werden durch Nutzenfunktionen und durch Budgetbeschränkungen beschrieben, im Rahmen derer sie ihre Entscheidungen über den Konsum von Produkten treffen. Die Aufgabe ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage auf allen Märkten (Güter und Faktoren) zu finden, wird durch einen Preis-Anpassungsmechanismus gelöst. Preise übernehmen in Gleichgewichtsmodellen drei wesentliche Funktionen (Böhringer 2006, S 3f):

- *Signalwirkung:* Preise signalisieren die Knappheit von Gütern.
- *Kompensationswirkung:* Preise kompensieren die volkswirtschaftlichen Kosten eines Gutes, welche durch dieses verursacht werden.

- *Lenkungswirkung:* Preise lenken die Märkte ins Gleichgewicht und sorgen dafür, dass diese geräumt werden und sich Angebot und Nachfrage im Gleichgewicht befinden.

Bei der Beschreibung der Inputstrukturen und der Verhaltensweisen der Akteure wird von einem Basisjahr ausgegangen, dem unterstellt wird, dass sich alle Märkte im Gleichgewicht befinden. Bei Veränderungen im Modell, z.B. durch in Kraftsetzen einer Politik, stellt sich ein neues Gleichgewicht ein. Somit kann gezeigt werden, welche Auswirkungen die gewählte Politik auf Produktionsmengen, Außenhandel, Konsum, Arbeitsmarkt, etc. hat. Es sind sowohl Richtung der Veränderung sowie ein Ausmaß dieser ablesbar.

1.2 Modellbeschreibung

1.2.1 Haushalte

Die Haushalte werden durch einen repräsentativen Haushalt dargestellt. Dieser fragt aus den Produktionssektoren Güter nach und stellt im Gegenzug dafür Primärfaktoren (Arbeit, Kapital und Land) zur Verfügung.

Konsum

Der repräsentative Haushalt konsumiert ein Bündel an Gütern (X_i). Der Konsument versucht unter Berücksichtigung seiner Nutzenfunktion (U) seinen Nutzen zu maximieren, indem er sein Budget voll ausschöpft, dieses jedoch nicht überschreitet (siehe Gleichung 3). Die Nutzenfunktion wird durch eine LES abgebildet (Linear Expenditure Funktion siehe Gleichung 4), welche dem Modell die Eigenschaft gibt, dass die Ausgabenanteile des Haushaltsbudgets für den Konsum eines Gutes aus einem bestimmten Produktionssektor fixiert sind, was die Empirie gut abbildet.

Einkommen

Das verfügbare Haushaltseinkommen (M) setzt sich aus den Lohnzahlungen für beschäftigte Arbeit (wL), den Transferzahlungen (T) sowie den Einkünften durch die Bereitstellung von Kapital (rK) und Ackerfläche (vKL) zusammen. Hierbei bezeichnet w den Lohnsatz, r die Kapitalrente und v den Pachtpreis.

$$\max U = U\left(X_i\right) \quad \textbf{(1)}$$

$$C = \sum_{i=1}^{n} p_i X_i = M \quad \textbf{(2)}$$

$$M = w\overline{L} + r\overline{K} + v\overline{KL} + T \quad \textbf{(3)}$$

$$\frac{X_i p_i}{\sum_{i=1}^{n} X_i p_i} = const \qquad (4)$$

1.2.2 Unternehmen

Die wirtschaftliche Produktion wird im Regional Economic Biomass (REB)- Model durch 41 Sektoren dargestellt. Diese Unterteilung basiert auf der sektoralen Gliederung der NACE 3 (**N**omenclature générale des **a**ctivités économiques dans les **C**ommunautés **E**uropéennes), welche auf Grund der Verfügbarkeit der Daten für die NUTS 3 Region aggregiert wurde. Weiters wurden die Sektoren Diesel, sonstige Erdölprodukte, Kohle, Gas, Fernwärme und Elektrizität herausgelöst.

Den Unternehmen wird unterstellt, ihre Produktionsmittel so zu wählen, dass sie die Produktionskosten für jeden gegebenen Output minimieren.

Produktion Güter

Die Produktion der Güter erfolgt durch Input der Primärproduktionsfaktoren (Arbeit, Kapital, und Land) und den Vorleistungsprodukten anderer Sektoren sowie Input aus den Energiesektoren. Diese wird mit einer Nested Constant Elasticity of Substitution (CES) Produktionsfunktion dargestellt.[10] Wie in Abbildung 59 dargestellt, wird in den unteren Ebenen dieser Funktion ein Aggregat aus den verschiedenen Energiegütern gebildet. Die Substitutionselastizitäten sind in Abbildung 59 durch den Wert s angegeben und wurden an die Energie-Umwelt-CGE Modelle von Wissema und Dellink (2006) sowie Rutherford und Paltsev (2000) angelehnt. In der nächsten Ebene werden die Primärproduktionsfaktoren (Kapital, Land und Arbeit) mit den dazugehörenden Substitutionselastizitäten hinzugefügt. Dieses Aggregat und die Vorleistungsprodukte werden in der obersten Ebene mit fixen Inputverhältnissen verbunden (Leontieff-Produktionsfunktion). Es muss auch angemerkt werden, dass der Primärfaktor Land nur zur Produktion von landwirtschaftlichen Gütern verwendet wird.

[10] Hierachisch struktureierte (*nested*) Produktionsfunktion, in der auf jeder Hierachieebene eigenständige Elsastizitäten der Faktrosubstitution unterschieden werden. Diese Elastizitäten sind innerhalb jeder Ebene konstant. Der Wert der Elastizität gibt an, wie leicht ein Produktionsfaktor durch einen anderen ersetzt werden kann. Eine Elastizität von 0 unterstellt, dass kein Abtausch möglich ist, wohingegen perfekte Substitute durch eine Elastizität von ∞ beschrieben werden.

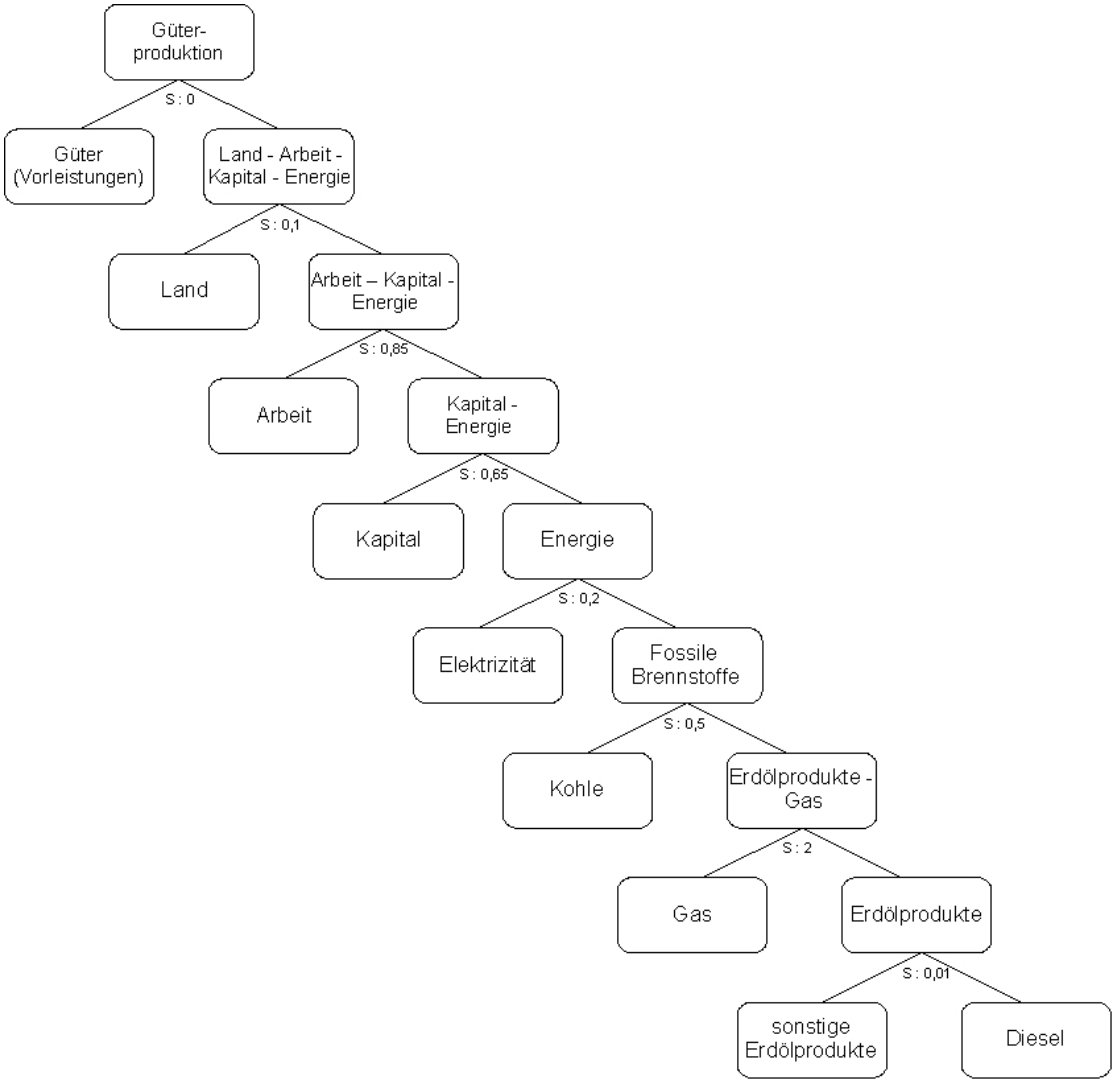


Abbildung 59 Güterproduktionsstruktur

Produktion Energie-Güter

Im Modell werden neben herkömmlichen Konsumgütern getrennt Wärmedienstleistungen, Strom und Treibstoffe nachgefragt. Wärmedienstleistungen werden im Ausgangsjahr durch einen Mix an verschiedenen Technologien und Energieträgern, welche in einer durchschnittlichen Kostenstruktur einfließen, bereitgestellt. Wärmedienstleistungen für Haushalte können somit in Form von Einzelhausheizungen oder Fernwärmeheizungen auf Basis von Öl, Gas, Kohle oder Biomasse erbracht werden. Durch die Ausweitung der Nutzung von Biomasse zur Wärmeerzeugung kommt es zu einer Substitution des bestehenden Mix durch Biomasse. Hierbei wird davon ausgegangen, dass nur aus fossilen Quellen produzierte Wärme durch Biomasse substituiert wird. Die Stromerzeugung ist im Basisjahr durch die Input Output Daten definiert und wird ebenfalls durch Ausweitung der Stromerzeugung aus Biomasse (siehe Kapitel D 3.2) substituiert. Bei der Treibstoffproduktion wird der Dieselsektor gesondert betrachtet, da in dem Modell nur die Produktion von Biodiesel und nicht Bioethanol untersucht wird. Im folgenden Abschnitt werden die Produktionsfunktionen jener Technologien und Vorleistungen betrachtet, welche die dargestellten fossil basierten Energiedienstleistungen und Güter substituierten sollen.

1.2.3 Technologien zur Erzeugung von Energie aus Biomasse

Biomassetechnologien

Biomassetechnologien werden im Modell als Erzeuger von Energien modelliert, welche die aus der konventionellen Energieproduktion gewonnene Endenergie (Strom, Wärmedienstleistung oder Diesel) substituieren können. Die Produktionsstruktur leitet sich aus der Kostenaufstellung in Abschnitt D ab. Sie werden mit einer *Leontieff Funktion*, d.h. mit fixen Input-Koeffizienten, modelliert (siehe Abbildung 60, s=0). Als weiteren Input verwenden die dargestellten Biomassetechnologien jedoch ein Biomassevorleistungsprodukt (z.B. Pellets, Pflanzenöl etc.).

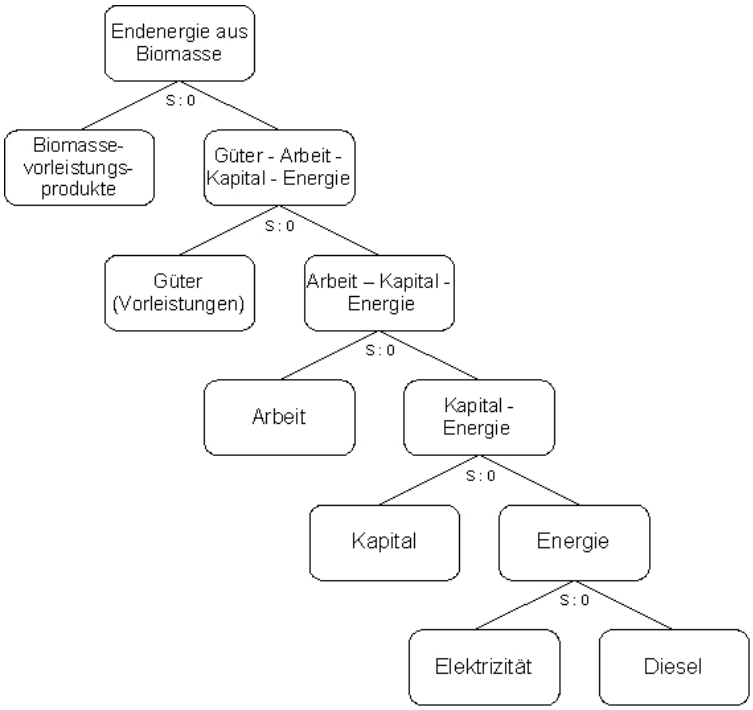


Abbildung 60 Produktion von Endenergie / Energiedienstleistung aus Biomasse aus verschiedenen Technologien

Biomassevorleistungsprodukt

Die Produktion von Biomassevorleistungsprodukten wird ebenfalls mittels einer Leontief-Produktionsfunktion modelliert (siehe Abbildung 61). Der Faktor landwirtschaftliche Fläche wird neben der Erzeugung land- bzw. forstwirtschaftlicher Produkte durch den Sektor Landwirtschaft/Forstwirtschaft nur zur Herstellung von Biomassevorleistungsprodukten verwendet. Damit kann die Konkurrenz um die Ressource Ackerfläche zwischen der konventionellen Landwirtschaft und dem Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung dargestellt werden. Die in diesem Produktionsblock erzeugte Biomasse wird allein in den nachfolgenden Energiesektoren und nicht als Input in anderen Produktionssektoren (z.B. Hackschnitzel in Papierproduktion) verwendet.

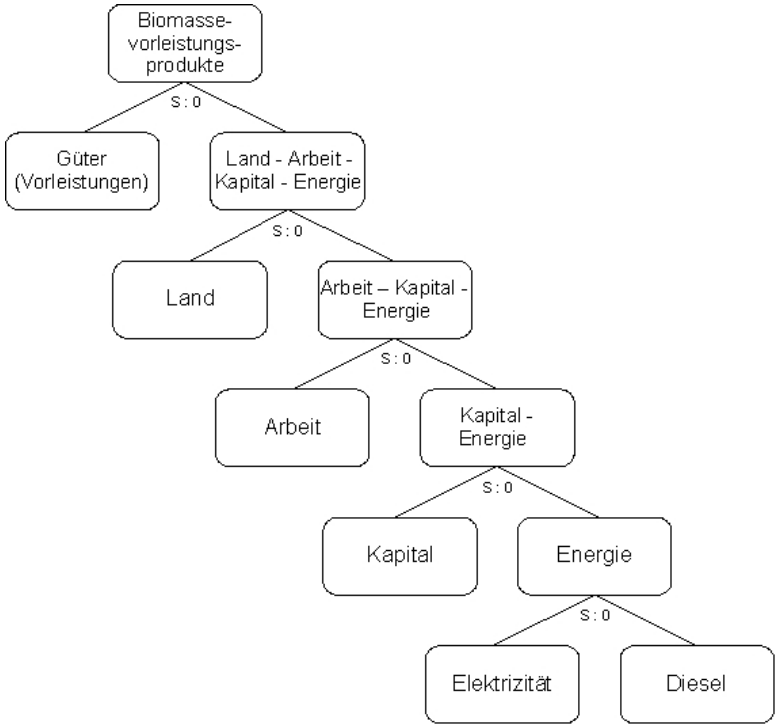


Abbildung 61 Produktion von Biomassevorleistungsprodukten

1.2.4 Staat

Der Staat tritt in dem Modell als Nachfrager nach Gütern auf und wird wie beim Konsumenten durch eine Linear Expenditure Funktion modelliert. Seine Einnahmen bezieht er aus den verschiedenen Steuerleistungen der Konsumenten und Produzenten. Hierbei wurden Lohn und Einkommenssteuer, Steuern auf Kapital und auf landwirtschaftliche Flächen sowie indirekte Steuern mitberücksichtigt. Erst durch Modellierung der Politikmaßnahmen fließen weitere Steuereinnahmen (z.B. CO_2-Steuer) dem Staate zu, welcher entweder seine Nachfrage ausdehnt oder die Einnahmen den Konsumenten als Transfers weitergibt.

1.2.5 Arbeitsmarkt

Dem Arbeitsmarkt wird als einzigem Markt keine vollständige Markträumung unterstellt. Diese Marktunvollkommenheit wird durch rigide Mindestlöhne hervorgerufen, welche infolge steigender Nominalpreise ebenfalls ansteigen. Das Arbeitsangebot ist von der demographischen Entwicklung der Region abhängig und wird als exogene Variable vorgegeben. Im Basisjahr 2003 wird in der Region Oststeiermark von 4.700 Arbeitslosen bei 129.300 Erwerbspersonen ausgegangen (Arbeitslosenquote: 3,6 %), in der Region Reststeiermark von 17.200 Arbeitslosen und 430.500 Erwerbspersonen (Arbeitslosenquote 4 %) (Statistik Austria 2007[c]).

1.2.6 Außenhandel

Güter können nicht nur im Inland produziert und verkauft, sondern auch importiert bzw. exportiert werden. Der Modellierung des Außenhandels liegt die *Armingtonannahme* zugrunde, welche unterstellt, dass Güter nicht vollkommen gleich sind. So sind im Inland produzierte Güter nur bedingt durch importierte Güter substituierbar, was mithilfe von

Armingtionelastizitäten dargestellt wird, welche ein Maß für die Substituierbarkeit zwischen einem einheimischen Gut und dem *gleichen* im Ausland produziertem Gut sind. Die Modellstruktur für den Außenhandel ist in Abbildung 62 dargestellt und kann für die Region 1 wie folgt verstanden werden:

Heimisch produzierte Güter (Xi) ergeben gemeinsam mit den regionalen Importen aus der Region 2 (IMRi) und den globalen Importen (IMGi) die gesamt in der Region 1 verfügbare Gütermenge. Diese können von den Hauhalten der Region 1 konsumiert werden, in die Region 2 exportiert (EXRi) oder in den Weltmarkt exportiert (EXGi) werden. Gi steht daher für die Güter, die in der Region 1 konsumiert oder als Vorleistungsprodukt eingesetzt werden. Dieselbe Modellstruktur für den Aussenhandel gilt auch für die Region 2, wobei darauf geachtet werden muss, dass EXRi der Region 1 dem IMRi der Region 2 entsprechen muss (und umgekehrt). Die Höhe der Armingtonelastizität von Industrieprodukten wurde angelehnt an die Ergebnisse von Welsch (2007) und Reinert und Roland-Holst (1992) gewählt. Für Dienstleistungen wurde aufgrund fehlender Literatur eine vergleichsweise geringe Armingtonelastizität mit dem Wert 0,2 gewählt. Um die höhere Handelsreagibiliät des regionalen Handels mitzuberücksichtigen wurden die Armingtionelastizitäten für den regionalen Handel um den Faktor 1,5 höher angenommen als jene für den globalen Handel.

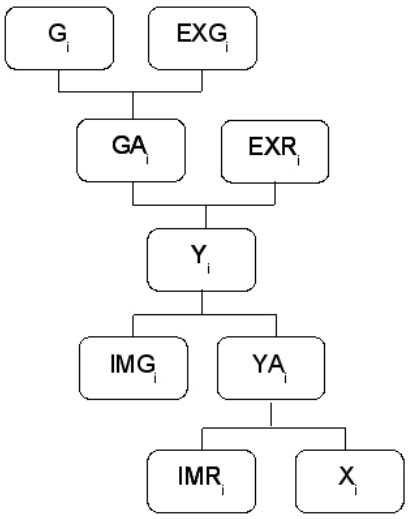


Abbildung 62 Modellstruktur für Außenhandel

Für die Nachfragemengen ist neben den Elastizitäten das Preisverhältnis ausschlaggebend. Handel ist zwischen allen drei Regionen untereinander möglich, wobei von einer konstanten Außenhandelsbilanz ausgegangen wird. Wärme und Strom werden nicht gehandelt. Für Biomassevorleistungsprodukte ist – abhängig von den Szenarien – Handel möglich, wobei dieser als Anteil der Importe an der gesamten Menge exogen vorgegeben werden muss. Hierfür wurde aufbauend auf den in Kapitel E 3.1 beschriebenen Informationen für Hackgut und Scheitholz eine maximale Importquote von 0.1, für landwirtschaftliche Biomasseprodukte von 0.8 vorgegeben. Für Raps zur Biodieselproduktion wurden mit 0.3, 0.6 und 0.9 drei verschieden Importquoten modelliert.

2 Datenbasis

Als ökonomische Datenbasis dienen Aufkommens- und Verwendungstabellen aus dem Jahr 2003, die vom Institut für Technologie- und Regionalpolitik regionalisiert wurden. Eine Beschreibung der Vorgangsweise ist Anhang 2 zu entnehmen.

Die sektorale Unterteilung basiert auf der Unterteilung der ÖNACE 2003 (Statistik Austria 2003) und wurde entsprechend den Anforderungen an das Modell, wie im Kapitel E 1.2 beschrieben, erweitert. Für die Dissaggregtion der Sektoren wurde auf die im Basisjahr konsumierten Mengen zurückgegriffen.

Aufbauend auf diesen Daten wurden für die Regionen Oststeiermark und Reststeiermark Input Output Tabellen erstellt, welche mittels Handelsmatrizen sowohl untereinander als auch jeweils mit dem Rest der Welt verknüpft sind.

Detaildaten bezüglich der Transferzahlungen, Steuerverwendung, Arbeitslosenquote und -zahlungen, Faktoreinkommen und –besteuerung sowie der sonstigen Staatsgebarung wurden mit Regionalstatistiken der Arbeiterkammer (2006), Steuerstatistiken (Statistik Austria 2006[a], 2006[b]) und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Statistik Austria 2007[a]) in das System eingebunden.

Zur Darstellung der Energieverwendung sowie zur Herauslösung der Wärmedienstleistung und des Dieselbedarfs aus den Input-Output Tabellen wurde auf Daten der Energiebilanz der Statistik Austria (2006[c]), der Energiegesamtrechnung (Zelle und Schechtner 2000) und des Mikrozensus der verwendeten Energieträger (Statistik Austria 2007[b]) zurückgegriffen.

3 Szenarien

Mit dem Ziel, die Auswirkung verschiedener politischer Maßnahmen auf makroökonomische Faktoren der Region Oststeiermark abschätzen zu können, werden verschiedene Biomasse-Szenarien erstellt. Diese Szenarien sind nicht als Prognose zu verstehen, sondern liefern viel mehr eine *Wenn-Dann Aussage*. Im Zuge einer Einzeltechnologieanalyse werden zunächst die Unterschiede der volkswirtschaftlichen Wirkungen verschiedener Biomassetechnolgien untersucht. Weiters wird anhand eines Szenarios *Nutzung des Biomassepotentials* dargestellt, welche Anteile der Wärmeenergienachfrage mit Bioenergie abgedeckt werden könnte. Zu diesem Zwecke werden zunächst Basisannahmen beschrieben, auf die sich diese Analyse stützt. Anschließend werden die verschiedenen Szenarien der Einzeltechnologieanalyse sowie die Annahmen des Szenarios *Nutzung der Biomassepotentiale* beschrieben. Die Modellergebnisse der darauf basierenden Untersuchungen werden im Kapitel E 4 beschrieben.

3.1 Basisannahmen für die Szenarien

Die räumliche Abgrenzung der Analyse bildet die Energieregion Oststeiermark. Die Ausgangsdaten der Szenario-Berechnung liegen zunächst für das Basisjahr 2003 vor. Grundlage der Szenarioentwicklung bilden die betriebswirtschaftliche Kostenanalyse (siehe Abschnitt D) sowie der derzeitige und zukünftige Bedarf an Energiedienstleistungen in der Region Oststeiermark, welcher von zahlreichen Faktoren wie regionalen Energie-, Gebäude-, Bevölkerungs- und Wirtschaftsstrukturen (siehe Abschnitt C) abhängig ist. Eine ergänzende Bemerkung erfolgt zur regionalen Nutzung vorhandener land- und forstwirtschaftlicher Flächen: Die Szenarien sehen keinen Abtausch zwischen den Kategorien Acker-, Grünland und forstwirtschaftliche Flächen vor.

Da die Region Oststeiermark als kleine, offene Volkswirtschaft betrachtet wird, agiert sie als Preisnehmer am Weltmarkt, sodass neben regionalen auch globale Entwicklungen eine Rolle spielen: Die Höhe des Weltölpreises z.B. bestimmt die Kostendifferenz zwischen der Energiebereitstellung aus Biomasse und Mineralölprodukten. Daher wird die derzeitige und zukünftige Konkurrenzfähigkeit von Biomassetechnologien maßgeblich von der Ölpreisentwicklung bestimmt. Langfristig ist auch die Preisentwicklung von (importierter) land- und forstwirtschaftlicher Biomasse ein für die Kosten der Energiebereitstellung aus Biomasse bestimmender Faktor, welcher durch zukünftige Aktivitäten am Weltagrar- bzw. Weltholzmarkt beeinflusst wird. Da die Thematik der internationalen Marktentwicklung in der vorliegenden Arbeit noch nicht behandelt wurde, wird diesem Gegenstand hier nun mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Im Folgenden werden Preisprognosen für Rohölprodukte, land- und forstwirtschaftliche Biomasse sowie mögliche Importvolumina der Oststeiermark vorgestellt. Die Grundannahmen bezüglich der regionalen bzw. globalen Entwicklung im Zeitraum 2003 - 2030 werden im Modell exogen vorgegeben und sind für alle vier Szenarien ident.

Entwicklung des Weltölpreises 2003 bis 2030

Dieser Arbeit liegt im Basisjahr 2003 ein Rohölpreis von € 0,188 pro l zu Grunde, welcher sich aufgrund der vergangenen Ölpreisvariabilität aus einem arithmetischen Mittel der IEA Rohölpreise zwischen 2002 bis 2006 berechnet (IEA 2003, IEA 2006[a], 2006[b]; eigene Berechnung). Als Berechnungsgrundlage für die zukünftige Entwicklung dient die nominale Referenzpreisprognose[11] (2005-2030) des World Energy Outlooks (WEO) 2006 (IEA, 2006 [a]). Ausgehend von den nominalen Preisprognosen (2005-2030) des WEO 2006 wurden unter Berücksichtigung einer jährlichen Inflationsrate von 2 % reale Ölpreisprojektionen für die Periode 2003 bis 2015 bzw. 2030 abgeleitet. Geht man im Basisjahr 2003 von einem Preis von € 0,188 pro l aus, ergibt sich eine reale Preissteigerung von +13 % bis 2015 bzw. von +29 % bis 2030. Welchen Einfluss diese Entwicklungen auf die Preise von Mineralölprodukten

[11] Die im Referenzszenario prognostizierten Rohölpreisprojektionen beziehen sich dabei auf die Status Quo Energiepolitik der IEA Mitgliedsstaaten (Stand Mitte 2006), einem jährlichen Wachstum des globalen BIP's von 3,4 % und einer globalen Bevölkerungswachstumsrate von 1 %.

(Heizöl, Diesel, Benzin) in Österreich haben, lässt sich über Elastizitäten bestimmen. Eine einfache Regression zwischen den beobachteten logarithmierten Rohölpreisen und den jeweiligen logarithmierten Preisen von ausgewählten Mineralölprodukten (Heizöl, Diesel, Benzin) im Zeitraum 1995-2007 ermöglicht die Berechnung von Preiselastizitäten zwischen den Produkten. Hält man diese Elastizitäten für die Periode bis 2030 konstant, lassen sich aus den Berechnungen der IEA (2006[a]) Preisentwicklung von verarbeiteten Mineralölprodukten (leichtes Heizöl, Diesel, Benzin) in Österreich ableiten. Die Ergebnisse der Kalkulation sind in Tabelle 35 zusammengefasst.

Tabelle 35 Annahmen für die Entwicklung der realen Preise (Basisjahr 2003, ohne Steuern) ausgewählter Mineralölprodukte im Zeitraum 2003-2030 basierend auf der Preisprognose im Referenzszenario des World Energy Outlooks 2006 und berechneten Elastizitäten zwischen Heizöl- (0,64), Diesel- (0,48) und Benzinpreis (0,37) jeweils mit dem Weltrohölpreis (IEA 2006[a],2006[b], Eurostat 2007[a]; eigene Berechnung)

Mineralölprodukte	Preisbasis 2003[1]	% Steigerung 2003-2015	% Steigerung 2003-2030
IEA Rohölpreis (€/l) (international)	0,188	+13%	+29%
Heizölpreis für Haushalte in Österreich (€/l)	0,317	+8%	+19%
Preis Dieselkraftstoff (€/l) in Österreich	0,379	+6%	+14%
Preis Benzin (bleifrei Superbenzin 95) (€/l) in Österreich	0,369	+5%	+11%

[1] Die Preise für 2003 sind Mittelwerte der Jahre 2002-2006

Preisentwicklung land- und forstwirtschaftlicher Biomasse

Bezüglich landwirtschaftlicher Güter bietet der *Agricultural Outlook 2006-2015* (OECD und FAO 2006) mittelfristige Preisprojektionen (2000-2015) für ausgewählte Agrargüter. Die Prognosen basieren dabei auf der derzeitigen und, sofern bereits Beschlüsse vorliegen, zukünftigen Agrar- bzw. Handelspolitik sowie auf mittleren Annahmen bezüglich der Entwicklung demographischer (Bevölkerungswachstum) und makroökonomischer (Einkommensentwicklung, Wirtschaftswachstum) Schlüsselvariablen.

Wie aus Abbildung 63 ersichtlich, sind in der Periode 2003-2015, mit Ausnahme von Zucker, dessen Preisanstieg auf die Annahme einer Ausdehnung der Bioethanolproduktion in Kanada, Brasilien und der USA zurückzuführen ist, nur marginale nominale Preisänderungen zu erwarten. In Anlehnung an die Kalkulationen der OECD und FAO (2006) geht die vorliegende Arbeit zunächst davon aus, dass die zukünftigen Weltagrarpreise (auch Zucker) im Vergleich zum heutigen Niveau annähernd stabil bleiben.

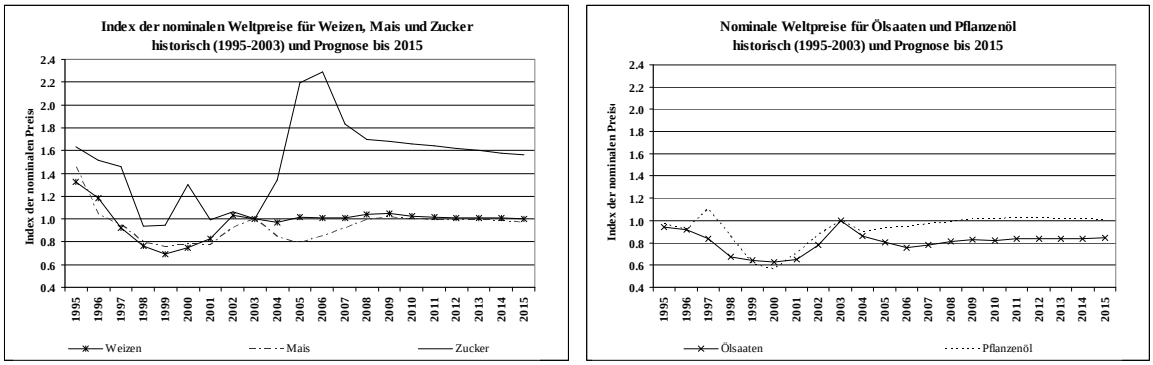


Abbildung 63 Weltmarktpreise für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten und Pflanzenöl) historisch (1995-2003) und Prognosen laut OECD und FAO (2006) (OECD und FAO 2006; eigene Berechnung)

Neben den internationalen Preisprognosen landwirtschaftlicher Biomasse müssen auch die Holzpreisentwicklungen (insbesondere von Brennholz) berücksichtigt werden. Die Erstellung von Preisprognosen wird aufgrund der Vielfältigkeit von Holzprodukten erschwert. Thrän et al. (2006) fassen unter dem Begriff Holzprodukte „Rohhölzer wie (Säge)Rundholz, Industrieholz und Brennholz, so genannte Roh- und Halbwaren wie Schnittholz, Furniere und Holzwerkstoffe aber auch Papier, Pappe und Zellstoff und Fertigwaren wie Möbel und Verpackungen“ zusammen (Thrän et al. 2006, S 244). Selbst das Produkt Brennholz, welches im Zuge der Szenarien von besonderem Interesse ist, umfasst eine Vielzahl von Produkten wie Scheitholz, Rundholz, Hackschnitzel, Pellets, Briketts etc.. Aufgrund der genannten Heterogenitäten konzentriert sich die vorliegende Arbeit zunächst auf die Entwicklung des gesamten forstwirtschaftlichen Sektors. Laut UNECE (**U**nited **N**ations **E**conomic **C**ommission for **E**urope) (2006) bleiben die realen Preise forstwirtschaftlicher Produkte im Zeitraum 2000 bis 2020 unter der Annahme der Fortschreibung der bisherigen Marktentwicklung des forstwirtschaftlichen Sektors und mittlerer Annahmen über die Entwicklung exogener Parameter wie Wirtschaftswachstum und Bevölkerungsstruktur europaweit konstant. Daher wird in der Szenarioanalyse davon ausgegangen, dass sich die internationalen (realen) Preise für forstwirtschaftliche Biomasse, welche für die energetische Verwertung herangezogen wird, ausgehend vom Basisjahr 2003 über den betrachteten Zeitraum (2003-2030) zunächst nicht ändern.

Handel mit land- und forstwirtschaftlicher Biomasse: Importvolumina

Neben der Bereitstellung von Biomasse innerhalb der Oststeiermark muss auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass Rohstoffe, sowohl forstwirtschaftliche als auch landwirtschaftliche Produkte, aus anderen Regionen importiert werden können. Ausgangspunkt zur Bestimmung der Importmenge von Biomasse bildet die Eurostat Außenhandelsstatistik Österreichs[12]. Dabei konzentriert sich die Handelsanalyse nur auf jene Agrarprodukte, welche für die energetische Verwertung relevant sind.

[12] Eurostat 2007[b]

Im Bereich der *landwirtschaftlichen Biomasse* sind vor allem die Importe von Getreide (Gerste, Hafer, Hirse, Mais, Roggen, Triticale, Weizen, Zuckerrüben) und Ölsaaten (Leinsamen, Raps, Sojabohnen, Sonnenblumen) von Bedeutung. Das gesamte Importvolumen Österreichs an den genannten Getreideprodukten betrug im Basisjahr 2003 insgesamt € 37,4 Millionen. Der Großteil der Importe stammt aus den EU-Ländern, allen voran Deutschland (35 %), Frankreich (26 %) sowie die osteuropäischen Staaten Slowakei, Tschechien und Ungarn (zusammen 11 %). Die wichtigsten Nicht-EU Handelspartner sind die Vereinigten Staaten und Kanada (11 %). Die restlichen Importe stammen aus Italien, den Niederlanden, Luxemburg, Rumänien, Kroatien, Schweiz, Slowenien und Chile. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Ölsaatenimporte. Vom Gesamtimportwert von € 38,9 Millionen stammen 94 % aus EU Staaten: 57 % aus Deutschland, 10% aus Italien, 13% aus Nordeuropa (Belgien, Finnland, Niederlande, Schweden) und 7 % aus osteuropäischen Staaten (Slowakei, Tschechien, Ungarn). Die bedeutendsten Nicht-EU Importländer sind Russland, Bulgarien und die Ukraine.

Bezüglich *forstwirtschaftlicher Biomasse* ist vor allem der Import an Brennholz relevant. Der Begriff Brennholz bezieht sich dabei auf die Kombinierte Nomenklatur (KN 2007[13]) für Handelsgüter und umfasst folgende Produkte:

- Brennholz in Form von Rundlingen, Scheiten, Zweigen, Reisigbündeln oder ähnlichen Formen
- Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln
- Sägespäne
- Holzabfälle und Holzausschuss, auch zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen zusammengepresst.

Österreich hat im Basisjahr 2003 Brennholz im Wert von € 39,1 Millionen importiert und im Wert von € 56,7 Millionen exportiert. Die bedeutendsten Handelspartner für Österreich sind vor allem die EU-27 Länder. Deutschland hat mit 41 % den größten (wertmäßigen) Importanteil in Österreich. Daneben spielen auch osteuropäische Länder wie Tschechien, Ungarn und Slowakei eine bedeutende Rolle. Zusammen beträgt ihr Anteil an Brennholzimporten in Österreich rund 45 %. Nicht-EU-27 Länder haben nur eine untergeordnete Bedeutung. So stammen jeweils 2 % der Importe aus Bosnien und Herzegowina bzw. aus Kroatien. Die übrigen 2 % sind Staaten wie China, Japan, Malaysia, Thailand, Suriname und den Vereinigten Staaten zuzuordnen.

[13]Die kombinierte Nomenklatur (KN) ist eine innerhalb der europäischen Union verwendete Klassifikation, welche verschiedene Güter zu Clustern gruppiert. Die Nomenklatur findet hauptsächlich in der Außenhandelsstatistik Anwendung und wird jährlich überarbeitet (Europäische Kommission 2007)

3.2 Einzeltechnologieanalyse

Ziel dieses Szenarios ist die Identifizierung der Unterschiede in den gesamtwirtschaftlichen Effekten der einzelnen Biomassetechnologien. Zu diesem Zwecke wird für jede einzelne Wärmetechnologie (15 kW) eine Ausdehnung der Wärmeproduktion aus Biomasse um insgesamt 2.000 TJ unterstellt (dies entspricht etwa 20 % der gesamten Wärmenachfrage der Haushalte in der Oststeiermark). Es wird davon ausgegangen, dass der Konsument diese Menge an Bioenergie konsumiert, auch wenn die betrachtete Biomassetechnologie nicht konkurrenzfähig ist. Somit wird unterstellt, dass der Konsument bereit ist, die Mehrkosten, welche durch die Bioenergienutzung allenfalls entstehen, selbst zu tragen.

Die Einzeltechnologieanalyse für Einzelhausheizungen wird für drei Fälle durchgeführt, welche im Folgenden kurz beschrieben werden.

3.2.1 Einzeltechnologieanalyse: Business–as-usual (BAU)

Das Business-as-usual (BAU) Szenario stellt die Fortschreibung der Status Quo Politik bezüglich Bioenergie für die Wärme-, Strom-, Treibstoffbereitstellung und die Erhöhung der Energieeffizienz auf Landes-, Bundes und EU-Ebene[14] dar. Dabei werden lediglich ausgewählte Maßnahmen berücksichtigt, die bereits in Form von Förderungen (bzw. Subventionen), Steuern, Ge- oder Verboten in Gesetzen oder Verordnungen festgehalten sind (siehe BOX 1).

[14] Maßnahmen, die auf Gemeindeebene bestehen, werden in diesem Szenario nicht berücksichtigt. Grund dafür ist die starke Diversifizierung der Bioenergiepolitik der oststeirischen Gemeinden, die von keinerlei Maßnahmen zur Forcierung der Bioenergie bis zur starken Forcierung durch beispielsweise Förderungen für Biomasseheizungen, Solar- und Photovoltaikanlagen reicht (Anhang 1). Aufgrund dieser Heterogenitäten der Gemeindeförderpolitik ist eine Abbildung der aktuellen Fördersituation seitens aller oststeirischen Gemeinden im Rahmen dieses Projektes nicht möglich, sodass im Business-as-usual Szenario Gemeindeförderungen zunächst ausgeschlossen werden.

BOX 1: Ausgewählte bestehende politische Maßnahmen

Das Business-as-usual Szenario baut auf ausgewählten bestehenden politischen Maßnahmen – sowohl auf internationaler und nationaler als auch auf lokaler Ebene – auf. Dabei werden ausschließlich solche Maßnahmen berücksichtigt, die auch tatsächlich quantifiziert werden können, allgemeine Forderungen werden ausgeklammert. Neueren oder verbindlichen Zielen und Maßnahmen wird bei inhaltlichen Widersprüchen der Vorrang gegeben.

Europäische Union

Konkrete Vorschriften bezüglich des Einsatzes von erneuerbaren Energien liegen auf europäischer Ebene nicht vor. Im Rahmen von Richtlinien vorgeschriebene Maßnahmen werden in Österreich im Rahmen des Ökostromgesetz bzw. der Ökostromverordnung, der Biotreibstoffverordnung, sowie im Rahmen der Agrar- und Umweltförderung im Inland umgesetzt.

Österreich

Das *Ökostromgesetz* und die *Ökostromverordnung* sind die für das Ökostrom-Angebot in Österreich ausschlaggebenden Regelungen (die konkreten Fördergegenstände und -sätze werden in Kapitel B 3.1 aufgelistet).

Die *Umweltförderung des Bundes* findet vorrangig auf der Nachfrageseite Anwendung; die Details zur Förderung (Fördergegenstände, -voraussetzungen, und -höhe) finden sich im Anhang 1 (vergl. AEA 2007).

Mit der Novellierung der *Kraftstoffverordnung von 1999* (BGBl. II Nr. 418), soll das in der EU Biotreibstoffrichtlinie geforderte Ziel, 5,75%-iger Anteil Biokraftstoffe oder andere erneuerbare Kraftstoffe, bis 2008 erreicht werden.

Land Steiermark

Das Land Steiermark bietet eine Reihe von Förderungen an, die den Einsatz erneuerbarer Energien fördern sollen. In Hinblick auf Wohngebäude stellt die Wohnbauförderung (Eigenheimförderung und Sanierung) die wesentlichste Förderquelle in Bezug auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz dar, bei Neubauten sind bestimmte Gebäudeeffizienzen und ein Einsatz erneuerbarer Energien eine Grundvoraussetzung um eine Förderung zu erhalten. Des Weiteren stellt das Land folgende Fördertöpfe[15] zur Verfügung (AEA 2007):

- Förderung moderner Holzheizungen
- Förderung von Solaranlagen
- Ökofonds-Förderung für Erneuerbare Energien
- Bioenergieanlagen
- Tourismusförderungsfond

Da die hohen Anfangsinvestitionskosten eine Barriere auf der Nachfrageseite für Biomassetechnologien sind, stellen Förderungen ein wichtiges Instrument zur Forcierung der Bioenergienutzung dar. Möglich ist dies über Investitionsförderungen, wie sie beispielsweise vom Land Steiermark zur Verfügung gestellt werden. Während für konventionelle

[15] Details zu den einzelnen Förderschienen finden sich in Anhang 1.

Biomassetechnologien, die mit typengeprüften Brennstoffen wie Hackgut, Holzpellets oder Scheitholz betrieben werden, Investitionsförderungen zur Verfügung stehen, fehlen diese bei den neuen Biomasseheiztechnologien auf Basis von landwirtschaftlicher Biomasse. Grund dafür sind ungünstige Verbrennungseigenschaften sowie fehlende gesetzliche Rahmenbedingung für das Inverkehrbringen von Biomasseheiztechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Brennstoffe (wie z.B. Miscanthusganzpflanzen-, Pappelpellets-, Miscanthuspelletsheizungen). Laut dem Austrian Bioenergy Centre wird in Österreich derzeit an der Schaffung von gesetzlichen Rahmenbedingungen für das Inverkehrbringen von Biomasseheiztechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Brennstoffe gearbeitet.

Im ersten Fall der Einzeltechnologieanalyse wird versucht, die unterschiedlichen Biomassetechnologien unter Berücksichtigung des bestehenden Fördersystems zu vergleichen. Eine detaillierte Beschreibung der berücksichtigten Förderungen wurde bereits in Kapitel D 4.4 unternommen. Sie sind in Tabelle 36 nochmals kurz zusammengefasst.

Tabelle 36 Übersicht über die im BAU Szenario berücksichtigten Förderungen von Biomassetechnologien, -primärprodukten und -endprodukten

Technologie/ Biomasseprimärprodukte	Fördergeber	berücksichtigte Förderungen
Biomasseprimärprodukt		
landwirtschaftliche Biomasse	Bund/EU	Einheitliche Betriebs-, Energiepflanzenprämie
Biomassetechnologien zur Wärme- u. Strombereitstellung		
Einzelhausheizung	Land Steiermark	kleine Wohnhaussanierung, Förderung moderne Holzheizungen
Nahwärmenetze, Biomasse-KWK	Bund	Umweltförderung des Bundes
Biogasanlagen	Bund	Ökostromgesetz
Biotreibstoffe		
RME, AME, Ethanol	Bund	Steuerbefreiung bzw. –erleichterung laut Mineralölgesetz

Mit dem Ziel, nicht nur die Unterschiede in den makroökonomischen Wirkungsweisen der verschiedenen Biomassetechnologien untereinander darzustellen, sondern auch die Unterschiede von Anlagen verschiedener Leistungsklassen aufzuzeigen, wird eine Einzeltechnologieanalyse für Anlagen mit einer Leistung von 50 kW (im Vergleich zu den 15 kW Anlagen), wie sie in Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden können, durchgeführt.

Neben den Einzelhausheizungssystemen wird weiters auch für den Einsatz von Biogas und für die Beimengung von RME eine Einzeltechnologieanalyse durchgeführt. Für Biogas wird eine Produktionsmenge von 1.000 TJ thermisch unterstellt, produziert von Anlagen mit verschiedenen Wirkungsgraden, welche unterschiedliche Mengen an Strom produzieren. RME wird für fixe Beimischungsverhältnisse produziert, die mit 5,75 %, 10 % und 20 % angenommen wurden.

3.2.2 Einzeltechnologieanalyse: Förderung „neuer" Technologien

In diesem Fall wird angenommen, dass das Inverkehrbringen von Biomassetechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Brennstoffe gesetzlich geregelt wird und diese aufgrund vom technischen Fortschritt vorgegebene Mindeststandards (bezüglich Emission und Wirkungsgrad) erfüllen. Damit der Einsatz dieser Technologien für den Konsumenten auch rentabel wird, ist jedoch eine Kostenreduktion erforderlich. Daher wird an dieser Stelle angenommen, dass das Land Steiermark die bestehenden Biomasseförderungen (*Förderung im Zuge der kleine Wohnhaussanierung* und *Förderung moderner Holzheizungen*) auch auf landwirtschaftliche Biomassetechnologien ausdehnt: Die Investitionskosten der Biomasseheiztechnologien Miscanthus-, Getreide-, Strohpellets, Miscanthusganzpflanze und Energiekorn werden somit gemäß den Förderrichtlinien der *kleinen Wohnhaussanierung* (15 % der Nettoinvestitionskosten, maximale förderbare Kostensumme € 35.000) und *der Förderung moderner Holzheizungen* (25 % der Nettoinvestitionskosten, maximale Förderhöhe von € 1.400[16] für Technologien auf Basis von Pellets bzw. € 1.800 für Energiekorn und Miscanthusheizungen) des Landes Steiermark gefördert.

Tabelle 37 Gesamtinvestitionskosten und mittlere jährliche Gesamtkosten in € sowie Cent pro kWh von Biomassetechnologien auf Basis von landwirtschaftlicher Biomasse unter der Annahme, dass derzeitige Biomassefördersysteme des Landes Steiermark (kleine Wohnhaussanierung und Förderung moderner Holzheizungen sowie Agrarförderungen) auf neue Biomassetechnologien ausgedehnt werden (eigene Berechnung)

	Miscanthuspellets	**Getreidepellets**	**Strohpellets**	**Miscanthus**	**Energiekorn**	**Heizöl[1]**
Gesamtinvestitionskosten (€)	20.558	20.558	20.558	25.424	19.485	7.214
Investitionsförderungen	4.484	4.484	4.484	5.614	4.723	7.214
Gesamtinvestitionskosten abzüglich Förderungen	16.075	16.075	16.075	19.810	14.762	7.214
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**2.499**	**2.705**	**2.445**	**2.058**	**2.534**	**2.641**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh	**11,1**	**12,0**	**10,9**	**9,1**	**11,3**	**11,7**
prozentuelle mittlere jährliche Kostenverringerung im Vergleich zu Kosten ohne Förderungen	-11%	-11%	-11%	-16%	-12%	-0%

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

[16] Die Förderung moderner Holzheizung sieht je nach Technologie unterschiedliche maximale Förderobergrenzen vor (siehe Kapitel D 4.4). Da für Heiztechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Biomasse keine Obergrenzen zur Verfügung stehen, werden für die Technologien auf Basis von Pellets (Getreide-, Stroh- uind Miscanthuspellets) die Fördersätze der Pelletszentralheizungsanlagen übernommen.

3.2.3 Einzeltechnologieanalyse: F&E bedingte Kostenreduktion „neuer“ Technologien

Wie bereits im vorigen Szenario, wird auch an dieser Stelle angenommen, dass das Inverkehrbringen von Biomassetechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Brennstoffe gesetzlich geregelt wird. Damit auch neue Technologien für den Konsumenten kostengünstiger werden, wird in diesen Fall davon ausgegangen, dass die bisher um 20 % höher angesetzten Investitionskosten für den Kessel, welche auf die höheren Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen zurückzuführen sind, aufgrund von Effizienzsteigerungen in der Produktion und höheren Absatzmengen, sinken. Eine Zusammenfassung der Kosten findet sich in Tabelle 38.

Tabelle 38 Gesamtinvestitionskosten und mittlere jährliche Gesamtkosten in € sowie Cent pro kWh von Biomassetechnologien ohne Förderungen, abzüglich des 20%-igen Aufschlages auf Investitionskosten (insbesondere Kesselkosten) (eigene Berechnung)

	Miscanthuspellets	**Getreidepellets**	**Strohpellets**	**Miscanthus**	**Energiekorn**	**Heizöl[1]**
Gesamtinvestitionskosten (€)	17.594	17.594	17.594	22.460	15.780	7.214
mittlere jährliche Gesamtkosten (€)	**2.710**	**2.984**	**2.542**	**2.319**	**2.959**	**2.641**
mittlere Gesamtkosten in Cent pro kWh	**12,0**	**13,3**	**11,3**	**10,3**	**13,1**	**11,7**
prozentuelle mittlere jährliche Kostenverringerung im Vergleich zu Kosten ohne Förderungen und 20% Investitionskostenaufschlag	-15%	-15%	-11%	-19%	-22%	-0%

[1] Der den Berechnungen zugrunde liegende Heizölpreis liegt bei 0,69 Cent pro l.

3.3 Szenario: „Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials“

Dieses Szenario berücksichtigt die Veränderung der Nachfrage nach Wärme, Treibstoff und Strom für das Jahr 2030 anhand der in Kapitel C 3 prognostizierten Nachfrageänderungen. Für die Treibstoffnachfrage wird unterstellt, dass die Verteilung zwischen Diesel und Benzin auch im Jahr 2030 jener von 2004 entspricht. Die Wärmenachfrage der Haushalte basiert auf der Annahme, dass alle Häuser, die zwischen 2004 und 2030 gebaut werden, als Niedrigenergiehaus ausgeführt werden. Weiters ist anzumerken, dass die Nachfrageveränderung nur Konsumänderungen berücksichtigt, die Bevölkerungsentwicklung jedoch ausklammert, da ein komperative statisches Modell gewählt wurde und auch hier keine Bevölkerungsentwicklung mitberücksichtig wird.

Zur Deckung der Wärmenachfrage wird ansatzweise das System der Energiedienstleistung verwendet. So kann die Wärmenachfrage nicht allein durch Produktion von Wärme befriedigt

werden, es ist auch möglich eine thermische Sanierung durchzuführen, wobei von einer jährlichen Sanierungsrate von 1% ausgegangen.

In dem Szenario *Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials* wird nun ausgehend von dem für Bioenergie verfügbaren Potential an Ackerfläche ein Mix an Bioenergiepflanzen angebaut. Der Mix wurde so gewählt, dass auf je einem Fünftel der Ackerflächen Mais für die Biogasproduktion, Raps für RME-Produktion und Miscanthus, Ganzgetreidepflanzen und Pappeln zur Wärmeproduktion angebaut werden. Diese Aufteilung soll es ermöglichen, die Biomasse mittels Fruchtfolge anzubauen. Aufbauend auf die Potentialanalyse (Kapitel C 3) wurde ein Hoch (high) und ein Niedrig (low) Szenario definiert. Für das Hoch-Szenario stehen im Jahr 2030 23.676 ha in der Oststeiermark für die Bioenergieproduktion und 40.544 ha in der gesamten Steiermark zur Verfügung. Im Niedrig-Szenario betragen die verwendbaren Flächen 16.912 ha für die Oststeiermark und 28.960 ha für die Steiermark.

Für forstwirtschaftliche Biomasse wird sowohl für das Hoch- als auch für das Niedrig-Szenario ein zusätzliches Potential mit 135.638 fm pro Jahr in der Oststeiermark und 900.000 fm pro Jahr in der Steiermark angenommen. Damit diese Potentiale genutzt werden, wird für jene Technologien, die verglichen mit der Referenztechnologie nicht konkurrenzfähig sind, ein Fördersatz bestimmt, mit welchen das beschriebene Potential ausgenutzt wird.

Die aus dem zusätzlichen Potential produzierbare Wärmemenge ist als Anteil an der gesamten Wärmenachfrage in Abbildung 64 dargestellt. Erkennbar ist der Unterschied der Ausgangssituationen in den beiden Regionen. Für die Steiermark dominiert das forstwirtschaftliche Potential, wohingegen in der Oststeiermark das landwirtschaftliche Potential eine größere Rolle spielt. So ist in der Steiermark mit dem forstwirtschaftlichen Potential zusätzlich rund 16,5 % des Anteils am gesamten Energiebedarf für Raumwärme bis 2030 produzierbar. In der Oststeiermark hingegen beträgt dieser Anteil nur 10,3 %. Durch die Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials ist in der Oststeiermark bis 2030 jedoch ein zusätzlicher Anteil von 24,4 % am gesamten Energiebedarf für Raumwärme (Base-Szenario) erreichbar, wohingegen für die Steiermark dieser Anteil nur 9,5 % beträgt. Durch thermische Sanierung ist es möglich, den gesamten Anteil der Bioenergie am gesamten Raumwärmeenergiebedarf zu erhöhen. Bei der Unterstellung einer 2 % Sanierungsrate kann dieser Anteil in der Oststeiermark im Jahr 2030 um bis zu 7 % erhöht werden.

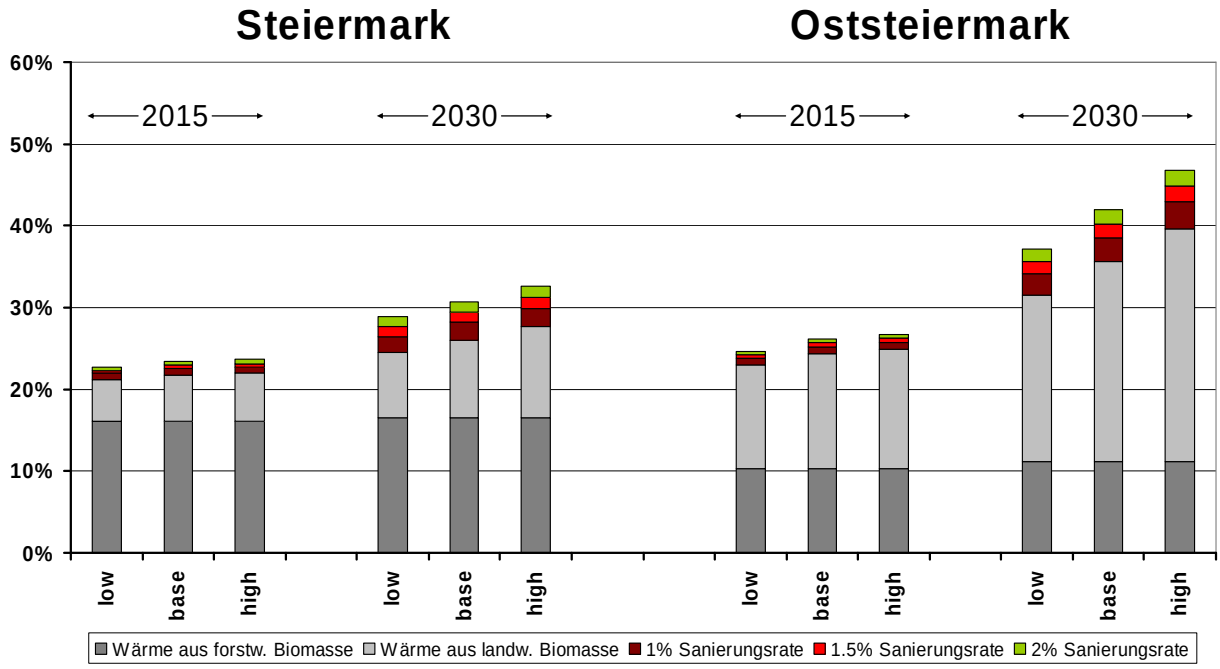


Abbildung 64 Anteil der zusätzlichen Bioenergie an der gesamten Wärmenachfrage der Haushalte (eigene Berechnungen)

4 Makroökonomische Evaluierung der Szenarien

4.1 Erwartete Wirkungsweisen

Die Forcierung der Energiegewinnung aus Biomasse, zum Beispiel durch Besteuerung fossiler Energie, Förderungen, vorgegebene Beimengungsverpflichtung bei Treibstoffen etc., wirken sich auf viele Bereiche einer Volkswirtschaft aus. Um die möglichen Auswirkungen zu veranschaulichen, werden anhand der Förderung von Pelletsheizungen die möglichen makroökonomischen Wirkungsketten qualitativ dargestellt.

Wie in Abschnitt D dargestellt, sind Biomasseheizungen auf Basis von Pellets oder Hackgut insbesondere im kleinen Leistungsbereich (10-20 kW) unter den bis vor kurzem vorherrschenden Bedingungen (Ölpreis 49 c/l) teurer als Ölheizungen. Werden jedoch durch Förderungen die Gesamtkosten der Wärmedienstleistung aus Pellets für den Konsumenten geringer, so werden diese vermehrt nachgefragt. Bezüglich der Wirkungsweise ist wichtig, ob die Anlagen sowie die Brennstoffe in der Region hergestellt werden. Im Modell wird davon ausgegangen, dass die Anlagen in der Oststeiermark nachgefragt werden, mit sektoral durchschnittlichen Importquoten- für die Brennstoffe werden Importbeschränkungen definiert.

Unter diesen Annahmen werden bei einer Stimulation der Nachfrage nach Wärmedienstleistungen aus Pellets drei wesentliche Effekte auftreten. Zum einem kommt es zu einer Erhöhung der Produktion jener Sektoren, welche Investitionsgüter für Pelletsanlagen bereitstellen (z.B. Kesselanlagen, Brennstofflager,…). Zum zweiten ist eine Steigerung des Bedarfes an laufenden Produktionsgütern (Pellets, Rohstoffe für Pellets, Strom) zu erwarten. Daraus ergibt sich ebenfalls eine Ausweitung deren Produktion und somit eine erhöhte Nachfrage nach Investitionsgütern für die betreffenden Sektoren (z.B. Pelletsnachfragesteigerung stimuliert Investition für Pelletiermaschinen), was wiederum eine Steigerung des Produktionsniveaus bedeutet. Der dritte wesentliche Effekt ist die Verringerung der Nachfrage nach Wärmedienstleistung durch Heizöl, welche aus dem Substitutionseffekt resultiert. Die Reduktion des Produktionsniveaus wirkt sich gleich wie in den beiden ersten Effekten beschrieben sowohl auf der Ebene der laufenden Güternachfrage (Rohöl) als auch auf jene der Investitionsgüter und deren Vorleistungen aus (Ölöfen, Raffinerien). Ausgehend von diesen Produktions- und Nachfrageänderungen ist auf allen betroffenen Gütermärkten eine Preisanpassung zu erwarten.

Wirkungen, wie sie im vorhergehenden Absatz beschrieben worden sind, haben unmittelbaren Einfluss auf die Nachfrage nach den Primärfaktoren Arbeit, Kapital und Ackerfläche. Steigt die Produktion eines Sektors, welcher einen der Faktoren relativ stärker einsetzt, so erhöht sich auch die Nachfrage nach diesem Primärfaktor. In unserem Beispiel werden vermehrt forstwirtschaftliche Produkte und Investitionsgütern wie beispielsweise Pelletiermaschinen nachgefragt. Dieser Effekt muss mit der Verringerung der Arbeitsnachfrage durch die geringere Wärmedienstleistungserzeugung aus Heizöl verglichen werden. Erst eine Gegenüberstellung ermöglicht eine Beurteilung darüber, ob insgesamt ein positiver oder negativer Arbeitsnachfrageeffekt resultiert. Neben diesen Effekten sind im Zuge der Veränderung der Arbeitsnachfrage die Entwicklung des Lohnpreises und der Gesamtnachfrage zu berücksichtigen.

Der Preis für landwirtschaftliche Flächen ist eine weitere Variable, welche durch Biomasseförderung maßgeblich beeinflusst werden kann. Werden die Pellets aus landwirtschaftlichen Produkten erzeugt (z.B. Miscanthus), löst dies eine steigende Konkurrenz um den Faktor Ackerfläche aus, was einen Anstieg der Preise für Ackerflächen zur Folge hat.

Die beschriebenen Wirkungen auf die Faktoren Kapital, Arbeit und Ackerland wirken sich in weiterer Folge auf das verfügbare Einkommen der Haushalte und damit verbunden auf die Gesamtnachfrage aus. Erhöht sich beispielsweise die Nachfrage nach dem Faktor Arbeit und daraus weitergehend dessen Entlohnung, so steigt auch das verfügbare Einkommen jener, welche diesen Faktor bereitstellen (Haushalte). Dadurch können die Haushalte mehr Güter nachfragen.

Die Förderung von Wärmedienstleistungen aus Pellets hat auch Auswirkungen auf den Handel. International wird die Leistungsbilanz langfristig als konstant angenommen. Daraus folgt, dass eine Reduktion der Importe, welche aufgrund der Substitution von ausländischem Heizöl durch regional produzierte Pellets ausgelöst wird, zwei mögliche Reaktionen zulässt: Zum einen ist

eine Ausweitung des Imports anderer Güter oder eine Senkung des Exports möglich. Zum anderen kann sich die Güterproduktion in der Region erhöhen.

Die Auswirkungen auf den Staatshaushalt resultieren aus einer Modifizierung der Steuer- und Förderpolitik, sowie aus den Veränderungen der Faktor- und Güternachfrage, welche die Steuereinnahmen bestimmen. Unter der Annahme, dass der Rückgang der Arbeitsnachfrage durch Produktionseinbußen im fossilen Heizsektor kleiner ist als die Zunahme in der Produktion von Wärme durch Pellets, steigen die Staatseinnahmen aus Lohnsteuer und die Ausgaben für Arbeitslosenunterstützung sinken. Im Falle einer Förderung stehen diesen budgetentlastenden Effekten Ausgaben in Höhe der Förderung gegenüber, welche Vorraussetzung für die Stimulierung der Biomassenutzung sind. Weitere Veränderungen des Staatshaushaltes resultieren aus den Verschiebungen der Produktionsniveaus der verschiedenen Sektoren, welche den Staatshaushalt durch die indirekten Steuereinnahmen beeinflussen.

4.2 Modellergebnisse

Im nachfolgenden werden die Modellergebnisse für die in E 3 beschriebenen Szenarien (Einzeltechnologieanalysen) beschrieben.

4.2.1 Einzeltechnologieanalyse: Business-as-usual mit 15 kW-Anlagen

Unter dem bestehenden Fördersystem sind alle forstwirtschaftlichen Biomassetechnologien konkurrenzfähig verglichen mit dem Referenzsystem. Bei den landwirtschaftlichen Biomasseprodukten trifft dies nicht für Wärmeproduktion aus Energiekorn, Miscanthuspellets, Getreideganzpflanzenpellets und Strohpellets zu. Wie in E 3.2.1 beschrieben, wird für die Einzeltechnologienanalyse davon ausgegangen, dass der Konsument 2.000 TJ Wärme von der jeweiligen Biomassetechnologie konsumiert, unabhängig ob diese konkurrenzfähig ist oder nicht. In Abbildung 65 sind die Ergebnisse der Einzeltechnologieanalyse hinsichtlich Beschäftigung und regionaler BIP-Wirkung dargestellt. Technologien, die mit der Farbe Rot beschriftet sind, sind gegenüber dem Referenzsystem nicht konkurrenzfähig.

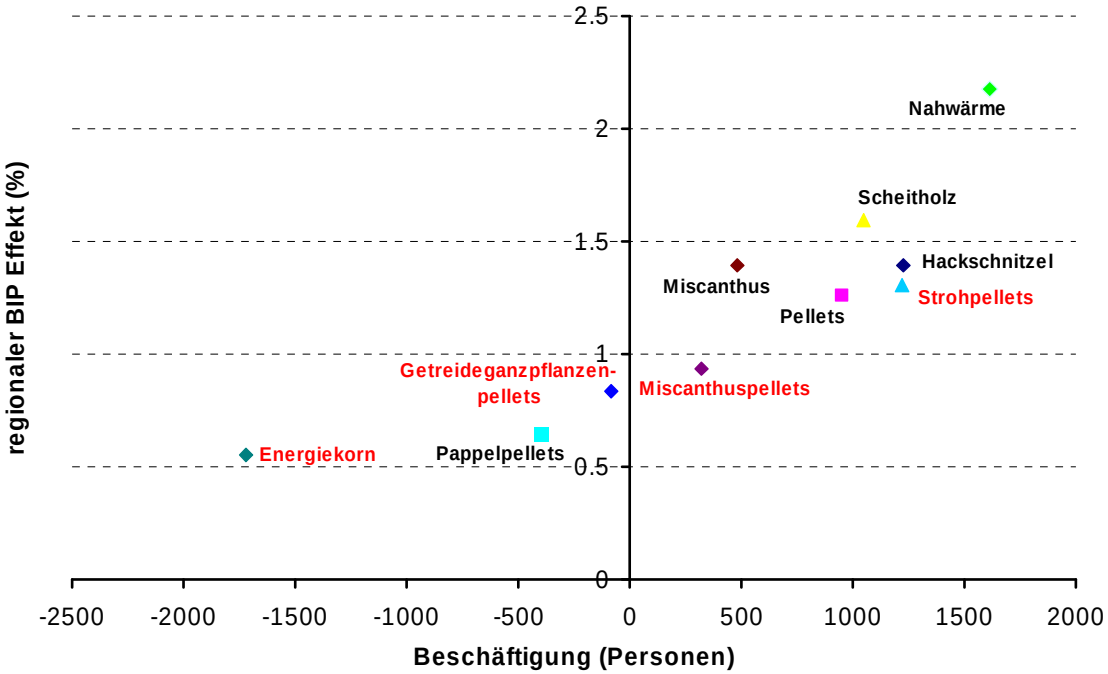


Abbildung 65 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch den Einsatz von 2.000TJ thermisch, produziert aus Biomasse mit 15 kW Anlagen in der Oststeiermark (eigene Berechnungen)

Abbildung 65 zeigt, dass die Effekte untereinander stark unterschiedlich sind. Insbesondere die Beschäftigungseffekte reichen von einer Abnahme der Beschäftigung für Energiekorn von 1.700 Personen bis zu einem Beschäftigungswachstum für Nahwärme von rund 1.600 Personen. Man kann bei den Ergebnissen zwei Gruppen von Technologien unterscheiden: forstwirtschaftliche und landwirtschaftliche Biomasse, wobei letztere landwirtschaftliche Ackerfläche für deren Produktion benötigt. Einzige Ausnahme in diesem System stellen in der Gruppe der landwirtschaftlichen Biomasse die Strohpellets dar, welche sich als Kuppelprodukt von den restlichen landwirtschaftlichen Biomasseprodukten darin unterscheiden, dass kein zusätzliches Ackerland für die Produktion notwendig ist. Die Effekte sowie deren Umfang, welche sich durch den vermehrten Einsatz von Biomasse einstellen, werden durch mehrere Faktoren bestimmt, welche im Folgenden dargestellt werden.

*Effekt durch Substitution von fossiler Energi*e: Bei allen untersuchten Biomassetechnologien werden zum Großteil importierte Güter (Heizöl, Gas, Kohle) durch einheimisch produzierte Güter substituiert. Dadurch wird die Wertschöpfung in der Region gesteigert, was in Abbildung 65 in positiven regionalen BIP-Effekten resultiert, welche bei allen Biomassetechnologien zu erkennen sind.

Effekt durch Kostendifferenz: Der Unterschied in den Kosten der betrachteten Biomassetechnologie und des zu substituierenden Referenzsystems pro kWh thermisch ist für die entstehenden volkswirtschaftlichen Wirkungen sehr bedeutend. Bei geringeren Kosten je kWh verringern sich die Ausgaben des Konsumenten für Wärme, wodurch er mehr Einkommen für den Konsum anderer Güter zur Verfügung hat. Dies steigert die heimische

Nachfrage und führt über Ausweitung der heimischen Produktion zu positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten. Dies zeigt sich auch in den Konsumausgaben der Haushalte, welche bei der Nutzung von Scheitholz um rund € 70 Millionen höher sind als bei Energiekorn (Wärmeproduktion aus Scheitholz weist die geringsten Kosten je kWh thermisch auf, Energiekorn die höchsten).

Effekt durch Investitionen: Für die Produktion von Wärme aus Biomasse bedarf es Investitionen in ein Heizungssystem sowie in Anlagen, die für die Produktion von Heizmaterialien benötigt werden. Neben dem Umfang der Investitionen ist entscheidend, in welchen Wirtschaftssektoren diese Investitionen getätigt werden. Für die Produktion von Wärme aus Nahwärmenetzen sind große Investitionen in Infrastruktur (Leitungsnetz) notwendig, welche durch den Bausektor bereitgestellt werden. Der Bausektor ist durch eine hohe Arbeitsintensität gekennzeichnet, weswegen durch Wärme aus Nahwärme die höchsten Beschäftigungseffekte erzielt werden. In der Gruppe der landwirtschaftlichen Biomassetechnologien werden für die Wärmeproduktion aus Miscanthusganzpflanzen die meisten Investitionen (Lagerräume) in den Bausektor getätigt, wohingegen Pappelpellets die geringsten Investitionskosten benötigen[17]. Sektoren, die am meisten von der Bioenergienutzung profitieren, sind der Bausektor (Veränderung der Produktionsmenge zwischen € +1 und € +30,4 Millionen), der Metallsektor (€ -1,6 bis € +16,8 Millionen) und der Maschinenbausektor (€ -1,2 bis € +5 Millionen). Diese Eigenschaften spiegeln sich in den in Abbildung 65 dargestellten Beschäftigungseffekten wieder.

Effekt durch Konkurrenz um die Ressource Ackerland: Landwirtschaftliche Biomasseprodukte benötigen für deren Produktion Ackerland. Da von keiner Ausweitung der Ackerflächen ausgegangen wird, bedeutet diese Ausweitung der Biomasseproduktion eine Reduktion der für die konventionelle landwirtschaftliche Produktion verfügbaren Ackerfläche. Durch die Annahme einer sehr geringen Substituierbarkeit von Ackerfläche durch andere Produktionsfaktoren wird durch die Biomasseproduktion die Produktion der konventionellen Landwirtschaft verdrängt.

Die Biomasseproduktion weist eine geringere Arbeitsintensität auf als die konventionelle landwirtschaftliche Produktion (siehe D 1.3). Dies bedeutet, dass die Produktion eines arbeitsintensiven Gutes (landwirtschaftliche Produkte) durch ein weniger arbeitsintensives Gut (Biomasse) verdrängt wird.

[17] In Anhang 3 sind die Produktionsveränderungen der Sektoren dargestellt.

Tabelle 39 Flächenerträge und die sich daraus ergebenden Produktionsveränderungen für den Landwirtschaftssektor und Nahrungsmittelsektor und Veränderungen für Pachtpreise durch Bereitstellung von 2.000TJ thermisch aus Biomasse (eigene Berechnungen)

	Pappelpellets	Miscanthus	Miscanthus-pellets	Energiekorn	Getreideganz-pflanzenpellets
kWh Nutzenergie pro Hektar	42098	46306	46306	14933	28863
Veränderung des Output Sektor Landwirtschaft (Mio. Euro)	-24.43	-23.32	-22.63	-72.37	-37.79
Veränderung des Output Sektor Nahrungsmittel (Mio. Euro)	-4.82	-4.74	-4.77	-13.44	-7.03
Preis für Landfläche (% Veränderung)	+ 42 %	+ 32 %	+ 35 %	+ 137 %	+ 57 %

Für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen sind darüber hinaus noch die Flächenerträge der betrachteten Biomasse entscheidend. Je geringer der Flächenertrag, desto mehr Hektar Ackerland müssen für die Produktion von Biomasse verwendet werden, um 2.000 TJ Wärme zu erhalten, und desto mehr wird die konventionelle landwirtschaftliche Produktion sowie die nachgelagerte Nahrungsmittelproduktion in der Region verdrängt (Tabelle 39). Bei der Produktion von Wärme aus Energiekorn, welches den geringsten Energieertrag je Hektar aufweist, verringert sich der Output des Sektors Landwirtschaft um rund € 72 Millionen wohingegen bei Miscanthus dieser Rückgang nur rund € 23 Millionen beträgt.

Die beschriebene Konkurrenz um die limitierte Ressource Ackerfläche bewirkt einen Anstieg der dafür zu bezahlenden Pachtpreise. Das Ausmaß der Pachtpreisänderung ist wiederum abhängig vom Flächenertrag, wie in Abbildung 66 verdeutlicht.

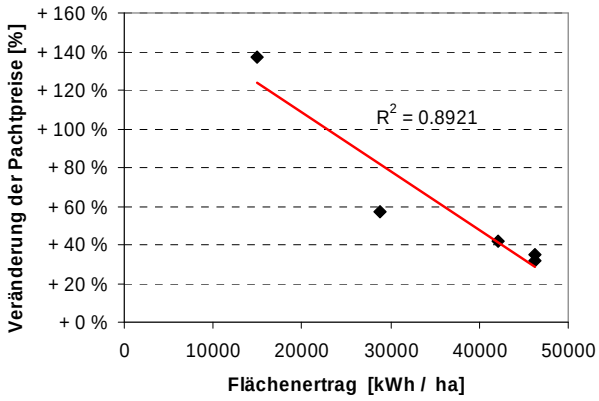


Abbildung 66 Zusammenhang zwischen Flächenertrag und der Auswirkungen auf die Pachtpreise bei der Produktion von 2.000 TJ thermisch durch landwirtschaftliche Biomasseprodukte (eigene Berechnungen)

Obwohl für die Einzeltechnologieanalyse nur in der Oststeiermark die Nutzung der Biomasse ausgeweitet wurde, sind für die restliche Steiermark Auswirkungen erkennbar (Abbildung 67). Für das regionale BIP liegen die Effekte zwischen +0,1 % und -0,1 % Änderung und für die Beschäftigung liegen die Ergebnisse zwischen +360 und -580 Personen. Hierbei ist die untere

Grenze, wie schon bei den Ergebnissen für die Region Oststeiermark durch die Nutzung von Energiekorn definiert, welches aufgrund seines geringen Hektarertrages einen Ausreißer darstellt. Ohne die Einbeziehung von Energiekorn würden sich die Werte zwischen +0,1 % und -0,025 % für regionales BIP und +360 und -150 für Beschäftigung bewegen.

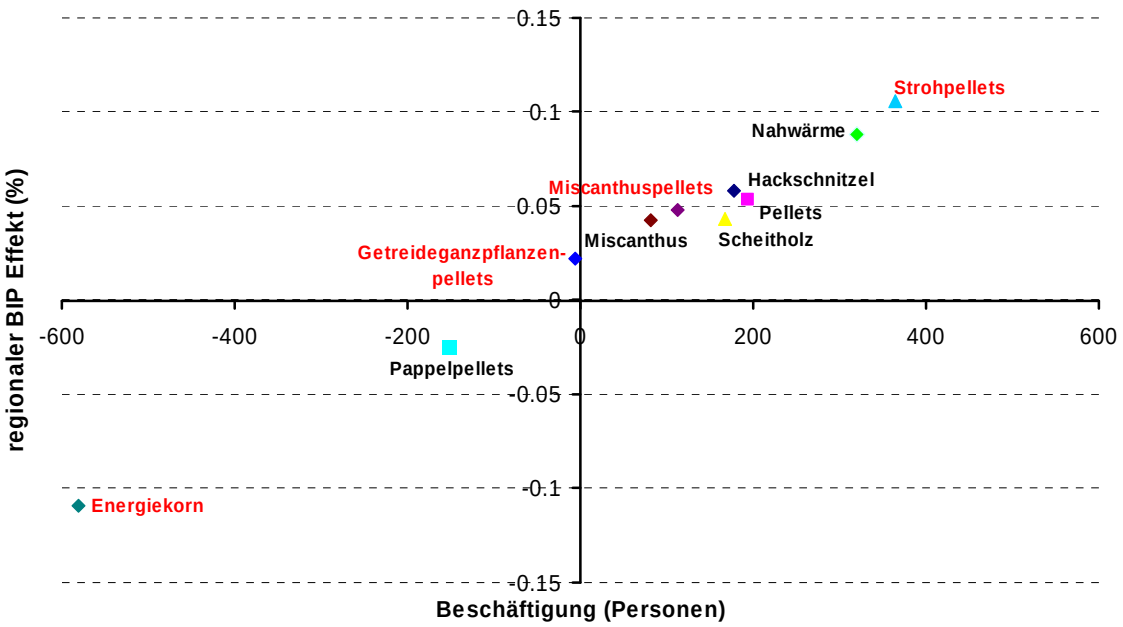


Abbildung 67 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Spill-over-Effekte auf die Reststeiermark durch den Einsatz von 2.000TJ produziert aus Biomasse mit 15 kW-Anlagen in der Oststeiermark (eigene Berechnungen)

Großen Einfluss auf Art und Umfang der Spill-over auf die Reststeiermark hat die durch die Biomassenutzung induzierte Beschäftigung in der Oststeiermark. Durch mehr Beschäftigung in der Oststeiermark verringern sich die Arbeitslosenzahlungen für die Region, wodurch der öffentliche Sektor mehr Geld für sonstige Ausgaben zur Verfügung hat. Diese Konsumgüter des öffentlichen Sektors (z.B. Ausgaben im Gesundheitssektor, öffentliche Verwaltung) werden zu einem beträchtlichen Teil in der Reststeiermark, genau genommen in der Zentralregion Graz bereitgestellt. Bei Betrachtung der Zusammenhänge zwischen dem Konsum des öffentlichen Sektors in der Oststeiermark und den Beschäftigungseffekten in der Reststeiermark (siehe Abbildung 68 links) sowie dem Zusammenhang zwischen den Beschäftigungseffekten in beiden Regionen (siehe Abbildung 68 rechts) kann man sehen, dass für beide Zusammenhänge ein hoher Determinationskoeffizient (0,95 und 0,94) ausgewiesen werden kann.

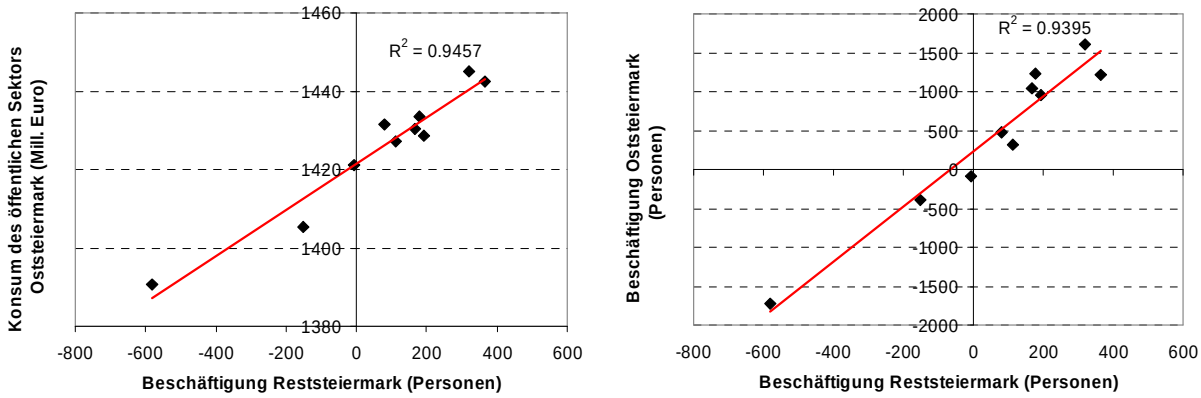


Abbildung 68 Zusammenhang zwischen Konsumausgaben des öffentlichen Sektors in der Oststeirmark und den Beschäftigungseffekten in der Reststeiermark (links) und Zusammenhang zwischen den Beschäftigungseffekten in beiden Regionen (rechts). (eigene Berechnungen)

4.2.2 Vergleich der Effekte für 50 kW-Anlagen

Wie in C 2 beschrieben ist der Einsatz von Biomasseheizungen in Mehrfamilienhäusern vorzuziehen. Abbildung 69 zeigt den Vergleich der volkswirtschafltichen Auswirkungen beim Einsatz von 15 mit 50 kW Heizungsanlagen. Hierbei stellen die Datenpunkte die Ergebnisse für regionales BIP und Beschäftigung dar, wenn 15 kW Anlagen eingesetzt werden. Die Pfeile zeigen die Richtung und Größe der Veränderung an, wenn man eine 50 kW Anlage einsetzt. Nicht berücksichtigt wurde die höhere Effizienz bei der Verbrennung in größerern Anlagen. Die Resultate zeigen den Vergleich wenn 2.000 TJ Wärme jeweils mit 15 oder mit 50 kW Anlagen produziert werden. Es zeigt sich, dass bei allen Technologien die Veränderung durch die Verwendung größerer Anlagen für das BIP negativ ist. Für Beschäftigung sind die Veränderungen unterschiedlich.

Zwei wesentliche Effekte sind für diese Resultate entscheidend. Einerseits ist der Einsatz größerer Anlagen wie Kapitel D 4.3 dargestellt kosteneffizienter als der Einsatz kleinerer Heizanlagen. Dadurch sinken die Heizkosten der Haushalten, was in Folge das für den Konsum verfügbare Einkommen erhöht. So zeigt sich, dass für die Konsumausgaben verfügbare Mittel bei 50 kW-Anlagen um zwischen € 9 bis € 17 Millionen höher sind als bei 15 kW- Anlagen. Aufgrund dieser steigenden Nachfrage, nach großteils heimisch produzierten Konsumgütern, steigen die Wertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zum Einsatz kleinerer Anlagen. Da jedoch für dieselbe Menge an produzierter Wärme geringere Investitionen notwendig sind, verringern sich die positiven Beschäftigungseffekte, die durch diesen Investitionsschock entstehen würden. Insgesamt sinkt der Beschäftigungseffekt um 120 bis 720 Personen.

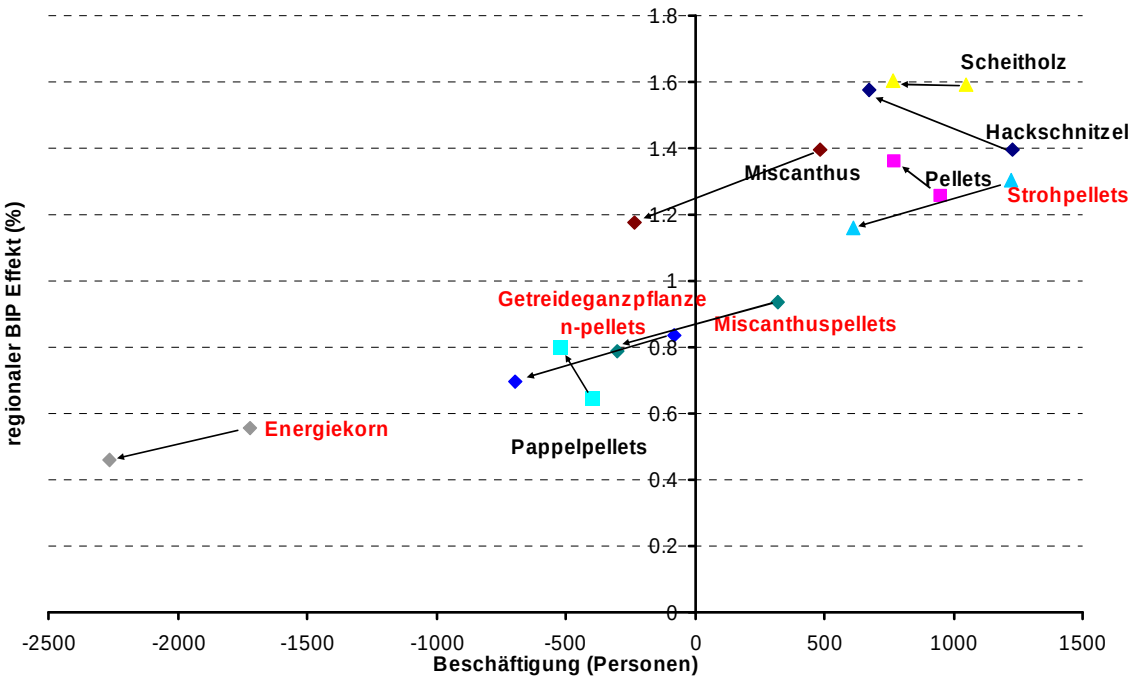


Abbildung 69 Veränderung der volkswirtschafltichen Effekte bei Verwendung von 50 kW Anlagen anstelle von 15 kW Anlagen (eigene Berechnung)

Durch die zuvor dargestellte Abhängigkeit der Spill-over-Effekte von den Beschäftigungseffekten in der Oststeiermark zeigt sich diese negative Veränderung auch in der Reststeiermark.

4.2.3 Zumischungsverpflichtung für Biotreibstoffe

Beimischungsverpflichtungen für Treibstoffe wird in Österreich hauptsächlich durch Beimengung von Biodiesel - produziert aus Raps - nachgekommen. Aufgrund des großen Bedarfs an Raps zur Produktion dieser Mengen wird davon ausgegangen, dass gewisse Anteile aus dem Ausland zugekauft werden müssen.

Abbildung 70 zeigt die Modellergebnisse im Bezug auf regionales BIP und Beschäftigung. Die rot (punktiert) dargestellten Werte zeigen die Ergebnisse für eine 20% Beimischungsverpflichtung, die blauen (strichpunktiert) für eine 10% Beimischungsverpflichtung und die schwarzen (strichlierte) für eine 5,75% Beimischungsverpflichtung. In den Klammern der einzelnen Punkte wird der Anteil der importierten Menge Raps im Bezug zur gesamten benötigten Menge angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Veredelung des Rapses zu Rapsölmethylester vollständig in der Region erfolgt.

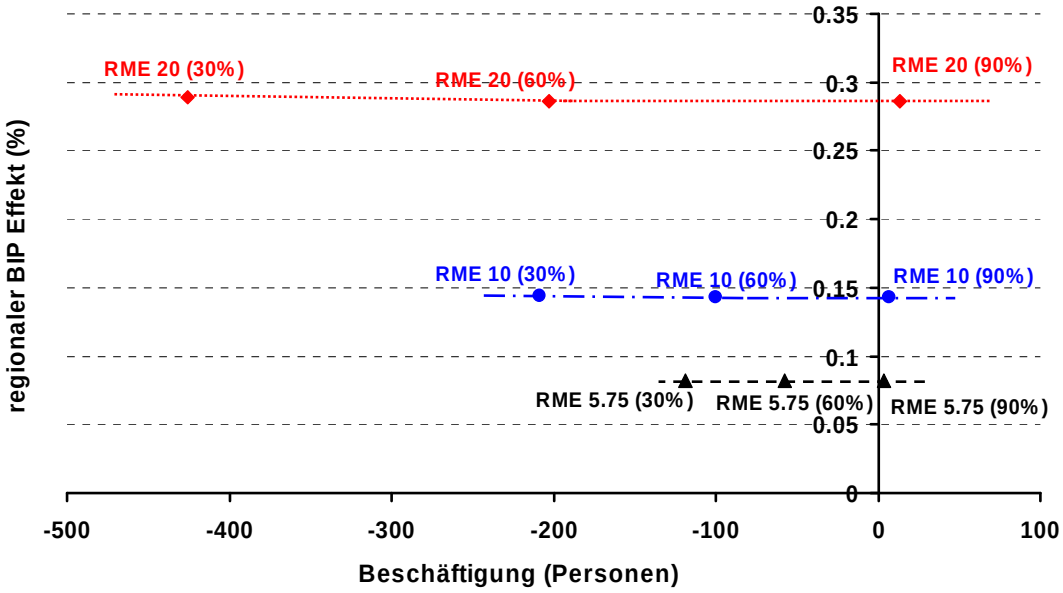


Abbildung 70 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Beimischungsverpflichtung für Diesel für unterschiedliche Beimischungshöhen (5,75 %, 10 % und 20 %) und unterschiedliche Importanteilen von Raps (30 %, 60 % und 90 %) (eigene Berechnungen)

Auffällig in den Ergebnissen ist die Trennung der Wirkungen bezüglich der Höhe der Beimischungsverpflichtung und der Höhe des Importanteils. So sind die Auswirkungen auf das regionale BIP unbeeinflusst von den Importanteilen, während die Beschäftigung annähernd linear mit der Höhe der Beimischungsverpflichtung steigt. Grund hierfür ist, dass ein nicht einheimisches Produkt (Diesel) durch ein regionales substituiert wird, was positive Wirkungen auf die regionale Wertschöpfung hat. Beschäftigungseffekte hingegen sind stark von den Importanteilen abhängig. Bei geringem Importanteil und hoher heimischer Rapsproduktion treten analog zu der Produktion von landwirtschaftlicher Biomasse für die Wärmeproduktion negative Effekte aufgrund der Konkurrenz um landwirtschaftlicher Ackerfläche auf. Je geringer der Importanteil desto stärker sind die Verdrängungseffekte. Aufgrund der geringeren Arbeitsintensität der Rapsproduktion im Vergleich mit der konventionellen Landwirtschaft (siehe D 1.3) führt dies zu einer Reduktion der Beschäftigung. Zusammenfassend zeigt sich, dass positive Beschäftigungseffekte nur bei Importquoten von zumindest 90 % erreicht werden können.

Bei der Betrachtung der Spill-over-Effekte zeigen sich ähnliche Effekte, wie sie bereits bei Biomasseheizungstechnologien aufgetreten sind. Bei der Darstellung des Zusammenhanges zwischen den Konsumausgaben des öffentlichen Sektors in der Oststeiermark und den Beschäftigungseffekten in Reststeiermark sowie den Beschäftigungseffekten beider Regionen zeigt sich wiederum ein hohes Determinationsmaß (siehe Abbildung 71 links und rechts). Die absolute Höhe der Spill-over-Effekte für regionales BIP und Beschäftigung sind jedoch sehr

gering und liegen für Beschäftigung zwischen +10 und -100 Personen und für BIP Wachstum zwischen +0,002 % und -0,02 %.

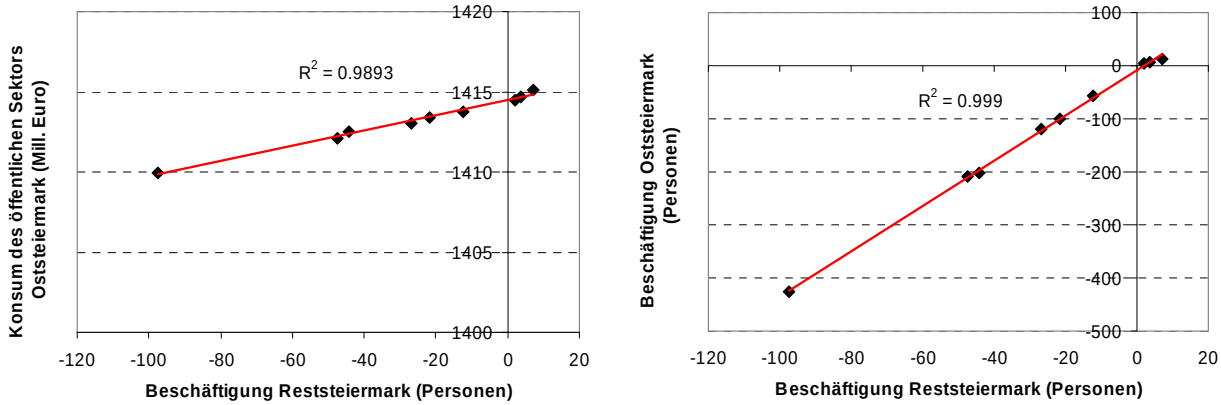


Abbildung 71 Zusammenhang zwischen Konsumausgaben des öffentlichen Sektors in der Oststeiermark und den Beschäftigungseffekten in der Reststeiermark (links) und Zusammenhang zwischen den Beschäftigungseffekten in beiden Regionen (rechts) in folge von Beimischungsverpflichtungen für Diesel (eigene Berechnungen)

4.2.4 Ausdehnung der Biogasproduktion

Die Auswirkungen des Einsatzes von Biogasanlagen wurden für einen erweiterten Einsatz von 1.000TJ thermisch produziertem Biogas und unter der Annahme von Effizienzgraden von 33 %, 53 % und 73 % untersucht. Damit wird jeweils die elektrisch produzierte Energiemenge definiert. Durch den Verdrängungseffekt der konventionellen Landwirtschaft zeigen sich negative Beschäftigungseffekte, deren Ausmaß von den unterstellten Effizienzgraden bestimmt wird (siehe Abbildung 72). Für das regionale BIP liegen die Effekte zwischen +0,65 % und +0,82 %.

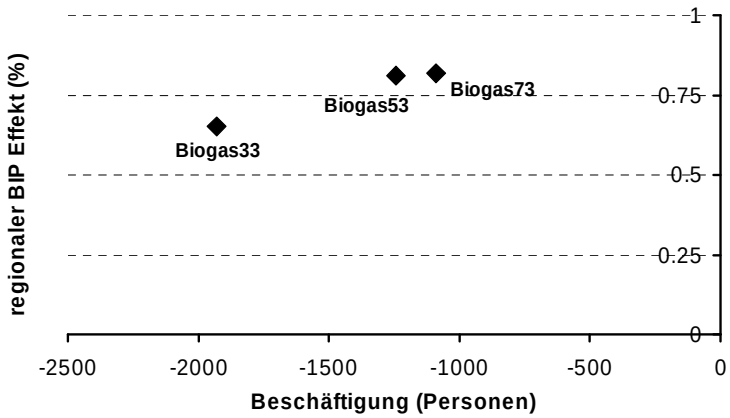


Abbildung 72 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP durch Ausweitung der Biogasproduktion um 1.000 TJ thermisch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Effizienzgrade (eigene Berechnungen)

Auswirkungen auf die restliche Steiermark sind wiederum hauptsächlich von den Beschäftigungseffekten der Oststeiermark abhängig. Für regionales BIP in der Reststeiermark liegen die Ergebnisse zwischen -0,122 % und -0,158 % sowie für Beschäftigung zwischen -590 und -795 Personen.

4.2.5 Förderung „neuer“ Technologien

Die volkswirtschaftlichen Effekte einer Ausdehnung der Förderung auf Technologien auf Basis landwirtschaftlicher Biomasse (wie in E 3.2.3 beschrieben) werden im Vergleich zum BAU-Szenario dargestellt. Da in der Einzeltechnologieanalyse keine Ausweitungen der Energiemengen mitberücksichtigt sind, ist eine Ausweitung des Fördersystems mit negativen Effekten verbunden (siehe Abbildung 73). Die Verringerung der Beschäftigung liegt zwischen 147 und 172 Personen und die Verringerung des BIP zwischen -0,10 % und -0,12 %.

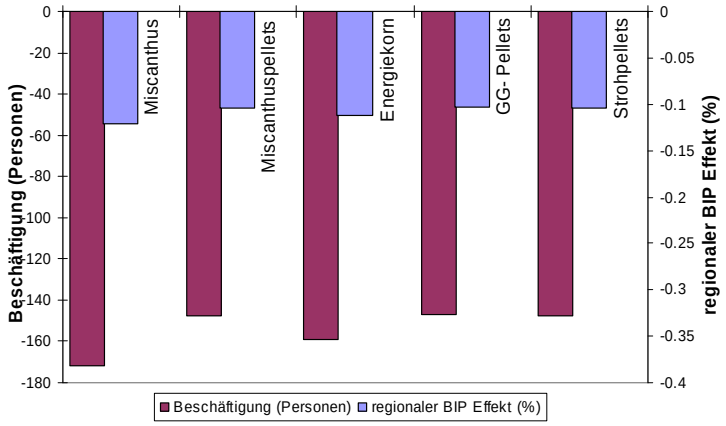


Abbildung 73 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP für die Einzeltechnologieanalyse mit Förderungen von neuen Technologien als Abweichung vom BAU-Szenario (eigen Berechnungen)

Die Ausweitung des Fördersystems bewirkt jedoch, dass der thermische Einsatz von Pappelpellets und Strohpellets nun konkurrenzfähig mit der betrachteten Referenztechnologie Heizöl sind.

4.2.6 F & E bedingte Kostenreduktion „neuer“ Technologien

Eine durch F&E bedingte Kostenreduktion *neuer* Technologien statt der Förderung von Biomassetechnologien erhöht die volkswirtschaftlichen Effekte. Wie in Abbildung 74 dargestellt liegt diese Erhöhung für Beschäftigung zwischen +164 und -5 Personen und für regionales BIP Wachstum zwischen +0,389 % und 0,055 %.

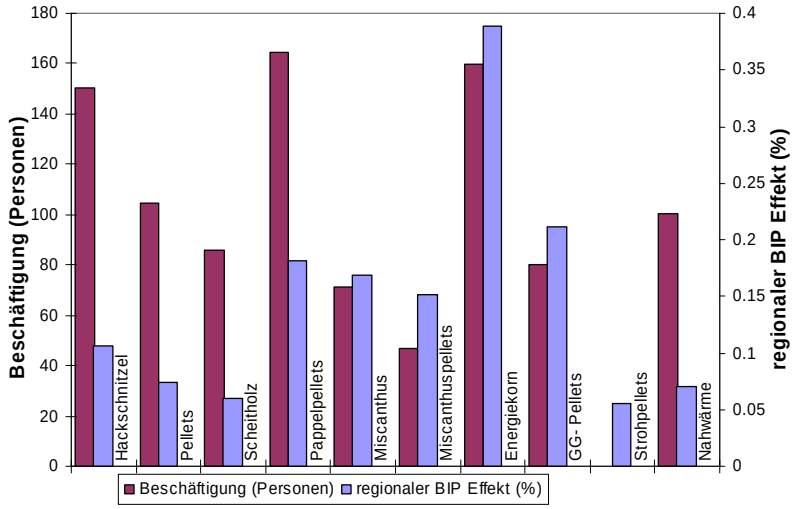


Abbildung 74 Vergleich der Beschäftigungseffekte und Auswirkungen auf regionales BIP für die Einzeltechnologieanalyse mit Kostenreduktion von neuen Technologien als Abweichung vom BAU-Szenario (eigen Berechnungen)

4.3 Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials – Fixierung eines Energiepflanzenmixes

In dem Szenario *Nutzung des landwirtschaftlichen Biomassepotentials* sollen die Auswirkungen dargestellt werden, die sich einstellen, wenn das gesamte Biomassepotential der Oststeiermark im Jahr 2030 genutzt wird. Berücksichtigt hierbei wurden die in Kapitel C 2 beschriebene Nachfrageveränderung nach Energie sowie eine angenommene Sanierungsrate des Gebäudebestandes von 1,5%. Als Potentiale wurden die Mengen der in Kapitel C 3 beschriebenen Potentialabschätzung verwendet, wobei auf das Niedrig- (low) und Hoch- (high) Szeanario zurückgegriffen wurde.

Aufgrund der Nachfrageveränderung allein sind nur geringe, aber zwischen den Regionen unterschiedliche Effekte zu erwarten, was aus den unterschiedlichen Nachfrageveränderungen zwischen der Region Oststeiermark und Reststeiermark resultiert. Für die Oststeiermark wird durch die Reduktion der Nachfrage nach Wärme und Elektrizität der Anstieg der Nachfrage nach Treibstoffen mehr als kompensiert. Trotz eines leichten Rückganges der Haushaltskonsumausgaben (siehe Abbildung 75 oben) wird ein positiver Beschäftigungseffekt in der Oststeiermark erzielt, da mehr heimische Güter anstelle von Energie konsumiert werden. Beispiel hierfür sind eine steigende Produktion von Textilprodukten um € 4,2 Millionen und von Nahrungsmitteln um € 2,3 Millionen sowie eine Steigerung des Produktionsniveaus des Sektors Handel um € 4,4 Millionen. In der restlichen Steiermark kann sich dieser Effekt nicht einstellen, da die Nachfragesteigerung nach Treibstoffen zu groß bzw. relativ dazu die Nachfragereduktion für Wärme und Elektrizität zu gering sind.

Effekte, die sich durch die thermische Sanierung des Gebäudebestandes ergeben, sind in ihrem Umfang sehr erheblich (siehe Abbildung 57 und 58). Beispielsweise erhöht sich angesichts

einer Sanierungsrate von 1,5 % das BIP in der Oststeiermark um 1,73 % und die Beschäftigung steigt um 1.733 Personen. Der Grund für diese starken Auswirkungen liegt vor allem in dem Effekt, dass die Haushalte aufgrund der Einsparungen für die Raumwärme mehr regionale Güter konsumieren können (siehe auch Einzeltechnologieanalyse) anstelle fossile Brennstoffe für die Wärmeproduktion konsumieren zu müssen. In der Reststeiermark sind die Effekte ähnlich, nur schwächer in ihrem Unfang. So beträgt die Auswirkung auf die Wertschöpfung nur rund +0,94 %.

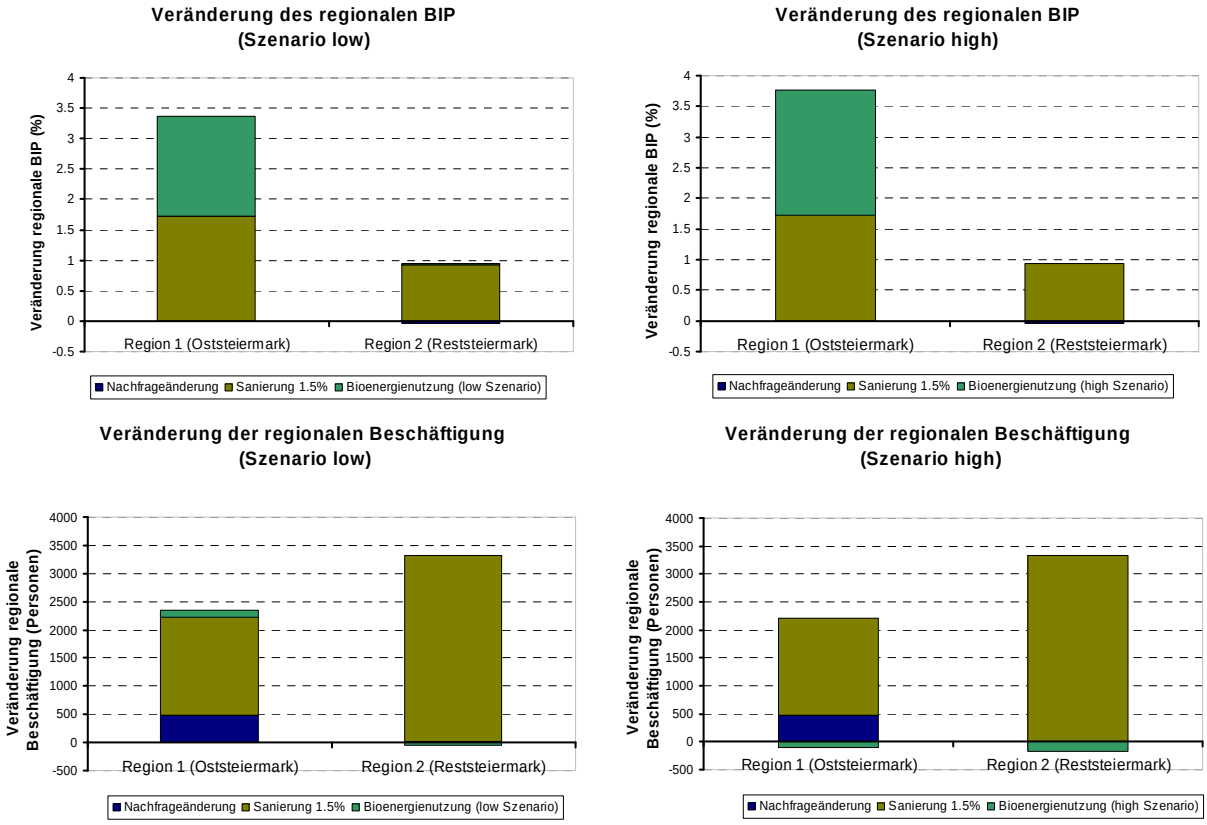


Abbildung 75 Veränderungen des regionalen BIP und der regionalen Beschäftigung in der Ost- und Reststeiermark für das Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* low (links) und high (rechts) (eigene Berechnungen)

Die Veränderungen der Energienachfrage und die thermische Sanierung des Gebäudebestandes wurden in beiden Regionen simuliert. Die Nutzung des vorhandenen Biomassepotentials wurde jedoch nur in der Oststeiermark implementiert. Daher sind alle Effekte, die sich aufgrund der Bioenergienutzung in der Region der Reststeiermark einstellen, als Spill-over-Effekte zu verstehen. Ebenfalls ist zu berücksichtigen, dass für Biomassetechnologien, die kostenintensiver sind als ihre jeweilige Referenztechnologie, ein Fördersatz bestimmt wurde, damit das Potential ausgenutzt wird (Tabelle 40).

Für die Beschäftigungseffekte aufgrund der Bioenergienutzung sind für das Niedrig-Szenario nur sehr geringe positive Effekte zu erkennen, wobei im Hoch-Szenario negative Beschäftigungseffekte in der Region auftreten. Dies ist teils auf die höheren Förderungen zurückzuführen, welche notwendig sind, damit das höhere Potential voll ausgenutzt wird.

Höhere Bioenergienutzung verteuert die Energiebereitstellung durch Biomasse aufgrund der steigenden Preise der für die Bioenergieproduktion benötigten Vorleistungen und Faktoren. Beispielsweise liegt der Pachtpreis im Hoch-Szenarion um 21 % höher als im Niedrig-Szenario, weshalb die Kosten pro kWh Bioenergie ansteigen und somit ein höherer Fördersatz benötigt wird. Diese lässt sich auch in der Darstellung der öffentlichen Konsumausgaben erkennen (siehe Abbildung 76 unten), welche für das high Szenario geringer liegen als für das low Szenario. Für die Haushalte bedeuten steigende Faktorpreise jedoch auch steigendes Einkommen, wodurch die Ausgaben der Hauhalte steigen (siehe Abbildung 76 oben).

Tabelle 40 Im Modell endogen bestimmte Fördersätze für Biomassetechnologien im Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* (eigene Berechnungen)

Endogen bestimmte Fördersätze		
	Szenario low	Szenario high
Biomassetechnologie		
Getreideganzpflanzenpellets	16.93%	18.81%
Miscanthuspellets	5.52%	6.82%
Biogas	23.07%	26.85%
Biodiesel	5.94%	6.59%

Bei Betrachtung des regionalen BIP Effekts wirkt eine Erhöhung der Bioenergienutzung vom Niedrig- auf das Hoch-Szenario jedoch ausweitend.

Zusammenfassend zeigt sich, dass Maßnahmen, zur Intensivierung der thermischen Sanierung des Gebäudebestandes starke positive volkswirtschaftliche Effekte mit sich bringen. Positive Effekte können ebenfalls durch die Nutzung des vorhandenen Bioenergiepotentials erwartet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich einige Effekte (z.B. Beschäftigungseffekt), aufgrund der steigenden Faktorpreise und der steigenden notwendigen Förderungen, ab einem gewissen Level der Bioenergienutzung in der Richtung wieder umkehren können (und z.B. die Beschäftigung sinken kann).

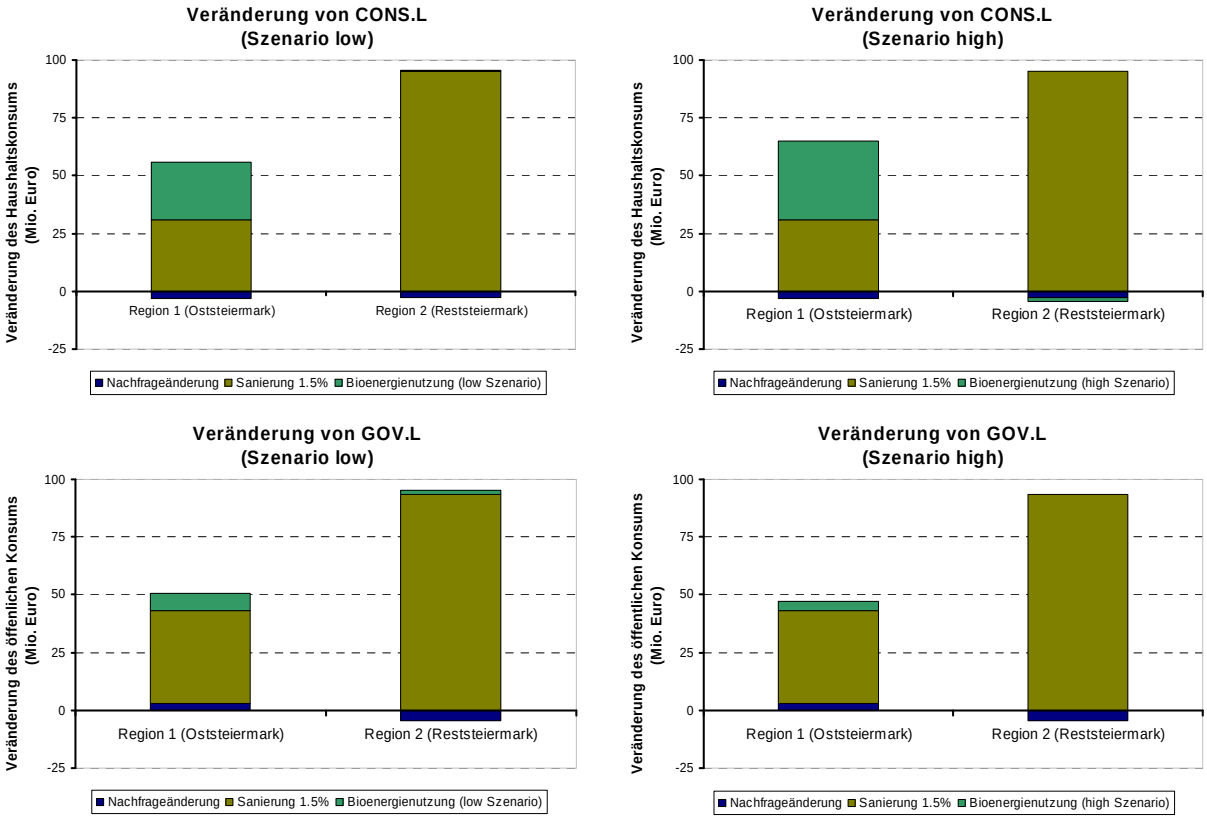


Abbildung 76 Veränderungen des Konsums der Haushalte und des öffentlichen Konsums in der Ost- und Reststeiermark für das Szenario *Nutzung des Biomassepotentials* niedrig (links) und hoch (rechts) (eigene Berechnungen)

5 Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse der Szenario-Berechnung in Kapitel E 4 beruhen auf exogen vorgegebenen Annahmen bezüglich der Preise fossiler Energieträger, der Höhe des Zinssatzes, der Entwicklung auf den globalen land- bzw. forstwirtschaftlichen Produktmärkten und regionaler Landnutzung. In diesem Kapitel wird die Sensitivität der im vorigen Kapitel dargestellten Ergebnisse durch Änderung dieser Annahmen bestimmt. Zu diesem Zwecke werden mit Hilfe von Literaturstudien mögliche Bandbreiten definiert. Dabei geht es nicht darum, alle Möglichkeiten der Entwicklung der Ölpreise, des Zinssatzes, der Agrar- bzw. Holzmärkte und der Landnutzung abzubilden, aber zumindest gewisse Spannweiten unter möglichen politischen, wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen zu definieren.

5.1 Modellergebnisse Sensitivitätsanalyse

Im Nachfolgenden wird die Sensitivitätsanalyse anhand der Einzeltechnologieanalyse durchgeführt, wobei diese für eine landwirtschaftliche (Miscanthusheizung) und eine forstwirtschaftliche (Hackgutheizung) Biomassetechnologie dargestellt wird. Hierbei werden die Abweichungen der Ergebnisse, welche sich auf Grund veränderter Parameterannahmen für Zinssatz, Energiepreise und globaler Außenhandelselastizität für landwirtschaftliche Produkte einstellen, beschrieben. In Tabelle 41 ist eine Übersicht der für die Sensitivitätsanalyse gewählten Parameter dargestellt. Die Parameter wurden anhand der in Anhang 4 beschriebenen Marktentwicklungen bestimmt.

Tabelle 41 Parameterannahmen für Sensitivitätsanalyse

	Zinssatz	Energiepreise (Veränderung von Basisannahme) [1]	globale Aussenhandels-elastizität
high	4.2	50%	6
low	0.2	-18%	1

[1] Energiepreisse wurde für Diesel, sonstige Ölprodukte, Gas, Strom und Kohle verändert

Wie in Abbildung 77 dargestellt, begünstigen hohe Energiepreise die Forcierung von Biomasse und damit die positiven Auswirkungen für das regionale BIP. Je höher die Energiepreise, desto konkurrenzfähiger sind Biomassetechnologien im Vergleich zum Referenzsystem. Mit Abweichungen der Ergebnisse von -11 % bis +50 % zeigt sich die starke Sensitivität der Ergebnisse auf die angenommenen Energiepreise.

Die Sensitivitätsanalyse des Zinssatzes zeigt, dass hohe Zinssätze die positiven Effekte der Biomassenutzung dämpfen. Grund hierfür ist, dass ein höherer unterstellter Zinssatz die Kosten

pro kWh verteuert. Biomassetechnologien weisen im Vergleich zum Referenzsystem einen relativ hohen Anteil an Investitionskosten auf, wodurch dieser Effekt verstärkt wird.

Für Hackgutheizungen und für Miscanthusheizungen treffen die beschriebenen Sensitivitäten bezüglich Energiepreise und Zinssätzen gleichermaßen zu, sowohl bezüglich ihrer Richtung als auch bezüglich ihrer Intensität. Annahmen hinsichtlich der globalen Außenhandelselastizität für landwirtschaftliche Güter haben jedoch nur für landwirtschaftliche Biomasseprodukte (Miscanthus) Auswirkungen auf die Ergebnisse. Es zeigt sich, dass bei einer hohen Außenhandelselastizität die positiven Effekte geringer sind, da regional produzierte landwirtschaftliche Güter leichter durch globale Importe ersetzt werden können, wodurch vermehrt die konventionelle landwirtschaftliche Produktion verdrängt wird.

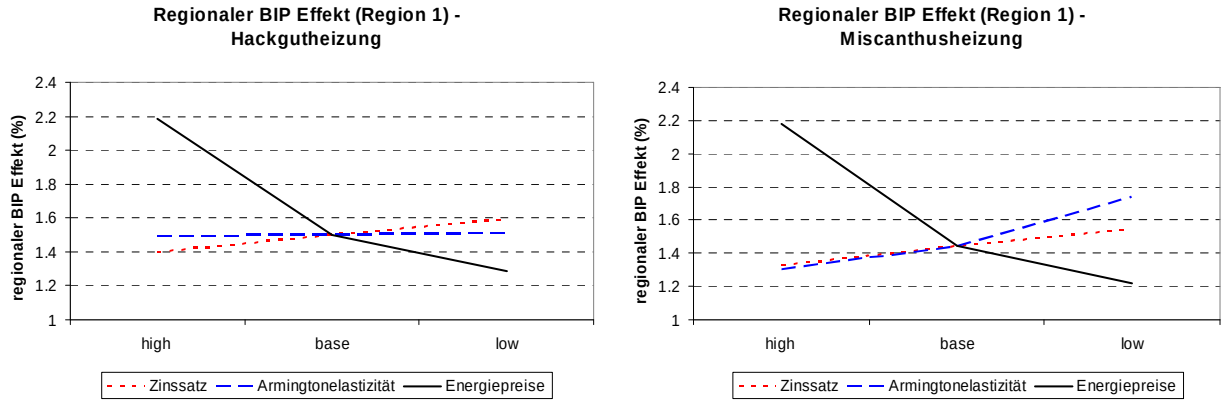


Abbildung 77 Sensitivität der regionalen Wirtschaftswachstumseffekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter (eigene Berechnungen)

Die Sensitivitätsanalyse der Beschäftigungseffekte (siehe Abbildung 78) zeigt sowohl für Annahmen über Energiepreise als auch für die Annahmen über den Zinssatz die gegenteilige Wirkung verglichen mit dem der Sensitivität der regionalen Wertschöpfung. Grund hierfür ist, dass die Ergebnisse für Beschäftigung stark von den Faktorpreisveränderungen und den sich dadurch ergebenden relativen Kostenunterschied zwischen Kapital und Arbeit beeinflusst werden. Beide Faktorpreise steigen sowohl unter der Annahme von hohen als auch unter der Annahme von niedrigen Energiepreisen. Allerdings steigt der Kapitalpreis im Verhältnis zum Lohnsatz stärker unter der Annahme niedriger Energiepreise. Daraus lassen sich die höheren Beschäftigungseffekte erklären.

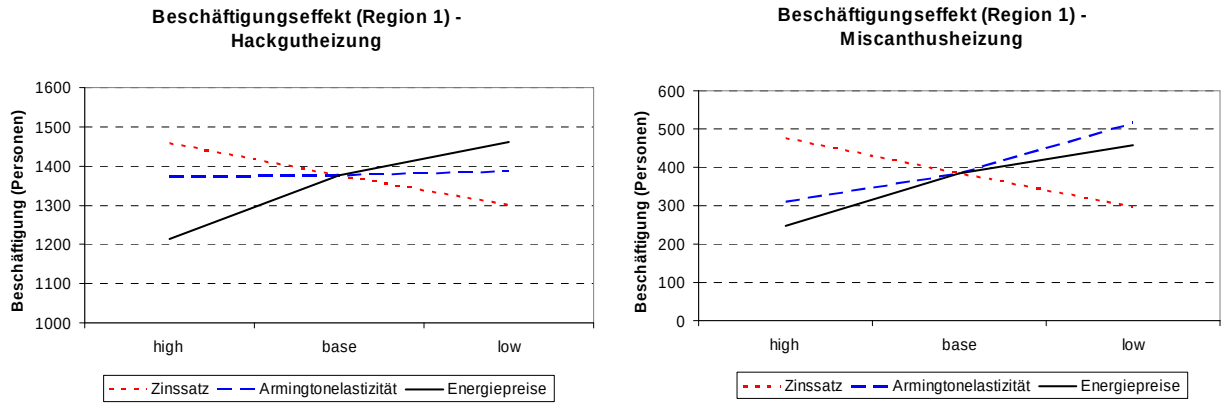


Abbildung 78 Sensitivität der Beschäftigungseffekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter (eigene Berechnungen)

Für die Sensitivität der Pachtpreise sind in Abbildung 79 nur die Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Annahmen über die Außenhandelselastizität dargestellt. Wie bereits bei den Ergebnissen für Beschäftigung und regionale Wertschöpfung, beeinflusst die Annahme über die Höhe der globalen Armingtonelastizität von landwirtschaftlichen Gütern die Ergebnisse von forstwirtschaftlichen Biomasseprodukten (Hackgut) nur marginal. Für Miscanthus jedoch liegt die Bandbreite der Veränderungen der Pachtpreise zwischen -11% und +25%. Ist diese Armingtonelastizität gering, so wird weniger landwirtschaftliche Produktion verdrängt, wodurch die Konkurrenz um den Faktor Ackerland und damit der Pachtpreis steigt.

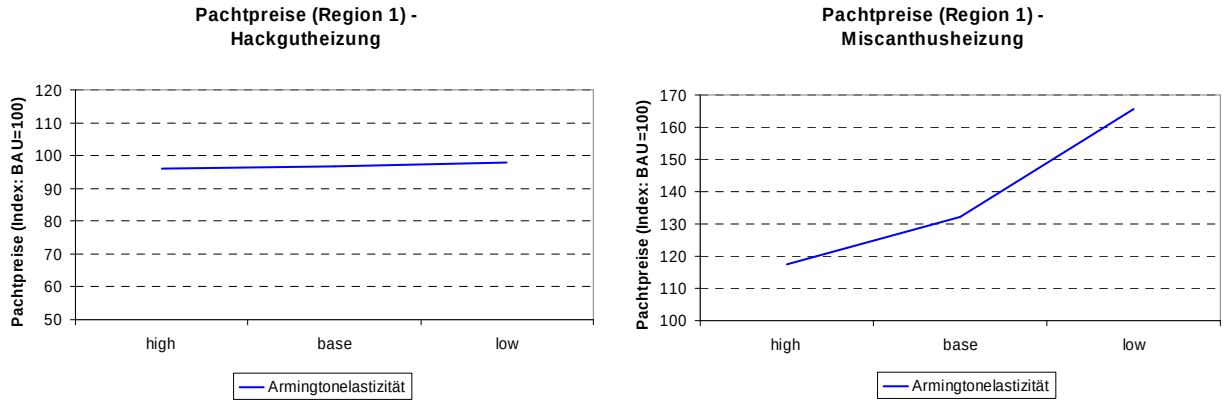


Abbildung 79 Sensitivität der Pachtpreisveränderung der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter (eigene Berechnungen)

In Abbildung 80 sind die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für die Spill-over-Effekte der Reststeiermark dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese ähnlich den Ergebnissen der Sensitivitätsanalyse der Beschäftigungseffekte in der Oststeiermark sind (Abbildung 78). Grund hierfür ist der in E 4.2.1 dargestellte starke Zusammenhang zwischen den Spill-over-Effekten und den Beschäftigungseffekten in der Oststeiermark.

Einzige Ausnahme stellt die Sensitivität der Spill-over-Effekte auf Veränderungen der globalen Armingtonelastizität für landwirtschaftliche Biomasseprodukte dar, bei welcher die Ergebnisse nicht mit den Beschäftigungseffekten in der Oststeiermark korrelieren. Grund hierfür ist, dass auch für die Reststeiermark die Armingtonelastizitäten in der Sensitivitätsanalyse geändert wurden. Eine hohe globale Armingtonelastizität ermöglicht, dass in der Reststeiermark leichter eine effiziente Anpassung auf die Veränderungen durch die Bioenergienutzung in der Oststeiermark gefunden werden kann.

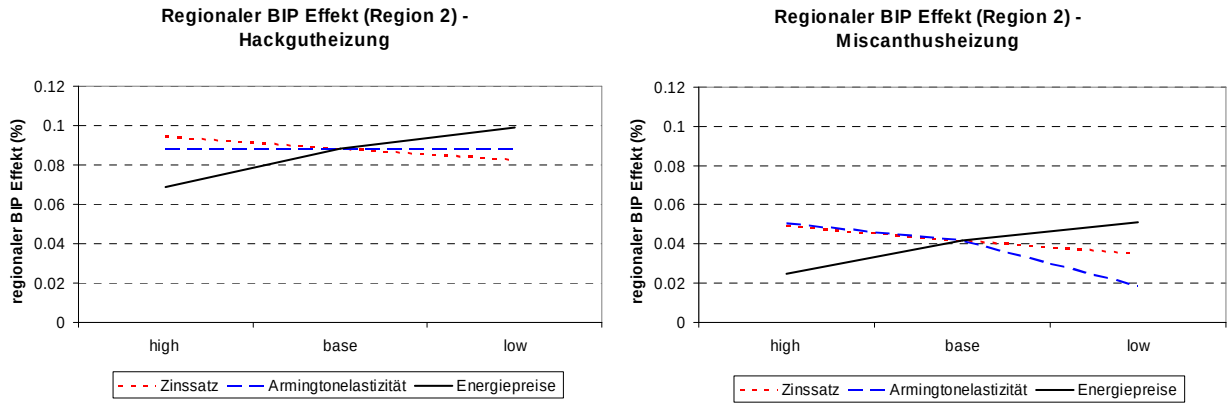


Abbildung 80 Sensitivität der Spill-over-Effekte der Einzeltechnologieanalyse für Hackgut (rechts) und Miscanthus (links) im Bezug auf Veränderungen der Annahme der Annahme der Energiepreise, des Zinssatzes und der globalen Armingtonelastizität landwirtschaftlicher Güter (eigene Berechnungen)

Zusammenfassend zeigt die Sensitivitätsanalyse, dass die Ergebnisse sehr stark von den zu Grund gelegten Annahmen abhängig sind. Energiepreise sind für alle Ergebnisse von zentraler Bedeutung. Für landwirtschaftliche Biomasseprodukte haben ebenfalls Annahmen über den Außenhandel starken Einfluss auf die Resultate. Deutlich wird dies am Beispiel der Pachtpreisentwicklung in Folge der Biomasseproduktion.

5.2 Quantifizierung aus der Literatur

Die ökonomischen Auswirkungen der Bioenergienutzung auf Beschäftigung, Wertschöpfung, Leistungsbilanz, Staatshaushalt, Einkommen und Verteilungsaspekte wurden bereits im Zuge zahlreicher Studien in unterschiedlichem Ausmaß untersucht. Die Studien selbst sowie deren Ergebnisse werden in diesem Kapitel vorgestellt und miteinander bzw. mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie verglichen. Dabei ist zu beachten, dass die präsentierten Studien auf die ökonomischen Aspekte der Biomassenutzung in Österreich fokussiert sind. Um Vergleiche mit anderen Ländern ziehen zu können, werden am Schluss noch zwei deutsche Publikationen angeführt. Da die einzelnen Studien Unterschiede bezüglich gewählter Systemgrenzen (berücksichtigte Energietechnologien), zeitlicher und räumlicher Abgrenzung, Berücksichtigung exogener Parameter (Ölpreis, Förderungen, Steuern) und Methodik aufweisen, ist ein direkter Vergleich der Ergebnisse nicht möglich.

5.2.1 Bisherige Studien zur ökonomischen Auswirkung einer forcierten Biomassenutzung in Österreich

Bioenergie-Cluster Österreich (Clement et al. 1998)

Im Jahre 1998 wurde von Clement et al. (1998) eine Studie über den österreichischen Biomasse-Markt durchgeführt. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in einer umfassenden Darstellung des Biomasse-Marktes (Umsätze, Marktanteile, Absatz, Preise, Investitions- und Betriebskosten, Handel, Abnehmerstrukturen, Förderungen) aus eigener Datenerhebung und Sekundärdaten. Dabei werden die Marktsegmente Biodiesel, Biogas, Biomasse-Kleinanlagen, Fernwärmenetze, Biomasse relevante Industrien (z.B. Säge- oder holzverarbeitende Industrie, etc.) zum Biomasse-Markt zusammengefasst. Ziel ist die Darstellung möglicher Entwicklungspotentiale für Energie aus Biomasse, die Identifizierung von Barrieren und die Ableitung von Maßnahmenempfehlungen. Die Quantifizierung volkswirtschaftlicher Auswirkungen für Beschäftigung und Wertschöpfung erfolgt mit Hilfe einer Input- Output Analyse und bildet nur einen Randbereich der Studie.

Die Marktanalyse für das Basisjahr 1998 zählt insgesamt 21.800 Beschäftigte im Biomasse-Markt, welcher eine Wertschöpfung in der Höhe von umgerechnet € 730.000 erzeugt. Eine Abschätzung über die zukünftige wirtschaftliche Relevanz von Biomasse erfolgt mit Hilfe von Szenarien. Ein Business-as-Usual Szenario beschreibt die Entwicklung des österreichischen Biomassesektors unter Fortsetzung der Biomasseaktivitäten Ende der 90-iger Jahre bis 2008. Unter diesen Vorraussetzungen erhöht sich im Vergleich zum Basisjahr die biomassebezogene Beschäftigung um 18%, die Wertschöpfung um 27%. Daneben gibt es ein *Best* und *Worst Case* Szenario. Während im *Best Case* Szenario durch die Umsetzung eines von den Autoren empfohlenen Maßnahmenpakets Biomasse gefördert wird, infolge dessen sich die Zahl der Beschäftigten und die Wertschöpfung im Biomassesektor von 1998 bis 2008 beinahe verdoppeln, verschlechtern sich im *Worst Case* Szenario die Rahmenbedingungen, sodass es zu einer rückläufigen Entwicklung kommt. Die Zahl der Beschäftigten im Bioenergiesektor sinkt im Vergleich zum Ausgangsjahr um -11%, die Wertschöpfung um -8%.

Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse (Pichl et al. 1999)

Eine umfassende, modellgestützte makroökonomische Analyse einer forcierten Energiebereitstellung aus Biomasse in Österreich findet sich in Pichl et al. (1999). Auf Basis einer Allgemeinen Gleichgewichtsanalyse werden die Auswirkungen eines vermehrten Biomasseeinsatzes für Wärme, Strom und Treibstoff auf ausgewählte Wirtschaftsindikatoren (BIP, Beschäftigung, Staatsbudget, Außenhandel) im Vergleich zu einer fossilen Referenztechnologie untersucht. Dabei werden nicht nur die direkt und indirekt induzierten Effekte berücksichtigt, sondern auch die Verdrängungseffekte (Verdrängung fossiler Energie). Da die zu Beginn durchgeführte betriebswirtschaftliche Vollkostenanalyse zum Schluss kommt, dass die Energie aus Biomasse meist teuerer ist als aus konventioneller Energie (Öl, Kohle, Gas), wird eine Erhöhung der Biomassenutzung durch Förderungen, eine CO_2-Steuer[18] oder höhere Einspeitarife für elektrischen Strom aus erneuerbarer Energie erreicht.

Beginnend mit einer Einzeltechnologieanalyse werden die makroökonomischen Auswirkungen des Einsatzes aller berücksichtigten Biomassetechnologien getrennt untersucht. Da der Einsatz von Biomasse vom Kostenverhältnis fossil zu biogener Energie abhängig ist, wird, sofern die Energiebereitstellung aus Biomasse teurer ist, eine Förderung in der Höher der Kostendifferenz einkalkuliert. Ein positiver Effekt auf BIP, Beschäftigung und Staatshaushalt ergibt sich, wenn sehr arbeitsintensive Technologien eingesetzt werden. Ein gleichzeitig hoher Förderbedarf kann diese positive Wirkung dämpfen bzw. je nach benötigtem Förderbedarf sogar in einen negativen Effekt umkehren. Eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse für ausgewählte Technologien findet sich in Tabelle 42: Mit Ausnahme der Biomasse-KWK-Anlagen ergeben sich positive Nettobeschäftigungseffekte, die beim Einsatz von forstwirtschaftlicher Biomasse (Pellets, Scheitholz, Waldhackgut) besonders groß sind. Prozentuelle Zuwächse des BIPs sind auf geringe Förderungssummen bei gleichzeitig hohem Arbeitseinsatz zurückzuführen. Die Nettokosten der Biomasse-Strategie errechnen sich aus dem Saldo einer Vielzahl von Einnahmen und Ausgaben, werden jedoch maßgeblich vom Arbeitseinsatz und dem Fördervolumen bestimmt. Positive Staatseinnahmen ergeben sich vor allem beim Einsatz von Einzelhaustechnologien, aber auch vereinzelt bei Nahwärmetechnologien.

[18] Pichl et al. (1999) gehen in ihren Kalkulationen von einer CO_2 Neutralität der Biomassetechnologien aus.

Tabelle 42 Ergebnisse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen (in Arbeitsplätze, Prozent, Millionen € pro Terra Watt Stunde bereitgestellter Energie) eines vermehrten Biomasseeinsatzes in Pichl et al (1999) (Einzeltechnologieanalyse)

	Biomassenutzung	**Netto-Beschäftigung[19]**	**BIP**	**Subventions-bedarf**	**Nettokosten[20]**
	Einheit	*AP/TWH*	*% Änderung/ TWH*	*Mill. € /TWh*	*Mill. € TWh*
Einzelhaus und Mikronetze	*Scheitholz*	*1.421*	*0,019*	*0*	-13,8
	Pellets (Industrie)	897	0,001	14	-7,0
	Pellets (Landwirtschaft)	1.651	-0,013	44	-38,4
	Waldhackgut	296	-0,015	20	-23,3
Nahwärmeanlagen	Industirie Hackgut	752	0,009	0	-6,0
	Waldhackgut	1.013	0,003	15	7,9
	Rinde	660	0,013	0	-4,6
	Pellets (Industrie)	1.153	0,011	13	-2,2
	Pellets (Landwirtschaft)	2.107	-0,002	47	31,4
	Stroh	35	-0,017	18	24,2
große KWK	KWK industriehackgut	-1.244	-0,063	66	80,3
	Waldhackgut	-630	-0,080	102	116,3
	Rinde	-1.244	-0,044	47	59,8
Treib-stoff	AME	398	0,005	1	-0,2
	RME Agenda	3.755	-0,055	84	204,2

Im Anschluss an die Einzeltechnologieanalyse werden die Auswirkungen einer Verteuerung der fossilen Energie durch Einführung einer CO_2-Steuer untersucht. Die Höhe des Steuersatzes reicht dabei von 0,73 Cent bis 7,27 Cent pro kg CO_2. Durch die Einführung der CO_2-Steuer steigt das Energieangebot aus Biomasse, da mit zunehmender Steuer immer mehr Biomassetechnologien gegenüber fossilen Technologien konkurrenzfähig werden. Die Steuereinnahmen werden zur Abdeckung des allgemeinen Budgets verwendet, sodass sich mit steigendem Steuersatz die Staatseinnahmen erhöhen. Die Nettoeffekte auf den Arbeitsmarkt sind erwartungsgemäß positiv.

[19] Die Nettobeschäftigung ergibt sich aus der Summe der zusätzlich direkt und indirekt induzierten Arbeitsnachfrage durch Bereitstellung von Energie aus Biomasse abzüglich der Beschäftigungsverluste durch den Nichteinsatz fossiler Technologien.

[20] Die Nettokosten umfassen das Saldo aus Lohnsteuereinnahmen, Arbeitslosenunterstützung, staatliche Nachfrage, Förderungsbudget, Einnahmen aus anderen Steuerkategorien (indirekte Steuern wie Mehrwertsteuer, Mineralölsteuer, Kapitalertragssteuer, Körperschafts- und Gewerbesteuer, Etc.).

Bioenergie und Gesamtwirtschaft (Haas und Kranzl 2002)

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) veröffentlichten Haas und Kranzl (2002) eine Studie, die sich mit den volkswirtschaftlichen Aspekten der Bereitstellung von Raumwärme aus fester Biomasse[21] beschäftigt. Die räumliche Abgrenzung der Analyse bezieht sich auf das Staatsgebiet von Österreich, der zeitliche Horizont reicht bis 2020. Ingesamt untersuchen die Autoren sechs verschiedene Biomasse-Systeme, welche über das verwendete Brennstoffprodukt (Stückholz, Pellets, Waldhackgut), über die Art der Anwendung (Einfamilien-, Mehrfamilienhaus und öffentliche Gebäude, Mikro-, Nah- oder Fernwärmenetze) und über die Region (strukturschwache Region, ländliche Region, Kleinstadt, Großstadt) definiert sind. Daneben wird für jedes Biomasse-System ein fossiles Referenzsystem (Öl, Gas) definiert. Ausgangspunkt für die Analyse ist zunächst die Annahme eines konstant niedrigen Preisniveaus für fossile Energieträger. Unter diesen Vorraussetzungen sind nur wenige Systeme ohne Subventionen gegenüber den fossilen Systemen konkurrenzfähig. Daher wird mit wenigen Ausnahmen von einer hohen Subvention für Biomasse-Systeme ausgegangen. Der gesamtwirtschaftliche Nettobeschäftigungseffekt[22] ist positiv, regional sind jedoch Unterschiede festzustellen: In ländlichen Regionen sind Beschäftigungseffekte überwiegend positiv, wobei der stärkste Effekt beim Einsatz von forstwirtschaftlicher Biomasse festzustellen ist. Das generierte Einkommen kommt vor allem den unteren Einkommensschichten zu Gute. Wird das System mit Pellets aus Sägenebenprodukten betrieben oder der Brennstoff in Eigenleistung erbracht, sind die Effekte nur sehr gering bzw. leicht negativ und das Einkommen fließt überwiegend den mittleren bis höheren Einkommensschichten zu.

Der Beitrag der Biomassenutzung zur langfristigen Energieversorgung wird anhand von Szenarien unter verschiedenen Ölpreisen[23] und Förderungen analysiert. Der Ölpreis selbst bestimmt annahmegemäß nicht den Biomasseeinsatz, aber die Höhe des benötigten Subventionsbedarfs. Im Business-as-usual Szenario bleibt der Ölpreis bis zum Jahre 2020 niedrig (€ 0,31 pro l), sodass von Seiten der Betreiber, Nutzer und Politiker kein ökonomischer Anreiz besteht, Biomasse verstärkt einzusetzen. Im zweiten Szenario wird Biomasse ab dem Jahre 2010 forciert, im dritten Szenario bereits ab 2002. Beide Szenarien werden sowohl in Hinblick auf einen hohen (€ 0,62 pro l) und niedrigen (€ 0,31 pro l) Ölpreis untersucht. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse erfolgt für das Szenario Forcierung ab 2002 bei hohem Ölpreis im Vergleich zum Business-as-usual Szenario: Aufgrund der getroffenen Annahmen reduziert sich bis 2020 die Arbeitslosenzahl um 6% und zusätzliches Einkommen in der Höhe von € 970 Millionen (kummuliert über die Periode 2003-2020) wird generiert. Mehr als die Hälfte des Einkommens kommt dabei den strukturschwachen Regionen zur Gute. Die

[21] Wobei hier die Biomasse im engeren Sinne gemäß ÖNORM M 7111: 1996 01 01: N „Begriffe der Energiewirtschaft - Energie aus Biomasse, organischen Abfällen, Wind und Geothermie“ gemeint ist.

[22] Der Begriff Nettobeschäftigung bezieht sich auf die durch Biomasse zusätzlich generierte Beschäftigung nach Abzug der Beschäftigungsverluste bedingt durch die Reduktion des Einsatzes von fossilen Energieträgern. Dabei werden sowohl die direkten (direkte Arbeitsplätze bei der Biomassegewinnung und -verarbeitung) als auch indirekten Effekte (induzierte Beschäftigungseffekte) einbezogen.

[23] Es wird zwischen einem niedrigen Preis von € 0,31pro l und einem hohen Preis von € 0,62 pro l unterschieden.

Substitution konventioneller Energieträger durch Biomasse reduziert den Rohstoffimport fossiler Energie um 5%, was sich auch positiv auf die Handelsbilanz auswirkt. Das Defizit des Staatshaushaltes ist in diesem Szenario minimal, da der höhere angenommene Ölpreis einen niedrigeren Subventionsbedarf für Biomassetechnologien induziert.

Wirtschaftliche Auswirkungen geförderter Biomasse-Anlagen durch das Land Vorarlberg (Madlener und Koller 2005)

Madlener und Koller (2005) untersuchen die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von (durch das Land Vorarlberg) geförderten Biomasse-Anlagen in Vorarlberg. Die Untersuchung reduziert sich dabei auf geförderte Biomasse-Nahwärmeanlagen (Förderungszeitraum zwischen 1993 und 2005) und Biomasse-Kleinanlagen (Förderungszeitraum 1993-2004), die mit fester Biomasse betrieben werden. Die vergebenen Fördermittel für Biomasse-Anlagen zwischen 1993 und 2005 belaufen sich insgesamt auf € 30,5 Millionen, davon wurden € 17,8 Millionen direkt durch das Land Vorarlberg zur Verfügung gestellt. Die Quantifizierung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte erfolgt mit einer Input-Output-Analyse (I/O-Analyse). Als Datengrundlage dient die nationale I/O-Tabelle für Österreich aus dem Jahre 2000. Aufgrund der fehlenden Datenregionalisierung ist es unmöglich, die gewonnenen Wertschöpfungs- bzw. Beschäftigungseffekte regional, d.h. explizit dem Bundesland Vorarlberg zuzuordnen, sodass in Folge von Inlandseffekten (innerhalb des Staatsgebietes von Österreich) gesprochen wird.

Auf Basis dieser Daten kommen die Autoren zum Ergebnis, dass durch die zwischen 1993 und 2005 getätigten Investitionen in geförderte Biomasse-Nahwärme- und Kleinanlagen im Inland eine (Brutto-)Wertschöpfung von insgesamt € 92 Millionen erzeugt wurde. Der (Brutto)Beschäftigungseffekt liegt bei 1.580 Personenjahren[24], der fiskalische (Brutto)Effekt (Aufkommen an Steuern und Abgaben) bei € 23 Millionen. Die Folgeeffekte, die durch den Betrieb der geförderten Anlagen (inklusive der Aufwand für den Brennstoffeinsatz) entstehen, liegen wesentlich geringer: Wertschöpfung € 25 Millionen, Beschäftigung 425 Personenjahre. Diese Ergebnisse repräsentieren jedoch nur den Bruttoeffekt, sodass diese um den Verdrängungseffekt korrigiert werden müssen. Unter der Annahme, dass die Summe der verdrängten Investitionen bei ca. € 19 Millionen liegt, reduziert sich laut Autoren der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekt um 20 % bis 40 %.

Neben Beschäftigung und Arbeitsplatz wird auch der fiskalische (Brutto)Effekt in den Berechnungen berücksichtigt. In Summe erhält man Einnahmen in der Höhe von € 29 Millionen. Vergleicht man diese Zahlen mit den durch das Land Vorarlberg zur Verfügung gestellten Subventionen in der Höhe von € 17,8 Millionen, ergeben sich Mehreinnahmen in der Höhe von über € 10 Millionen. Die Kalkulation des fiskalischen (Brutto)Effekts vernachlässigt mögliche Rückgänge der Ertragssteuer durch Beschäftigungsverluste im fossilen Energiesektor und Verluste in Verbrauchersteuereinnahmen durch geringere Bereitstellung fossiler Energie aus, sodass anzunehmen ist, dass der Gesamteffekt negativ ausfällt.

[24] 1 Personenjahr entspricht einem Vollzeit Jahresarbeitsplatz.

Landwirtschaft 2020- Grundlage einer nachhaltigen und energietechnischen Gesellschaftsentwicklung (Birnstingl-Gottinger 2007)

Birnstingl-Gottinger et al. (2007) untersuchen neue wirtschaftliche Perspektiven für die Land- und Forstwirtschaft am Beispiel der Energieregion Oststeiermark[25] unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit. Neben Änderung der Bewirtschaftungsformen (konventioneller, biologischer Anbau und Mischkulturanbau) spielt auch die Forcierung der Biomassebereitstellung zur energetischen und materiellen Verwertung eine Rolle. Das dafür erstellte Modell beruhend auf der Methodik der Prozesssynthese beschränkt sich auf den regionalen Energiebedarf der Landwirtschaft (Wärme Strom, Treibstoff) und der Haushalte (Wärme, Strom). Um mögliche Beiträge der Landwirtschaft zu einem nachhaltigen Energiesystem quantifizieren zu können, werden neben einer Status-Quo Analyse mittel- (2006-2010) und langfristige Zukunftsszenarien (2006-2020) erstellt. Die ökonomische Bewertung der Szenarien erfolgt über die Bestimmung des Einkommens bzw. des Gewinns[26] eines durchschnittlichen Landwirtes in der Region, sowie über die Kalkulation der Arbeitsplatzeffekte und der regionalen Wertschöpfung aus Land-, Forst- und Energiewirtschaft.

Die Status-Quo Analyse (Basisjahr 2006) verdeutlicht, dass die derzeitige Struktur der Landwirtschaft nur mit Hilfe von Förderung überlebensfähig ist. Mit dem Ziel die wirtschaftliche Lage des Landwirtes zu verbessern, verändert sich in den mittelfristigen Szenarien die Struktur der Landwirtschaft hin zu mehr biologischem Anbau und Biomassebereitstellung. Dadurch werden positive Einkommens- und Wertschöpfungseffekte ausgelöst (~€ 110 Millionen). Gleichzeitig werden rund 2.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, davon entfällt rund die Hälfte direkt auf die Land- und Forstwirtschaft. In der langen Frist sind größere Veränderungen im Bereich der regionalen Land-, Forst- und Energiewirtschaft möglich. Unter den Annahmen einer 100 %-igen Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Ressourcen (vor allem Biomasse), steigender Biotreibstoffproduktion sowie weiterer struktureller Änderungen in der Landwirtschaft steigt die regionale Wertschöpfung auf € 240-€ 260 Millionen. Die für dieses Szenario zusätzlich benötigten Arbeitsplätze belaufen sich auf 10.000, davon werden mehr als 7.000 direkt in der Land- und Forstwirtschaft benötigt. Diese Zahlen sind erheblich, wenn man berücksichtigt, dass die Land- und Forstwirtschaft der oststeirischen Bezirke derzeit rund 18.000 Arbeitsplätze sichert. Die Ergebnisse ändern sich, wenn man im betrachteten Zeitraum von einer Verbesserung der thermischen Gebäudeeffizienzen ausgeht. Aufgrund des sinkenden Wärmebedarfs reduziert sich die Wertschöpfung um € 10 Millionen. Dieser Entwicklung könnte man durch die Herstellung von Dämmplatten aus nachwachsenden Rohstoffen entgegenwirken.

[25] Die Energieregion Oststeiermark umfasst die fünf steirischen Bezirke Feldbach, Fürstenfeld, Hartberg, Radkersburg und Weiz

[26] Der Gewinn berechnet sich aus Lohn (Arbeitsstunden * Kostensatz) + Einnahmen durch den Verkauf des Produktes – Aufwendungen (vor Abzug der Steuern).

5.2.2 Bisherige Studien zur ökonomischen Auswirkung einer forcierten Biomassenutzung am Beispiel Deutschlands

Gesamtwirtschaftliche Bewertung der Energiegewinnung aus Biomasse unter Berücksichtigung externer und makroökonomischer Effekte (Kaltschmitt et al., 2000)

Kaltschmitt et al. (2000) untersuchen in ihrer Studie die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer forcierten Energiegewinnung aus Biomasse für Deutschland, wobei nicht nur die makroökonomischen, sondern auch die betriebswirtschaftlichen Aspekte sowie die externen Effekte im Vergleich zu einem Referenzszenario ohne Biomasse ausgewiesen werden. Die zugrunde liegende Methodik ist zweigeteilt: Für den land- und forstwirtschaftlichen Sektor wurde ein spezielles Programmsystem namens RAUMIS (**R**egionalisiertes **A**grar- und **U**mwelt**I**nformation**S**ystem für Deutschland) herangezogen. Effekte in der restlichen Volkswirtschaft wurden mit Hilfe der Input-Output-Analyse ermittelt. Ziel der Studie ist eine gesamtwirtschaftliche Analyse von Bioenergiesystemen, die im Zeitraum 2000 bis 2005 einen vermehrten Beitrag zu Energieversorgung in Deutschland liefern können. Dabei wird das gesamte Spektrum am Energiemarkt, nämlich Wärme (Heizwerke, Nahwärmenetze), Strom (Biomasse-Heizkraftwerken, Zufeuerung in Kraftwerken) und Treibstoffe (Pflanzenmethylester und Ethanol), berücksichtigt.

Wie bereits aus anderen Studien bekannt (Pichl et al. 1999, Hass und Kranzl 2000, Madlener und Koller etc.) kommt auch die betriebswirtschaftliche Analyse in dieser Arbeit zum Schluss, dass die Energiebereitstellung aus Biomasse im Vergleich zu den fossilen Referenzsystemen mit wenigen Ausnahmen nicht wettbewerbsfähig ist. Die gesamtwirtschaftliche Relevanz einzelner Bioenergiesystem wird in Hinblick auf vier Szenarien analysiert, die sich durch den jeweiligen Beitrag der Biomasse an der gesamten Primärenergieversorgung (0,5%, 1%, 4%, 5%) unterscheiden. Allen vier Szenarien sind positive Nettobeschäftigungseffekte[27] gemeinsam, die zwischen 3.900 und 13.812 zusätzlichen Personenjahren liegen.

Bezüglich der Änderung des Steueraufkommens ist festzustellen, dass mit steigendem Anteil der Bioenergieträger an der gesamten Primärenergieversorgung die Staatseinnahmen aus Energiesteuer (auf fossile Energie) sinken, gleichzeitig die Einnahmen aus Ertragssteuer bedingt durch zunehmende Beschäftigung jedoch steigen. Der Nettoeffekt aus Ertrags- und Energiesteuer ist im Falle eines geringen Biomassebeitrages positiv: Bei einem 0,5%-igen Biomassebeitrag liegen die Nettosteuereinnahmen bei € 8,2 Millionen, bei einem 1%-igen Anteil bei € 25 Millionen. Steigen die Anteile auf 4%-5% an, können die gesamtwirtschaftlichen Mehreinnahmen aus Ertragssteuern die Verluste aus Energiesteuern nicht mehr kompensieren. Insbesondere unter der Annahme einer forcierten Biotreibstoffproduktion bilanziert der Staat stark negativ (- € 259 Millionen). Die Substitution von fossilen Energieträgern durch Biomasse kann zu Energieversorgungssicherheit

[27]Die Nettobeschäftigungseffekte ergeben sich als Summe der Beschäftigungsänderung in der Land-, Forstwirtschaft und der übrigen Wirtschaft abzüglich der einmaligen Beschäftigungseffekte.

Deutschlands beitragen. Dabei können Bioenergieträger in den jeweiligen Szenarien den Import fossiler Energieträger zu 1 % bis 9 % substituieren. Da eine vermehrte Energiegewinnung aus Biomasse zur Reduktion von Importen fossiler Energieträger führt, kommt es in allen Biomassenutzungs-Szenarien zur Leistungsbilanzverbesserung. Die Deviseneinsparung gegenüber dem Referenzszenario ohne Biomassenutzung beträgt je nach Szenario zwischen € 57 Millionen und 1,2 Milliarden pro Jahr.

Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse (Öko-Institut 2004)

Das Institut für angewandte Ökologie (Öko-Institut 2004) untersucht die zukünftigen energetischen Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse in Deutschland und die damit verbundenen Auswirkungen auf Energiepreise, Umwelt (CO_2-Äquivalente) und Beschäftigung. Die Untersuchung berücksichtigt den Wärme-, Strom- und Treibstoffsektor und umfasst den Zeitraum 2000 bis 2030. Die zugrunde liegende Methodik ist die sogenannte Stoffstromanalyse, welche mit der computergestützten Software GEMIS (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) durchgeführt wird.

Mit dem Ziel, die wirtschaftlichen bzw. ökologischen Auswirkungen eines zukünftigen Anstiegs des Biomassebeitrages am gesamten Primärenergieverbrauch in Deutschland abschätzen zu können, werden verschiedene Szenarien definiert. Allen Szenarien wird im betrachteten Zeitraum in unterschiedlichem Ausmaß eine Steigerung der Energieeffizienzen unterstellt, sodass der Primärenergiebedarf bis 2030 zwischen 13 % und 35 % sinkt. Ein energiewirtschaftliches Referenzszenario beschreibt die Fortsetzung der Status Quo Energiepolitik ausgehend von 2000 bis 2030 ohne eine forcierte Biomassenutzung. Als Folge steigt der prozentuelle Anteil der Biomasse am gesamten Primärenergiebedarf Deutschlands von 1% auf 3% und die energiebedingte Nettobeschäftigung[28] (gemessen in Schaffung von Vollarbeitsplätzen bis 2030) verdoppelt sich (von 15.800 auf 29.200 Beschäftigte). Die maximalen Beschäftigungseffekte ergeben sich unter der Annahme einer nachhaltigen Nutzung vorhandener Biomassepotentiale (Potentialbeschränkung durch Naturschutzrestriktionen) bei gleichzeitigem Einsatz des maximalen technischen Fortschrittes: Die energiebedingte Nettobeschäftigung beträgt 2030 bei rund 250.000 Beschäftigten einen Biomassebeitrag von 14%. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Nettobeschäftigungsbilanz den Ausbau anderer erneuerbarer Energieträger (Solar-, Wind-, Wasserkraft, Geothermie) beinhaltet, jedoch Beschäftigungszuwächse aufgrund Energieeffizienzsteigerungen (z.B. Wärmedämmung) ausklammert.

[28] Die energiebedingte Nettobeschäftigung berücksichtigt sowohl die direkten (direkte Arbeitsplätze bei der Biomassegewinnung und -verarbeitung) als auch indirekten Beschäftigungseffekte (induzierte Beschäftigungseffekte) und versteht sich inklusive der Beschäftigungsverluste im fossilen Energiebereich.

5.3 Zusammenfassung des Literaturüberblicks und Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit der bisherigen Literatur

Dieser Abschnitt gibt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturstudie. Darüber hinaus werden, sofern möglich, qualitative als auch quantitative Vergleiche der Literaturstudie mit der vorliegenden Studie gezogen und zwar bezüglich Methodik, Untersuchungsgegenstand und der makroökonomischen Wirkungen.

Methodik und Untersuchungsgegenstand

In der durchgeführten Literaturstudie findet zur Abschätzung der makroökonomischen Effekte der Biomassenutzung die Methode der Input-Ouptput Analyse häufig Anwendung (Clement et al. 1998, Madlener und Koller 2005, Kaltschmitt et al. 2000). Bei Haas und Kranzl (2002) erfolgt die Quantifizierung über eine umfassende Indikatorenentwicklung. Andere identifizierte Methoden wie Prozesssynthese oder Stoffstromanalyse finden sich vorwiegend in Studien, in welchen volkswirtschaftliche Aspekte nicht Hauptgegenstand der Untersuchung sind (Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Ökoinstitut 2004). Die Ableitung der makroökonomischen Aspekte der Biomassenutzung anhand eines Allgemeinen Gleichgewichtsmodells, wie auch in der vorliegenden Studie der Fall, wurde in Österreich bisher nur von Pichl et al. (1999) durchgeführt.

Bezüglich des Untersuchungsgegenstandes ist festzustellen, dass die Mehrheit der zuvor beschriebenen Studien auf nationaler Ebene (Clement et al. 1998, Haas und Kranzl 2002, Kaltschmitt 2000, Ökoinstitut 2004) und weniger auf regionaler Ebene fokussieren. Lediglich Birnstingl-Gottinger et al. (2007) (Region Oststeiermark) sowie Madlener und Koller (2005) (Vorarlberg) verschaffen einen Überblick über die regionalwirtschaftlichen Aspekte der Biomassenutzung. Im Gegensatz dazu bietet die vorliegende Studie eine detaillierte Analyse der makroökonomischen Wirkungsweisen der Energiebereitstellung aus Biomasse auf regionaler Ebene (Oststeiermark) sowie ihrer Auswirkungen auf die angrenzenden Regionen (Steiermark). Die unterschiedlichen Betrachtungsdimensionen der einzelnen Studien müssen bei der Durchführung von Studienvergleichen berücksichtigt werden, denn Ergebnisse auf nationaler Ebene lassen sich nur bedingt mit Resultaten einer regionalen Untersuchung vergleichen.

Ein weiterer Unterschied zwischen den bestehenden und der vorliegenden Studie besteht in den untersuchten Biomasseprodukten. Mit Ausnahme von Kaltschmitt et al. (2000) beschränken sich die beschriebenen Studien lediglich auf den Einsatz von forstwirtschaftlicher Biomasse, während die vorliegende Untersuchung sowohl forst- als auch landwirtschaftliche Biomasse zur energetischen Nutzung einbezieht. Dadurch ist es möglich die Konkurrenz zwischen der Biomasseproduktion und der Nahrungs- bzw. Futtermittelproduktion um die landwirtschaftliche Fläche sowie die daraus resultierenden ökonomischen Implikationen abzubilden, was in den vorangegangenen Studien bisher fast durchwegs nicht erfasst wurde.

Makroökonomische Wirkungen

Obwohl die berücksichtigten Studien die makroökonomische Relevanz der Biomassenutzung unter unterschiedlichen Annahmen betrachten, sind einige Gemeinsamkeiten untereinander sowie mit der vorliegenden Untersuchung festzustellen. Eine tabellarische Zusammenfassung aller Studien findet sich in Tabelle 44.

Während bezüglich des *betriebswirtschaftlichen Aspektes* in der Literatur Einigkeit darin besteht, dass die Energiebereitstellung aus Biomasse zumeist teuerer ist als aus fossilen Energieträgern (Haas und Kranzl 2002, Kaltschmitt et al. 2000, Pichl et al. 1999), kommt die vorliegende Untersuchung zu anderen Ergebnissen: Wie in Kapitel D.4 dargestellt, ist die Konkurrenzfähigkeit von Biomassetechnologien von der Ölpreisannahme abhängig. Bei einem unterstellten Heizölpreis von 49c/l (Durchschnittspreis 2006) sind in den unteren Anlagenbereichen (10-20kW Heizlast) hauptsächlich Technologien auf forstlicher Basis (Scheidholz, Hackgut, Pellets, Nahwärme) kosteneffizient. Heiztechnologien auf Basis landwirtschaftlicher Biomasse, wie zum Beispiel Strohpellets, Miscanthus, werden erst ab einer Heizlast von über 20 kW konkurrenzfähig. Für teurere Alternativen, wie Getreidepellets oder Energiekorn, trifft dies erst ab 50 kW zu. Die Divergenzen zwischen den betriebswirtschaftlichen Analysen in der Literaturstudie und der vorliegende Untersuchung lassen sich auf die unterschiedlichen Zeitpunkte der durchgeführten Berechnungen zurückführen. Die Kalkulationen von Pichl et al (1999), Kaltschmitt et al. (2000) und Haas und Kranzl (2002) beziehen sich auf bereits sechs bis zehn Jahre alte Energie-, Rohstoff-, und Technologie-Kosten bzw. Preise. Insbesondere der in den letzten Jahren markante Anstieg des Ölpreises und die Kostensenkung von Biomassetechnologien wurden in den untersuchten Studien daher nicht erfasst.

Die Betrachtung der volkswirtschaftlichen Effekte erfolgt je nach Studie über verschiedene Indikatoren. Ein volkswirtschaftlicher Aspekt, der in allen Studien Berücksichtigung findet, ist der *Arbeitsplatzeffekt* von Biomassetechnologien. Die untersuchten Studien kommen dabei zum Ergebnis, dass die forcierte Energiebereitstellung aus Biomasse positive Nettobeschäftigungseffekte hat, welche im Bereich von 0,08 bis 0,46 zusätzliche Arbeitsplätze pro TJ Nutzenergie (nach Abzug der Beschäftigungsverluste durch Rückgang der fossilen Energiebereitstellung) liegen. Der überwiegende Teil der neuen Arbeitsplätze kommt dabei direkt den Land- und Forstwirten zu Gute (Madlener und Koller 2005, Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Haas und Kranzl 2002). Ein dämpfender Beschäftigungseffekt ergibt sich, wenn eine forcierte Biomassenutzung mit Verbesserung der thermischen Gebäudeeffizienzen kombiniert wird. Durch die Dämmung sinkt die Nachfrage an Wärme und in Folge der Bedarf an Arbeit zur Biomassebereitstellung (Haas und Kranzl 2002).

Die genannten Ergebnisse der Literaturstudie treffen auf die vorliegende Studie nur bedingt zu: Während die Energiebereitstellung aus forstwirtschaftlicher Biomasse ebenfalls positive Beschäftigungseffekte quantifiziert (0,48 bis 0,63 Arbeitsplätze pro TJ), kommt es im Zuge der Energiebereitstellung aus landwirtschaftlicher Biomasse unter anderem auch zu negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (z.B. Energiekorn: -0,86 AP/TJ). Die Gründe hierfür

liegen im Verdrängungseffekt der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion durch die Biomasseproduktion, welcher in den bisherigen Studien nicht berücksichtigt wurde. Vor allem der Einsatz von mehrjährigen Kulturen sowie eine verstärkte Inanspruchnahme von überbetrieblichen, kapitalintensiven Leistungen (wie in Kapitel D.1 und E.4 erläutert) führen zu einem sehr geringen Arbeitseinsatz in der Biomasseproduktion. Die positiven Beschäftigungseffekte der Wärmebereitstellung aus Nahwärme konnten sowohl bei Pichl et al. (1999) als auch in der vorliegenden Studie quantifiziert werden. Die unterschiedlichen Dimensionen der Beschäftigungswirkungen (0,21-0,28 AP/TJ bei Pichl et al. 1999 bzw. 0,81 AP/TJ in der vorliegenden Studie) lassen sich auf unterschiedliche Annahmen bei der Kostenkalkulation zurückführen (Anlagengröße, Anschlussdichte, Höhe der Netzverluste, Errichtungskosten Nahwärmenetz, ect.).

Neben den Beschäftigungseffekten werden in der Literatur auch die Auswirkungen auf Indikatoren wie *Einkommen* (insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft), *Wertschöpfung* und *BIP* untersucht. Bezüglich des Einkommens sind überwiegend positive Nettoeffekte festzustellen, die beim Einsatz forstwirtschaftlicher Biomasse besonders hoch sind. Das zusätzliche Einkommen kommt dabei hauptsächlich den strukturschwachen ländlichen Regionen zu Gute, während der gegenläufige Effekt beim Einsatz von Biomasseprimärprodukten aus Sägennebenprodukten der Fall ist (Haas und Kranzl 2002). Die Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Relevanz des Biomasseeinsatzes über den Indikator (regionale) Wertschöpfung bzw. (regionales) BIP fällt in der Literatur ebenso zu Gunsten der Biomasse aus (Birnstingl-Gottinger et al. 2007, Madlener und Koller 2005). Dabei ist der Wertschöpfungseffekt bzw. BIP-Effekt umso größer, je mehr Biomasse eingesetzt wird. Dass eine forcierte Biomassenutzung trotz positiver Wertschöpfungseffekte einen negativen Wirtschaftswachstumsimpuls zur Folgen haben kann, haben Pichl et al. (1999) gezeigt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn für die Erhöhung der Energiebereitstellung aus Biomasse hohe Subventionen notwendig sind.

Ein quantitativer Vergleich der Ergebnisse aus der Literaturstudie mit der vorliegenden Studie ist nur bedingt möglich, da Wertschöfungs- bzw. BIP-Effekte sich entweder auf eine unterschiedliche Basis beziehen (Madlener und Koller 2005, zum Beispiel, weisen die Wertschöpfung pro investiertem Euro aus, während Kaltschmitt 2000 sich auf den Energiegehalt der Brennstoffbereitstellung bezieht) oder Wertschöpfungs- bzw. BIP-Effekte gar nicht berechnet wurden (z.B. Ökoinstitut 2004). Ein direkter Vergleich lässt sich daher nur mit Pichl et al. (1999) durchführen: Pichl et al. (1999) weisen für Technologien ohne Scheitholz bzw. mit geringem Förderbedarf (d.h. die Kostendifferenz der jeweiligen Biomassetechnologie zur vorherrschenden Technologie ist gering) positive BIP- Effekte in der Höhe von 0,00028‰ bis 0,00528‰ aus. Negative Auswirkungen auf das BIP ergeben sich dagegen bei intensiv geförderten Technologien, was bei Pichl et al. (1999) auf Pellets (Landwirtschaft) und Waldhackgut (-0,00417‰ bis 0,00361‰) zutrifft. Ein weiterer Unterschied ergibt sich bei der Betrachtung der Nahwärme: Während die vorliegende Studie im Vergleich zu den anderen Biomassesystemen für Nahwärme maximale BIP-Effekte ausweist, fallen die BIP-Ergebnisse bei Pichl et al. (1999) moderat aus. Dies ist auf die vorher genannten

Unterschiede bezüglich Beschäftigung zurückzuführen, welche wiederum von den bereits genannten Annahmen im Zuge der Kostenkalkulation abhängig sind.

Tabelle 43 bietet einen Überblick über die Quantifizierung von Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten der Biomassenutzung ausgewählter Studien im Vergleich zur vorliegenden Studie.

Tabelle 43 Überblick über Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten der Biomassenutzung ausgewählter Studien im Vergleich zur vorliegenden Studie (Steininger et al. 2008) (eigene Darstellung)

Studie	**Biomassesysteme auf Basis…**	**Beschäftigungseffekt** (AP/TJ)	**BIP** (‰ Änderung/ TJ)
Steininger et al. 2008 (vorliegende Studie)	forstwirtschaftliche Biomasse	0,48 bis 0,63[1]	0,0063 bis 0,008[1]
	landwirtschaftliche Biomasse	-0,86 bis 0,61[1]	0,0028 bis 0,007[1]
	Nahwärme (Hackgut)	0,81	0,0109
Pichl et al. 1999	forstwirtschaftliche Biomasse (Bandbreite)	0,08 bis 0,392	-0,00417 bis +0,005282
	Nahwärme	0,21 bis 0,28[3]	0,00083 bis 0,0025
Clement et al. (1998)	Biomasse-Mix	0,20	
Haas und Kranzl (2002)	Scheitholz	0,29[4]	
	Pellets	0,06[4]	
	Hackgut	0,20[3]	

[1] Bandbreite der Einzeltechnologieanalyse unter Berücksichtigung der bestehenden Förderungen

[2]Bandbreite der Einzeltechnologieanalyse forstwirtschaftlicher Biomasse (Scheitholz, Pellets Industrie bzw. Landwirtschaft, Waldhackgut) unter Berücksichtigung der Förderung der Kostendifferenz von Biomassetechnologien zu Referenztechnologie

[3] Nahwärme auf Basis Hackgut (Industrie bzw. Landwirtschaft)

[4] Da sich die Ergebnisse der Einzeltechnologieanalyse von Haas und Kranzl (2002) auf Arbeitsplätze pro 1000m² Wärmebereitstellung pro Jahr beziehen wurden unter der Annahme eines durchschnittlichen Energiebedarfs von 170 kWh/m² die Ergebnisse umgerechnet

Weitere Volkswirtschaftliche Indikatoren, die in den einzelnen Studien analysiert werden, sind Staatsbudget und Importabhängigkeit. Da die vorliegende Studie auf regionaler Ebene fokussiert, können hier keine eindeutigen Vergleiche gezogen werden, sodass im Folgenden eine Zusammenfassung der Literaturrecherche gegeben wird. Bezüglich der Nettoänderung[29] des *Staatsbudgets* kommt die Literaturstudie zu differierenden Aussagen: Haas und Kranzl (2000) kommen zu dem Ergebnis, dass aufgrund des erhöhten Subventionsbedarfs von Biomassetechnologien und des Rückgangs der Einnahmen aus Besteuerung fossiler Energieträger alle berücksichtigten Biomasse-Systeme den Staatshaushalt in Summe belasten. Die Höhe des Defizits hängt dabei von den jeweiligen Annahmen ab. Bei Kaltschmitt et al.

[29] Die Nettoänderung des Staatsbudgets ergibt sich der Summe von Einnahmen von Energie-(Mineralölsteuer) bzw. Ertragssteuern (Lohn- und Gewinnsteuer) seitens des fossilen Sektors, Einnahmen aus Ertragsteuern seitens des Biomassesektors abzüglich der Subventionen für Biomassetechnologien.

(2000) ist die Nettoänderung des Staatsbudgets vom Substitutionsgrad fossiler Energie durch Biomasse abhängig. Im Falle einer geringen Substitution erhält man positive Nettosteuereinnahmen. Je mehr fossile Energie durch Biomasse substituiert wird, umso weniger können die gesamtwirtschaftlichen Mehreinnahmen aus Ertragssteuern die Verluste aus Energiesteuern kompensieren, sodass die Steuereinnahmen negative Werte einnehmen. Im Gegensatz dazu zeigen Pichl et al. (1999), dass der den Staatshaushalt belastende Subventionsbedarf von Biomassetechnologien durch Einnahmen aus der Besteuerung fossiler Energie (z.B. CO_2-Steuer) gedeckt werden kann. Der Staatshaushalt wird damit nicht belastet und verzeichnet sogar positive Nettozuwächse.

In Hinblick auf die *Importabhängigkeit* von fossilen Rohstoffen hat die Literaturrecherche gezeigt, dass heimisch produzierte Biomasse fossile Energieträger zum Teil substituieren und somit zur Energieversorgungssicherheit des Landes beitragen kann. Gleichzeitig haben verringerte Importe zur Folge, dass vermehrt Devisen im Inland bleiben, sodass sich ein direkter Einfluss auf die Leistungsbilanz des Landes ergibt. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die forcierte Nutzung von Biomasse die Handelsbilanz entlastet, da weniger fossile Rohstoffe importiert werden müssen.

Zusammenfassend können folgende Aspekte, welche hauptsächlich für differierende Ergebnisse zwischen den untersuchten Studien verantwortlich sind, identifiziert werden:

- Methodik (Input-Output Analyse, Allgemeine Gleichgewichtsanalyse, Entwicklung von Indikatoren)
- Räumliche Betrachtungsdimension (regional versus national)
- berücksichtigte Biomassetechnologien (Einzelhausheiztechnologien versus Biomasse-Großanlagen; Technologien auf Basis landwirtschaftlicher versus forstwirtschaftlicher Biomasse)
- Annahmen bezüglich der Kosteneffizienz von Biomassetechnologien gegenüber der fossilen Referenztechnologie
- Zeithorizont (Momentanalyse versus Szenarienentwicklung)
- Annahmen bezüglich der Preisentwicklung von fossilen Referenztechnologien (Ölpreisentwicklung)

Tabelle 44 Tabellarische Zusammenfassung ausgewählter bisheriger Studien über die ökonomische Nutzung der Biomasse sowie der vorliegenden Studie

Autor / Inhalt	Methodik	Biomasse-Systeme	Sonstiges	Ergebnisse
Steininger et al. (2008):	Betriebswirtschaftliche Vollkostenanalyse und Allgemeine Gleichgewichtsanalyse	Wärme, Strom: Biomasse-Einzelhausheizungen, Nahwärmeanlagen, Biogas; Treibstoff: Biodiesel	Ergebnisse für regionales BIP, regionale Beschäftigung, Spill-over Effekte auf die restliche Steiermark, Konkurrenz um Faktor Ackerfläche (Bioenergie-/Nahrungsmittelproduktion)	• Konkurrenzfähigkeit von Biomasse gegenüber fossilen Systemen von Anlagengröße bzw. zugrundeliegenden Ölpreis abhängig • Einzeltechnologieanalyse Oststeiermark: Beschäftigungseffekte bei forstwirtschaftliche Biomasse >0 (0,48 bis 0,63 AP pro TJ), bei landwirtschaftlicher Biomasse zwischen -0,86 bis 0,611 (abhängig vom Flächenertrag der jeweiligen Energiepflanze); Effekte auf BIP > 0 (BIP max. + 0,019‰/TJ bei Nahwärme, min 0,0063‰/TJ bei Energiekorn) • Spill-over Effekte auf die restliche Steiermark stark von den Resultaten für Beschäftigung in der Oststeiermark abhängig (Bandbreite der Spill-over Effekte (ohne Energiekorn):Regionales GDP: +0,1% und 0,025%Beschäftigung: +360 bis -150 Personen
Clement et al. (1998): Marktanalyse des österreichischen Biomassesektors	Primärdatenerhebung, Input-Output-Analyse	Biodiesel, Biogas, Biomasse-Kleinanlagen, Fernwärme (ohne KWK)	direkte und indirekte Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte des Biomasse-Marktes	• Basisjahr 1998: € 740 Millionen Wertschöpfung, 21.800 Arbeitsplätze • Szenarien 1998-2008 (Ergebnisse im Vergleich zu 1998): **Business-as-usual**: Wertschöpfung +27%, Beschäftigung +18%; **Worst Case**: Wertschöpfung -8%, Beschäftigung -11%; **Best Case**: Wertschöpfung +90%, Arbeitsplätze +98%
Pichl et al. (1999): Volkswirtschaftliche Evaluierung des Biomasseeinsatzes in Österreich	Betriebswirtschaftliche Vollkostenanalyse und Allgemeine Gleichgewichtsanalyse	Wärme (Einzelhausheizungen, kleine Biomasse-KWK u. Nahwärmeanlagen), Strom (Biomasse-KWK, Zufeuerung), Biotreibstoffe	Ergebnisse für BIP, Beschäftigung, Staatsbudget, Importabhängigkeit von fossiler Energie, CO_2-Emissionen	• Einzeltechnologieanalyse: viele Biomassetechnologien von Förderungen abhängig; Beschäftigungseffekte überwiegend > 0 (35-3.755 AP pro TWh); Effekte auf BIP und Staatsbudget > 0 bei Einsatz arbeitsintensiver Technologien mit geringen Förderungsbedarf (BIP max. + 0,019%/TWh; Budget max. + € 38 Millionen pro TWh) • Technologiemix: CO_2-Steuer bei gleichzeitiger Förderung führt zu einem positiven Wachstumsimpuls u. maximalen Biomasseeinsatz
Haas und Kranzl (2002): Volks-, betriebswirtschaftliche und ökologische Auswirkungen der Bereitstellung von Raumwärme aus fester Biomasse in Österreich	Entwicklung von Indikatoren	Biomasse-Einzelhausheizanlagen, Mikro-, Nah- und Fernwärmenetze Referenzsystem: Öl, Gas	Szenarioanalyse bei unterschiedlichem Ölpreis (niedrig: € 0,31pro l, hoch: € 0,62 pro l) und Förderungsausmaß	• kaum Konkurrenzfähigkeit von Biomasse gegenüber fossilen Systemen • Wirtschaftliche Auswirkung forcierter Biomassenutzung (2002 bis 2020) bei hohem Ölpreis gegenüber Annahmen mit geringem Ölpreis u. stagnierender Forcierung: Arbeitslose -6%, Einkommenseffekt <1% , Import fossiler Energie -5%, öffentliches Defizit <1%, Treibhausgasemissionen -6%, Reduktion des Handelsbilanzdefizits um 6% • Erhöhung der thermischen Gebäudeeffizienzen reduzieren die Beschäftigungseffekte bis 2020 um ca. 15%.

Madlener und Koller (2005): Wertschöpfungs-, Beschäftigungseffekte und CO_2 Einsparung durch geförderte Biomasse-Anlagen in Vorarlberg	Input-Output Analyse	vom Land Vorarlberg geförderte Biomasse-Nahwärmeanlagen und Biomasse-Kleinanlagen	Förderungsvolumen 1993-2005: € 30,5 Mill., davon € 17,8 Mill. durch das Land Vorarlberg	• Inländische (Brutto)Effekte aus Investitionen in geförderte Biomasse-Anlagen: Wertschöpfung € 92 Millionen; Beschäftigung 1.580 Personenjahre; fiskalischer Effekt € 23Millionen • Inländische (Brutto-)Effekte durch den Betrieb der Anlagen: Wertschöpfung € 25 Millionen, Beschäftigung 425 Personenjahren, Fiskaleffekte € 6,2 Millionen • Nettoeffekte reduziert Wertschöpfung bzw. Beschäftigung um 20% bis 40%
Brinstingl-Gottinger et al. (2007): Beitrag der Landwirtschaft zu einem nachhaltigen Energiesystem in der Energieregion Oststeiermark	Prozesssynthese, ökologischer Fußabdruck (SPI)	Einzelhausheizungen, Mikro, Nah- und Fernwärmenetze, Biogas, Biotreibstoffe	Analyse der Ist-Situation (2006), mittelfristige (2010) und langfristige (2020) Szenarien	• Ist- Situation: Landwirtschaft von Förderungen abhängig; Wertschöpfungssumme aus Land-, Forst- (LuF) und Energiewirtschaft (E) < 0 (- € 60 Millionen) • Mittelfristig: Forcierung der energetischen Biomassenutzung sowie Umstellung der Landwirtschaft auf Biolandbau schafft ~2.000 neue Arbeitsplätze in LuF, Wertschöpfungssumme LuF & E € 110Millionen € • Langfristig: weitere Forcierung der Energiebereitstellung aus Biomasse schafft je nach Annahme 4.250-8.500 Arbeitsplätze in LuF, Wertschöpfungssumme LuF&E € 240 - € 264 Mill. • Wärmedämmung von Gebäuden reduziert Wertschöpfung u. Beschäftigung
Kaltschmitt et al. (2000): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen einer forcierten Energiegewinnung aus Biomasse in Deutschland	Betriebswirtschaftliche Vollkostenrechnung, Ökobilanz, Raumis, Input-Output Analyse	Wärme, Strom (inkl. KWK), Treibstoff	Biomasse-Szenarien mit unterschiedlichem Biomassebeitrag zur gesamten Primär-Energieversorgung in Deutschland: 0,5%, 1%, 4%, 5%	• kaum Konkurrenzfähigkeit von Biomasse gegenüber fossilen Systemen • Ergebnisse der Szenarien gegenüber fossilem Referenzszenario: Positive Nettobeschäftigungseffekte (+3.900 bis +13.800 Personenjahren), Rückgang der Importe fossiler Energieträger (-1% bis -9%), Deviseneinsparung je nach Annahme € 57 Millionen - € 1,2 Milliarden. • Nettostaatseinnahmen sind bei geringen Biomasseeinsatz (0,5% bis 1%) positiv (max. + € 25 Millionen), bei weiterer Forcierung (4%-5%) negativ (max. - € 259 Millionen)
Ökoinstitut (2004): Zukünftige energetische Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse	Stoffstromanalyse	Wärme, Strom, Treibstoff	Szenarien (2000 bis 2030) mit unterschiedlichem Biomassepotential und Energieeffizienz-erhöhung	• Steigende Effizienzen und forcierte Biomassenutzung erhöhen den Anteil des Biomasseanteils bis 2030 ausgehend vom Basisjahr 2000 (1%) auf 3% bis 14% • energiebedingte Nettobeschäftigungseffekte im Vergleich zum Basisjahr 2000: je nach Szenario zwischen +200% und +1400%

F SOZIALE ASPEKTE DER UMSETZUNG VON BIOMASSEPROJEKTEN AM BEISPIEL DER BIOMASSE-FERNWÄRME

Die bisherige Erfahrung zeigt, dass es weniger technische oder ökonomische Barrieren sind, welche die Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen auf lokaler Ebene behindern, sondern dass Konflikte und Misstrauen die Hauptgründe für das Scheitern von Implementierungsversuchen darstellen. An diesem Punkt schließt folgende empirische Untersuchung an, indem soziale Einflussfaktoren identifiziert werden sollen, welche die Umsetzung erneuerbarer Energieformen auf lokaler Ebene unterstützen. Dafür wurde die Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen exemplarisch in sieben ländlichen Gemeinden in der Oststeiermark betrachtet. Mittels ExpertInnen-Interviews und Haushaltsbefragung wurden die sozialen Prozesse, aber auch individuellen Motivationen untersucht, die mit der Implementierung von Biomasse-Fernwärmenetzen verbunden sind.

Die Haushaltsbefragung (n=116) in sieben oststeirischen Gemeinden und die Interviews mit lokalen ExpertInnen (PlanerInnen, BetreiberInnen, Bürgermeister) (n=16) bestätigen, dass zwischenmenschliche Aspekte, wie Kommunikation und Vertrauen, einen wesentlichen Einfluss auf konfliktfreie Umsetzungen von Biomasse-Fernwärmeprojekten haben. Strebt man eine reibungslose Projektrealisierung an, so sind diese zusätzlich zu ökonomischen und technisch-strukturellen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Für eine konfliktfreie Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen spielt einerseits das Verhalten der Initiatoren eine wichtige Rolle. Erfolgsfaktoren, welche im Rahmen der ExpertInnen-Interviews identifiziert wurden, sind unter anderem die frühe Einbindung verschiedener Interessensgruppen in den Prozess, das Durchführen von vertrauensbildenden Maßnahmen wie Transparenz und professionelles Auftreten gegenüber der Bevölkerung sowie die präventive Gestaltung von Kommunikation und Information, um Konflikte schon im Keim zu ersticken. Die Initiatoren selbst können demnach in den einzelnen Projektphasen wesentliche Schritte setzen, um den Umsetzungsprozess von Biomasse-Fernwärmenetzen positiv zu beeinflussen.

Andererseits wurde im Rahmen der Haushaltsbefragung deutlich, dass auch die jeweiligen Charakteristika einer Gemeinde und ihrer BürgerInnen den Umsetzungsprozess erleichtern oder hemmen können. Unter anderem wurde das Ausmaß an Umweltbewusstsein und Umweltwissen der Bevölkerung als Einflussfaktor identifiziert. Befragte, die sich gut über das Thema Energiesparen informiert fühlten, stimmten den positiven Aussagen über die Umsetzung der Fernwärmeanlage eher zu. Weiters äußerten sich Personen eher positiv über den Umsetzungsprozess, wenn sie das Gefühl hatten, dass generell viel zum Thema Klimaschutz in der Gemeinde passiert. Daraus kann man schließen, dass es Gemeinden in der Umstellung hin zu erneuerbarer Energie und einer nachhaltigen Lebensweise grundsätzlich helfen kann, die Bevölkerung zu informieren und durch verschiedenste Initiativen auf das

Thema aufmerksam zu machen. Weiters zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Vertrauen der Befragten in ihre Mitmenschen und einer positiven Einschätzung der Umsetzung der Fernwärme. Befragte, die ihren Mitmenschen misstrauisch gegenüberstehen, unterstellen auch den EntscheidungsträgerInnen in Biomasse-Fernwärmeprojekten eher, sich selbst bereichern oder profilieren zu wollen. Dies zeigt, dass nicht nur Handlungen zu berücksichtigen sind, die unmittelbar mit der Realisierung von Biomasse-Projekten in Zusammenhang stehen, sondern dass auch Investitionen in die zwischenmenschlichen Beziehungen positive Effekte auf möglichst konfliktfreie Umsetzungsprozesse haben können. Das Vertrauen und der soziale Zusammenhalt in einer Gemeinde können vor allem durch die lokale Politik und die Bevölkerung selbst beeinflusst werden.

Schließlich sind es auch die individuellen Motive der potentiellen KundInnen für oder gegen einen Anschluss an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz, welche dessen Umsetzung beeinflussen. Für den Umstieg auf Wärme aus Biomasse stehen neben dem Umweltschutzaspekt die Versorgungssicherheit, die positive Förderung der regionalen Wirtschaft und die positive Einstellung gegenüber Biomasse an der Spitze. Die Kategorien „Kostenersparnis“ und „Zeit- und Arbeitsersparnis“ sind wesentlich geringer besetzt. Dieses Ergebnis zeigt, dass Faktoren auch jenseits einer reinen Kostenabwägung, wie gesellschaftlicher Nutzen oder Versorgungssicherheit, einen wichtigen Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz haben.

Bei den Motiven gegen den Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz entfallen die meisten Nennungen darauf, nicht im Einzugsgebiet des Biomassenetzes zu wohnen. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Größe des Einzugsgebietes der Fernwärmeanlage nicht nur von technisch-strukturellen Rahmenbedingungen, sondern auch von Gemeinde-internen Kommunikationsprozessen während der Umsetzung bestimmt wird. Daher werden die Fernwärmenetze oftmals kleiner realisiert, als ursprünglich vorgesehen. Als zweithäufigster Grund, nicht umzusteigen, wurden die niedrigen Kosten des aktuellen Heizsystems angegeben.

Stellt man einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der KundInnen und der Nicht-KundInnen an, so erkennt man, dass die Kosten eher als Argument „gegen“ und weniger als Grund „für“ den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz auftreten. Die Reduktion der Investitionskosten zum Zeitpunkt des Anschlusses durch rückzahlbare Darlehen beziehungsweise Förderungen kann also dazu beitragen, dieses Hemmnis zu beseitigen.

Sowohl den Initiatoren selbst, als auch der Politik und der lokalen Bevölkerung, stehen demnach verschiedene Mittel zur Verfügung, um die Umsetzung eines Biomasse-Fernwärmenetzes möglichst konfliktfrei und erfolgreich zu gestalten.

1 Soziale Erfolgsfaktoren

Die bisherige Erfahrung zeigt, dass es weniger technische oder ökonomische Barrieren sind, welche die Umsetzung von Biomassenahwärmenetzen auf lokaler Ebene behindern, sondern dass Konflikte und Misstrauen die Hauptgründe für das Scheitern von Implementierungsversuchen darstellen (Rakos et al. 1995). In der folgenden empirischen Untersuchung sollen daher jene sozialen Einflussfaktoren identifiziert werden, welche die Umsetzung erneuerbarer Energieformen auf lokaler Ebene unterstützen. Dafür wurde exemplarisch die Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen in sieben ländlichen Gemeinden in der Oststeiermark betrachtet. Mittels ExpertInnen-Interviews und Haushaltsbefragung wurden die sozialen Prozesse, aber auch die individuellen Motivationen, untersucht, die mit der Implementierung von Biomasse-Fernwärmenetzen verbunden sind.

1.1 Ausgangspunkt und Ziele der Gemeindebefragung

Die bisherige Erfahrung mit der Anwendung von erneuerbaren Energieformen innerhalb der EU zeigte, dass weder regional verfügbare Ressourcen, noch die Reife und das Potential der Technologien die tatsächliche Nutzung erneuerbarer Energieformen ausschlaggebend beeinflussen. Vielmehr sind es soziale Prozesse, wie die intensive Kommunikation und Kooperation mit regionalen Unternehmen und Verbrauchern sowie der Aufbau von Netzwerken und bürgerschaftlichem Engagement, die wesentlich für die erfolgreiche Umsetzung verantwortlich sind. Die dafür nötige Zusammenarbeit verschiedenster Akteure aus Politik, Wirtschaft und Bevölkerung gelingt besser in Gemeinschaften, in denen das soziale Netz funktioniert (Tischer et al. 2006).

Dieses Kapitel stellt sich der Frage, welche qualitativen Erfolgsfaktoren für kollektive Innovations- und Wandlungsprozesse notwendig sind. Um Antworten darauf zu finden, wurde die Realisierung von Biomassefernwärmenetzen in sieben ländlichen Gemeinden in der Oststeiermark untersucht. Mittels qualitativen ExpertInnen-Interviews und einer quantitativen Haushaltsbefragung sollen die wesentlichen sozialen Prozesse sowie die individuellen Motivationen aufgezeigt werden, die mit der Umsetzung eines lokalen Biomasse-Heizwerkes verbunden sind. Die leitenden Fragestellungen der Untersuchung sind:

- Sind bestimmte Charakteristika von *aktiven* Gemeinden zu identifizieren, welche die Qualität der Umsetzung von Biomasseheizwerken bedingen?
- Oder ist es die Gestaltung des Implementierungsprozesses durch die Initiatoren, die den Erfolg bestimmt?

Ziel dieser Untersuchung ist, jenseits ökonomischer Wirtschaftlichkeitsprüfungen nach Faktoren zu suchen, welche Innovationen innerhalb einer Gemeinschaft fördern beziehungsweise hemmen können, um daraus Handlungsempfehlungen für künftige Projektrealisierungen abzuleiten. Theorien und Studien, welche als Grundlage für die

Forschungsfragen sowie für die Erstellung der Erhebungsinstrumente dienten, werden im folgenden Kapitel näher erläutert.

1.2 Theoretische Fundierung der Untersuchung

Die leitenden Fragestellungen der Haushaltsbefragung und der ExpertInnen-Interviews zielen darauf ab, die sozialen Prozesse einer Umsetzung von Biomasseheizwerken in den betreffenden Gemeinschaften näher zu analysieren. In diesem Kapitel sollen nun die methodischen und inhaltlichen Grundlagen vorgestellt werden, welche den Ausgangspunkt dieser Arbeit darstellen.

Die Rolle der Initiatoren im Umsetzungsprozess von Biomasse-Fernheizwerken

Auf die zentrale Stellung der Initiatoren von Biomasse-Fernheizwerken wurde unter anderem in der Studie von Rakos et al. (1995) hingewiesen. Das Ziel des Projektes war es, die erfolgreiche Verbreitung von Biomasse-Fernwärmenetzen in Österreich in den 1980-iger und 1990-iger Jahren auf unterschiedlichen Deskriptionsebenen zu erklären. Neben Analysen mit technischem und ökonomischem Fokus wurde auch eine breit angelegte Befragung von BetreiberInnen und KundInnen von 35 Biomasse-Fernwärmenetzen in ganz Österreich durchgeführt (Obrecht 1994). Diese empirische Untersuchung ergab, dass es weniger technische oder ökonomische Barrieren sind, welche die Umsetzung von Biomasse-Anlagen auf lokaler Ebene behindern, sondern dass Konflikte und Misstrauen die Hauptgründe für das Scheitern von Implementierungsversuchen sind. Eine zentrale Stellung bei der Überwindung dieser Hindernisse nimmt laut Obrecht (1994) der Initiator ein. Weiters stellte er fest, dass es Dörfern mit einem *aktiven sozialen Leben* weitaus besser gelingt, diese Barrieren zu überwinden. So ist die Wahrscheinlichkeit sechs Mal höher, eine Biomasse-Anlage in einer Gemeinde mit *aktivem Vereinsleben* (*cultural initiative*) zu finden, als in einer Gemeinde ohne. Um einen direkten Vergleich der Untersuchungen aus dem Jahr 1995 und 2007 herzustellen, wird auf die Ergebnisse dieser Studie näher noch im Ergebnisteil eingegangen (Kapitel F 3).

Sozialer Zusammenhalt als Voraussetzung für die Umsetzung

Im Kontext von erneuerbaren Energien wurde schon mehrfach festgestellt, dass ein funktionierendes soziales Netzwerk positive Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Selbstorganisation einer Gemeinschaft hat, wodurch Projektumsetzungen erleichtert werden (Rakos et al. 1995, Tischer et al. 2006). Neben der Rolle der Initiatoren werden daher die Bedingungen, die im sozialen Leben der Gemeinde vorherrschen, hinsichtlich ihres Einflusses auf den Umsetzungsprozess untersucht. Die Theorie des Sozialkapitals dient dazu, die Charakteristika des sozialen Netzwerkes einer Gemeinde näher zu bestimmen. Im Laufe der letzten 20 Jahre beschäftigte sich eine Vielzahl von Wissenschaftlern verschiedenster Disziplinen mit dem Konzept des Sozialkapitals. Dieses stellt sozialen Zusammenhalt in Form von freundschaftlichen Kontakten und Netzwerken dar und basiert im Wesentlichen auf den geteilten Normen und dem gegenseitigen Vertrauen innerhalb von oder zwischen Gruppen. Auf der individuellen Ebene dient es als zentrale Ressource für persönliche Zufriedenheit und

Gesundheit (OECD 2001). Sozialkapital wirkt sich weiters auch für Gemeinschaften positiv aus, da es die Effizienz von Institutionen und dem Marktgeschehen sowie die Fähigkeit von Gruppen zur Selbstorganisation durch einen verstärkten Informationsfluss und durch die Verringerung von opportunistischem Verhalten einzelner Mitglieder fördert (Putnam 1993). Studien der Weltbank und der OECD belegen weiters, dass Gemeinschaften mit einem hohen Level an Sozialkapital eher dazu fähig sind, sich selbst zu organisieren und Güter zum Wohl der gesamten Gruppe zu produzieren, als jene mit weniger Sozialkapital (OECD 2001, Grootaert und van Bastelaer 2001).

Als Beispiel einer österreichischen Institution, welche sich mit dem Konzept des Sozialkapitals beschäftigt, dient das Büro für Zukunftsfragen[30], das 1999 von der Vorarlberger Landesregierung eingerichtet wurde. Ziel dieser Organisationseinheit ist die Bewusstseinsbildung für wichtige Zukunftsthemen in der Öffentlichkeit sowie die Unterstützung und Koordination von Initiativen, um die ökonomische und soziale Sicherheit in Vorarlberg langfristig zu erhalten. Im Wesentlichen beschäftigt es sich mit den Querschnittsthemen bürgerschaftliches Engagement, Sozialkapital und nachhaltige Gemeinde- und Regionalentwicklung (Hellrigl 2006). Auch hinsichtlich der Sozialkapitalforschung wurde das Büro für Zukunftsfragen in den letzten Jahren aktiv und initiierte mehrere Studien zu diesem Thema (Berndt 2002, Denz und Battisti 2005, Gehmacher und Hagen 2006), welche auch als Grundlage für die Erhebungsinstrumente dienten.

Motivationen und Einstellungen der Bevölkerung

Das individuelle Umweltbewusstsein wurde schon in zahlreichen Studien auf seinen Einfluss auf das Handeln von Akteuren untersucht (vgl. Haller und Troy 2003, Gehmacher 2006). Aus diesem Grund werden auch individuelle Motivationen und Einstellungen der Befragten als erklärende Variablen berücksichtigt. Dafür wird einerseits das Umweltbewusstsein der Akteure im Sinne von Umweltwissen, emotionaler Betroffenheit, normativer Einstellung zu Umweltthemen und konkretes Umwelthandeln erhoben (Gehmacher und Kroismayr 2006). Andererseits sind auch die Gründe interessant, welche die Akteure für oder gegen einen Anschluss an das lokale Fernwärmenetz bewogen haben. Die Motive für oder gegen die Nutzung von verschiedenen Biomasse-Heizsystemen wurden in der Steiermark schon vor einigen Jahren untersucht (Rakos et al. 1995, Rohracher 1997). Weiters sind individuelle Präferenzen für den effizienten Energieeinsatz interessant, welche in Form von Zahlungsbereitschaften für energiesparende Maßnahmen erhoben werden. Diese stellen den gesamten Nutzen dar, den EntscheidungsträgerInnen einer Maßnahme zuschreiben (Christie 2006).

Die Einflussbereiche, die in dieser Arbeit näher untersucht werden, sind in Abbildung 81 graphisch dargestellt. Weiters zeigt diese Skizze die Grenzen der Untersuchung auf. So werden

[30]http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/umwelt_zukunft/zukunft/buerofuerzukunftsfragen/weitereinformationen/aufgaben_leistungen/geschaeftsfelder.htm

technische und strukturelle Rahmenbedingungen sowie andere mögliche Einflussbereiche in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt.

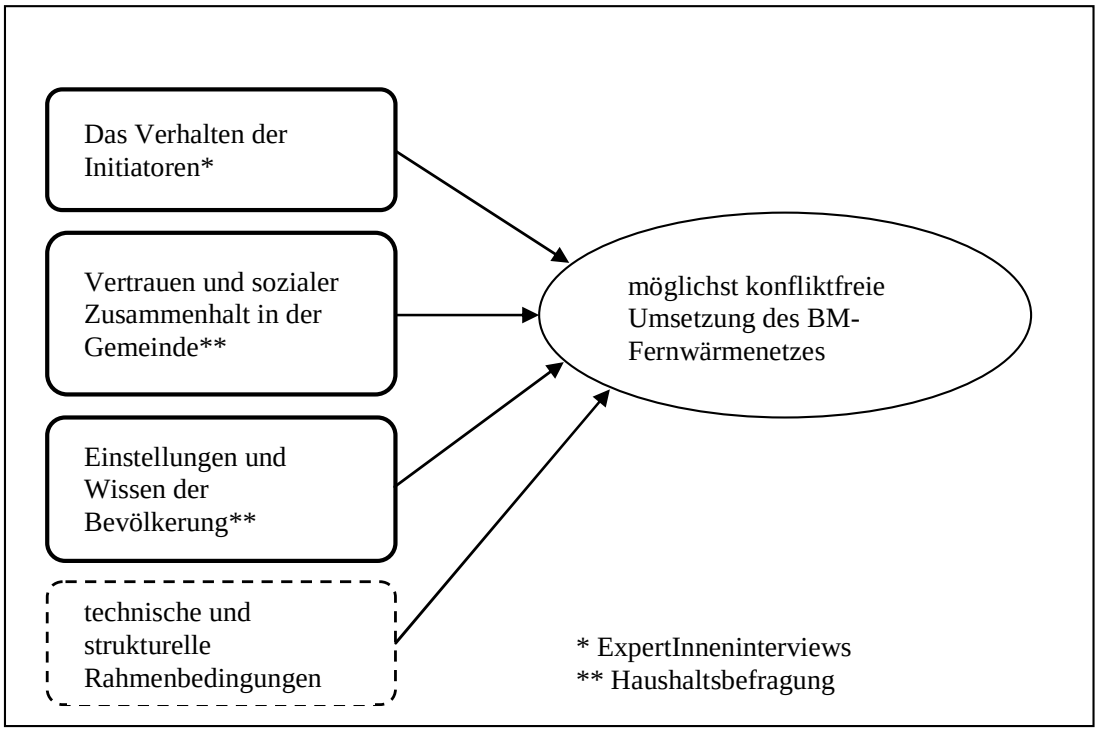


Abbildung 81 Schematische Darstellung der Untersuchung

1.3 Aufbau der Erhebung

Als erste Annäherung an das Untersuchungsfeld wurden Gespräche mit steirischen ExpertInnen im Bereich erneuerbare Energie und Nachhaltigkeit (u.a. Landes Energie Verein, EU Regionalmanagement Oststeiermark, Landentwicklung Steiermark, Lokale Energie Agentur, Klimabündnis Steiermark) geführt. Dadurch schränkte sich der Fokus auf Nah- und Fernwärmenetze nach den Kriterien des Landes Energie Vereins ein, was bedeutet, dass Netze unter 250 KW nicht berücksichtigt wurden. Die Auswahl der sieben Gemeinden lässt sich teils auf Nennungen von ExpertInnen, teils auf zufällige Ziehung aus einer Liste aller Fernwärmenetze in der Steiermark des Landes Energie Vereins (Stand Juni 2007) zurückführen.

Da die Erhebung in dieser Arbeit durch finanzielle und zeitliche Restriktionen auf eine kleine Anzahl von Gemeinden beschränkt war, wurde im Rahmen der Stichprobenziehung darauf geachtet, gewisse Randbedingungen konstant zu halten:

- Es wurden ländliche Gemeinden möglichst nahe der *steirischen Durchschnittsgemeinde* mit rund 1.500 Einwohnern sowie ähnlicher Bevölkerungs- und Wirtschaftsstruktur ausgewählt.

- Weiters wurde versucht, eine gewisse Streuung hinsichtlich des politischen Bezirkes zu erreichen. Demnach befinden sich zwei der ausgewählten Gemeinden in Feldbach, drei in Weiz und zwei in Hartberg.

- Schließlich sollten die Gemeinden möglichst unterschiedliche Jahre der Fertigstellung des Biomasse-Heizwerkes aufweisen, um dasselbe Phänomen zu verschiedenen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Akteuren zu betrachten. (in Anlehnung an Flick 1995)

In den ausgewählten Gemeinden wurden zuerst Interviews mit lokalen ExpertInnen, BetreiberInnen, PlanerInnen und BürgermeisterInnen durchgeführt. Insgesamt wurden im Rahmen dieser Erhebung Leitfadeninterviews mit 16 Personen in den sieben ausgewählten Gemeinden durchgeführt. Je nach Tätigkeit und Funktion waren sie in unterschiedlicher Weise an der Planung, dem Aufbau und dem Betrieb der vorhandenen Biomasseanlagen beteiligt. Daraus ergeben sich vielfältige Perspektiven auf den gesamten Prozess von der Initiierung bis zur Realisierung der Projekte.

Im nächsten Schritt wurde in allen sieben Gemeinden eine Haushaltsbefragung mittels standardisiertem Fragebogen durchgeführt. Zielgruppe dieser Umfrage waren die Haushalte im Ortskern beziehungsweise jene in unmittelbarer Nähe der Biomasse-Anlage, da diese Siedlungen jeweils das potentielle Einzugsgebiet der Biomasse-Heizwerke darstellten, auch wenn die Haushalte zum Zeitpunkt der Erhebung (noch) nicht Wärmeabnehmer waren. Weiters wurde die Befragung in einer Gemeinde durchgeführt, in der noch kein Biomasseheizwerk umgesetzt wurde. Dieser Ort sollte als Referenzgruppe dienen, um einen Vergleich mit den anderen Gemeinden herstellen zu können.

1.4 Porträt der ausgewählten Gemeinden

Um einen ersten Überblick über die Stichprobe zu erhalten, werden in Tabelle 45 die Charakteristika der einzelnen Gemeinden präsentiert. Zur Anonymisierung der Orte wurde auf präzise statistische Angaben verzichtet und die Darstellung in Kategorien vorgezogen. Anschließend wird in diesem Kapitel eine Auflistung der Tätigkeiten der interviewten Personen dargestellt sowie der Versuch unternommen, den Implementierungsprozess der Biomasse-Anlagen in den einzelnen Gemeinden mit ihrer Vorgeschichte zu skizzieren.

An dieser Stelle soll betont werden, dass die einzelnen Abläufe hier nur aus den Perspektiven der ExpertInnen und sehr verkürzt dargestellt werden können. Dies stellt daher eine subjektive Ansicht der realen Geschehnisse dar. Dennoch können mit Hilfe der Aussagen, Ansichten und Perspektiven einzelner Akteure wertvolle Eindrücke gewonnen werden, um Gemeinsamkeiten und Muster verschiedener kollektiver Prozesse herauszuarbeiten.

Tabelle 45 Gemeinden der Stichprobe

Gemeinde	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Politischer Bezirk	Feldbach	Feldbach	Weiz	Weiz	Weiz	Hartberg	Hartberg
Einwohner (HWsitz)	1.500-2.000	500-1.000	1.500-2.000	2.000-2.500	2.000-2.500	1.000-1.500	1.000-1.500
Dichte (EW/km²)	50-100	50-100	50-100	50-100	< 50	> 300	100-150
Aufbau	2006	2006	2004	1999	vor 1990	2003	gepl. 2008
Leistung	≤ 1.000 KW	≤ 1.000 KW	< 500 KW	≤ 1.000 KW	> 500 KW	> 2.000 KW	

Gemeinde 1

Die Idee eines Biomasse-Heizwerkes kam in der betreffenden Gemeinde erstmals Anfang der 1990-iger Jahre auf. Damals wurden die Gemeindevertreter initiativ tätig und versuchten Landwirte für dieses Projekt zu gewinnen. Doch lange Zeit konnte niemand gefunden werden, der das Projekt in die Hand nehmen wollte. Heute wird das vorläufige Scheitern dieses Projektes auf das "Unvermögen" (Int. 3) der Beteiligten, Verantwortung für das Vorhaben zu übernehmen, zurückgeführt. "Es wollte sich keiner vorne hinstellen" (Int. 3). Als hinderliche Faktoren werden der damals niedrige Ölpreis und unzureichende Beratung der interessierten Personen durch öffentliche Stellen und Planungsbüros erwähnt. Rund 10 Jahre später entschloss sich ein interessierter Landwirt, nach Konsultierung des Planungsbüros eines Bekannten, die Anlage allein zu betreiben. Schließlich finalisierte der Landwirt gemeinsam mit dem Planer als weiteren Betreiber der Anlage das Projekt.

Gemeinde 2

In dieser Gemeinde kam die Idee einer Biomasse-Anlage im Jahre 1998 auf, als der Besitzer eines ortsansässigen Betriebes nach Alternativen zum Rohstoff Öl für seine Firma suchte. Die Motivation dahinter bestand vorrangig darin, durch die Nutzung des eigenen Rohstoffes die Energiekosten zu senken und damit die Anlage wieder gewinnbringend betreiben zu können. Durch den Anstieg des Ölpreises im Jahre 2005 wurde die Lage der Firma immer prekärer, sodass verstärkt nach einer betriebsinternen Lösung für das Problem gesucht wurde.

Ebenso vom starken Anstieg der Energiepreise angetrieben traten im Jahr 2005 einzelne Hausbesitzer einer örtlichen Siedlung an die Gemeindevertretung heran, mit dem Anliegen in Richtung Fernwärmenetz initiativ zu werden. Zwar befand sich im Ort seit längerem schon ein Biomasse-Fernwärmenetz, dessen Kapazität jedoch schon ausgereizt war. Der Firmeninhaber, der gleichzeitig auch das Amt des Bürgermeisters inne hielt, fasste daraufhin den Entschluss, zusätzlich zur betriebsinternen Verwendung der Biomasse-Anlage, Wärme als Zusatznutzen zu verkaufen.

Gemeinde 3

Über den Bau eines Biomasseheizwerkes wurde in der Gemeinde 3 zum ersten Mal Anfang der 1990-iger Jahre diskutiert. Den Anlass gab damals der Bau einer neuen Siedlung außerhalb des Ortskerns. Dieser erste Versuch scheiterte jedoch, was einerseits auf den damals niedrigen Ölpreis, andererseits auf das Vorgehen des damaligen Bürgermeisters zurückgeführt wird, welcher die ortsansässigen Landwirte nicht in den Prozess miteingebunden hatte.

Eine erneute Initiative, eine Biomasseanlage in dieser Gemeinde aufzubauen, kam schließlich vor ca. 4 Jahren von einem Landwirt: Durch die Zusammenarbeit mit einem ihm bekannten Planer kam es rasch zur Ausarbeitung eines konkreten Projektvorschlages. Das Zustandekommen des notwendigen Gemeinderatsbeschlusses wurde lange Zeit durch "politisches Geplänkel" (Int. 6) verzögert. Nichtsdestotrotz wurde 2004 schließlich doch ein positiver Beschluss gefasst, woraufhin die Anlage noch im selben Jahr in Betrieb ging. Zwei Jahre später wurde noch eine zweite Biomasseanlage in derselben Gemeinde aufgebaut. Diese befindet sich heute in der Siedlung, die schon zu Beginn Ziel der Diskussionen um ein Biomasseheizwerk war.

Gemeinde 4

Das Thema Biomasse wird in dieser Gemeinde laut den Angaben der interviewten Personen schon seit rund 20 Jahren diskutiert. Dies ist auf zweierlei Gründe zurückzuführen: Zum einen befindet sich an diesem Standort ein Unternehmen, das schon seit den 1980-iger Jahren in diesem Bereich tätig ist, zum anderen wird dort ein ortsansässiger Betrieb seit über 20 Jahren mit Biomasse beheizt.

Des Weiteren wurde seit den 80-iger Jahren über eine Biomasseanlage für eine Siedlung an der Gemeindegrenze diskutiert. Diese Siedlung gehört zwar offiziell zur angrenzenden Gemeinde, zwei Drittel der Anteilseigner der Betreibergesellschaft kommen jedoch aus der betreffenden Gemeinde. Die Umsetzung dieses Projekts wurde nach zweimaligem Scheitern erst 1999 realisiert. Hauptgrund für die Verzögerung bildete die Diskussion um den Standort der Anlage, da die in der Siedlung zur Verfügung stehende Fläche begrenzt ist. Schließlich war es eine Gruppe von Landwirten, welche das Projekt umsetzten. Auslöser dafür war die Zustimmung des Besitzers eines örtlichen Betriebes, sich als Großabnehmer an das Netz anzuschließen.

Gemeinde 5

Die Realisierung einer Biomasseanlage wurde in der betreffenden Gemeinde schon Ende der 1980-iger Jahre durchgeführt. Auslöser für diese Initiative war der Ölpreisschock. Als Initiator agierte neben den Gemeindevertretern vor allem ein Landwirt, der heute noch Obmann der Betreibergesellschaft ist. Seitens der Gemeinde bot die Schulsanierung Anlass dafür, sich um neue Heizmöglichkeiten umzusehen und den Bau der Biomasseanlage zu unterstützen. Letztendlich startete die Anlage im Jahr 1989 zunächst in öffentlichen Gebäuden.

Innerhalb der Bevölkerung herrschte zum damaligen Zeitpunkt vermehrt Skepsis gegenüber diesem Vorhaben. Aus diesem Grund scheiterte auch der zu Beginn unternommene Versuch eine neu gebaute Siedlung mit Privathäusern an das Netz anzuschließen. Die Zweifel hinsichtlich der Betriebssicherheit wurden in weiterer Folge durch technische Gebrechen verstärkt, welche in vermehrten Rauchgasemissionen ersichtlich wurden. Dies verursachte Probleme mit Anrainern, welche sich über Geruchsbelästigung beklagten. Die Lage verbesserte sich, nachdem eine weit reichende technische Sanierung an der Heizung durchgeführt wurde. Nach den ersten Probejahren wurde 1991 schließlich doch eine Siedlung mit 15 Privathäusern an die Anlage angeschlossen.

Gemeinde 6

Die ersten Versuche in der Gemeinde 6 ein Biomasse-Netzwerk aufzubauen gab es schon Anfang der 1980-iger Jahre. Dieses Projekt scheiterte jedoch an der mehrheitlichen Skepsis, die diesem Vorhaben von Seiten der Bevölkerung entgegen gebracht wurde. Dieses Misstrauen wurde zum damaligen Zeitpunkt von den zwei ortsansässigen Installateurfirmen geschürt bzw. verursacht, welche sich durch diese Initiative in ihrer Existenz bedroht fühlten.

Die erste Umsetzung einer Anlage erfolgte schließlich zwischen 1996 und 1998, als im Zuge einer Gebäudesanierung in der örtlichen Schule eine Biomasseanlage eingerichtet wurde. Diese wurde von der Gemeinde selbst initiiert, welche zu diesem Zweck Landwirte aus der Umgebung als Betreiber mobilisierte.

Ausgehend vom Stift in der Gemeinde wurde 2001 der Bau einer weiteren Biomasse-Anlage in Auftrag gegeben, wodurch der interne Wärmebedarf gedeckt werden sollte. Dieses Heizwerk wurde schließlich 2003 gebaut. In der Zwischenzeit hatte auch die bäuerliche Gesellschaft, welche das Gemeindeamt und die Schule beheizte, die Idee, das Netzwerk weiter auf die umliegenden Häuser auszuweiten. Dem Aufbau eines alternativen Wärmenetzes kam jedoch die Betreiberfirma des Stifts-Netzes zuvor, indem die Heizung im Gemeindeamt abgelöst wurde und im Gegenzug dazu ein Lieferkontingent mit den Landwirten vereinbart wurde.

Gemeinde 7

Im Jahr 2000 wurde im Rahmen der heizungstechnischen Sanierung der Schule erstmals über den Bau einer Biomasseheizung diskutiert. Ortsansässige Landwirte brachten den Vorschlag im Gemeinderat ein, eine bäuerliche Genossenschaft für den Betrieb der Biomasseanlage in der Schule zu gründen. Diese Idee wurde jedoch von einigen Mitgliedern abgelehnt und ein Vertrag mit einem *„professionellen Betreiber“* (Int.15) für eine Biomasseheizung in der Schule abgeschlossen. Die Ursache für dieses Handeln war laut interviewten Personen mangelndes Vertrauen gegenüber den Landwirten.

Seit 2005 wird der Bau einer größer dimensionierten Biomasse-Anlage für die Versorgung des gesamten Ortes diskutiert. Hierbei waren wiederum die ortsansässigen Landwirte die Initiatoren des Prozesses. Der Baubeginn war Ende 2007.

1.5 Ergebnisse der ExpertInnen-Interviews

Die Interviews mit lokalen ExpertInnen werden dazu eingesetzt, mehr über die Hintergründe der Projektverläufe zu erfahren und durch den Vergleich einzelner Beispiele Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten. Unter ExpertInnen wird in diesem Kontext verstanden, dass sie „[…] FunktionsträgerInnen innerhalb eines organisatorischen oder institutionellen Kontextes […]“ sind (Meuser und Nagel 1991, S. 444). Im Rahmen der empirischen Erhebung wurden von Juli bis August 2007 16 Interviews durchgeführt, wobei die Gesprächszeit zwischen 30 und 90 Minuten variierte. Der Interviewleitfaden war vor allem auf den Umsetzungsprozess des jeweiligen Biomasse-Heizwerkes vor Ort und dessen Rahmenbedingungen ausgerichtet.

Nachfolgend werden die Auswertungen anhand der einzelnen Themen des Interviewleitfadens (Initiierung, Umsetzung, Vertrauensbildende Maßnahmen, Stimmung der Bevölkerung zu Biomasse, Chancen und Risiken, Gelingensfaktoren, Motive für den Bau der Anlage) dargestellt. Zusätzlich werden Themen ausgewertet, die von den Interviewpartnern angesprochen wurden.

1.5.1 Initiierung

Zum Thema Initiierung von Biomasseanlagen wurde insbesondere auf folgende Fragestellungen geachtet:

- Was war der Anstoß zur Diskussion einer Biomasse-Anlage in der Gemeinde?
- Wer waren die entscheidenden Akteure?
- Woher kam die Idee?
- Woher wurden relevante Informationen bezogen?

Diese Fragen zielten darauf ab, den Ursprüngen und den treibenden Kräften des Prozesses nachzuspüren.

Initiatoren

Wie schon aus den einzelnen Gemeindeporträts zu entnehmen war, sind als Initiatoren für Biomasse-Netzwerke verschiedenste Kombinationen denkbar. Aufgrund der Tatsache, dass einzelne Personen in den ländlichen Gemeinden oft mehrere Tätigkeiten übernehmen, ist die Rolle des Initiators bzw. der Initiatoren meist nicht eindeutig festzulegen. Daraus folgt, dass das Ausmaß der Unterstützung seitens der Gemeinde nicht eindeutig von den Initiativen einzelner Unternehmer bzw. Landwirte getrennt werden kann.

Da die meisten Biomasse-Heizwerke ihren Betrieb in den ersten Jahren mit der Belieferung von öffentlichen Gebäuden starten, wird die Gemeinde von den ExpertInnen nicht zu Unrecht als *Motor* dieser Projekte bezeichnet. Die Kombination von Landwirten und Gemeindevertretern stellt in der Stichprobe die häufigste Art der Initiatorenzusammensetzung dar. Dies ist nicht verwunderlich, denn es war von Beginn an die Initiative der Landwirte,

welche die Verbreitung der Biomasse-Heizwerke in der Steiermark schon in den 1980-iger Jahren vorantrieb (vgl. Rakos et al. 1995). Dass die Gemeindevertreter nicht zwingend in die Initiierung des Prozesses involviert sein müssen, beweist die Gemeinde 6 (siehe Kapitel F 1.4.6).

Information

Bezüglich der Informationsbeschaffung ist vor allem die Erfahrung des Betreibers in diesem Themengebiet ausschlaggebend. Dementsprechend wurden negative Aussagen über Beratungs- und Informationsmangel nur von den interviewten Landwirten formuliert. Speziell in der Konzeptionsphase, in der Weichenstellungen für das Projekt gemacht werden müssen und Überzeugungsarbeit nötig ist, zeichnet sich eindeutig ein Informationsdefizit bei der Gruppe der Landwirte ab. Diese betreten im Rahmen dieses Vorhabens Neuland, wodurch das Thema *Information* für sie eher zum Problem wird. Im Besonderen stellt sich die nötige Überzeugungsarbeit von Entscheidungsträgern und potentiellen KundInnen als schwierig heraus: *„Man* [der Gemeinderat] *wollte halt einen gescheiten Partner, zu dem man Vertrauen gehabt hat“* (Int. 15). *„Und wenn man ihnen* [den KundInnen] *heizungstechnisch etwas erzählen will, dann sagen sie: Woher willst du denn das wissen, das versteht mein Heizungsinstallateur weit besser als du. […] Das ist halt ein Manko, wenn man neue Kunden gewinnen will. Weil man da zu wenig Informationen geben kann“* (Int. 12).

Das Zitat aus Interview 15 lässt schon eine zentrale Dimension für das Gelingen des Implementierungsprozesses erkennen: das *Vertrauen* der Bevölkerung und der EntscheidungsträgerInnen in die Technologie und in die potentiellen Betreiber der Biomasse-Anlage. Weiters zeigt das Zitat, dass die Landwirte nach wie vor (Stand 2000) mit ähnlichen Hindernissen zu kämpfen haben, wie vor 20 Jahren. Und diese liegen mittlerweile weniger am Misstrauen in die Technologie selbst, sondern eher am Mangel an Vertrauen in ihre Fähigkeiten in diesem Bereich. Daher wären Zusatzausbildungen und Zertifikate als *Energiewirt* speziell für die Zielgruppe der Landwirte sinnvoll, um ihnen den Einstieg in diese neue Tätigkeit zu erleichtern.

1.5.2 Umsetzung

Folgende Leitfragen wurden gestellt:

- Warum wurde das Projekt genau zu diesem Zeitpunkt realisiert?
- Was hat die Zündung des Projektes ausgelöst?

Anhand der ExpertInnen-Interviews konnten vier Faktoren identifiziert werden, die den Zeitpunkt der Realisierung wesentlich beeinflussen, nämlich *Bedarf, Verantwortung, Zeitdruck* und *Vertrauen*.

Zusätzlich zum Bedarf, bestimmte Objekte mit Biomasse zu beheizen, ist es nötig, dass sich jemand für die Umsetzung verantwortlich fühlt und den Prozess vorantreibt. So startete die Konkretisierung des Projektes in der Gemeinde 1 trotz vieler Versuche erst als sich einer der Landwirte *„…durchgerungen hatte, es alleine zu machen.“* (Int. 2).

Schließlich war in den meisten Fällen eine günstige Gelegenheit oder ein gewisser Zeitdruck der Auslöser der Umsetzung. So kann das Auslaufen einer Förderperiode, der Druck von Seiten der Abnehmer oder die Sanierung öffentlicher Gebäude den Motor für die Realisierung darstellen, wie folgende Zitate zeigen: *„Wir waren an dem Punkt wo wir gesagt haben, entweder wir ziehen es im heurigen Jahr durch, oder sonst können wir es vergessen.“* (Int. 15). *„Denn wenn der erste [Hausbesitzer] etwas selber gemacht hätte, dann wäre der Zug abgefahren gewesen, dass man irgendetwas Gemeinsames macht.“* (Int. 5).

Obwohl man in Bezug auf die Umsetzung von Biomasse-Anlagen in der Steiermark mittlerweile auf mehr als 20 Jahre Erfahrung zurückgreifen kann, stellt jede neue Anlage in einer Gemeinde eine soziale Innovation dar. Dadurch stoßen Initiatoren von Biomasse-Projekten auch heute noch innerhalb der Bevölkerung mehrheitlich auf Skepsis:*„Auch wenn die Bevölkerung zwar weiß, dass es [die Biomasse-Anlage] in der Nachbargemeinde funktioniert, so sind sie trotzdem skeptisch. Und dann haben sie vielleicht noch etwas gehört, was nicht so funktioniert. Und das schreckt sie dann gleich noch mehr ab. Obwohl es das schon 300 Mal gibt und es in dem Sinn nichts Neues ist.“* (Int. 5).

1.5.3 Vertrauensbildende Maßnahmen

Für die Realisierung von Biomasse-Projekten ist letztendlich entscheidend, dass durch vertrauensbildende Maßnahmen die Skepsis innerhalb des relevanten Personenkreises abgebaut wird, worauf in diesem Kapitel noch näher eingegangen wird.

- Wie war die Kommunikation mit der Bevölkerung (Anrainer, potentielle Kunden) gestaltet?

Mittels der ExpertInnen-Interviews war es möglich, wesentliche Faktoren zu identifizieren, welche das Misstrauen innerhalb der Bevölkerung verringern. Diese sind deshalb wichtig, da Misstrauen nicht nur eine individuelle, sondern auch eine soziale Komponente hat. Daher sind hier nicht nur rationale Argumente, sondern auch symbolische Maßnahmen entscheidend, um Vertrauen auf einer emotionalen Basis herstellen zu können. Ausschlaggebend ist, wie die Gruppe mit der Innovation umgeht und welcher soziale Sinn ihr zugeschrieben wird (vgl. Rakos et al. 1995). Als zentrale vertrauensbildende Maßnahmen wurde die Kommunikation der potentiellen Betreiber mit den Bürgern identifiziert. Diese spiegelt sich in den Kategorien *persönlicher Kontakt*, *Transparenz* und *Verhandlungsgeschick* wider. Weitere Mittel, um Vertrauen herzustellen, sind die Vorbildwirkung von Meinungsbildnern sowie die persönliche, erlebbare Erfahrung im Umfeld der Menschen. Ob ein Thema von den ExpertInnen der einzelnen Gemeinden angesprochen wurde, ist in Tabelle 46 schematisch dargestellt.

Tabelle 46 Vertrauensbildende Maßnahmen in den einzelnen Gemeinden (eigene Erhebung)

Gemeinde	Persönlicher Kontakt	Verhandlungs-geschick, professionelles Auftreten	Transparenz, Offenheit	Erfahrung im persönlichen Umfeld	Meinungs-bildner
1	x	x		x	
2	x			x	x
3	x				
4	x		x		x
5	x	x		x	x
6	x	x	x	x	x
7				x	x
Gesamt	**6**	**3**	**2**	**5**	**5**

Kommunikation

Vom Großteil der interviewten ExpertInnen werden der persönliche Kontakt und individuelle Gespräche als zentrales Kriterium für die erfolgreiche Kommunikation mit der Bevölkerung betrachtet. Grundsätzlich wurde betont, dass schon bestehende Kontakte und Bekanntschaften den reibungslosen Ablauf der Implementierung wesentlich erleichterten*: „Wir haben hier einen guten Kontakt zu den Leuten. Das hilft bei Umstellungsphasen."* (Int. 7). Darüber hinaus wurden von den ExpertInnen Gespräche im informellen, persönlichen Rahmen als wichtig beurteilt, um Vertrauen aufzubauen und über Ängste und Befürchtungen zu diskutieren: *„Wir haben Missverständnisse schon vor der Bauverhandlung in persönlichen Gesprächen geklärt. Daher hatten wir bei der Bauverhandlung keine Probleme."* (Int. 2). Offenheit und Transparenz gegenüber dem Kunden, sowie professionelles Auftreten und Verhandlungsgeschick wurden weiters als wesentlich für die Gestaltung der Kommunikation betrachtet: *„Es war wichtig, dass wir die Kunden absolut mit einbezogen haben. Wir haben alle Zahlen auf den Tisch gelegt. Wir haben ein offenes, transparentes und faires Verhältnis. Die Kunden wissen auch, was die Landwirte bekommen."* (Int. 8).

Anhand dieser Aussagen kann man erkennen, dass die kommunikativen und organisatorischen Kompetenzen der Betreiber besonders wichtig sind, um Vertrauen aufzubauen.

Erfahrung im persönlichen Umfeld

Als weiterer Faktor für den Abbau von Skepsis zählen erlebte und kommunizierte Erfahrungen im persönlichen Umfeld. Hierzu gehört in erster Linie, dass der Betrieb der Biomasse-Anlage mit einigen großen Abnehmern gestartet wird, um der Bevölkerung die Funktionsfähigkeit des Betriebes zu demonstrieren. Daraus wird ersichtlich, dass trotz breiter Zustimmung innerhalb der Bevölkerung für Biomassetechnologien symbolische Akte im direkten Bezugsfeld der Leute zur Überzeugung nötig sind: *„Wir haben mit den öffentlichen Gebäuden angefangen, da haben die Privaten schon gesehen, dass es funktioniert. […] Da hat die öffentliche Hand Vorreiter spielen müssen."* (Int. 12). Einer der ExpertInnen (Int. 13) begründet dieses

Vorgehen in der Zusammensetzung der Bevölkerung: Meist stehen wenigen *Innovatoren* eine Menge von *Abwartern* (Int. 13) gegenüber, die man auch durch persönliche Gespräche und Informationsveranstaltungen nicht zum unmittelbaren Anschließen motivieren kann. Daher fangen die Netze üblicherweise klein an und werden in Folge sukzessive ausgebaut.

Meinungsbildner

Als Meinungsbildner agieren meist Personen, die in das Thema Bioenergie allgemein oder in die Umsetzung des Biomasse-Projektes in der betroffenen Gemeinde in irgendeiner Weise involviert sind. Weiters müssen sie durch ihr Wissen oder ihre Position genug Ansehen haben, andere beeinflussen zu können. Beispiele dafür sind ein örtlicher Wirt, ein Gemeinderat, der Bürgermeister, der Pfarrer aber auch engagierte Privatleute, die Nachbarn, Freunde und Bekannte beeinflussen können. Dies kann einerseits durch formelle Handlungen wie dem Sammeln von Unterschriften für oder gegen eine Aktion, oder aber in Form informeller Gespräche erfolgen. *„Es muss überall jemand sein, der die Leute vorweg ein bisschen überzeugt. Und die anderen müssen halt nachziehen.“* (Int. 12). Diese Aussagen verdeutlichen, wie wichtig es ist, Schlüsselpersonen in der Gemeinde als Befürworter des Projektes zu gewinnen und den Effekt, den sie als Gegner auslösen könnten, nicht zu unterschätzen. Als wesentlich hierbei wurde festgehalten, dass Meinungsbildner als Teil der Gruppe betrachtet und akzeptiert werden müssen: *„Solche Projekte von außen zu initiieren, funktioniert nicht. Das funktioniert nur, wenn die Leute selbst dahinter sind.“* (Int. 6).

1.5.4 Stimmung in der Bevölkerung bezüglich Biomasse

Organisierter Widerstand gegen die Errichtung eines Biomasse-Fernwärmenetzes in einer Gemeinde kann die Umsetzung erheblich verzögern und die Projektkosten in die Höhe treiben. Daher widmet sich dieses Kapitel Fragen bezüglich der allgemeinen Stimmung zu Biomasse innerhalb der Bevölkerung sowie den typischen Argumenten, die von Befürwortern und Gegnern in der Diskussion vorgebracht werden.

- Wie wurde die Idee von der Bevölkerung aufgenommen?
- Gab es Widerstand gegen die Anlage?
- Was waren die häufigsten Argumente Pro bzw. Contra Biomasse?

Widerstand gegen die Errichtung einer Biomasse-Anlage kann innerhalb eines Dorfes latent oder offen auftreten. Mögliche Ursachen und Arten sowie geeignete Reaktionsmöglichkeiten auf Widerstand werden in Tabelle 47 dargestellt.

Tabelle 47 Manifestation des Widerstands gegen Biomasse-Anlagen (eigene Zusammenstellung)

Formen	Motivation	Mittel	mögliche Reaktion
• latent • offen	• berufliche Konkurrenz • Sorgen der Anrainer • politische Interessen • private Konflikte	• Unterschriftenlisten • Einsprüche bei Bauverhandlungen • Forderungen nach Gutachten	• Bürgerversammlungen • offene Gespräche mit den verschiedenen Interessensgruppen • Gutachten • Kooperationen zwischen regionalen Unternehmen • Involvierung von Personen aus möglichst vielen Interessensgruppen • Offenheit und Gesprächsbereitschaft aller Parteien

Die latente Form besteht darin, dass Gerüchte und *Halbwahrheiten* über die Anlage, die Preise oder die Betreiber in informellen Gesprächen verbreitet werden. Von den ExpertInnen wird betont, dass man Gerüchte schnell und offen ansprechen muss, um offenen Widerstand in Form von Boykotten oder Unterschriftenaktionen zu vermeiden. Vielfach wurde auch versucht, Missverständnisse durch Aussendungen und persönliche Gespräche gar nicht erst aufkommen zu lassen.

Offene Widerstände brechen vor allem dann aus, wenn Ängste oder persönliche Konflikte im Spiel sind, die dazu führen, dass die Situation emotional aufgeladen wird. Als wesentliche Gründe, formellen Widerstand zu mobilisieren, wurden einerseits persönliche, berufliche oder politische Motivationen, andererseits Sorgen bezüglich der eigenen Lebensqualität identifiziert. Speziell die Angst vor dem Neuen und Ungewissen wirkt sich in Situationen des Wandels als größte Blockade aus. Häufig anzutreffende Gegner von beruflich motivierten Widerständen sind Rauchfangkehrer, Installateure oder Öllieferanten, die um ihre berufliche Existenz bangen. In diesen Fällen ist es notwendig, vor allem ortsansässige Unternehmer in das Projekt einzubinden und gemeinsam nach innovativen Kooperationsmöglichkeiten zu suchen. Denn gerade im kleinen, persönlichen Kontext der Gemeinde sind die meisten Potentiale vorhanden, diese traditionellen Fronten zu überwinden.

Als Konfliktlösung wird hier eine möglichst breite Beteiligung von Vertretern verschiedener Interessensgruppen an der Umsetzung genannt. Dies soll verhindern, dass eine Partei das Projekt zu sehr für sich vereinnahmt. Somit kann der Prozess *entpolitisiert* werden: *„Da muss man halt schauen, dass man von jedem Lager einen dabei hat“ (Int. 11).*

Schließlich ist es die Standortwahl, die in vielen Fällen zum Streitpunkt wird. Hierbei sind Betreiber und Planer in einer zwiespältigen Situation zwischen Wirtschaftlichkeitsrechnung und Diplomatie gefangen. Einerseits müssen im Rahmen der Umsetzung von Biomasse-Anlagen Kosteneffizienzkriterien eingehalten werden, was den Bau der Anlage möglichst im

Zentrum der Abnehmer nahe legt. Andererseits sind gerade in diesem Fall die Proteste von Anrainern und Gegnern am stärksten, wodurch der Standort direkt im Wohngebiet kaum durchzusetzen ist. Die Angst um den Verlust der eigenen Lebensqualität ist hier treibender Motor der Konflikte. Zusätzlich werden die Befürchtungen von Anrainern instrumentalisiert, sofern beruflich oder politisch motivierte Konflikte hinzukommen. *„Bei der Standortsuche ist man halt meistens in der Situation, dass alle sehr positiv gestimmt sind, aber am liebsten halt beim Nachbarn. […] In so einer Situation gibt's halt keinen Konsens. Da müssen halt andere Kriterien entscheidend sein.“* (Int. 13).

Argumente der Gegner

Argumente, die von den Gegnern von Biomasse-Anlagen benützt werden, können in die Bereiche Kosten, Emissionen, Technik, Betreiber und Abhängigkeit unterteilt werden.

Tabelle 48 Übersicht über die Argumente der Gegner in den einzelnen Untersuchungsgemeinden (eigene Erhebung)

Gemeinde	hohe Kosten	Emissionen	Technik	Betreiber	Abhängigkeit
1	x	x			x
2	x	x	x		
3	x		x		
4	x			x	
5	x	x		x	x
6	x			x	x
7	x		x	x	
Gesamt	**7**	**3**	**3**	**4**	**3**

In den Bereich der *Kosten* fallen Hinweise auf den niedrigen Ölpreis oder das Argument der hohen Investitions- und Anschlusskosten. Weiters wurde die Amortisationsdauer des aktuellen Heizsystems als häufiges Argument genannt, das viele motiviert, den Anschluss zumindest noch aufzuschieben. Diese Aussagen werden hauptsächlich von potentiellen KundInnen sowie Entscheidungsträgern in den Gemeinden getroffen. Ein weiterer Punkt, der vor allem im Rahmen von Standortdiskussionen hervorgebracht wird, ist das Thema *Emissionen*. In diese Kategorie fällt unter anderem das in der Steiermark stark politisierte Thema Feinstaub.

Obwohl man annehmen könnte, dass das Argument der unausgereiften *Technik* mittlerweile gar kein Thema mehr sein kann, trifft man in den Gesprächen dennoch immer wieder darauf: *„Trotz vieler funktionierender Beispiele in der Region hatten sie das Argument, dass es nicht Stand der Technik sei.“ (Int. 15).* Sowohl Kunden als auch Entscheidungsträger beziehen sich hierbei auf einzelne Negativbeispiele in der Umgebung, um ihr Misstrauen zu untermauern.

In die Kategorie *Betreiber* wurden Aussagen zusammengefasst, welche sich auf Skepsis bezüglich der Fähigkeit und Verlässlichkeit der Betreiber selbst bezieht. Spekulationen und Befürchtungen betreffen hierbei einerseits mögliche unerlaubte Brennstoffe, die im Heizwerk zum Einsatz kommen könnten (siehe Int. 13). Darüber hinaus wird Landwirten geringes Vertrauen bezüglich ihres technischen Verständnisses, die Anlage funktionsgerecht zu betreiben, entgegen gebracht. *„Es gibt sehr oft Befürchtungen, dass Altholz verheizt wird, alte Autoreifen oder behandeltes Holz.“ (Int. 13).*

Die *Abhängigkeit* vom Betreiber wird als einer der wichtigsten Gründe beschrieben, welcher EntscheidungsträgerInnen davon abhält, sich an die Fernwärme anzuschließen. Der Umstand, dass man bei nicht ganzjährig betriebenen Netzen quasi einen Kontrollverlust hinnehmen muss, löst vielfach Unbehagen aus. Daher sind mittlerweile viele Betreiber auf Ganzjahresbetrieb umgestiegen, obwohl sie dadurch größere Effizienzverluste hinnehmen müssen: *„Sie [die Kunden] wollen sich nicht abhängig machen, sagen sie, haben aber gleichzeitig Öl oder Fernwärme installiert.“ (Int. 2).*

Freiwillige Qualitätskontrollen von unabhängigen Stellen wären zusätzliche Mittel, um der Bevölkerung Sicherheit zu geben. Gleiches gilt für die Argumente bezüglich mangelnder technischer Ausstattung und fehlender Fachkenntnis von Betreibern. Zertifikate und Zusatzausbildungen könnten den Landwirt als kompetenten und verlässlichen Wärmelieferanten auszeichnen. Bezüglich des Gefühls der Abhängigkeit kann ein Betreiber dahingehend reagieren, dass er den Betrieb ganzjährig anbietet und somit dem Kunden das Gefühl von Selbstbestimmtheit und Kontrolle bezüglich seiner Heizung überlässt. Diese Maßnahmen müssten natürlich auch mit der symbolischen Unterstützung von Meinungsbildnern Hand in Hand gehen.

Argumente der Befürworter

Betrachtet man die Argumente der Betreiber und Befürworter von Biomasse (siehe Tabelle 49), so muss man stärker als bei den Gegner nach Interessensgruppen differenzieren.

Tabelle 49 Übersicht über die Argumente der Befürworter in den einzelnen Untersuchungsgemeinden (eigene Erhebung)

Gemeinde	Umweltschutz	Kosten	Komfort	Raumgewinn	Wertschöpfung
1	x	x			x
2	x	x	x		x
3	x	x		x	x
4	x				x
5		x	x	x	x
6		x	x		
7	x			x	x
Gesamt	**5**	**5**	**3**	**3**	**6**

Angesichts steigender Ölpreise wird das Argument der geringeren *Kosten* von den ExpertInnen verstärkt den Kunden zugeschrieben. Die Motivation der Wärmeabnehmer kommt tendenziell also durch monetäre Anreize zustande, welche durch qualitative Faktoren, wie den Komfort des Heizsystems und das gute Image von erneuerbaren Energien noch verstärkt wird: *„Es ist die einfachste und billigste Lösung, sich an das Fernwärmenetz anzuschließen, wenn ihm [dem Kunden] die Heizung eingeht. Ein anderes System wäre da sicher teurer." (Int. 5).*

Für Gemeinden und Betreiber ist die regionale Wertschöpfung das vordergründig genannte Motiv, sich für Biomasse-Heizwerke einzusetzen. Das bedeutet, dass monetäre Anreize bei allen Interessensgruppen die Hauptmotive darstellen. Im Falle der Landwirte betrifft das Argument der regionalen Wertschöpfung einerseits das zusätzliche Einkommen durch den Verkauf der Wärme, andererseits die Nutzung des eigenen Rohstoffes und Pflege des Waldes.

1.5.5 Synthese aus den ExpertInnen-Interviews

In diesem Kapitel werden die einzelnen Aussagen und Standpunkte der ExpertInnen zu einem idealtypischen Ablauf eines Umsetzungsprozesses zusammengefasst. Jeder Phase des Projektes werden Aktionen zugeordnet, welche sich in den verschiedenen Gemeinden als Erfolgsfaktoren oder Stolpersteine für eine erfolgreiche Umsetzung erwiesen haben.

- Was sind grundlegende Einflussfaktoren (*Key Success Factors)* für die Umsetzung von Biomasse-Anlagen?

Um die wesentlichen Möglichkeiten darzustellen, wie die Initiatoren den Implementierungsprozess von Biomassenahwärmenetzen positiv beeinflussen können, werden in Tabelle 50 die einzelnen Phasen des Prozesses idealtypisch dargestellt. Die schematische Darstellung entspricht den Problemfeldern und Konflikten, welche von den ExpertInnen angesprochen wurden.

Tabelle 50 Idealtypischer Ablauf eines Umsetzungsprozesses (eigene Zusammenstellung aus den ExpertInnen-Interviews)

Phase	Beschreibung	Gelingensfaktoren
1. Ideenfindung	Eine oder mehrere Personen haben die (vage) Idee, gewisse Objekte in der Gemeinde mit Biomasse zu versorgen. Verschiedene Optionen werden im kleinen Kreis diskutiert.	Einbindung verschiedener Interessensgruppen; langfristiger Planungshorizont
2. Initiierung	1-2 Personen fassen den festen Entschluss, das Projekt durchzuführen, und übernehmen Verantwortung für die künftige Prozessgestaltung.	Verantwortung für das Projekt
3. Projekt-aufbereitung	Die Weichen für die Umsetzung des Projektes werden gestellt. Erste Analysen verschiedener Optionen werden gemacht. Lobbying und Marketing für das Projekt beginnen auf informeller Basis. Interesse und Stimmung verschiedenster Stakeholder werden in persönlichen Gesprächen abgetastet.	Vertrauensbildende Maßnahmen; Information und Kommunikation *präventiv* gestalten
4. Wirtschaft-lichkeitsprüfung	Die Wirtschaftlichkeit des Projekts wird durch Vorverträge für Lieferung und Abnahme gesichert. Intensive Gespräche mit potentiellen Kunden und Lieferanten finden statt. Bewusstseinsbildung durch Information, Vertrauensbildung, Professionalität und Transparenz sind nötig.	Bewusstseinsbildung; Vertrauen aufbauen; Transparenz und Professionalität
5. Zündung	Das Projekt wird offiziell gestartet: formelle Schritte werden eingeleitet (Gesellschaftsgründung, Gemeinderatsbeschluss, Bauverfahren,…). Aktivierung von Widerstand kann durch offene Kommunikation und Gleichbehandlung verschiedener Akteure vermieden werden.	Formalisierung des Projektes; Gleichbehandlung/ Fairness
6. Umsetzung	Die Umsetzung des Projektes wird vor allem mit den Hauptkunden durchgeführt. Große Abnehmer dienen als *Prestigeobjekte*, um private Abnehmer zu überzeugen.	Vertrauen durch Probebetrieb; Potentialabschätzung
7. Ausweitung	Die Verdichtung durch weitere Aufnahme zusätzlicher Kunden findet statt. Kundenzufriedenheit für die Akquirierung neuer Kunden liegt im Zentrum.	Kundenzufriedenheit; Werbung von Neukunden
8. Re-Investition	Im laufenden Betrieb müssen Einnahmen für technische Erneuerungen abgeschöpft werden.	Langfristiges Planen; nachhaltiges Wirtschaften

Ideenfindung

Der Ursprung des Projektes liegt im Aufkommen einer vagen Idee (Gemeinde 6), die zunächst von den Initiatoren in verschiedene, informelle Diskussionen getragen wird. Die soziale

Stellung und kommunikativen Kompetenzen der Initiatoren beeinflussen, wie die Idee von verschiedenen Gruppen aufgenommen wird. Die Einbindung verschiedener Perspektiven von mehreren Meinungsbildnern ist in dieser Phase von Vorteil. Dadurch kann der Effekt vermieden werden, dass das Projekt einem bestimmten *Lager* zugeschrieben wird. Ein zu kurzer Planungshorizont der Initiatoren kann in dieser Phase hinderlich sein, wenn dadurch großräumige Projektideen im Keim erstickt werden (Gemeinde 7).

Initiierung

Sofern das *Kernteam* oder der Initiator der Projektumsetzung nicht schon von Beginn an feststand, ist spätestens nun ein Akteur nötig, der Verantwortung für dieses Projekt übernimmt und die weitere Entwicklung gestaltet. Ist dies nicht der Fall, verlaufen die Gespräche im Sand.

Projektaufbereitung

In dieser Phase werden mit Hilfe von Planern und Beratern verschiedene Projektoptionen diskutiert und überprüft. Gespräche mit den Entscheidungsträgern und großen potentiellen Abnehmern finden statt, um das Interesse abzutasten (Gemeinde 2). Spätestens nach der Ausarbeitung eines konkreten Projektvorschlages muss auf unterschiedliche Weise in verschiedenen sozialen Gruppen versucht werden, Unterstützung für das Projekt zu finden. Die in Kapitel F 1.5.3. beschriebenen vertrauensbildenden Maßnahmen kommen vor allem in dieser Phase zur Geltung. Die Gestaltung dieser Phase wird als entscheidend für den Erfolg des Projektes betrachtet (Gemeinde 5). Die präventive Gestaltung von Information und das Symbolisieren von Transparenz und Offenheit sind hier wichtig, um Skepsis abzubauen. Um die Aktivierung von offenem Widerstand zu vermeiden, ist das schnelle Reagieren auf Gerüchte unverzichtbar (Gemeinde 6). Wichtige Zielgruppen sind vor allem potentielle Mitglieder der Betreibergruppe, potentielle Anrainer und Kunden, Finanziers, Meinungsbildner und Entscheidungsträger. Hierbei müssen sich die Initiatoren und auch die Berater auf die Kultur und Eigenheiten der Gemeinde einstellen (Gemeinde 5).

Wirtschaftlichkeitsprüfung

Ob das Projekt wirklich realisierbar ist, kann erst nach der Unterzeichnung der Vorverträge festgestellt werden. Daher sind intensive Beratungsgespräche mit potentiellen Kunden nötig. Ob den Initiatoren Vertrauen geschenkt wird, liegt einerseits an den Geschehnissen vorangegangener Umsetzungsphasen, andererseits an ihrer Glaubwürdigkeit und Professionalität im Umgang mit den Kunden. Sofern den Initiatoren ein stabiler, sicherer Betrieb der Anlage und die nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten hierzu nicht zugetraut wird, werden sie nicht als vertrauenswürdiger Partner anerkannt (Gemeinde 5). Gleichzeitig ist hier wichtig, wie sich die Gemeinde und andere meinungsbildende Institutionen und Personen verhalten.

Zündung des Projektes

Als wirkliche Zündung des Projektes werden meist die Einleitung der formalen Schritte wie Bauverfahren, Gesellschaftsgründung oder der Gemeinderatsbeschluss betrachtet (Gemeinde 1). Es wurde betont, dass besonders im Rahmen der Gesellschaftsgründung allen InteressentInnen innerhalb der Gemeinde die gleichen Chancen auf Beteiligung am Projekt eingeräumt werden müssen, um keine Konflikte zu entfachen (Gemeinde 3). Fairness und Gleichbehandlung sind daher wesentliche Kriterien dieser Phase.

Umsetzung

Meist wird der Betrieb mit den großen Abnehmern und ein paar wenigen Einfamilienhäusern begonnen. Die *Abwarter* (Gemeinde 6) stellen den größten Teil der Privatpersonen dar und diesen wird durch die Aufnahme des Betriebes der Beweis der Funktionsfähigkeit der Anlage und des Könnens der Betreiber erbracht. Da vor allem die Standortdiskussion Konfliktpotential beinhaltet, ist dies ebenfalls ein wichtiger Punkt, den es zu berücksichtigen gilt. Hier sollen laut den ExpertInnen nach Möglichkeit Lösungen gewählt werden, die zu geringen Berührungspunkten mit Anrainern führen (Gemeinden 1, 7). Zusätzlich zur Standortwahl stellt die Potentialabschätzung künftiger Abnahmeleistungen eine der größten technischen Herausforderungen dar (Gemeinde 6). Die künftige Zunahme der Kundenanzahl muss von Beginn an annähernd richtig geschätzt werden, um die Leitungsrohre angemessen zu dimensionieren. Hierbei ist eine Zusammenarbeit mit der Gemeinde von Vorteil, um die langfristige Raumplanung der Gemeinde schon von Beginn an zu berücksichtigen (Gemeinde 2).

Ausweitung

Für einen sukzessiven Ausbau des Netzes ist vor allem die Kundenzufriedenheit wichtig. Die ExpertInnen sind sich bewusst, wie viel Schaden unzufriedene Kunden durch Mundpropaganda auslösen können (Gemeinde 5). Ganzheitliche Energieberatung der Kunden und transparente Kosten sind Mittel, um Zufriedenheit zu gewährleisten. Treten vermehrt technische Probleme auf, so wird das Image der Betreiber nachhaltig geschädigt.

Re-Investition

Schließlich wurde von den Betreibern angemerkt, dass man rechtzeitig Einnahmen beiseite legen muss, um nach rund 15 Jahren fähig zu sein, die technische Anlage zu erneuern (Gemeinde 3). Auch dies ist nicht selbstverständlich, wenn man Aussagen von Betreibern betrachtet, welche auch nach langjährigem Betrieb für die nötige Kesselerneuerung von Förderungen abhängig sind. Von Beginn an ist daher langfristiges Planen eine Grundvoraussetzung, um den Kunden kontinuierlich Wärme bereitstellen zu können.

Letztendlich lässt sich diese idealtypische Beschreibung auf sieben Einflussfaktoren reduzieren, die von den Initiatoren beeinflusst werden können, um eine möglichst konfliktfreie Umsetzung von Biomasse-Fernwärmeanlagen zu gewährleisten:

- die frühe Einbindung verschiedener Interessensgruppen
- die Durchführung vertrauensbildender Maßnahmen
- die Gleichbehandlung aller Interessenten
- der professionelle und transparente Umgang mit KundInnen
- eine realistische Abschätzung künftiger Potenziale
- die Erlangung von Kundenzufriedenheit
- langfristiges und nachhaltiges Wirtschaften

2 Durchführung der Haushaltsbefragung

Um die Situation in den einzelnen Gemeinden von mehreren Perspektiven zu beleuchten, wurde zusätzlich zu den ExpertInnen-Interviews eine Haushaltsbefragung mittels quantitativem Fragebogen durchgeführt. In die Stichprobe wurden alle sieben Gemeinden miteinbezogen, in denen zuvor die ExpertInnen-Interviews gemacht wurden.

Kontaktierung der Haushalte

Zielgruppe dieser Befragung waren die Haushalte im Ortskern beziehungsweise jene in unmittelbarer Nähe der Biomasse-Anlage, da diese Siedlungen jeweils das potentielle Einzugsgebiet der Biomasse-Heizwerke darstellen. Je nach Besiedelungsdichte der Gemeinde wurde daher in kleinen Orten eine Vollerhebung durchgeführt, sofern der Ortskern 100 Privathaushalte überstieg, wurde die Erhebung anhand einer Klumpenstichprobe (Diekmann 2000) durchgeführt, um verschiedene Ortsteile zu erfassen.

Fragebögen und Retourkuverts wurden persönlich in den einzelnen Haushalten abgegeben. In den Fällen, wo niemand anzutreffen war, wurde der Fragebogen im Retourkuvert mit Begleitschreiben hinterlegt. Die postalische Rücksendung wurde ausgewählt, da die Anzahl der Haushalte insgesamt zu groß und der Fragebogen zu lang war, um die Erhebung durch persönliche Interviews durchzuführen. Auf die postalische Zusendung der Fragebögen wurde dennoch verzichtet, da das Ziel verfolgt wurde, zusätzlich zu den ExpertInnen-Interviews persönliche Eindrücke von der Gemeinde und den Reaktionen der Bewohner in Bezug auf das Thema Bioenergie zu gewinnen. Als auffallend zeigte sich während der Erhebung beispielsweise, dass die Teilnahmebereitschaft unter anderem davon beeinflusst wurde, ob jemand in einem Einfamilienhaus oder in einem Mehrparteienhaus wohnte. Die Reaktionen

von Personen in Wohnungen waren häufiger negativ als jene von Bewohnern von Einfamilienhäusern.

Gemeinden in der Stichprobe

Die Verteilung der Stichprobe nach Gemeinden fiel sehr heterogen aus. Die Größen der einzelnen Gemeindestichproben liegen zwischen n=7 und n=35. Aufgrund der unterschiedlichen Gruppengrößen wurde im Rahmen der statistischen Auswertung auf detaillierte Analysen bezüglich der einzelnen Orte verzichtet. Tabelle 51 zeigt, dass zumindest die Stichproben in den einzelnen Bezirken annähernd gleich groß sind.

Tabelle 51 Übersicht über die Stichprobe in den einzelnen Gemeinden (eigene Darstellung)

Gemeinden nach Bezirk (n=116)	Anzahl	Anteil in %
Hartberg	23	20
Feldbach	29	25
Weiz	29	25
Referenzgemeinde	35	30

Rücklaufquote

Die durchschnittliche Rücklaufquote ist mit 18% nicht ungewöhnlich niedrig für postalische Befragungen. So gibt die wissenschaftliche Literatur bei unterschiedlicher Gestaltung des Umschlages und des Fragebogens Rücklaufquoten zwischen 7% und 26% an (vgl. Diekmann 2000). Dennoch lagen die Erwartungen diesbezüglich vor der Durchführung der Erhebung durch die Studie von Obrecht (1994) höher, denn damals wurde eine Rücklaufquote von rund 40% erreicht. Diese wurde unter anderem mit der emotionalen *Aufladung* des Themas begründet. Generell entstand im Laufe der Erhebung der Eindruck, dass die Themen *Bioenergie* und *Fernwärme aus Biomasse* einerseits durch die längere Erfahrung mit dem Thema und zweitens durch den verstärkt kommerziellen Ansatz von Betreibern nicht mehr so emotional aufgeladen ist, wie es die Diskussionen vor 10 Jahren, also zur Zeit der Erhebung von Obrecht, waren. Nennenswerte Reaktionen auf die Haushaltsbefragung waren nur in Einzelfällen in Form eines persönlichen Briefes und eines Anrufs einer Privatperson zu beobachten.

Die Rücklaufquoten lagen in den verschiedenen Gemeinden zwischen 7% und 33%. Beeinflusst wurden die Rücklaufquoten sicherlich durch die unterschiedlichen Möglichkeiten, durch Aushänge auf die Studie aufmerksam zu machen und die Befragten mit Erinnerungsanrufen nochmals zur Rücksendung der Fragebogen zu bewegen. Außerdem werden Effekte aufgrund verschiedener Frankierungsarten vermutet. Andere Unterschiede in der Durchführung der Erhebung oder der Kommunikation mit der Bevölkerung konnten nicht identifiziert werden.

Online Befragung

Nachdem die postalische Erhebung eine geringere Rücklaufquote erzielte als erwartet, wurde zusätzlich noch eine Online-Version des Fragebogens an die Gemeindeämter ausgeschickt, um ihn an die Vereinsobmänner und -obfrauen der ortsansässigen Vereine weiterzuleiten. Auf diesem Wege sollten noch zusätzlich Personen erreicht werden, die in diversen Vereinen tätig sind. Diese Methode war jedoch nur im Fall einer Gemeinde erfolgreich, in der zu diesem Zeitpunkt schon ein persönlicher Kontakt zu einem Vereinsobmann bestand, der zuvor als Experte interviewt worden war. 17 Vereinsmitglieder folgten demnach der Bitte, den Fragebogen auszufüllen und zurückzuschicken. In einer weiteren Gemeinde wurden vier Fragebögen retourniert und in den anderen Ortschaften wurde kein Fragebogen zurückgeschickt, was darauf schließen lässt, dass die Fragebögen die Vereinsmitglieder nie erreicht haben.

Insgesamt wurden 116 ausgefüllte Fragebögen in die Analyse mit eingeschlossen. 95 (81,9%) davon resultieren aus der Posterhebung, zusätzliche 21 (18,1%) wurden von der Online-Erhebung hinzugefügt.

Beschreibung des Fragebogens

Wie in Tabelle 52 dargestellt ist, lässt sich der Fragebogen in acht Abschnitte unterteilen, welche je nach Thematik eine unterschiedliche Anzahl an Items und Fragedesigns beinhalten (siehe Anhang 5). Im Rahmen dieses Kapitels werden die zentralen Ergebnisse der folgenden Themenbereiche näher betrachtet. Die vollständige Auswertung sowie Details zu den statistischen Methoden sind in Kufleitner (2008) nachzulesen.

- Die ersten vier Themen des Fragebogens (*soziales Leben in der Gemeinde, persönliche soziale Netzwerke, gesellschaftliches Interesse, Vertrauen und Wohlbefinde*n) dienen der Erhebung verschiedener Indikatoren von Sozialkapital. Die unterschiedlichen Fragen zu diesem Thema zielten darauf ab, sowohl die Handlungsdimension (Netzwerk), als auch die emotionale Dimension (Vertrauen) von Sozialkapital zu erheben (vgl. Denz und Battisti 2005). Gemeinsam stellen sie die verschiedenen Komponenten des vorhandenen Sozialkapitals in einer Gemeinde dar. Dieses wird schließlich auf seinen Einfluss auf die subjektive Bewertung der Umsetzung des Biomasse-Fernwärmenetzes überprüft.

- Der Frageblock über *Energie und Heizen* stellt das Kernstück des Fragebogens dar. Er zielt darauf ab, die subjektive Einstellung der Befragten zum lokalen Biomasse-Fernwärmenetz und dessen Umsetzung zu erheben. Damit sollen Zusammenhänge zwischen dieser Bewertung und den individuellen Einstellungen der Befragten identifiziert werden. Die positive beziehungsweise negative Einschätzung des Prozesses stellt weiters auch einen wichtigen Anhaltspunkt für die Bewertung des Gesamterfolges der Umsetzung dar. Weiters werden in diesem Themenblock die individuellen Motive für oder gegen einen Anschluss erhoben (vgl. Obrecht 1994).

- Themenbereich sechs (*Klimaschutz und erneuerbare Energien*) betrifft die Einstellung der Befragten zu Klimaschutz und erneuerbaren Energien allgemein. Diese Fragen zielten darauf ab, die unterschiedlichen Dimensionen von

Umweltbewusstsein im Sinne von Information, Verantwortungsgefühl und Verhalten zu erfassen, um diese auf ihren Einfluss hinsichtlich der Entscheidungen für oder gegen Bioenergie zu überprüfen (vgl. Gehmacher und Kroismayr 2006).

- Abschließend wurden die *demographischen Angaben* der Personen abgefragt. Diese wurden ebenso auf ihren Zusammenhang mit der Einstellung zu Fernwärme aus Biomasse überprüft.

Der Fragebogen der Referenzgruppe (Gemeinde 7) war gleich aufgebaut. Nur der Themenblock bezüglich des Biomasse-Netzes wurde dahingehend modifiziert, dass in dieser Gemeinde noch keine Erfahrungen zu diesem Thema als KundInnen und AnrainerInnen gemacht wurden.

Tabelle 52 Darstellung der Themenbereiche der Haushaltsbefragung (eigene Darstellung)

Themenbereich	Inhalte
(1) Soziales Leben in der Gemeinde	- Einschätzung der Lebensqualität in der Gemeinde - Einschätzung der emotionalen Verbundenheit zum Ort - Einschätzung zur Möglichkeit der Mitgestaltung - Vereinsmitgliedschaft - Häufigkeit der Vereinstreffen - Häufigkeit der Teilnahme an Vereinstreffen - Ähnlichkeitsmerkmale der Vereinsmitglieder
(2) Persönliche soziale Netzwerke	- Intensität des sozialen Kontaktes - Unterstützung durch Personen aus dem Netzwerk - Größe des Netzwerkes
(3) gesellschaftliches Interesse	- Wahlbeteiligung - lesen von Presse - TV Konsum
(4) Vertrauen und Wohlbefinden	- Einschätzung des eigenen generalisierten Vertrauens und des Ausmaßes individualistischer Werthaltung - Vertrauen in öffentliche Institutionen
(5) Energie und Heizen	- derzeit verwendeter Brennstoff - Gründe für oder gegen den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz - Zufriedenheit mit dem Fernwärme-Bezug auf Biomasse - Vergleich mit vorherigen Heizsystemen - Einstellung zur Umsetzung des Fernwärme-Projektes in der Gemeinde
(6) Klimaschutz und erneuerbare Energien	- Einschätzung des Anstiegs bzw. Sinkens der Energienachfrage in Österreich - Angabe von Quellen, von denen Information über das Thema erneuerbare Energie bezogen werden - Einstellung zur Verantwortung für den Klimaschutz - Einschätzung des eigenen Informationsstandes über Energiesparen und Klimaschutz
(7) Szenario bezüglich Wärmedämmung bzw. Solaranlage	- eigene Durchführung von Energiesparmaßnahmen: Wärmedämmung bzw. Solaranlage - Zahlungsbereitschaft für Wärmedämmung bzw. Solaranlage - Gründe gegen eine Durchführung der genannten Energiesparmaßnahme - Beispiele für eigenes umweltbewusstes Verhalten
(8) Demographische Angaben	- Geschlecht - Alter - höchste abgeschlossene Ausbildung - Haushaltseinkommen - Beruf - durchschnittliche Arbeitszeit pro Woche - Entfernung des Arbeitsplatzes von der Wohnung - Verkehrsmittel für den Weg zur Arbeit - Zeitpunkt, seit dem man in der Gemeinde wohnt - Anzahl der Kinder - Familienstand

Bezüglich der demographischen Kennzahlen der Stichprobe ist festzustellen, dass die Männer mit einer Gruppengröße von 63 (58%) gegenüber den Frauen mit einer Anzahl von 45 (42%) überrepräsentiert sind (siehe Tabelle 53). Dies ist für Fragebogenerhebungen nichts Ungewöhnliches, schränkt jedoch die Repräsentativität der Stichprobe ein. Da dieser Effekt ausschließlich auf die Referenzgemeinde zurückzuführen ist, sind Auswertungen unter Ausschluss dieser Gruppe von dieser Verzerrung nicht betroffen.

Weiters sind höher gebildete Personen überrepräsentiert. Dies wird ebenfalls durch die Variable *Haushaltseinkommen* widergespiegelt. Durch die Kontaktierung einzelner Haushalte sind schließlich auch die jungen Alterskohorten unterrepräsentiert (vgl. Statistik Austria 2001). Daher wurde die Variable *Alter* von ursprünglich sechs auf drei Kategorien zusammengefasst. Diese Verzerrung ist jedoch nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass es vorwiegend die Gruppe der 31 bis 50-Jährigen ist, die Entscheidungen hinsichtlich des Heizsystems in einem Haushalt trifft. Diese Überrepräsentanz der EntscheidungsträgerInnen ist demnach positiv für die Aussagekraft der Ergebnisse zu werten, da sich die Befragten schon zuvor in ihrem Leben mit dem Thema Heizen und der Wahl der Energieträger auseinander setzen mussten.

Tabelle 53 Demographische Kennzahlen der Stichprobe

Merkmal	**Ausprägung**	**Anzahl**	**Anteil in %**
Geschlecht (n=108)	männlich	63	58
	weiblich	45	48
Alter (n=114)	bis 30	11	10
	31 bis 50	63	55
	älter als 50	40	35
Netto-Haushaltseinkommen (n=106)	bis € 2.000	52	49
	ab € 2.000	54	51
Ausbildung (n=111)	Pflichtschule	18	16
	Lehre	46	41
	Matura	31	28
	Akademische Ausbildung	16	14

Repräsentativität der Stichprobe

Die demographische Verteilung der Stichprobe entspricht nicht genau jener der Gesamtbevölkerung. Daher sind die Ergebnisse generell vorsichtig zu interpretieren. Positiv zu vermerken ist, dass zwischen den Gemeinden, außer bei der Verteilung des Geschlechtes, keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden. Dies wurde mit dem Kruskal-Wallis Test überprüft, der die Ähnlichkeit des Antwortverhaltens verschiedener unabhängiger Stichproben anhand ihrer mittleren Ränge vergleicht (Bühl und Zöfel 2002). Große Unterschiede zwischen

den einzelnen Gemeindestichproben würden deren Vergleichbarkeit gefährden. Das ist hier demnach nicht der Fall. Überdies liegen die Abweichungen immer in der von den Sozialwissenschaften *akzeptierten* Bandbreite von +/- 25 %. Daher wurde von einer Gewichtung einzelner Kategorien abgesehen. Um mögliche Verzerrungen zu vermeiden, wird im Fall von Unterschieden im Antwortverhalten zwischen der Post- und der Online-Erhebung im Speziellen dazu Stellung genommen. Schließlich ist noch die geringe Stichprobengröße zu erwähnen, welche in Bezug auf die Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen ist, da sie deren Verallgemeinerbarkeit einschränkt.

3 Zentrale Ergebnisse der Haushaltsbefragung

Die Fragen zum Thema *Energie und Heizen* zielten darauf ab, die subjektive Einstellung der Befragten zum lokalen Biomasse Fernwärmenetz und dessen Umsetzung zu erheben. Dafür wurde zuerst das derzeitig verwendete Heizsystem sowie die individuellen Motive für oder gegen einen Anschluss an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz erhoben. Anschließend wurden die Befragten gebeten, die Umsetzung des Biomasse-Projektes in ihrer Gemeinde anhand verschiedener Aussagen zu bewerten (vgl. Rakos et al. 1995).

3.1 Aktuelles Heizsystem

Abbildung 82 zeigt die Angaben bezüglich des aktuellen Heizsystems der Befragten in den Orten, in denen schon eine Biomasse-Fernwärmeanlage besteht. 41% von insgesamt 81 Personen gaben an, mit Öl zu heizen. Daraus lässt sich schließen, dass in den befragten Gemeinden Heizöl trotz der Existenz eines Fernwärmesystems noch immer eine starke Position hat. In der Referenzgemeinde, in der noch keine Biomasse-Anlage gebaut wurde, heizen sogar 60% der Befragten (n=35) mit Öl. An dieser Stelle muss man jedoch erwähnen, dass viele der Personen, die Öl als aktuellen Brennstoff ankreuzten, zusätzlich noch Energie aus Holz, Pellets oder Solar nützen. Das heißt, dass Heizöl vielfach in Kombination mit anderen Energieträgern verwendet wird.

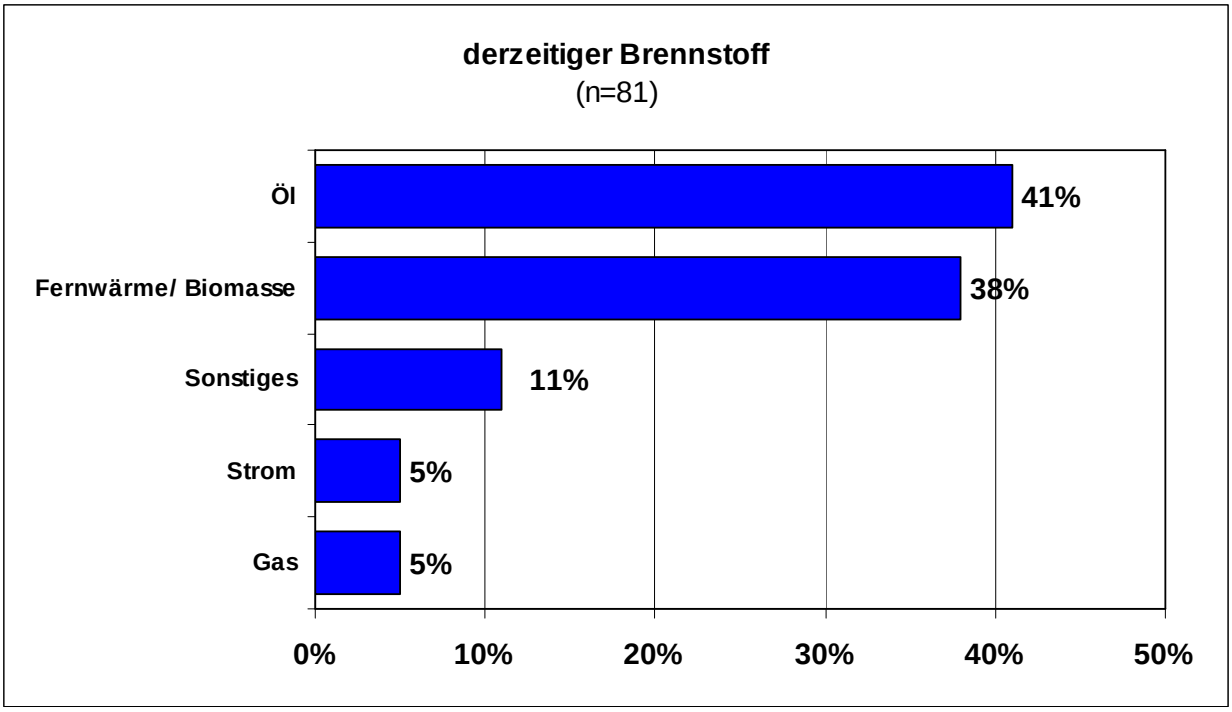


Abbildung 82 Derzeitig verwendete Energieträger (eigene Darstellung)

Die Aufstellung der in der Oststeiermark insgesamt eingesetzten Energieträger weist Öl mit 44% als wichtigste und Holz mit 37% (siehe Kapitel C 1.1.1) als zweitwichtigste Energiequelle zur Wärmeerzeugung aus. Interessanterweise fehlt die Präsenz von Holz weitgehend in den befragten Orten. Insgesamt gaben nur 7 Personen (6%) in der Kategorie *Sonstiges* an, Holz oder Hackgut als primären Energieträger zu verwenden. Weitere 9 Personen, die Öl oder Fernwärme als Hauptenergiequelle nützen, meinten, zusätzlich noch mit Holz zu heizen. Es ist aber auch zu berücksichtigen, dass nur Haushalte im Ortszentrum befragt wurden. Dezentral gelegene Landwirtschaften, welche vielfach mit eigenem Holz heizen, wurden somit nicht in die Stichprobe mit eingeschlossen. Nähere Informationen zu dieser speziellen Gruppe liefert die Studie von Rohracher et al. (1997) über die Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen in Österreich.

3.2 Motive für und gegen den Anschluss an ein Biomasse-Fernwärmenetz

In weiterer Folge ist wichtig zu wissen, welche Motive die befragten Personen hatten, sich für oder gegen den Anschluss an ein Biomasse-Fernwärmenetz zu entscheiden. Betrachtet man die Stichprobe ohne die Kontrollgruppe, so ergibt sich folgende Verteilung zwischen KundenInnen und Nicht-KundenInnen (n=80): Insgesamt geben 29 Personen (36%) an, Abnehmer der Wärme aus Biomasse zu sein. Demgegenüber stehen 51 Nicht-Kunden (64%). In weiterer Folge werden die Gruppen der KundenInnen, beziehungsweise der Nicht-KundenInnen näher beschrieben und vor allem deren Entscheidungsmotive für oder gegen einen Anschluss an das Biomasse-Fernwärmenetz sowie deren subjektive Wahrnehmungen bezüglich der Umsetzung der Fernwärme-Anlage näher analysiert. Die Kontrollgruppe ist in diesen Auswertungen

nicht enthalten, da in dieser Gemeinde noch keine Erfahrungen bezüglich Biomasse gemacht wurden.

3.2.1 KundInnen

Gründe für den Anschluss an die Fernwärme aus Biomasse

Ziel dieser Frage für Biomasse-FernwärmekundInnen war, die Motivationen der Endverbraucher für ihren Umstieg auf dieses Heizsystem näher zu analysieren. Dafür sollten die Befragten aus einer Reihe von vorgegebenen Kategorien (siehe Abbildung 83) die drei wichtigsten Motive für ihren Anschluss an das Fernwärmenetz angeben. Abbildung 83 zeigt die unterschiedlichen Kategorien, welche die Befragten als Gründe für ihren Anschluss an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz nannten. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass Mehrfachnennungen möglich waren. Befragte, welche angaben, dass sie selbst keinen Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen Biomasse hatten, wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

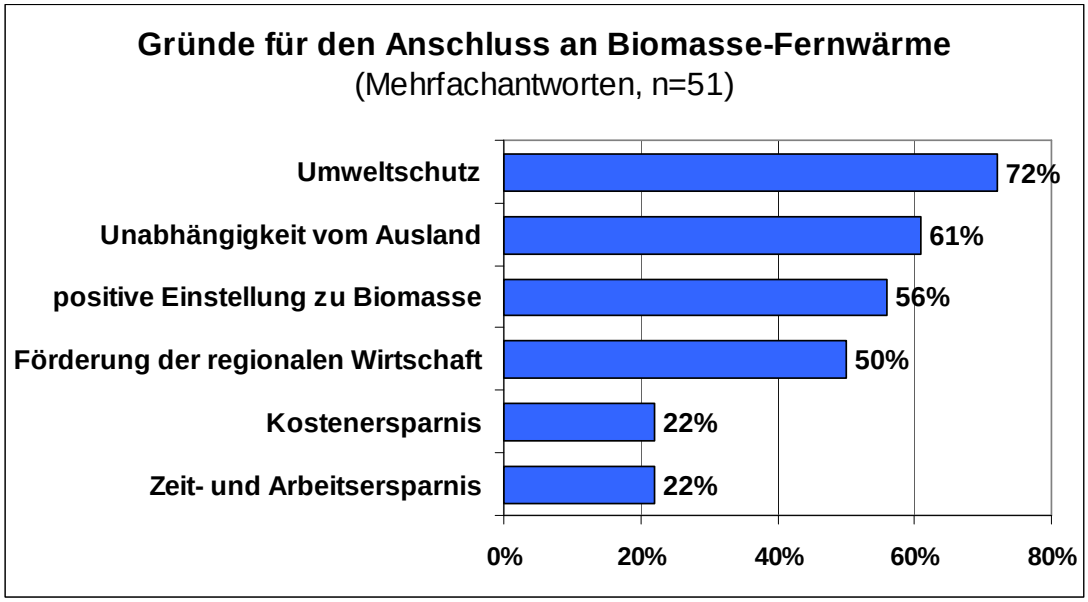


Abbildung 83 Gründe für den Anschluss an Biomasse-Fernwärme (eigene Erhebung und Darstellung)

Die häufigsten Motive (n=51), warum sich die Befragten für dieses Heizsystem entschieden haben, sind *Umwelt- und Naturschutz* (72 %), *Unabhängigkeit von Energie aus dem Ausland* (61 %), *positive Einstellung gegenüber Biomasse* (56 %) sowie die *Förderung der regionalen Wirtschaft* (50 %). Die Kategorien *Kostenersparnis* (22 %) und *Zeit- und Arbeitsersparnis* (22 %) sind interessanter Weise wesentlich geringer besetzt. Dieses Ergebnis zeigt, dass Faktoren auch jenseits einer reinen Kostenabwägung, wie z.B. gesellschaftlicher Nutzen oder Versorgungssicherheit, als wichtige Einflussfaktoren einer Entscheidung für oder gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz zu berücksichtigen sind. Erstaunlich ist, dass keine einzige Nennung auf die Kategorie *öffentliche Förderungen* entfiel, die im Antwortkatalog enthalten war.

Bei der hohen Anzahl an Nennungen der Kategorien *Umweltschutz* und *Förderung der regionalen Wirtschaft* ist sicherlich zu berücksichtigen, dass das Antwortverhalten durch den Effekt der sozialen Erwünschtheit (Diekmann 2000) verzerrt sein könnte. Das bedeutet, dass Menschen dazu tendieren, Aussagen in Befragungen zuzustimmen, die von der Gesellschaft generell als positiv bewertet werden.

Der Vergleich der Ergebnisse der Haushaltsbefragung mit jenen der Interviews der ExpertInnen zeigt, dass sich die genannten Argumente für Fernwärme aus Biomasse im Wesentlichen decken. Die von den ExpertInnen genannten Kategorien waren *regionale Wertschöpfung, Kosten, Umweltschutz, Komfort* und *Raumgewinn*. Der *Raumgewinn* innerhalb des Hauses, welcher durch das Austauschen eines großen Öltanks gegen eine kleine Übergabestation für die Fernwärme aus Biomasse entsteht, wurde nicht explizit im Fragebogen berücksichtigt und stellt wahrscheinlich eher einen Zusatznutzen für Kunden dar, als dass er ein wesentlicher Grund für oder gegen einen Anschluss wäre. Der Aspekt der Versorgungssicherheit im Sinne von *Unabhängigkeit vom Ausland* als Entscheidungskriterium für den Fernwärme-Anschluss wurde jedoch von den ExpertInnen gar nicht genannt, wohingegen die Haushaltsbefragung die Relevanz dieses Aspektes bei der Entscheidung für die Fernwärme aus Biomasse aufzeigt.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit jenen von Obrecht (1994)[31], so erkennt man, dass auch damals die Kategorien *Umweltschutz* und die Aussagen bezüglich regionaler Wertschöpfung, wie *Unterstützung der Bauern* oder *das Geld bleibt in der Region* an erster Position lagen. Interessanterweise hatte der Komfort-Aspekt, wie *Zeit- und Arbeitsersparnis* sowie *gleichmäßige Wärmeversorgung*, den gleich hohen Stellenwert. Dieser erreichte in der aktuellen Befragung nur mehr die sechste Stelle der Motive.

Dem gegenüber ist den Befragten zurzeit die *Versorgungssicherheit* wichtiger. 1994 lag die Kategorie *Unabhängigkeit von überregionalen Energielieferanten* erst an fünfter Stelle der Entscheidungskriterien nach *Umweltschutz, Komfort, regionaler Wertschöpfung* und *öffentlicher Förderung*. Nun ist sie nach Umweltschutz am zweitwichtigsten. Die Veränderung hin zur aktuellen Rangfolge spiegelt sehr schön die internationalen Entwicklungen beziehungsweise die Themen der öffentlichen Diskussion wider. Durch die aktuelle Debatte bezüglich der Energieversorgungssicherheit ist die Kategorie *Unabhängigkeit vom Ausland*, abgesehen vom *Umweltschutz*, an die erste Stelle der Entscheidungskriterien gewandert.

Die Kategorie *Kostenersparnis* war im Fragebogen von Obrecht (1994) nicht enthalten. Direkte Vergleiche sind daher diesbezüglich nicht möglich. Die Einführung dieser Kategorie hat aber mit dazu beigetragen, dass keine(r) der aktuell befragten KundInnen die Kategorie *öffentliche*

[31] Auf eine genaue Angabe der Prozentwerte wird hier verzichtet, da in der Studie von Obrecht (1994) keine Limitierung der Nennungen vorgenommen wurde. In der aktuellen Befragung waren die Antworten auf maximal drei beschränkt. Dadurch ist in diesem Zusammenhang nur eine Gegenüberstellung der Rangplätze, nicht aber der genauen Prozentwerte sinnvoll.

Förderungen angab. Denn beide erfassen finanzielle Vorteile, die man sich durch den Anschluss an die Fernwärme erwartet.

Kosten der Fernwärme aus Biomasse im Vergleich zum vorherigen Heizsystem

7 KundInnen (32 %) gaben an, dass ihre Heizkosten durch den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz im Vergleich zu ihrem vorherigen Heizsystem gesunken sind (n=22). Mehr als die Hälfte der Befragten (59 %) sagte, dass die Kosten in etwa gleich geblieben sind und nur zwei Personen (9 %) meinten, die Kosten seien durch den Bezug der Fernwärme gestiegen.

Der Vergleich mit den Ergebnissen von Obrecht (1994) zeigt, dass die Einschätzung der laufenden Kosten durch den Bezug von Fernwärme aus Biomasse heutzutage deutlich positiver ausfällt als damals. Dies ist nicht zuletzt auf die Verteuerung von Heizöl in den letzten Jahren zurückzuführen. In der Befragung von Obrecht (1994) waren es über 80 % der interviewten KundInnen, die meinten, dass die Kosten für Fernwärme aus Biomasse *deutlich höher* beziehungsweise *etwas höher* als jene für ihr vorheriges Heizsystem waren. Jetzt sind es nur noch 9 % der Befragten, die meinen, dass ihre Kosten durch den Fernwärmebezug gestiegen seien.

Zufriedenheit mit der Fernwärme aus Biomasse

Nahezu alle (91%) befragten KundInnen (n=22) sind sehr zufrieden oder zufrieden mit der Fernwärme aus Biomasse. Nur zwei Personen haben eine neutrale Einstellung diesbezüglich und niemand sagte, nicht mit diesem Heizsystem zufrieden zu sein. Vergleicht man dieses positive Ergebnis mit der Einschätzung der laufenden Kosten durch die Fernwärme aus Biomasse, so erkennt man, dass der Großteil der Befragten keinen finanziellen Vorteil aus ihrem neuen Heizsystem erkennen kann. Dies bestätigt die Interpretation, dass weniger Kostengründe, sondern eher qualitative Faktoren, wie die Versorgungssicherheit oder Komfortaspekte, ausschlaggebend für den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz sind. Denn auch mit etwas gleich bleibenden Kosten sind nahezu alle KundInnen zufrieden mit ihrem Wärmebezug.

3.2.2 Nicht-KundInnen

Im Gegensatz zur Studie von Obrecht (1994) wurden hier auch GemeindebewohnerInnen befragt, die nicht an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz angeschlossen sind. Denn nicht nur aus den individuellen Motiven *für*, sondern auch aus jenen *gegen* einen Anschluss kann man viel für den künftigen Umgang mit Biomasse-Projekten lernen.

Gründe gegen den Anschluss an die Fernwärme aus Biomasse

Auf die Frage nach ihrem aktuellen Heizsystem gaben 61% der Nicht-KundInnen (n=51) an, derzeit mit Öl zu heizen. Die restlichen 39% nannten zu annähernd gleichen Teilen die Kategorien Gas, Strom und Holz als aktuellen Energieträger. Einzelnennungen entfielen auf Pellets, Hackgut und Fernwärme aus Erdgas. In einem weiteren Schritt wurden die befragten

Nicht-KundInnen gebeten, aus einer Reihe von vorgegebenen Kategorien die drei wichtigsten Motive für ihre Entscheidung gegen einen Anschluss an das Fernwärmenetz zu wählen.

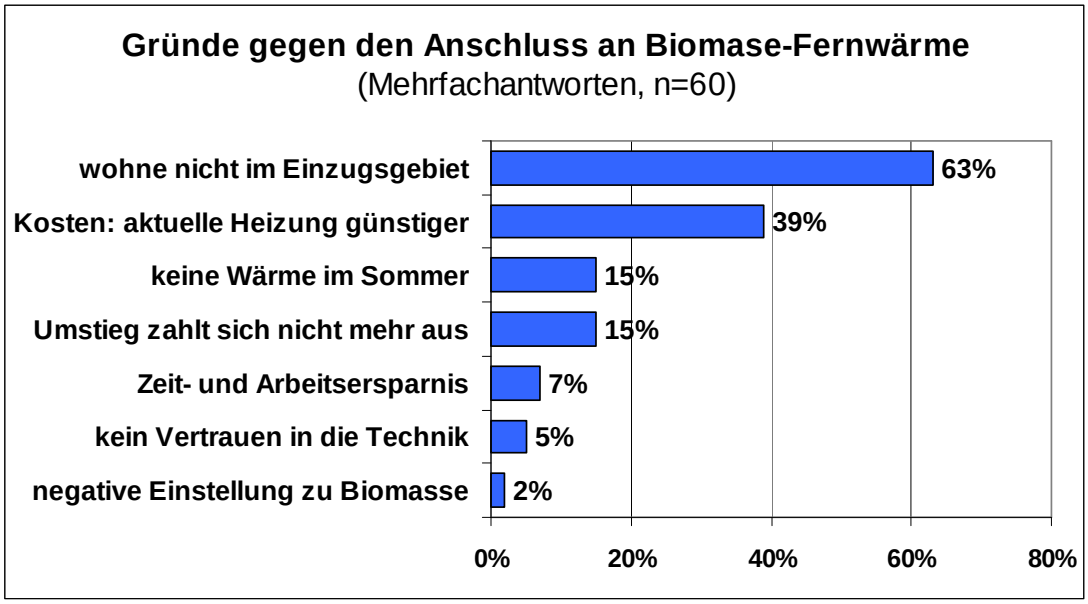


Abbildung 84 Gründe gegen den Anschluss an Biomasse-Fernwärme (eigene Erhebung und Darstellung)

Als Motiv für den nicht-Umstieg wurde zu 39 % (n=60) auf die niedrigen Kosten des aktuellen Heizsystems verwiesen. Der Anschluss an das lokale Fernwärmenetz wird demnach von vielen Befragten als finanzielle Belastung gesehen, die sie nicht auf sich nehmen können oder wollen. Deutlich seltener (15 %) wurde angegeben, dass sich ein Systemwechsel *nicht mehr auszahlen würde*, beziehungsweise, dass das lokale Biomasse-Fernwärmenetz *keine Wärme im Sommer* liefert (15 %). Mit nur 7 % der Nennungen hat die *Zeitersparnis* durch die aktuelle Heizung eher wenig Relevanz. Ebenso scheinen weder *fehlendes Vertrauen in die Technik von Biomasseheizungen* (5 %) noch eine *negative Einstellung gegenüber Biomasse* (2 %) wesentliche Barrieren für einen Anschluss an das Biomasse-Fernwärmenetz darzustellen.

Die meisten Nennungen (63 %) entfielen jedoch darauf, *nicht im Einzugsgebiet des Biomassenetzes* zu wohnen. Der Anteil der Zustimmung zu dieser Aussage in den einzelnen Gemeinden ergab, dass hauptsächlich Personen aus den Gemeinden 3 und 6 diese Kategorie ankreuzten. Die hohe Anzahl an Nennungen ist daher im Wesentlichen auf zwei gegensätzliche Gründe zurückzuführen:

- Gemeinde 6 ist ein Beispiel dafür, dass die Nachfrage nach Anschlüssen an das Fernwärmenetz zwar sehr hoch ist, dieses jedoch von der Betreiberfirma nur nach und nach vergrößert werden kann (siehe Kapitel F 1.4.6). Grundsätzlich beginnt der Großteil der Anlagenbetreiber mit einer kleineren Anzahl an Abnehmern als es für die Maximalauslastung geplant ist. Danach kann das Netz je nach Anlagenleistung und Nachfrage Schritt für Schritt vergrößert werden.

- Die Gemeinde 3 stellt eher den umgekehrten Fall dar. Durch Diskussionen und *politisches Geplänkel* während der Projektumsetzung (siehe Kapitel F 1.4.3) wurden die beiden Netzwerke im Ort wesentlich kleiner und mit weniger Abnehmern umgesetzt, als es ursprünglich geplant und mit mehr Nachfrage auch realisierbar gewesen wäre. Dadurch umspannt das Einzugsgebiet der aktuellen Ausführung der Netzwerke auch nicht den gesamten Ortskern.

Das Einzugsgebiet der Fernwärmeanlage ist somit einerseits von technisch-strukturellen Rahmenbedingungen beschränkt. Andererseits ist seine Größe aber auch von Kommunikationsprozessen während der Umsetzung abhängig, da in jeder Gemeinde über verschiedene Versionen der Anlage (Standorte, Leistung, Abnehmer) diskutiert wird. Wesentlich für ein möglichst großes Netzwerk ist demnach auch, wie Konflikte zwischen den Interessensgruppen in der betreffenden Gemeinde gemeistert werden. Dies ist also eine Systembegrenzung, die nicht nur von den technischen Gegebenheiten, sondern auch vom Verhalten der Initiatoren sowie der Einstellung der KundInnen abhängig ist.

Im Vergleich zu den Argumenten gegen einen Fernwärmeanschluss, die in der Haushaltsbefragung angegeben wurden, verwiesen die ExpertInnen auf folgende Gründe, die häufig von Biomassegegnern genannt werden: *hohe Kosten*, *Emissionen*, *Misstrauen in die Technik*, *Misstrauen in den Betreiber* und *Abhängigkeit vom Betreiber* (siehe Kapitel F 1.5.4). Das von den ExpertInnen genannte Kostenargument ist auch in der Haushaltsbefragung dominant: Abgesehen von der Einzugsgebietsproblematik wird die hohe Kostenbelastung als eines der häufigsten Gegenargumente in der Haushaltsbefragung genannt. Die Kategorie *keine Wärme im Sommer* des Fragebogens entspricht der Thematik der Abhängigkeit vom Betreiber, die von den ExpertInnen angesprochen wurde. In diesem Punkt ergeben die beiden Erhebungsmethoden ebenso ein ähnliches Bild. Das *Misstrauen in die Technik*, das von den ExpertInnen angesprochen wurde, konnte in der Haushaltsbefragung jedoch nicht bestätigt werden. Dieses ist mit nur zwei Nennungen marginalisiert. Das *Misstrauen in die Fähigkeiten des Betreibers* wurde in der Haushaltsbefragung nicht dezidiert abgefragt. Daher kann an dieser Stelle kein Vergleich durchgeführt werden.

Stellt man innerhalb der Haushaltsbefragung einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der KundInnen und der Nicht-KundInnen an, so kann man erkennen, dass die Kosten eher als Argument *gegen* und weniger als Grund *für* den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz genannt wurden. Die Reduktion der Investitionskosten zum Zeitpunkt des Anschlusses durch rückzahlbare Darlehen beziehungsweise Förderungen kann also dazu beitragen, dass dieses Hemmnis beseitigt wird und qualitative Vorteile der Biomasse, wie die Umweltverträglichkeit, der Komfort oder die regionale Wertschöpfung wichtiger für die EntscheidungsträgerInnen werden.

3.3 Die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung

Abgesehen davon, ob die Befragten an das lokale Fernwärmenetz angeschlossen sind oder nicht, haben sie als Mitglieder der Gemeindebevölkerung eine gewisse Einstellung zur

Umsetzung der Biomasseanlage als kollektiven Prozess. Daher wurden sowohl KundInnen als auch Nicht-KundInnen der lokalen Biomasse-Fernwärme gefragt, ob sie den Umsetzungsprozess der Fernwärmeanlage eher als positiv oder negativ erlebt haben. Behandelt wurden in diesem Zusammenhang vor allem Aussagen über das Konfliktpotential im Ort und das Verhalten der wesentlichen Entscheidungsträger in der Gemeinde. Die einzelnen Aussagen bezüglich der Biomasse-Fernwärmeumsetzung und ihr jeweiliger Anteil an Zustimmung ist Abbildung 85 zu entnehmen. Dafür wurden die Kategorien *stimme zu* und *stimme eher zu* der fünf-stufigen Bewertungsskala zusammengefasst. Die Referenzgruppe (Gemeinde 7) wurde hier nicht in die Analyse miteinbezogen, da in diesem Ort noch keine Biomasse-Anlage umgesetzt wurde.

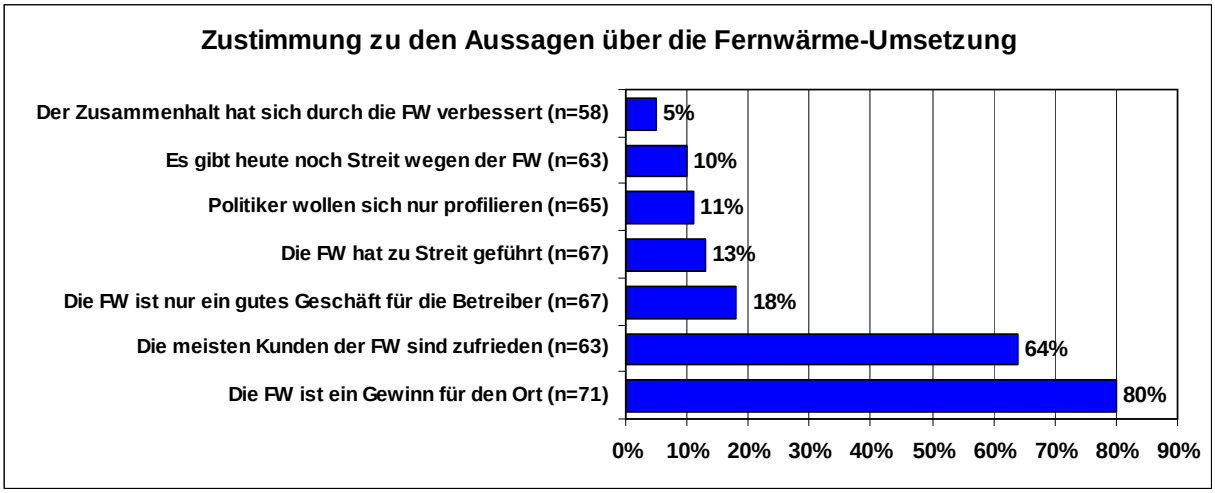


Abbildung 85 Zustimmung zu den Aussagen über die Fernwärme-Umsetzung (FW…Fernwärme) (eigene Darstellung)

Mit Abstand die meiste Zustimmung (80 %) erhielt die Aussage *die Fernwärmeanlage ist ein Gewinn für den ganzen Ort*. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Fernwärme aus Biomasse von den Befragten grundsätzlich positiv bewertet wird. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Studie von Obrecht (1994), wobei damals sogar 92 % der befragten Personen dieser Aussage zustimmten. Den zweithöchsten Anteil an Zustimmung, nämlich 64 %, erfuhr die Aussage *die meisten KundInnen der Fernwärmeanlage in der Gemeinde sind zufrieden.*

Alle anderen Aussagen über die Umsetzung des lokalen Fernwärmenetzes wurden wesentlich seltener bejaht. 18% der Befragten sagten, *die Betreiber wollen eigentlich nur ein gutes Geschäft machen*. Die Zustimmung zu dieser Aussage war im Jahr 1994 mit 23 % (Obrecht 1994) noch etwas höher. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die laufenden Kosten für den Bezug von Wärme aus Biomasse im Vergleich zu anderen Energieträgern damals noch wesentlich höher waren als es heute der Fall ist. Dadurch wurde den Betreibern noch stärker vorgeworfen, sich am Verkauf der Wärme bereichern zu wollen. Auch der Standpunkt *durch die Fernwärmeanlage wollen sich einige Politiker profilieren* wurde mit 11 % von sehr wenigen vertreten.

Das Konfliktpotential während der Umsetzung und zum Zeitpunkt der Erhebung wurde über alle Gemeinden hinweg als gering eingeschätzt. So stimmten nur 13 % der Befragten der Aussage zu, dass *die Fernwärmeanlage zu Streitereien im Dorf geführt hat* und 10 % glauben, dass *im Ort über die Fernwärmeanlage heute noch viel gestritten wird.* Obwohl die Projekte grundsätzlich als konfliktarm erlebt wurden, kann jedoch nicht behauptet werden, sie hätten einen direkten positiven Einfluss auf die Atmosphäre in den Gemeinden gehabt. Nur 5 % der Befragten stimmten der Aussage zu, dass sich *seit der Einführung der Fernwärmeanlage der Zusammenhalt in der Gemeinde verbessert hat*. Man kann demnach zwar annehmen, dass eine Projekt-Umsetzung von Fernwärmeanlagen in Gemeinden mit viel Zusammenhalt und sozialem Leben eher gelingt als in jenen, in denen dies nicht vorherrscht (vgl. Obrecht 1994). Eine positive Wirkung auf die Atmosphäre in der Gemeinde, die vom Umsetzungs-Prozess selbst ausgeht, wurde von Befragten jedoch nicht beobachtet.

Generell war die Zustimmung zu den Aussagen über die Fernwärmeanlage in den verschiedenen Gemeinden recht ähnlich. Ein Vergleich der Orte untereinander zeigte nur in der Einschätzung der KundInnenzufriedenheit und in der Beurteilung der Politiker signifikant unterschiedliche Niveaus der Zustimmung. Interessant hierbei ist, dass sich die Ergebnisse der Haushaltsbefragung mit den Aussagen der ExpertInnen der jeweiligen Gemeinden decken. Die Aussage *durch die Fernwärmeanlage wollen sich einige Politiker profilieren* erfuhr in Gemeinde 3 die höchste Zustimmung. Eine Begründung dafür lässt sich in den Aussagen der ExpertInnen finden (siehe Kapitel F 1.4). Diese sagten, dass die Umsetzung in Gemeinde 3 durch eine starke *Politisierung* des Themas charakterisiert war. Für den Stichprobenvergleich wurde der Kruskal-Wallis-Test herangezogen, welcher anhand der mittleren Ränge signifikante ($p \leq 0{,}07$) Unterschiede im Antwortverhalten der Gemeinden identifizieren konnte. Diese Methode wird angewandt, wenn die Normalverteilung der betreffenden Items nicht gewährleistet ist und folglich ein Vergleich der Rangreihen bessere Ergebnisse liefert als ein Mittelwertvergleich (Bühl und Zöfel 2002). Ebenso zeigten sich signifikante Unterschiede ($p \leq 0{,}017$) in der Zustimmung zur Aussage *die meisten KundInnen der Fernwärmeanlage in der Gemeinde sind zufrieden.* Am geringsten war die Zustimmung zu dieser Aussage neben der Gemeinde 5 in Gemeinde 3. Offen ausgetragene Konflikte und Misstrauen zwischen den verschiedenen Interessensgruppen hinterlassen also ihre Spuren in den Aussagen der Bevölkerung zum Umsetzungsprozess. Die Ergebnisse der Haushaltsbefragung und die Aussagen der ExpertInnen sind diesbezüglich konsistent.

Um weitere Analysen zur Überprüfung von Zusammenhängen zu ermöglichen, wurden die einzelnen Aussagen über die Fernwärme-Umsetzung schließlich zu einer Variablen zusammengefasst. Dafür wurde eine Form der Faktorenanalyse, nämlich die Hauptkomponentenanalyse, angewandt. Diese dient dazu, mehrere Items aufgrund der Korrelationen zwischen ihnen, auf eine geringe Anzahl von Sammelbegriffen zu reduzieren (Backhaus 2003). Die große Anzahl bivariater Korrelationen zwischen den einzelnen Variablen legte in diesem Fall nahe, dass eine Dimensionsreduktion sinnvoll ist. Schließlich wurde der Faktor *Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung* unter Ausschluss der Aussagen *die meisten KundInnen der Fernwärmeanlage in der Gemeinde sind zufrieden* und *der Zusammenhang hat sich durch die Fernwärme verbessert* extrahiert, da dieses Ergebnis die beste Modellgüte

vorwies.[32] Da in diesem Faktor hauptsächlich negative Aussagen enthalten sind, wurde er zum besseren Verständnis in entgegen gesetzter Richtung umkodiert, sodass er sich folglich als *positive Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung* interpretieren lässt (für nähere Erläuterungen siehe Kufleitner 2008). Inhaltlich wurde durch diese Umformung nichts verändert (vgl. Bühl und Zöfel 2002).

Der Vergleich der Gemeinden untereinander anhand eines Kruskal-Wallis-Tests ergab, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Orten bezüglich der Zustimmung zum Faktor *Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung* bestehen ($p \leq 0{,}12$). Das bedeutet, dass die Aussagen zur Fernwärme-Umsetzung insgesamt in den verschiedenen Orten recht ähnlich ausgefallen sind und Unterschiede nur in Bezug auf einzelne Aussagen auszumachen sind. Wie schon erwähnt betrifft das die Einschätzung der Zufriedenheit der KundInnen und die Beurteilung der Politiker in den jeweiligen Orten.

Im folgenden Kapitel wird der Faktor über die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung als abhängige Variable betrachtet, wobei der Einfluss von mehreren erklärenden Variablen auf diesen Faktor getestet wird.

3.4 Einflussfaktoren auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung

Die weiteren Analysen zielen darauf ab, Zusammenhänge zwischen der Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung und einzelnen Einflussfaktoren zu prüfen, die im Rahmen der Haushaltsbefragung erhoben wurden. Als erstes wurde der Effekt demographischer Variablen auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung geprüft. Weiters wurde die Wirkung von individuellen Einstellungen und Information zum Thema Klimaschutz betrachtet. Schließlich wurden auch Sozialkapitalindikatoren auf ihren Einfluss hin untersucht.

3.4.1 Einfluss demographischer Variablen auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung

Die Studie von Obrecht (1994) ergab, dass ältere Menschen die Umsetzung der Fernwärmeanlage als weniger konfliktreich erleben. Demnach wurde ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Befragten und einer positiven Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung vermutet.

Ein Zusammenhang zwischen dem *Alter* und dem Faktor *Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung* wurde nicht bestätigt. Der Kruskal-Wallis-Tests (Bühl und Zöfel 2002) ergab jedoch annähernd signifikante Unterschiede ($p \leq 0{,}052$) zwischen den Alterskohorten bezüglich der Einschätzung, dass *die Fernwärmeanlage zu Streitereien im Dorf geführt hat*. Diese Aussage wurde vor allem von den Befragten zwischen *31 und 50 Jahren* bejaht. Sowohl die

[32] Die gesamte Stichprobeneignung ist gemäß des Kaiser-Meyer-Ohlin Kriteriums (KMO=0,82) „verdienstvoll". Der Anteil der erklärten Varianz liegt bei R^2=61,71 %. Weiters ist die Eignung aller Variablen gemäß des Kaiser-Mayer-Ohlin-Kriteriums als „ziemlich gut" bis „verdienstvoll" einzustufen. Die Faktorladungen der einzelnen Variablen sind mit Beträgen ≥0,66 als aussagekräftig zu betrachten (vgl. Backhaus 2003).

Gruppe *unter 30 Jahren* als auch jene Personen *über 50 Jahren* wiesen diesbezüglich eine wesentlich geringere Zustimmung auf. Wenn man davon ausgeht, dass es am häufigsten Personen zwischen 31 und 50 Jahren sind, welche Entscheidungen für den Haushalt bezüglich der verwendeten Energieträger machen, so ist es naheliegend, dass diese Altersgruppe am stärksten in den Entscheidungsprozess innerhalb der Gemeinden involviert ist. Demnach entspricht die Interpretation von Obrecht (1994) auch diesem Ergebnis. Weiters ergab sich eine signifikante ($p \leq 0{,}035$) negative Korrelation zwischen der Aussage, dass sich der *Zusammenhalt durch die Fernwärme verbessert habe* und dem Haushaltseinkommen ($r = -0{,}293$). Personen, die einem Haushalt mit geringerem Einkommen angehören, bejahen diese Aussage demnach öfter. Gemessen wurde dieser Zusammenhang mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman. Dieser kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei Korrelationen zwischen 0,2 und 0,5 als *gering* einzustufen sind (vgl. Bühl und Zöfel 2002).

Ein kausaler Einfluss der demographischen Variablen auf die Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung konnte in der multivariaten Analyse nicht bestätigt werden. Dafür wurde eine lineare Regression durchgeführt. Diese wird generell dazu eingesetzt, die Beziehung zwischen einer abhängigen und mehreren unabhängigen Variablen zu testen. Hierbei wird eine kausale Beziehung zwischen der abhängigen Variablen und den jeweiligen Prädiktoren unterstellt, die anschließend mittels der Signifikanz überprüft wird (vgl. Backhaus 2003). Die Beziehungen zwischen den demographischen Variablen und der Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung erreichten kein signifikantes Niveau. Die Einstellung bezüglich der Projektumsetzung der Biomasseanlage hängt insgesamt also nicht davon ab, welcher Einkommensschicht oder Altersgruppe jemand angehört.

3.4.2 Einfluss von Wissen und Einstellungen zum Umweltschutz auf die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung

In der Umweltforschung geht man davon aus, dass das Umwelthandeln auf der individuellen Ebene vom Wissen sowie den Emotionen, Interessen und Wertorientierungen der Akteure beeinflusst wird (vgl. Haller und Troy 2003). In Zusammenhang mit der Umsetzung von Biomasse-Fernwärmeanlagen wird daher vermutet, dass Personen, die eher umweltbewusst sind, generell positiv gegenüber erneuerbaren Energien eingestellt sind und sich demnach stärker positiv über die Fernwärme aus Biomasse in der betreffenden Gemeinde äußern.

Beschäftigt man sich mit dem Einfluss von Umweltbewusstsein auf das konkrete Handeln von Individuen, so muss man sowohl rationales Umweltwissen, als auch emotionale Einstellungen und Werte bezüglich Umweltschutz berücksichtigen (vgl. Gehmacher 2006).

Das subjektiv empfundene Wissensniveau der Befragten wurde durch die Aussage *ich fühle mich gut informiert über Methoden zum Energiesparen* erhoben. 72 % der befragten Personen (n=108) stimmten diesem Satz zu. Unterschiede zwischen den Gemeinden konnten diesbezüglich nicht festgestellt werden. Weiters sollten die Befragten angeben, wie aktiv sie ihre Gemeinde hinsichtlich des Klimaschutzes empfinden. Der Satz *in meiner Gemeinde gibt es viele Aktionen und Initiativen zum Thema Klimaschutz und erneuerbare Energien* wurde mit 42% deutlich seltener bejaht als die Aussage zum eigenen Umweltwissen (n=108).

Ein Zusammenhang zwischen den Aussagen bezüglich Information und den demographischen Variablen konnte nicht gefunden werden. Ob sich die Befragten gut informiert fühlen, ist also nicht von Alter, Geschlecht, Ausbildung oder Haushaltseinkommen abhängig. Eine signifikante ($p \leq 0{,}03$) Korrelation von $r=0{,}26$ besteht jedoch zwischen der Aussage, dass sich jemand gut über Energiesparmaßnahmen informiert fühlt, und der Einschätzung, dass in der Gemeinde viele Aktivitäten zum Thema Klimaschutz gemacht werden. Weiters bestätigte der Gruppenvergleich anhand des Kruskal-Wallis Tests signifikante Unterschiede zwischen den Gemeinden in Bezug auf das Informationsniveau ($p \leq 0{,}03$) sowie bezüglich der Aktivitäten der Gemeinden ($p \leq 0{,}005$). Diese Ergebnisse zeigen, dass noch viel Potential offen ist, die Gemeindebevölkerung durch Initiativen für das Thema erneuerbare Energien zu interessieren. Warum das Umweltwissen der Bevölkerung und die Aktivitäten der Gemeinden wichtige Aspekte für konfliktarme Umsetzungen von Fernwärme-Projekten sind, wird in Abbildung 86 dargestellt.

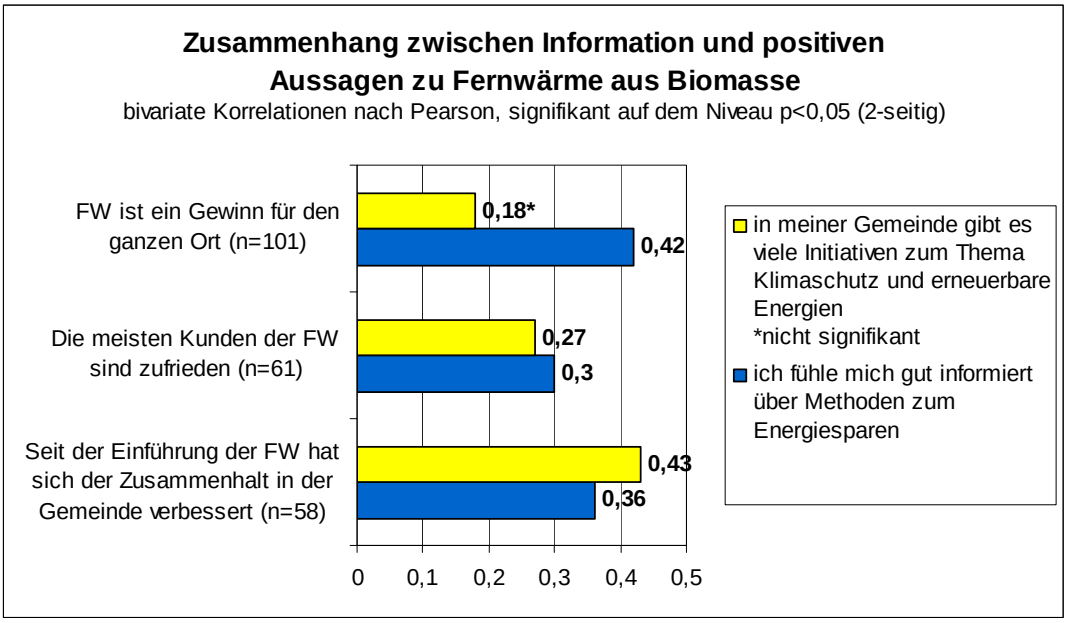


Abbildung 86 Zusammenhang zwischen Information und positiven Aussagen zu Fernwärme (FW) aus Biomasse (eigene Darstellung)

Die Länge der Balken repräsentiert die Stärke des Zusammenhangs zwischen einzelnen positiven Aussagen über die Umsetzung der Fernwärme aus Biomasse einerseits und der Einschätzung des eigenen Umweltwissens sowie die Aktivitäten der Gemeinde andererseits. Alle ausgewiesenen Korrelationen sind statistisch signifikant mit Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p<0{,}05$. In diesem Fall wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson verwendet, da nur Items mit 5-stufiger Skala betroffen waren (vgl. Bühl und Zöfel 2002). Die Berechnung anhand des Rangkorrelationsmaßes nach Spearman führt zu gleichen Ergebnissen mit geringen Unterschieden in den Effektstärken.

Man sieht, dass sich Befragte insgesamt positiver gegenüber der Fernwärme aus Biomasse äußerten, wenn sie sich besser informiert fühlten und wenn sie das Gefühl hatten, dass viel zum

Thema Klimaschutz und erneuerbare Energien in ihrer Gemeinde gemacht wird. Daraus kann man schließen, dass es Gemeinden in der Umstellung hin zu erneuerbarer Energie und einer nachhaltigen Lebensweise grundsätzlich helfen kann, die Bevölkerung zu informieren und diese durch verschiedenste Initiativen auf das Thema aufmerksam zu machen. Denn Personen, die sich besser informiert fühlen, stehen der Umsetzung eher positiv gegenüber, was dazu führt, dass Projekte reibungsloser durchgeführt werden können.

Auch in der multivariaten Analyse wurde der Einfluss von Umweltwissen auf die positive Einschätzung der Biomasse-Fernwärmeanlage bestätigt. Anhand einer linearen Regression wurde die Abhängigkeit der Aussage *die Fernwärmeanlage ist ein Gewinn für den ganzen Ort* mit mehreren erklärenden Variablen überprüft.[33] Der Einfluss des Informationsstandes der Befragten erreichte als einziger ein signifikantes Niveau ($p \leq 0{,}01$). Weiters zeigt sein Beta-Wert ($\beta = 0{,}394$) dass diese Variable einen starken Einfluss auf die abhängige Variable hat.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Faktor *Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung* und dem Umweltwissen der Befragten wurde nicht identifiziert. Dies ist nachvollziehbar, da in dem Faktor vor allem Aussagen enthalten sind, welche das Konfliktpotential beziehungsweise das Verhalten der Initiatoren betreffen. Festzuhalten bleibt also, dass die dezidiert positiven Aussagen über die Fernwärme aus Biomasse verstärkt von Personen geäußert wurden, welche ein höheres Umweltwissen hatten.

Zusätzlich zum Wissen der Befragten wurde ihre Einstellung zum Thema Klimaschutz erhoben. Demnach sind 89 % der Befragten (n=104) der Meinung, dass *die Verantwortung, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen, bei der Bevölkerung liegt*. Interessanterweise ist die Zustimmung zu den Aussagen *die Verantwortung, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen liegt bei der Wirtschaft bzw. Politik* mit 87 % bzw. 88 % annähernd gleich hoch. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Befragten die Verantwortung für den Umweltschutz nicht an Entscheidungsträger in der Wirtschaft beziehungsweise Politik *abschieben*, sondern die Einstellung vorherrscht, dass alle drei Gruppen gleichermaßen Verantwortung für das Thema Umweltschutz übernehmen müssen. Weiters zeigt die relativ geringe Zustimmung von nur 20 % zur Aussage *als einzelne Person ist es mir unmöglich, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen*, dass der Großteil der Befragten (n=112) sich durchaus bewusst ist, dass jeder einen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann. Ein Zusammenhang zwischen dem Verantwortungsgefühl der Befragten und ihrer Einstellung zur Umsetzung der Biomasse-Fernwärmeanlage konnte jedoch nicht bestätigt werden.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Aussagen der ExpertInnen, so erhält man ein konsistentes Bild. Denn mit beiden Erhebungsmethoden wurde *Information und*

[33] Die lineare Regression erreicht ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 24$ % und ist signifikant auf dem Niveau $p \leq 0{,}001$ (für Signifikanzniveaus vgl. Backhaus 2003). Erklärende Variablen, die in das Modell eingeschlossen wurden sind die Aussage *„ich fühle mich gut informiert über Energiesparmaßnahmen“* sowie die Faktoren *„generalisiertes Misstrauen“* und *„emotionale Verbundenheit mit der Heimatgemeinde“*.

Kommunikation mit der Bevölkerung als essentiell für das Gelingen von Umsetzungsprozessen von Biomasse-Fernwärmeanlagen identifiziert.

3.4.3 Einfluss von Sozialkapitalindikatoren auf die Bewertung der Fernwärme-Umsetzung

Von vielen Autoren wurde der soziale Kontext als *missing link* zwischen dem rationalen Umweltwissen von Akteuren und ihren Handlungen identifiziert (vgl. Haller und Troy 2003, Gehmacher 2006). Weiters wurde nachgewiesen, dass sich der soziale Zusammenhalt in Gemeinden positiv auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, dass Biomasse-Fernwärmeanlagen tatsächlich umgesetzt werden (vgl. Rakos 1995). Es wird vermutet, dass sich der soziale Zusammenhalt auch auf die Qualität der Umsetzung und somit auf die Einschätzung der Befragten diesbezüglich positiv auswirkt.

Das Sozialkapital in einer Gemeinschaft besteht aus mehreren Dimensionen. Aus diesem Grund wurde in der Erhebung auf folgende Indikatoren zurückgegriffen: *Einschätzung der Lebensqualität in der Gemeinde, Vereinsmitgliedschaft, die Größe und Intensität der persönlichen sozialen Netzwerke der Befragten, das Vertrauen in die Mitmenschen, das Vertrauen in Institutionen, das Ausmaß der individualistischen Einstellungen sowie das gemeinschaftliche Interesse* (vgl. Putnam 1993, Grootaert und van Bastelaer 2001, Denz und Battisti 2005).

Die Lebensqualität in den Orten wurde generell als hoch eingeschätzt. So bejahen 88 % der befragten Personen (n=116) die Aussage *die Lebensqualität in der Gemeinde ist sehr hoch* und 80 % sagen, dass sie *stolz auf ihren Ort sind*. Etwas weniger verbreitet ist das Gefühl unter den Befragten, dass sie *das Leben in der Gemeinde mitgestalten können* (63 %). Interessant ist hierbei, dass Vereinsmitglieder eher diese Meinung vertreten. Dies wird durch ein signifikantes Ergebnis ($p \leq 0{,}027$) des Kruskal-Wallis Tests bestätigt. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gemeinden gibt es weder in Bezug auf die Einschätzung der Lebensqualität noch bezüglich des Vertrauens und des Wohlbefindens in der Gemeinde.

Zur weiteren Analyse wurden die verschiedenen Aussagen zu Lebensqualität und Vertrauen in der Gemeinde mit Hilfe einer Faktorenanalyse auf zwei Variablen reduziert. Angewandt wurde dazu die Hauptkomponentenanalyse.[34]

- Der Faktor *generalisiertes Vertrauen in andere Menschen* wurde aus den Aussagen „ganz allgemein kann man den meisten Menschen vertrauen“, „die meisten Leute in der Gemeinde würden nie Zeit oder Geld in eine Initiative investieren, die ihnen

[34] Die erklärte Varianz dieser Faktorenanalyse beträgt 59 %. Weiters sind die Kaiser-Meyer-Ohlin Kriterien für alle Variablen *mittelmäßig* bis *ziemlich gut* und auch die Stichprobeneignung insgesamt ist gemäß dem KMO-Kriterium mit 0,76 als *ziemlich gut* einzustufen (vgl. Backhaus 2003).

keinen direkten Nutzen abwirft“ und „Menschen sagen die Unwahrheit, sobald es zu ihrem eigenen Vorteil ist“ gebildet.[35]

- Die Aussagen „die Lebensqualität in der Gemeinde ist hoch“, „ich bin stolz auf den Ort“, „ich kann das Leben in der Gemeinde mitgestalten“ und das Ausmaß an Vertrauen in die Gemeinde als Einrichtung wurden zum Faktor *emotionale Verbundenheit mit der Heimatgemeinde* zusammengefasst.

Abbildung 87 zeigt die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Faktoren, die hier als Indikatoren für Sozialkapital herangezogen werden, und der positiven Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung. Da hier bivariate Korrelationen von metrisch skalierten Variablen betroffen sind, wurde der Pearson Korrelationskoeffizient herangezogen (vgl. Bühl 2002).

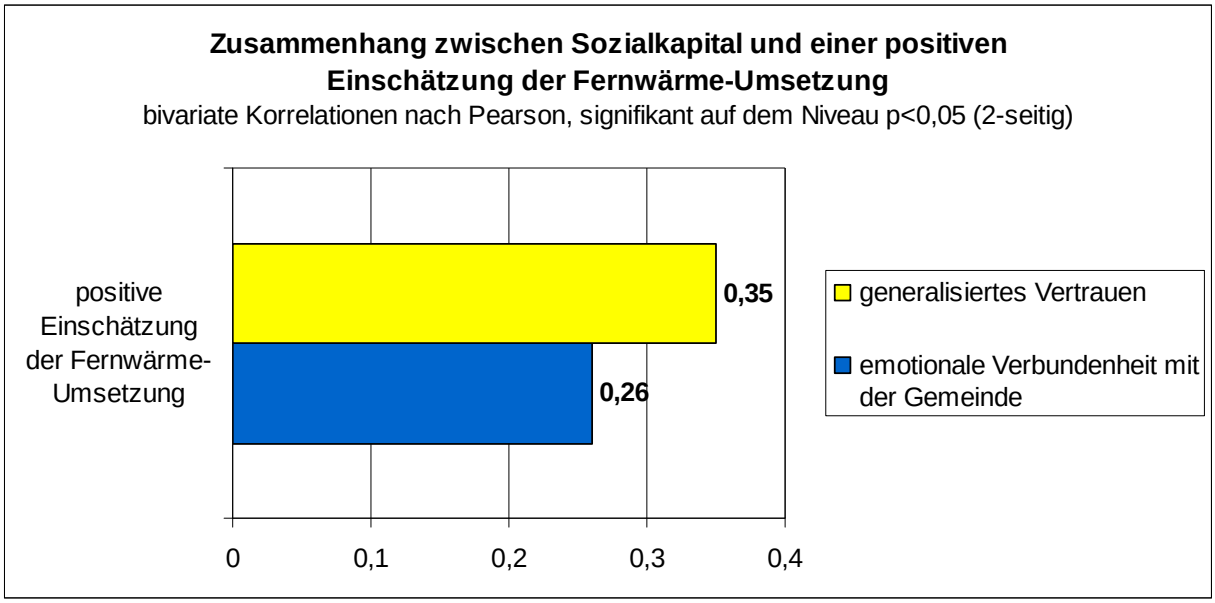


Abbildung 87 Zusammenhang zwischen Sozialkapital und einer positiven Einschätzung der Fernwärme-Umsetzung (eigene Darstellung)

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Befragten eher eine positive Einschätzung gegenüber der Fernwärme-Umsetzung haben, wenn sie ihren Mitbürgern generell stärker vertrauen. Je stärker die befragten Personen Anderen vertrauen, umso seltener *unterstellen* sie auch den EntscheidungsträgerInnen in Biomasse-Fernwärmeprojekten, sich selbst nur bereichern oder profilieren zu wollen (k=0,35). Gleiches gilt für Menschen, die stärker emotional an ihre Heimatgemeinde gebunden sind. Befragte mit dieser Einstellung schätzen die Fernwärme-Umsetzung ebenfalls als positiver ein (k=0,26).

Dieser Zusammenhang wurde mittels einer linearen Regression bestätigt. Darin zeigte sich der signifikante Einfluss ($p \leq 0{,}016$) von *generalisiertem Vertrauen* auf die positive Einschätzung der Biomasse-Fernwärmeanlage. Von allen in das Modell eingeschlossenen Variablen erwies

[35] Da die beiden letzten Aussagen eigentlich das Misstrauen der Befragten ausdrücken, stehen sie mit dem Faktor *generalisiertes Vertrauen* in einem negativen Zusammenhang, der sich durch negative Faktorladungen ausdrückt.

sich das Vertrauen der Befragten weiters als stärkste erklärende Variable (β=0,316).[36] Zusammenhänge zwischen der Einschätzung der Fernwärme-Anlage und anderen Sozialkapital-Indikatoren, wie die Größe und Intensität des persönlichen sozialen Netzwerkes der Befragten, konnten nicht identifiziert werden.

Dies zeigt, dass nicht nur Handlungen zu berücksichtigen sind, die unmittelbar mit der Realisierung von Biomasse-Projekten in Zusammenhang stehen, sondern dass auch *Investitionen* in die zwischenmenschlichen Beziehungen in den Gemeinden positive Effekte auf möglichst konfliktfreie Umsetzungsprozesse haben.

3.5 Schlussfolgerungen

Die wesentlichen Schlussfolgerungen dieser empirischen Erhebung sind in Abbildung 88 vereinfacht dargestellt. Wie schon in der Einleitung dargestellt, muss man in Bezug auf Umsetzungsprozesse von Biomasse-Fernwärmenetzen zwei große Einflussbereiche unterscheiden:

- Einerseits spielt das Verhalten der Initiatoren eine wichtige Rolle im Umsetzungsprozess von Biomasse-Fernwärmenetzen. Wesentliche Hindernisse und Erfolgsfaktoren wurden im Rahmen der Interviews mit den ExpertInnen identifiziert.

- Andererseits sind aber auch die vorherrschenden Charakteristika der jeweiligen Gemeinde und die Einstellungen der BürgerInnen zu berücksichtigen, denn durch das soziale Umfeld und die beteiligten Akteure wird jeder Innovationsprozess in einer bestimmten Gemeinschaft einzigartig.

[36] Die lineare Regression erreicht ein Bestimmtheitsmaß von R^2=12 % und ist signifikant auf dem Niveau $p \leq 0{,}021$ (vgl. Backhaus 2003). Prädiktoren, die in das Modell eingeschlossen wurden sind die Aussage *ich fühle mich gut informiert über Energiesparmaßnahmen* sowie die Faktoren *generalisiertes Misstrauen* und *emotionale Verbundenheit mit der Heimatgemeinde.*

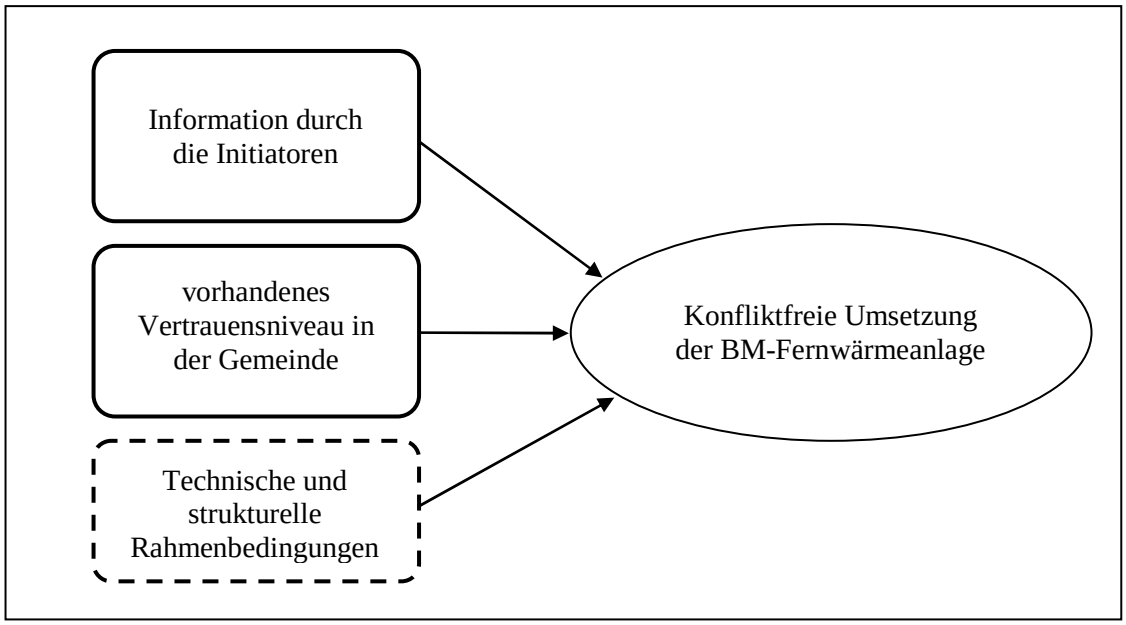


Abbildung 88 Schematische Darstellung der Schlussfolgerungen (eigene Darstellung)

In den Interviews mit den ExpertInnen stellte sich heraus, dass in jeder Phase der Projektumsetzung wichtige Schritte von Seiten der Initiatoren zu setzten sind, um die Umsetzung der Fernwärmeanlage möglichst konfliktfrei zu gestalten. Dies beginnt mit der frühen Einbindung verschiedener Interessensgruppen in der Initiierungsphase. Des Weiteren wurde die Notwendigkeit von vertrauensbildenden Maßnahmen gegenüber der Bevölkerung wie persönlicher Kontakt mit den potentiellen KundInnen, professionelles Auftreten der Betreiber, Transparenz sowie die Kommunikation mit Meinungsbildnern betont. In diesem Zusammenhang wurde ersichtlich, dass die präventive Gestaltung von Information für verschiedene Interessensgruppen dabei hilft, Konflikte schon im Keim zu ersticken. Für langfristig erfolgreiche Projekte ist darüber hinaus eine finanziell nachhaltige Wirtschaftsweise der Betreiber, die realistische Abschätzung künftiger Potentiale sowie der Fokus auf die Zufriedenheit der KundInnen nötig. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Initiatoren selbst den Großteil der bisher erwähnten Erfolgsfaktoren beeinflussen können, um zum Gelingen der Projekt-Umsetzung beizutragen.

In der Haushaltsbefragung wurde dem gegenüber deutlich, dass auch die Bewohner einer Gemeinde gewisse Voraussetzungen *mitbringe*n, welche eine Biomasse-Fernwärme-Umsetzung erleichtern oder erschweren können. Dies ist zum einen das Ausmaß an Umweltbewusstsein, das in einer Gemeinschaft vorherrscht. Je mehr Informationen die BürgerInnen über das Thema Umweltschutz haben, umso eher verstehen sie den Sinn hinter dem Einsatz erneuerbarer Energieträger. Doch Informationen allein genügen nicht, um Akzeptanz für Projektumsetzungen zu erreichen. Das Vertrauen von Befragten zu den MitbürgerInnen und den Initiatoren wurde als zusätzliche Bedingung identifiziert, um eine positive Einstellung zur Fernwärme-Umsetzung zu erreichen. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass auch das generelle Niveau an Vertrauen der befragten Personen ihre Einstellung zur Projektumsetzung beeinflusst. Demnach kann mit Maßnahmen zur Erhöhung des Vertrauens und des sozialen Zusammenhalts innerhalb einer Gemeinde ein Umfeld geschaffen werden, in dem Umsetzungsprozesse leichter und konfliktfreier gelingen. Dies stellt

einen Bereich dar, der nur schwer von den Betreibern, sehr wohl aber von der lokalen Politik beziehungsweise der Bevölkerung selbst beeinflusst werden kann.

Grundsätzlich muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass es sich hier um eine explorative Studie handelt, welche nur eine geringe Anzahl an Gemeinden und Befragten betrachtet. Da es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe für die gesamte Oststeiermark handelt, ist die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse auf die gesamte Region nicht möglich. Dennoch liefern sowohl die ExpertInnen-Interviews, als auch die Haushaltsbefragung interessante Einblicke, um davon eine Reihe von Schlussfolgerungen für die erfolgreiche Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen in ländlichen Gemeinden ableiten zu können. Weiters ist durch die Anwendung zweier unterschiedlicher Erhebungsmethoden auch eine interne Validierung der Ergebnisse möglich, was die Aussagekraft der Ergebnisse wesentlich erhöht.

G SCHLUSSFOLGERUNGEN UND POLITIKEMPFEHLUNGEN

1 Schlussfolgerungen

1.1 Schlussfolgerungen Energiepflanzenproduktion

Losgelöst von der derzeitigen Diskussion, welche Flächenanteile künftig für die Biomasseproduktion für energetische Zwecke bereitgestellt werden können, und welche Verwendung, sei es als Kraftstoff- oder zur Wärmeerzeugung, die effizienteste Verwertung ist, muss der ökonomischen Komponente der Energiepflanzenproduktion selbst in diesem Diskurs ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. In der Praxis sorgt die Bewertung landwirtschaftlicher Rohstoffe aufgrund der großen Streubreiten zwischen Kosten und Marktpreisen für rege Diskussionen. Eine nachhaltige Bereitstellung von agrarischen Rohstoffen zur energetischen Verwertung kann aber nur sichergestellt werden, wenn die Marktpreise zumindest die tatsächlichen Kosten der Produktion abdecken. Bei einer näheren, betriebswirtschaftlichen Betrachtung der Energiepflanzenproduktion ergeben sich folgende zentrale Ergebnisse:

- sinkende Ertragsniveaus bewirken kaum eine Reduktion der variablen Kosten, da die Einzelkosten im Allgemeinen sehr träge sind
- die Produktionskosten liegen bei einem Großteil der für die energetische Verwertung relevanten Kulturen zwischen € 1.250 und € 1.500 pro Hektar und Jahr (siehe Abbildung 89)
- Produktionskosten von unter € 1.000 pro Hektar und Jahr lassen sich nur mit den mehrjährigen Kulturen erzielen, da hier die Anbaukosten annuitätisch verteilt werden
- bei entsprechend hohen Transportdistanzen (über 10 km) können die Transportkosten zum limitierenden Faktor für den Einsatz von Energiepflanzen werden

Die energieträgerspezifischen Kosten der Kulturen variieren je nach energetischem Verwertungspfad. Bei der *thermischen Verwertung* haben sich die bisher noch wenig etablierten Kulturen Energieholz und Miscanthus als kostengünstig zu produzierende Energieträger herauskristallisiert. Der Einsatz von Körnermais und Getreide zur energetischen Verwertung ist aus ökonomischen Überlegungen nicht zu befürworten. Deren energetische Verwertung kam in den letzten Jahren nur durch eine deutliche Diskrepanz zwischen Produktionskosten und (niedrigeren) Weltagrarmarktpreisen zustande.

Nach dem Produktionskostenansatz ist Getreide einer der teuersten Energieträger und stellt für die thermische Verfeuerung keine Alternative dar. Bei der Berechnung der *gasförmigen Energieträgerkosten* bestätigen die Ergebnisse die derzeitige Situation in der Oststeiermark, wo Mais bei der Biogasproduktion mit Abstand der wichtigste landwirtschaftliche Rohstoff ist. Mais besitzt hervorragende Silier- und Gäreigenschaften und stellt in diesem Bereich aufgrund seines hohen Ertragsniveaus den wirtschaftlich günstigsten Energieträger dar. Gräser und Dauergrünland stellen unabhängig von deren Einsatzgebiet eine teure Rohstoffbasis dar (z.B. für Biogasanlagen), weil das aufwendige Ernteverfahren in keinem Verhältnis zum niedrigen Ertragsniveau steht. Die *Pflanzenölproduktion* ist aufgrund der geringen Energiedichte generell sehr kostenintensiv. Verhältnismäßig geringe energieträgerspezifische Kosten lassen sich nur mit den Kulturen Raps und Sonnenblume erzielen.

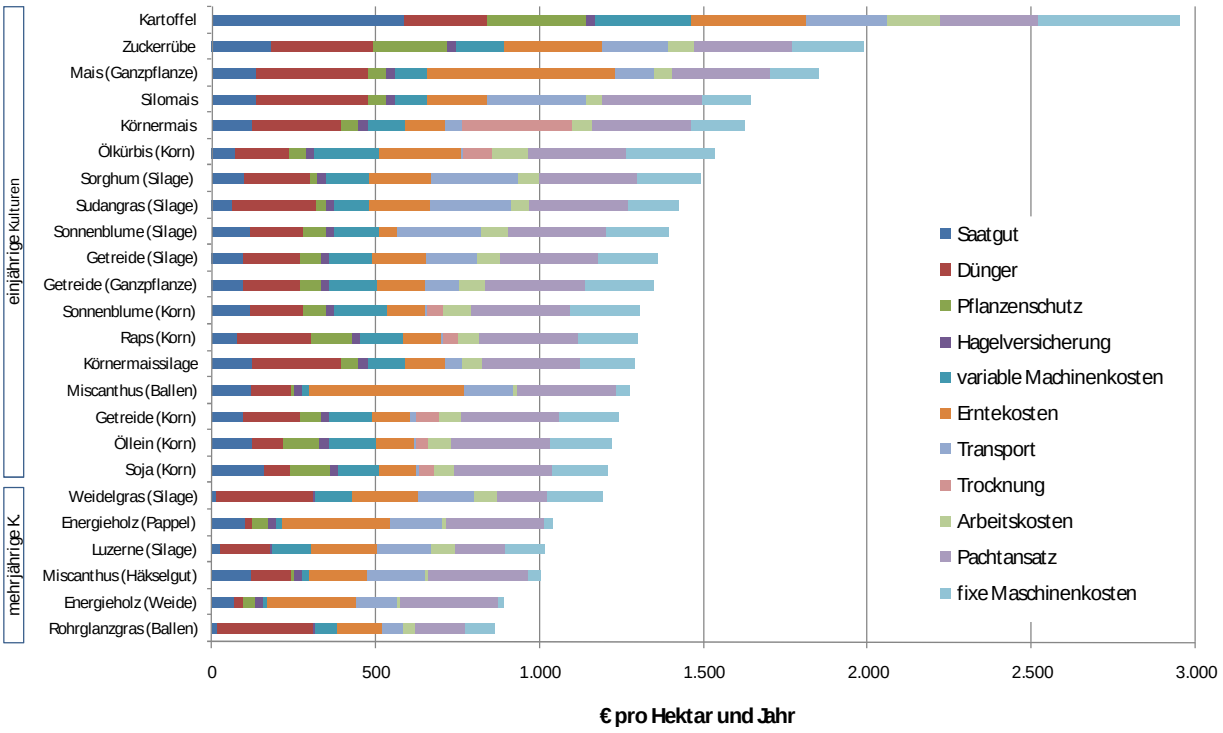


Abbildung 89 Kostenartenverteilung der Energiepflanzenproduktion in € pro ha (eigene Berechnung)

Ein Hektar Land bebaut mit Energiepflanzen lässt sich mit durchschnittlich 7,9 Arbeitskraftstunden pro Jahr bewirtschaften. Im Vergleich dazu benötigt die traditionelle Landwirtschaft heute hingegen 15,2 (Ackerbau) bzw. 21,5 (Grünlandwirtschaft) Arbeitskraftstunden pro Hektar und Jahr. Der niedrige Arbeitskräfteeinsatz ergibt sich primär aus dem Einsatz mehrjähriger Kulturen und der verstärkten Inanspruchnahme überbetrieblicher Dienstleistungen in Form von Lohnarbeit und deren Skalenvorteilen sowie deren höhere Kapitalintensität. Die Energiepflanzenproduktion impliziert somit relativ zur heutigen Situation, nicht jedoch notwendigerweise relativ zu einer ebenso in diese Richtung gehenden zukünftigen autonomen Entwicklung, negative Beschäftigungseffekte und verstärkt den bereits bestehenden strukturellen Wandel in der Landwirtschaft, indem Klein- und Mittelbetriebe (humankapitalintensiv) von Großbetrieben (kapitalintensiv) verdrängt werden (economies of scale). Die regionale Weiterverarbeitung von Energiepflanzen zu Energie (z.B. Wärme, Kälte, Strom, Treibstoff) kann die negativen Beschäftigungseffekte allerdings (teilweise)

kompensieren. Dadurch ist die forcierte Nutzung von Bioenergie auch mit positiven Auswirkungen auf das regionale Bruttoinlandsprodukt verbunden. Die volkswirtschaftlichen Wirkungen insgesamt hängen stark von dem Flächenertrag und den spezifischen Kosten der gewählten Energiepflanzen ab. Das Regionalprodukt wird vor allem deshalb maßgeblich von der *Wahl der Energiepflanzen* bzw. von deren *Ertragsniveau* bestimmt, da die landwirtschaftliche Fläche ein knappes Gut ist, d.h. sie kann nicht unendlich erweitert werden.

Die Energiepflanzenproduktion steht daher in Konkurrenz zur Nahrungs- und Lebensmittelproduktion. Kulturen mit niedrigen Ertragsniveaus (z.B. Getreide, Gräser) nehmen mehr Fläche in Anspruch als Kulturen mit hohen Erträgen (z.B. Mais, Sorghum, Miscanthus), um dieselbe Energiemenge zur Verfügung zu stellen. Dadurch verdrängen sie die traditionelle Landwirtschaft in viel stärkerem Maße. Diese Verdrängungseffekte implizieren in weiterer Folge eine Steigerung des Pachtansatzes. Aus diesen Überlegungen heraus scheint zumindest aus betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekten der Weg für Monokulturen aus Mais, Miscanthus, Kurzumtrieb und Raps geebnet zu sein. Die ökonomischen Ergebnisse lassen aber die ökologischen Komponenten außer Acht. Unter deren Miteinbeziehung muss für einen Mix aus verschiedensten Kulturarten plädiert werden. Lediglich der Energiepflanzenmix ermöglicht eine langfristige ökonomisch und ökologisch tragbare Energiepflanzenproduktion.

1.2 Der Einsatz von Biomasseheiztechnologien

Die durchgeführten Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die einzelnen Heizsysteme bestätigen, dass die Konkurrenzfähigkeit von biogenen Energieträgern im Wesentlichen vom zugrunde gelegten Ölpreis abhängt. Bei einem Heizölpreis von 49 Cent (Durchschnittspreis der Jahre 2002 bis 2006, inklusive Steuern) stellen Biomassetechnologien wegen der höheren Investitionskosten ohne Berücksichtigung von Förderungen erst ab einem Leistungsbereich von etwa 20 kW kosteneffiziente Alternativen zu Öl dar. Hingegen ist die Heizwärmebereitstellung mit Heizöl bei einem Preis von 69 Cent (Durchschnittspreis 2006, inklusive Steuern) deutlich teurer als mit Biomassetechnologien (siehe Abbildung 90). Auf diesem Ölpreisniveau ist vor allem in den höheren Leistungsklassen ein beträchtlicher Anreiz zum Umstieg gegeben. Auch scheint auf diesem Ölpreisniveau längerfristig der Einsatz alternativer landwirtschaftlich produzierter Brennstoffe wie Miscanthus oder Energiehölzer bzw. deren Pelletierung sinnvoll.

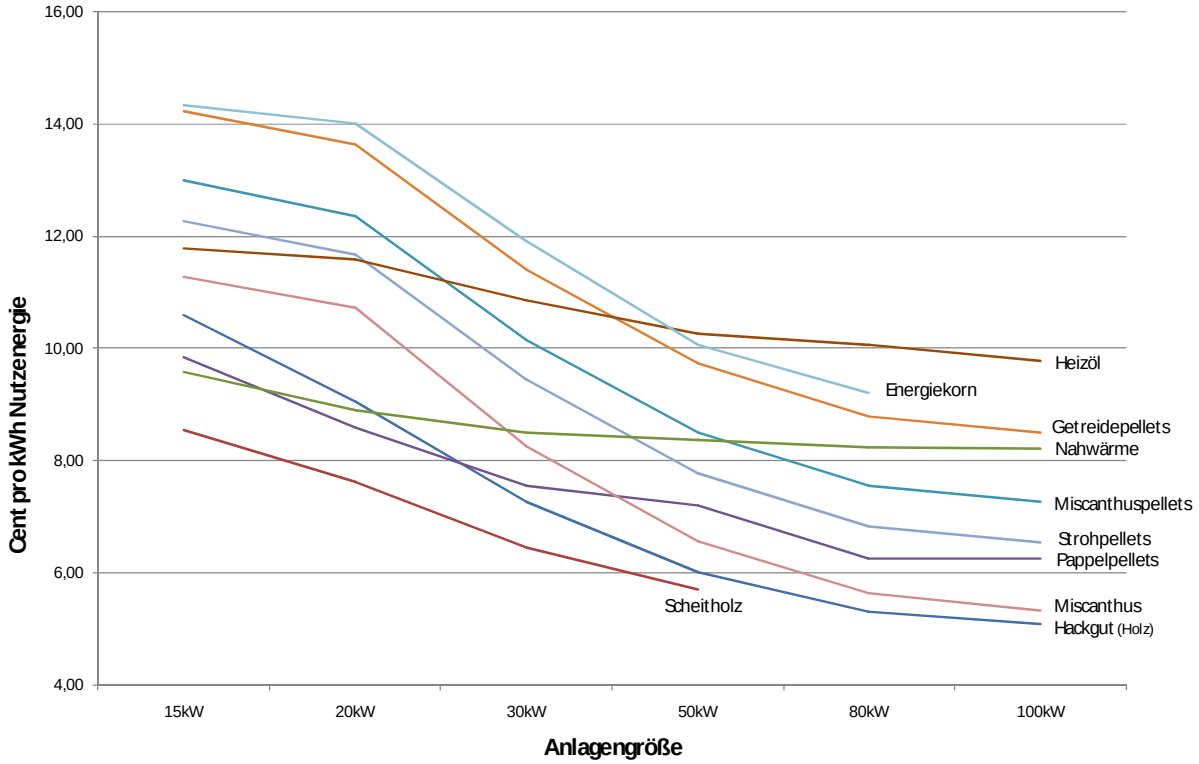


Abbildung 90 Die Wirtschaftlichkeit von Biomassetechnologien im Vergleich zu Heizöl (Preisniveau 2006: 69 Cent/l) in Abhängigkeit von der Anlagengröße auf Basis eines Produktionskostenansatzes

Eine deutliche Diskrepanz besteht zwischen den unterschiedlichen Zeitpunkten, zu denen bei den einzelnen Systemen die Kosten fällig werden. Auf die höheren Anfangsinvestitionen wird bei Biomassesystemen gegenüber Öl und Gas vielfach stärker Augenmerk gelegt als auf die niedrigeren laufenden Kosten. Somit wird trotz günstigerer Gesamtkosten gegen Biomassesysteme entschieden. Ebenfalls zeigen die Analysen, dass bei bestehenden Heizsystemen mit niedrigeren verbrauchsgebundenen Kosten wie Hackgut- oder Scheitholzheizungen, zumindest bei kurzfristiger Betrachtungsweise, ein geringerer Anreiz gegeben ist Maßnahmen zur Gebäudedämmung durchzuführen als bei Systemen mit höheren verbrauchsgebundenen Kosten (Öl, Nahwärme). Damit besteht ein Konflikt zwischen einem vermehrten Biomasseeinsatz und der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Senkung des Heizenergieverbrauchs.

Der beschriebene Kostenunterschied zwischen den Biomassetechnologien und dem Referenzsystem (Heizöl) ist ebenfalls ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die volkswirtschaftliche Bewertung der Technologien, da sie die Heizkosten und somit die Ausgaben der Haushalte für Konsum beeinflussen. Technologien, die geringere Nutzenergiekosten im Vergleich zum Referenzsystem aufweisen, ermöglichen den Haushalten mehr zu konsumieren, was positive Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft hat. Für Biomassetechnologien, die landwirtschaftlich produzierte Biomasse einsetzen, stellt der Aspekt der Flächenkonkurrenz mit der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion einen weiteren wichtigen Bestimmungsfaktor für die volkswirtschaftliche Bewertung dar. Dieser wird maßgeblich vom Flächenertrag der Biomasse bestimmt. Bei geringerem Flächenertrag, müssen

mehr Hektar Ackerland für die Produktion von Biomasse verwendet werden (um dieselbe Energiemenge zu erzeugen), sodass mehr von der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion in der Region verdrängt wird. Zusammenfassend kann bei der Nutzung von Biomasse für alle Technologien von positiven regionalen Wertschöpfungseffekten ausgegangen werden. Mit Ausnahme einiger *landwirtschaftlicher* Biomasseprodukte, wie beispielsweise Energiekorn oder Getreideganzpflanzen, welche die höchsten Nutzenergiekosten und den geringsten Flächenertrag aufweisen, trifft das auch für die Beschäftigung zu.

1.3 Zukünftiger Raumwärmebedarf und Einsatzmöglichkeiten von Biomasse

In Hinblick auf die Steigerung des Anteils von Biomasse am Gesamtenergieverbrauch spielt der Gebäudesektor eine wesentliche Rolle. Ein großes Potential besteht hier zum einen im Einsatz von Biomasse zur Bereitstellung von Heizenergie, zum anderen in der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs. 2003 betrug der Raumwärmebedarf der Wohngebäude in der Oststeiermark 9,11 Millionen GJ, was ca. 30 % der gesamten Energienachfrage der Region entspricht. Um den Raumwärmebedarf in Zukunft deutlich zu senken, sollten sowohl Maßnahmen im Neubau als auch für den Gebäudebestand gesetzt werden.

Im Neubau sollten Passiv- oder Niedrigenergiehäuser forciert werden, da diese Gebäude nur etwa 20 % bzw. 50 % des spezifischen Energiebedarfs konventioneller Neubauten aufweisen. Für die verbleibende, sehr niedrige Heizlast sinkt der Vorteil der Biomasseheizungen im Vergleich zu konventionellen Heiztechnologien, da Biomasseheizsysteme aktuell durch relativ hohe Investitionskosten gekennzeichnet sind. Die Bereitstellung des Neubaubedarfs in Form von Mehrfamilienhäusern würde daher zusätzlich einen kosteneffizienten Einsatz großer Biomasseheizungen (z.B. Hackschnitzelheizungen) oder einen energieeffizienten Einsatz von Mikronetzen erlauben.

Die Sanierung des Wohnungsbestands der Region bietet ein noch größeres Energieeinsparungspotential. Bei einer Abdeckung des Neubaubedarfs durch Niedrigenergiehäuser könnte bis zum Jahr 2030 bereits bei einer Sanierungsrate von 1,5 % der Raumwärmebedarf der Region um 9 % auf 8,26 Millionen GJ gesenkt werden. Eine Steigerung der Sanierungsrate auf 2 % bzw. 3 % wäre mit einer Senkung des Raumwärmebedarfs um 13 % bzw. 21 % verbunden (siehe Abbildung 91, linke Seite). Um die Ziele des Landesenergieplans (1 %-ige Senkung des Energiebedarfs pro Jahr im Zeitraum 2005-2015) im Gebäudesektor der Oststeiermark zu erreichen, müsste die Sanierungsrate jedoch auf mindestens 4 % gesteigert werden. Die Energieeinsparungsmöglichkeiten durch Passivstandard gegenüber Niedrigenergiestandard im Neubau sind wegen des geringen Anteils an der gesamten Wohnfläche bis 2030 vergleichsweise unbedeutend (siehe Abbildung 91, rechte Seite).

Durch höhere Sanierungsraten könnten auch starke positive volkswirtschaftliche Effekte erzielt werden. Diese Effekte würden sich ergeben, da die Ausgaben für den Wärmebedarf (Heizöl, Erdgas,…) der Haushalte reduziert werden und folglich der Konsum heimischer Güter stimuliert wird. Weiters werden durch Investitionen in thermische Sanierungen heimische, arbeitsintensive Sektoren (Bauindustrie, Baustoffindustrie) gestärkt, was positive Beschäftigungseffekte nach sich zieht.

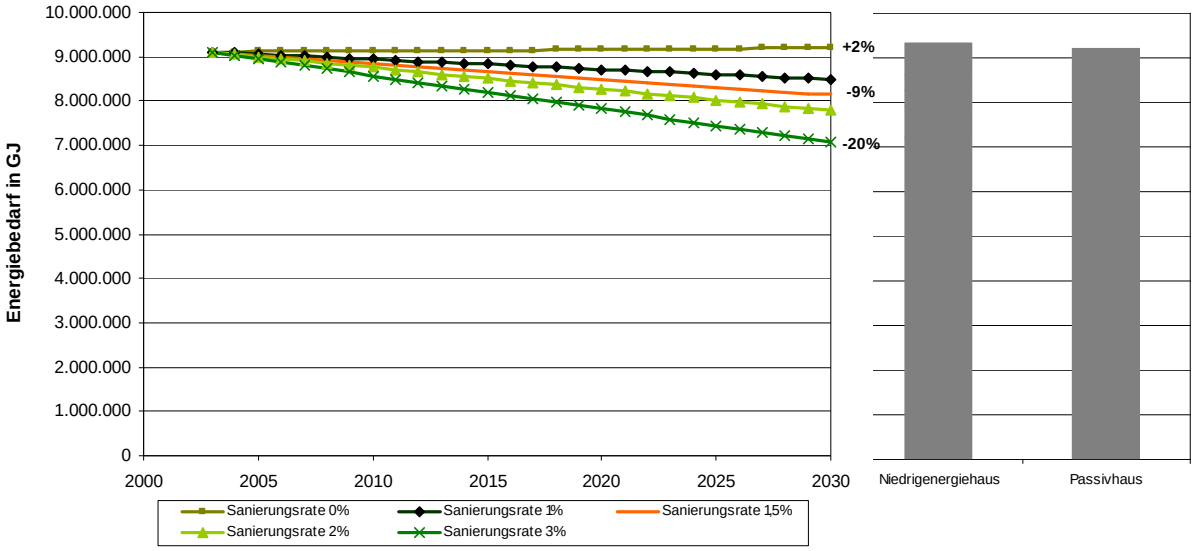


Abbildung 91 Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2030 (eigene Berechnung)

Einfamilienhäuser stellen den Großteil der bestehenden Gebäude dar. Durch die Durchführung von thermischen Sanierungsmaßnahmen könnte hier der spezifische Energiebedarf bei einer umfassenden thermischen Sanierung um 0,33 GJ/m^2 bzw. um 0,26 GJ/m^2 bei einer kleinen thermischen Sanierung gesenkt werden. Bei diesen Gebäuden könnte der Einsatz von ausgewählten Biomassetechnologien – z.B. Pellets- oder Hackschnitzelheizungen – forciert werden.

Abbildung 92 zeigt die Anteile der zusätzlichen Bioenergie an der gesamten Wärmenachfrage der Haushalte, welche durch Ausschöpfung der zusätzlichen Biomassepotentiale der Oststeiermark sowie der gesamten Steiermark erreicht werden können. Es zeigt sich, dass dieser Anteil durch vermehrte Sanierung (z.B. Sanierungsrate von 2 %) um ca. 7 % in der Oststeiermark gesteigert werden kann.

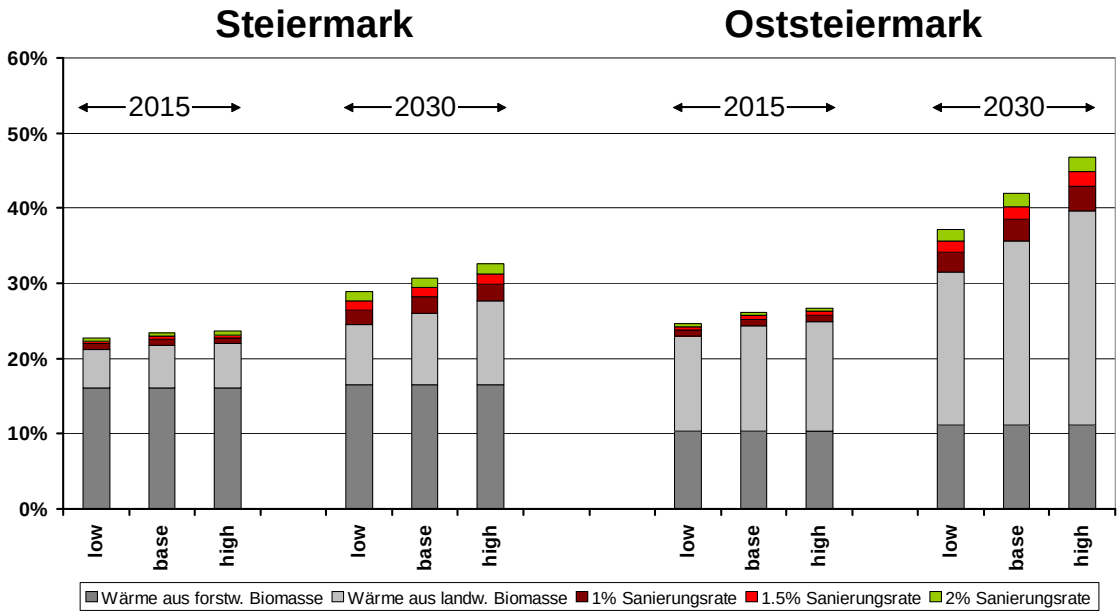


Abbildung 92 Anteil der *zusätzlichen* Bioenergie an der Wärmenachfrage der Haushalte in der Oststeiermark und Steiermark (Annahmen: Energienachfrage für Raumwärme in der Oststeiermark sinkt zwischen 2003 und 2015 um 3 % bzw. zwischen 2003 und 2030 um 9 % [Nettoeffekt aus leicht rückläufigen Bevölkerungszahlen, zunehmender Wohnfläche und steigender Energieeffizienz durch Sanierung]; das zusätzliche forstwirtschaftliche Biomassepotential in der Oststeiermark beläuft sich bis 2015 und ident 2030 auf 135.600 fm, in der Steiermark auf 900.000 fm; das zusätzliche landwirtschaftliche Biomassepotential in der Oststeiermark 12,5 ha [2015] bzw. 20,3 ha [2030], in der Steiermark: 21,3 ha [2015] bzw. 40,5 ha [2030])

1.4 Soziale Aspekte der Umsetzung von Biomasseprojekten am Beispiel der Biomasse-Fernwärme

Die Haushaltsbefragung (n=116) in sieben oststeirischen Gemeinden und die Interviews mit lokalen ExpertInnen (PlanerInnen, BetreiberInnen, Bürgermeister) (n=16) bestätigen, dass zwischenmenschliche Aspekte, wie Kommunikation und Vertrauen, einen wesentlichen Einfluss auf konfliktfreie Umsetzungen von Biomasse-Fernwärmeprojekten haben. Strebt man eine reibungslose Projektrealisierung an, so sind diese zusätzlich zu ökonomischen und technisch-strukturellen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Für eine konfliktfreie Umsetzung von Biomasse-Fernwärmenetzen spielt einerseits das Verhalten der Initiatoren eine wichtige Rolle. Erfolgsfaktoren, welche im Rahmen der ExpertInnen-Interviews identifiziert wurden, sind die frühe Einbindung verschiedener Interessensgruppen in den Prozess, das Durchführen von vertrauensbildenden Maßnahmen (wie Transparenz und professionelles Auftreten gegenüber der Bevölkerung) sowie die präventive Gestaltung von Kommunikation und Information. Die Initiatoren selbst können demnach in den

einzelnen Projektphasen wesentliche Schritte setzen, um den Umsetzungsprozess von Biomasse-Fernwärmenetzen positiv zu beeinflussen.

Andererseits wurde im Rahmen der Haushaltsbefragung deutlich, dass auch die jeweiligen Charakteristika einer Gemeinde und ihrer BürgerInnen den Umsetzungsprozess erleichtern oder hemmen können. Unter anderem wurde das Ausmaß an Umweltbewusstsein und Umweltwissen der Bevölkerung als Einflussfaktor identifiziert. Befragte, die sich gut über das Thema Energiesparen informiert fühlten, stimmten den positiven Aussagen über die Umsetzung einer Biomasse-Fernwärmeanlage eher zu. Weiters äußerten sich Personen eher positiv über den Umsetzungsprozess, wenn sie das Gefühl hatten, dass generell viel zum Thema Klimaschutz in der Gemeinde passiert. In der Umstellung hin zu erneuerbarer Energie und einer nachhaltigen Lebensweise ist es für Gemeinden daher sinnvoll, die Bevölkerung zu informieren und durch verschiedenste Initiativen auf das Thema Erneuerbare Energie aufmerksam zu machen. Weiters zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Vertrauen der Befragten in ihre Mitmenschen und einer positiven Einschätzung der Umsetzung der Fernwärme. Befragte, die ihren Mitmenschen misstrauisch gegenüberstehen, unterstellen auch den EntscheidungsträgerInnen in Biomasse-Fernwärmeprojekten eher, sich selbst bereichern oder profilieren zu wollen. Dies zeigt, dass nicht nur Handlungen zu berücksichtigen sind, die unmittelbar mit der Realisierung von Biomasse-Projekten in Zusammenhang stehen, sondern dass auch Investitionen in die zwischenmenschlichen Beziehungen positive Effekte auf möglichst konfliktfreie Umsetzungsprozesse haben können. Das Vertrauen und der soziale Zusammenhalt in einer Gemeinde können vor allem durch die lokale Politik und die Bevölkerung selbst beeinflusst werden.

Schließlich sind es auch die individuellen Motive der potentiellen KundInnen für oder gegen einen Anschluss an das lokale Biomasse-Fernwärmenetz, welche dessen Umsetzung beeinflussen. Während Anfang der 1990er Jahre neben Umweltschutz vor allem Komfortaspekte wie Zeit- und Arbeitsersparnis die Hauptmotive für den Umstieg auf Biomasse darstellten, so stehen jetzt, neben dem Umweltschutzaspekt Versorgungssicherheit, die positive Förderung der regionalen Wirtschaft und die positive Einstellung gegenüber Biomasse an der Spitze (siehe Abbildung 93). Die Faktoren Kostenersparnis und Zeit- und Arbeitsersparnis sind nur von untergeordneter Bedeutung. Dieses Ergebnis zeigt, dass Faktoren auch jenseits einer reinen Kostenabwägung, wie gesellschaftlicher Nutzen oder Versorgungssicherheit, einen wichtigen Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz haben.

Die vorrangige Begründung gegen einen Anschluss an ein lokales Biomasse-Fernwärmenetz ist, nicht im Einzugsgebiet des Biomassenetzes zu wohnen. Laut den befragten ExpertInnen wird die Größe des Einzugsgebietes der Fernwärmeanlage nicht nur von technisch-strukturellen Rahmenbedingungen bestimmt, sondern auch von Gemeinde-internen Kommunikationsprozessen während der Umsetzung. Demnach hängt eine erfolgreiche Umsetzung auch davon ab, wie Konflikte zwischen den Interessensgruppen in der betreffenden Gemeinde gemeistert werden. Als zweithäufigster Grund, nicht umzusteigen, wurden die niedrigen Kosten des aktuellen Heizsystems angegeben. Deutlich weniger bezogen sich darauf,

dass sich ein Systemwechsel nicht mehr auszahlen würde, beziehungsweise darauf, dass das lokale Biomasse-Fernwärmenetz keine Wärme im Sommer liefert.

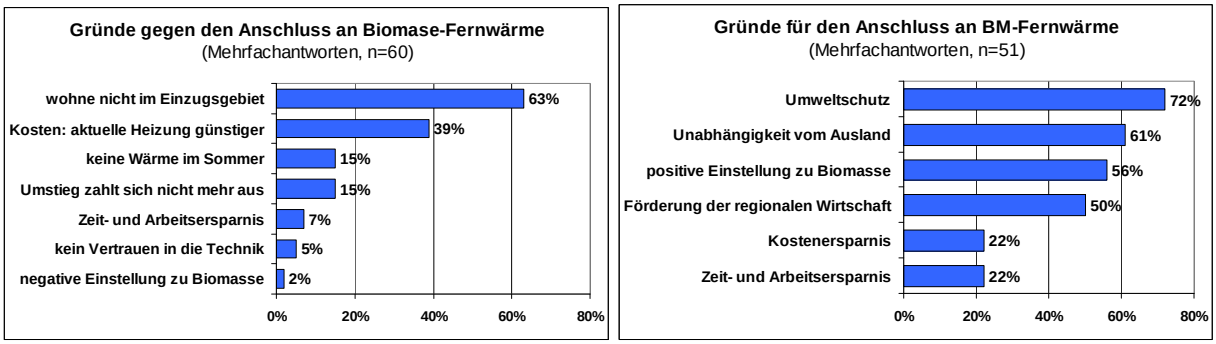


Abbildung 93 Gründe für und gegen einen Anschluss an Biomasse-Fernwärmenetze (eigene Erhebung und Auswertung)

Stellt man einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der KundInnen und der Nicht-KundInnen eines Biomasse-Fernwärmenetzes an, so kann man erkennen, dass die Kosten eher als Argument gegen und weniger als Grund für den Anschluss an das lokale Fernwärmenetz auftreten. Die Reduktion der Investitionskosten zum Zeitpunkt des Anschlusses durch rückzahlbare Darlehen beziehungsweise Förderungen kann also dazu beitragen, dass dieses Hemmnis beseitigt wird.

2 Politikempfehlungen für die Steiermark

Sowohl auf internationaler als auch auf nationaler und regionaler Ebene gibt es bereits jetzt eine Reihe von Maßnahmen zur Förderung von erneuerbaren Energien im Allgemeinen und von Biomasse im Besonderen, die dazu dienen sollen, die ambitionierten Ziele im Bereich der Energiepolitik zu erreichen (vgl. Abschnitt B).

Der folgende Abschnitt setzt sich damit auseinander, welche zusätzlichen Maßnahmen vom Land Steiermark und in der Region selbst gesetzt und wie die bestehenden Regelungen optimiert werden können, um den sinnvollen Einsatz von Biomasse zu forcieren. Die Schwerpunkte liegen in diesem Zusammenhang vor allem auf Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudebestands und auf Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes und der Produktion von Biomasse.

2.1 Maßnahmen auf der Nachfrageseite

Als wichtigster Schritt wären Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudesektor zu nennen. Hierzu bieten sich vor allem eine Anpassung der bestehenden Förderungen und die Einführung verpflichtender Vorgaben, aber auch die Durchführung von Informations- und Imagekampagnen zum Thema Energiesparen und Biomasse an.

In Hinblick auf die Senkung des Raumwärmebedarfs spielt der Gebäudebestand eine größere Rolle als der Neubau (vgl. Kapitel C 2). Der Schwerpunkt der Wohnbauförderung sollte daher von der Förderung von Neubauten hin zu thermischen Sanierungsmaßnahmen verschoben werden. Eine solche Anpassung der Förderung würde sich auch positiv auf die Beschäftigung auswirken, da die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen arbeitsintensiver ist als die Errichtung von Gebäuden (vgl. Innovation & Klima 2007).

Im Neubau sollte die Basisförderung gestrichen werden und die Förderung auf Niedrigenergie- und Passivhäuser beschränkt werden. Eine verstärkte Förderung von Mehrfamilienhäusern wäre zusätzlich sinnvoll, da diese einen geringeren spezifischen Energiebedarf aufweisen und durch die resultierenden dichteren Wohnstrukturen bei einer umfassenden Raumplanung auch der Treibstoffbedarf der Region gesenkt werden könnte. Darüber hinaus bieten energieeffiziente Mehrfamilienhäuser ein großes Potential für den Einsatz von Biomasseheizungen, da hier die relativ hohen Investitionskosten nicht nur auf eine Partei fallen und so rasch von den geringeren Brennstoffkosten profitiert werden könnte (vgl. Kapitel D 4.3).

Auch die Direktförderung für Solar- und Biomasseheizungen sollte an die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen gekoppelt werden. Die Förderung sollte nicht mehr auf den Investitionskosten je Anlage basieren sondern die thermische Qualität des Gebäudes

berücksichtigen. Für Gebäude, die keine thermischen Mindeststandards erfüllen, sollte die Direktförderung stark zurückgenommen werden.

Ein weiteres Potential besteht in der Anpassung der steiermärkischen Wärmedämmverordnung (LGBl. Nr. 103/1996), welche Mindeststandards für die Wärmedurchgangskoeffizienten von Neu- und Zubauten im Wohnbau vorgibt und ihren Nachweis im Rahmen eines Wärmebedarfsnachweises vorschreibt. Die bislang festgelegten Werte sollten an den derzeit möglichen technischen Stand angepasst werden und auf den Gebäudebestand ausgeweitet werden. Zusätzlich könnte der Geltungsbereich des steiermärkischen Energieausweises (LGBl. Nr.10/2008) ausgeweitet werden: Alle Gebäude, die konditioniert werden, sollten erfasst werden. Im Wesentlichen würde das eine Ausweitung des Energieausweises auf den Gebäudebestand bedeuten. Als Beispiel könnte hierzu der oberösterreichische Energieausweis dienen (Oö. Bautechnikgesetznovelle 2008, LGBl. Nr.34/2008)[37].

Informationskampagnen über die Kosten und Umsetzungsmöglichkeiten von Biomassetechnologien könnten den Einsatz von Biomasse ebenfalls weiter vorantreiben, vor allem unter dem Aspekt, dass Investitionsentscheidungen nicht allein aufgrund wirtschaftlicher Gesichtspunkte getroffen werden. Zusätzlich sollten Kampagnen, die das Umweltbewusstsein in Bezug auf energiesparendes bzw. klimafreundliches Wohnen fördern, durchgeführt werden (siehe Abschnitt F).

2.2 Maßnahmen auf der Angebotsseite

Politikmaßnahmen auf der Angebotsseite umfassen im Wesentlichen die Anpassung von Förderungen und die Erhöhung des Informationstandes der Produzenten.

Durch eine Erhöhung der Förderung für schwer bewirtschaftbare Flächen könnte eine vermehrte Produktion von Energiepflanzen und -hölzern unter geringer Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung erfolgen. Auch eine schwerpunktmäßige Förderung forstwirtschaftlicher Biomasse würde die Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion verringern; vor allem die Verwertung von Sekundärbiomasse wie Sägespäne ist hier positiv zu bewerten. Insgesamt sollte die Förderung auf Technologien beschränkt werden, die positive Auswirkungen auf das BIP und die Beschäftigung in der Region haben, wie z.B. forstwirtschaftliche Biomasse oder neue Technologien wie Miscanthus. Technologien wie Energiekorn, die sich negativ auf BIP und Beschäftigung auswirken, sollten nicht gefördert werden (vgl. Kapitel E 4.2.).

Neben dem Anbau innovativer Biomassetechnologien sollte die Veredelung von Biomasse in der Region gefördert werden. Als ergänzende Maßnahme wäre hier die Gründung und Unterstützung von Logistikzentren in der Region zu nennen, um auch kleinen Produzenten die

[37] Ausgenommen sind z.B. Gebäude für religiöse Zwecke, Gebäude mit einer Grundfläche unter 50m^2 oder Gebäude, die aufgrund ihres historischen oder architektonischen Werts offiziell geschützt sind (vgl. Oberösterreichisches Bautechnikgesetz, §39d).

Teilnahme am Markt zu ermöglichen. Auch Agrarunionen zur gemeinsamen Nutzung von Geräten zur Erzeugung landwirtschaftlicher Biomasse sollten zur Verbesserung der Marktchancen kleiner Betriebe gefördert werden.

Die Durchführung einer umfangreichen Informationskampagne, in deren Rahmen die Landwirte über neue Anbauformen (wie z.B. Mischkulturen) oder neue Pflanzenarten (wie z.B. Miscanthus oder Kurzumtrieb) informiert werden, würde sich als ergänzende Maßnahme anbieten. Vor allem durch Zusatzausbildungen der Landwirte zum Energiewirt könnte die Biomasseproduktion in der Region zusätzlich gesteigert werden (siehe Abschnitt F).

LITERATURVERZEICHNIS

AGRAR PLUS (2003), *Potentiale für biogene Rohstoffe zur energetischen Nutzung.* AGRAR PLUS Gmbh , St. Pölten.

Altmann, C. (2007): Persönliche Mitteilung vom 18.07.2007 - KWB – Biomasseheizungen, Vertriebsmanagement.

AMA Agrarmarkt Austria (2007), Merkblatt Energiepflanzen – Ernte 2007, http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?gentics.rm=PCP&gentics.pm=gti_full&p.contentid=10008.37824&Merkblatt_Energiepflanzen.pdf (Stand 09/2007)

AMA Agrarmarkt Austria(2005), Merkblatt Einheitliche Betriebsprämie 2005, http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?gentics.rm=PCP&gentics.pm=gti_full&p.contentid=10008.45044&Merkblatt_Ausfuellanleitung_2007.pdf (Stand 09/2007)

Amon, T., Kryvoruchko, V., Amon, B., Buga, S., Amid, A., Zollitsch, W., Mayer, K., Pötsch, E. (2004), Biogaserträge aus landwirtschaftlichen Gärgütern. 10. Alpenländisches Expertenforum, 18-19.März 2004, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, http://www.gumpenstein.at/publikationen/experten2004/amon.pdf (Stand 09/2007)

Amon, T. (2005), Biogas vom Acker. Tagungsband der Nitra 2005, S 131-135, http://www.blt.bmlfuw.gv.at/vero/veranst/024/Tagungsband/16_Amon.pdf (Stand 07/2007)

Arbeiterkammer (2006), Regionalstatistik Steiermark 2006. Arbeiterkammer, Graz.

Bäck, M., Janetschek, H., Muntner, A., Proch, R., Schally, H. (2007), *Marktfruchtanbau 2006 – Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung in den Arbeitskreisen*. Im Auftrag von BMLFUW, Wien.

Backhaus, K. et al. (2003), *Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung.* 10. Aufl., Springer Verlag, Berlin.

Berger, L., Gruber, P., Huber, E., Panzenböck, J., Rehm, F., Schnabel, A. (1990), *Pflanzenproduktion –Band 1: Pflanzenbauliche Grundlagen*. Leopold Stocker Verlag, Graz.

Berndt, E. (2002): Sozialkapital: Gesellschaft und Gemeinsinn in Vorarlberg. http://www.vorarlberg.at/pdf/sozialkapital_broschuere.pdf (Stand 06/2007)

BFE - Bundesamt für Energie (2007), Wirtschaftlichkeit von heutigen Biomasse-Energieanlagen, http://www.energieforschung .at (Stand 06/2007)

BFW - Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (2002), *Österreichische Waldinventur*, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002 (Stand 8/2007)

Biermayer, P., Baumann, B., Schriefl, E., Skopetz, H., Stieldorf, K. Zelenka, H. Berger, M. und Ornetzeder, M. (2001), *Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung innovativer Wohnbauten*. Forschungsprojekt im Rahmen des Impulsprogrammes Nachhaltig Wirtschaften- at:sd, Bereich Grundlagenstudien 1/2001, Endbericht, Institut für Energiewirtschaft, Wien.

Birnstingl, B., Narodoslawsky, M., Zachhuber, C., Krotschek, C., Selvicka, E., Schrimpf, E., Lauber, V., Riebenbauer, L. (2007), *Landwirtschaft 2020 - Grundlagen einer nachhaltigen, energetischen Gesellschaftsentwicklung.* Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 46/2007, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2004), ÖPUL – Das österreichische Umweltprogramm, http://www. landnet.at/articel/archive 5128 (Stand 09/2007)

BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003), Die Reform der EU-Agrarpolitik, http://www.aiz.info/mmedia/17.05.2004/1084784716.PDF (Stand 07/2007)

BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Kommunalkredit Public Consulting GmbH (2007), Handbuch für die Umweltförderung im Inland. Version 7/2007, http://www.public-consulting.at/blueline/upload/handbuchbetrieblicheumweltfrderungiminland.pdf (Stand 09/2007)

Böhringer C. (1996), *Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen Analyse*. Lang-Verlag, Frankfurt.

Bonelli G. (Hsg.) (1998), Ökologie der Althaussanierung: Leitlinien der Förderung im Hinblick auf die Optimierung von Energieverbrauch, Emissionen und optisches Erscheinungsbild. Forschungsprojekt gefördert durch die Kommission der Europäischen Gemeinschaft, das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten und das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. NÖ Landeskammer, St. Pölten.

Bühl, A. und Zöfel, P. (2002): SPSS 11 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 8. Aufl., Pearson Studium, München.

Bundeskanzleramt Österreich (2007), Regierungsprogramm 2007-2010, Regierungsprogramm für die XXIII. Gesetzgebungsperiode. Bundeskanzleramt, Wien.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) (i.E.), Umweltbilanz Verkehr.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) (2007), *Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2006*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung IV1, Wien.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) (2006), Richtlinie für die sachgerechte Düngung – Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage, BMLFUW, Wien.

Bussolo, M. und Pinelli, D. (2001), Green Taxes: Environment, Employment and Growth – A Computable General Equilibrium Analysis for Italy. Fondazione Ene Enrico Mattei, Milano, availabe at http://www.feem.it/web/activ/_activ.html (Stand 09/2007) September 2007.

Clement, W., Schröck, T., Farar, D., Maurer, C., Preissl, M., Roediger-Schluga, T., Seubert, P. (1998), *Bioenergie-Cluster Österreich*. Langfassung, Studie herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie,Wien.

Christie, M. et al. (2006), Valuing the diversity of biodiversity, *Ecological Economics* **58**, 304-317.

Darnhofer, I., Schneeberger, W. (2004), Landwirtschaft ohne ÖPUL-Gelder. *Blick ins Land*, **3** (2004), S. 12 – 13.

Denz, H., Battisti, M.(2005), Sozialkapital in Vorarlberg. http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/umwelt_zukunft/zukunft/buerofuerzukunftsfragen/weitereinformationen/sozialkapital/sozialkapitalstudie2005.htm (Stand 03/2007)

Diefenbach, N., Loga, T. und Born, T. (2005) *Wärmeversorgung für Niedrigenergiehäuser: Erfahrung und Perspektiven*. Eine Untersuchung im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung. Institut für Wohnen und Umwelt Gmbh, Darmstadt.

Diekmann, R., (2000), *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. 6. Aufl., Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg.

Domig, M., Geiger, M., Greber, M., Schedler, E., Meyer, R. (2007), Biomasseheizwerk Brand, http://www.brand.at/gemeinde/Biomasseheizwerk%20Brand_Pr%E4sentation.pdf (Stand 09/2007)

E - Control 2007, Einspeistarife für Ökostromanlagen, http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/OKO/EINSPEISETARIFE.

Eder, G. (2007), Perspektiven des Einsatzes landwirtschaftlicher Biomasse in Kleinfeuerungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Pelletsbrennstoffen. Dissertation an der JKU Linz, Institut für Betriebliche und regionale Umweltwirtschaft, Linz.

Energy Information Administration (EIA) (2007), *Annual Energy Outlook 2007 with Projections to 2030*. EIA, Washington DC.

(EREC) European Renewable Energy Council (2004), *Renewable energy target for Europe 20% by 2020*. EREC, Brüssel.

EurActiv (2007), Der Energiemix der EU: Streben nach Vielfalt, http://www.euractiv.com/de/energie/energiemix-eu-streben-vielfalt/article-166348 (Stand 09/2007)

Europäische Kommission (2007), Eurostat, Ramon- Klassifikationsserver von Eurostat, Kombinierte Nomenklatur (KN 2007), http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM&StrLanguageCode=DE&IntFamilyCode=&TxtSearch=&IntCurrentPage=2; (Stand 07/2007)

Eurostat (2007[a]), Energiestatistik, Preise, Mineralölerzeugnisse- halbjährliche Preise, Österreich, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/nrg/nrg_price&language=de&product=EU_MASTER_energy&root=EU_MASTER_energy&scrollto=0 (Stand 07/2007)

Eurostat (2007[b]), Außenhandelsstatistik, Österreich, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/&product=EU_external_trade&depth=2 (Stand 07/2007)

Faninger, G. (2005), *Renewable Energy Sources and Technologies in Austria, State of the Art Report 2005.* Bericht aus Energie- und Umweltforschung 26/2006, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Transport, Innovation und Technologie, Universität Klagenfurt.

Fleissner, P., Böhme, W., Brautzsch, H.U. (1998), *Input-Output-Analyse: Eine Einführung in Theorie und Anwendung*. Springer Verlag, Wien.

Flick, U. (1995), *Qualitative Forschung – Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Rowohlt Verlag, Hamburg.

FNR (Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) (2007), Agroforstsysteme, www.energiepflanzen.info/cms35/Agroforst.1588.0.html (Stand 12/2007)

GDI Gemeinschaft Dämmstoffindustrie (2005), *Dämmstoffstatistik 1993 – 2004.* Wien.

Gehmacher, Ernst et al. (Hrsg.) (2006), *Sozialkapital – Neue Zugänge zu gesellschaftlichen Kräften.* Mandelbaum Verlag, Wien.

Gräber, P. (2007), Biodiesel Produktionskosten kritisch analysiert. Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades (FH) für den FH-Diplomstudiengang Produkt- und Projektmanagement, Fachhochschule Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik, Wiener Neustadt.

Grootaert C., van Bastelaer, T., (2001), Understanding and Measuring Social Capital: A Synthesis of Findings and Recommendation from the Social Capital Initiative. http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTSOCIALDEVELOPMENT/EXTTSOCIALCAPITAL/0,,contentMDK:20194767~menuPK:418848~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:401015,00.html (Stand 06/2007)

Haas, R., Kranzl, L., Kalt, G., Ajanovic, A., Eltrop, L., König, A., Makkonen, P. (2007), Strategien zur optimalen Erschließung der Biomassepotenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen, Energy Economics Group, Technische Universität Wien.

Haas, R. und Kranzl. H. (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.

Haberl, H., Krausmann, F., Erb, K. H., Schulz N. und Adensam H. (2002) Biomasseeinsatz und Landnutzung Österreich 1995-2020. Social Ecology Working Paper 65, Institut für Soziale Ökologie, Fakultät für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Wien.

Haller, M. und Troy, C. (2003), Umwelteinstellungen und Umweltverhalten im internationalen Vergleich. *SWS Rundschau*, 43.Jg, Heft 1/2003: 73-80.

Handler, F., Blumauer, E., Rathbauer, J., Bolter, I., Spaller, J. (2006), Aspekte der Rohstoffversorgung von Biogasanlagen auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen – Rohstoffpotenzial Energie- und Arbeitseinsatz und Deckungsbeitragsvergleich der Rohstoffe In: Forschungsbericht Heft Nr. 50, FJ BLT Biomass – Logistics – Technology, Wieselburg.

Hartmann, H., Thuneke, K., Höldrich, A., Roßmann, P. (2007), *Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen*. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.

Hartmann, H., Kaltschmitt, M. (2002), *Biomasse als erneuerbarer Energieträger*. Landwirtschaftsverlag, Münster.

Hartman, H., Kaltschmitt, M. (2001), *Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren.* Springer-Verlag, Heidelberg.

Heißenhuber, A., Berenz, S. (2005) Biomassenbau – lohnendes Geschäft für die Landwirtschaft oder unternehmerische Sackgasse?, http://download.dlg.org/pdf/fachgremien/DLG_WWF_Heissenhuber2.pdf (Stand 03/2007)

Hellrigl, M. (2006), Zukunftsfrage Sozialkapital. in: Gehmacher, E., Kroismayr, S., Neumüller, J., Schuster, M. (Hrsg.) (2006), *Sozialkapital – Neue Zugänge zu gesellschaftlichen Kräften*, Mandelbaum, Wien, S 93-105.

Hirschberger, P. (2006), Potentiale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Berücksichtigung der Biodiversität: Naturverträgliche Nutzung forstlicher Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung unter besonderer Berücksichtigung der Flächen der Österreichischen Bundesforste. Studie des WWF in Zusammenarbeit mit den Österreichsichen Bundesforsten, WWF Österreich.

Holzner, H. (2007), Persönliche Mitteilung vom 30.05.2007 - Landwirtschaftskammer Steiermark, Abteilung Pflanzenbau.

Ignaciuk, A. and Dellink, R.B., (2006), Biomass and multi-product crops for agricultural and energy production - an AGE analysis. *Energy Economics* **28** (3), 308 - 325.

IEA (International Energy Agency) (2006[a]), *World Energy Outlook 2006*. OECD/IEA, Paris.

IEA (2006[b]), Monthly Oil Market Report, 13 December 2006, available at, http://omrpublic.iea.org/tablearchivesearchres.asp?select5=2003&Submit222=Submit (Stand 07/2007)

IEA (2003), Monthly Oil Market Report, 10 December 2003, available at, http://omrpublic.iea.org/tablearchivesearchres.asp?select5=2003&Submit222=Submit (Stand 07/2007)

Innovation und Klima (2007), Das Fact Book. Bausteine für eine neue Klimapolitik. Wifo, WegC, TU, KWI (available at www. http://www.innovation-klima.at)

Institut für Baubiologie und Bauökologie (2006), ECOSOFT WBF Baustoffdatenbank, Ökokennzahlen für Dämmstoffe, Baustoffe, www.ibo.at, downloaded August 2007

International Energy Agency (IEA) (1997), The link between energy and human activity. OECD und IEA, Paris.

Jagl, F. (2007), Persönliche Mitteilung vom 17.04.2007 - Maschinenring Süd-Ost, Geschäftsführer.

Jakob, M. (2006), Marginal costs and co-benefits of energy efficiency investments: The case of the Swiss residential sector, *Energy Policy* **34**, 172–187

Jakob, M., E. Jochem, K. Christen (2002), Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmaßnahmen in Wohngebäuden. Im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Energie. CEPE, ETH Zürich.

Janetschek, H. (2007): Persönliche Mitteilung vom 23.04.2007 – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.

Jungmeier, G., Fankhauser, G, Könighofer, K., Spitzer, J. (1996), GEMIS-Österreich – Energetische Kennzahlen im Prozesskettenbereich: Endenergie – Nutzenerige. Joanneum Research, Institut für Energieforschung, Graz.

Käfer et al (i.E.), Verkehrsprognose 2025+. Studie im Auftrag von BMVIT, ASFINAG, ÖBB und SCHIG.

Kaltschmitt, M., Krewitt, W., Heinz, A., Bachmann, T., Gruber, S., Kappelmann K.H., Beerbaum S., Isermeyer, F. und Seifert, K. (2000), *Gesamtwirtschaftliche Bewertung der Energiegewinnung aus Biomasse unter Berücksichtigung externer und makroökonomischer Effekte* (Externe Effekte der Biomasse). Projekt-Nr. 95 NR 056-F, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Universität Stuttgart.

Kaltschmitt, M., Thrän, D., Frick, S., Müller-Lang, M. (o.J.), Logistik für die Versorgung von Anlagen zur energetischen Nutzung biogener Festbrennstoffe, http://www.tll.de/ainfo/pdf/biotag/bt111106.pdf (Stand 23.09.2007).

Kanzian, C., B. Fenz, Holzleitner F., Stampfer K. (2006[a]), *Waldhackguterzeugung aus Schlagrücklass.* Universität für Bodenkultur, Institut für Forsttechnik, Wien.

Kanzian, C., Holzleitner F., Kindermann G., Stampfer K. (2006b), *Regionale Energieholzlogistik Mittelkärnten*, Universität für Bodenkultur, Institut für Forsttechnik, Wien

Kratena und Würger (2005), Energieszenarien für Österreich bis 2020. WIFO Monographien, 7/2005.

Könighofer, K., Spitzer, J., Padinger, R., Suschek-Berger, J., Streiczher, W. und Mach, T. (2001), *Anforderungsprofil für Biomassefeuerungen* zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf. Endbericht. Ein Projektbericht im Haus der Zukunft, Impulsprogramm nachhaltig Wirtschaften, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Kommunal Kredit Austria (2007[a]), Umweltförderungen, Bundesförderung, betriebliche Umweltförderung im Inland, erneuerbare Energieträger, Biomasse- Nahwärme, http://www.public-consulting.at/de/portal/umweltfrderungen/bundesfrderungen/betrieblicheumweltfrderungiminland/erneuerbareenergietrger/biomassenahwrme/ (Stand 09/2007)

Kommunal Kredit Austria (2007[b]), Umweltförderungen, Bundesförderung, betriebliche Umweltförderung im Inland, erneuerbare Energieträger, Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung, http://www.public-consulting.at/de/portal/umweltfrderungen/bundesfrderungen/kostromfrderungen/kraftwrmekopplungen/ (Stand 05/2007)

Kommunalkredit (o. J.), *Umweltförderungen der Bundes: Biomasse-Nahwärme*, http://www.kommunalkredit.at/kpc/blueline/upload/Biomasse-Nahw%C3%A4rme%20.pdf (Stand 9/2007)

Kommunal Kredit AG (2005), Umweltförderung im Inland, Förderungsrichtlinie 2002, http://www.public-consulting.at/blueline/upload/FRL%202002.pdf (Stand 09/2007)

Kufleitner, A. (2008), Soziale Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Biomasse Fernheizwerken in der Ost-Steiermark. Diplomarbeit an der Karls-Franzens-Universität Graz, Graz, 2008.

Kumbaroglu, G.S. (2003), Environmental taxation and economic efects: a computable general equilibrium analysis for Turkey. *Journal of Policy Modelling*,**25**, 795-810.

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (2006), *Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus.* KTBL, Darmstadt.

Landesenergieverein Steiermark (LEV) (2007), Förderungen, http://www.lev.at/, (Stand 09/2007)

Landesstatistik Steiermark (2007), Privathaushalte in der Steiermark. Stand Volkszählung 2001 und Entwicklung 1971-2050. Steirische Statistiken, Heft 3/2007.

Land Steiermark (2007), Fachstelle für Energie, Förderungen, Biomasse-Nahwärme, http://www.steiermark-energie.at/index3.html (Stand 05/2007)

Land Steiermark (2006[a]), Abteilung A15- Wohnbauförderung: Informationsblatt für die Inanspruchnahme einer Förderung für die Errichtung oder Erweiterung eines Eigenheims durch natürlich Personen nach dem Steiermärkischen Wohnbauföderungsgesetz 1993 (Stand: November 2006), http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/10005034_277576/8e3a005b/ehinfo.pdf (Stand 05/2007)

Land Steiermark (2006[b]), Abteilung A15- Wohnbauförderung: Information über die Förderung der „kleinen" Wohnhaussanierung nach dem Steiermärkischen Wohnbauförderungsgesetz 1993 (Stand: Juni 2006), http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/10005034_277576/8e3a005b/ehinfo.pdf (Stand 05/2007)

Land Steiermark (2005[a]), Energieplan 2005 – 2015 des Landes Steiermark. Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 13B/ Bau- und Raumordnung, Energieberatung und Büro des Landesenergiebeauftragten/ Fachstelle für Energie, Graz.

Land Steiermark (2005 [b]), Fachstelle für Energie, Richtlinien für die Förderung moderner Holzheizungen, http://www.steiermark-energie.at/index3.html, (Stand 05/2007)

Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2006[a]), Bauratgeber für den Herbstanbau 2006. LWK Niederösterreich, St. Pölten.

Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2006[b]), Energiekorn und Miscanthus, Stand der Verbrennungstechnik und Typenprüfung. Vortrag von Ing. Karl Furtner am Energiefachtag 2007 der Bildungswerkstadt-Mold, http://www.bildungswerkstatt-mold.at/pdf/download_20070222-energiefachtag02.pdf (Stand 06/2007)

Lauer, M. (2007), Persönliche Mitteilung vom 14.09.2007 – Joanneum Research.

Lebensministerium (2007), Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2012. Vorlage zur Annahme im Ministerrat am 21. März 2007, Lebensministerium, Wien.

Lehmann, H., Reetz, T. and Drees B., Scenario for a sustainable Future Energy System. in: The LTI-Research Group (Ed.) (1998), *Long-Term Integration of Renewable Energy Sources into the European Energy System*. Publication Series of the Centre for European Economic Research (ZEW), Physica Verlag, Heidelberg.

Lembacher, F. (2007), Benzin von österreichischen Äckern – schon 2007 Realität, Niederösterreich, http://www.landwirtschaftskammer.at/netautor/napro4/appl/na_professional/parse.php?id=20000%2C1251895%2C%2C%2CbnBmX3NldF9wb3NbaGl0c109Mg%3D%3D (Stand 10/2007)

Lenzlinger, M. (2002),Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Investitionen im Hochbau, http://www.empa-ren.ch/Internet-Files/Programm/Aktuelles/aktualitaeten/Status-Seminar/pdf-files%202002/Wirtschaftlichkeitsrechnung.pdf (Stand 09/2007)

Luttenberger, C (2005) Energieregion Oststeiermark. in: *Erneuerbare Energie, Zeitschrift für eine nachhaltige Zukunft* **4** (2005), S. 6-10.

Madlener, R. und Koller, M. (2005), *Evaluierung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Förderung von Biomasse-Anlagen durch das Land Vorarlberg*. Studie im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung. ETH Zürich, Zürich.

Magistrat Wien (2006), Biodiesel made in Vienna, Archivmeldung der Rathauskorrespondenz vom 21.9.2006, http://www.wien.gv.at/vtx/vtx-rk-xlink?SEITE=020060921009 (Stand 09/2007)

Maschinering Preisliste Raabtal (2007), erhältlich bei den Maschinenringgeschäftsstellen Raabtal und Süd-Ost.

Mayer, K. (2007), Persönliche Mitteilung vom 07.08.2007 und 05.07.2007 - Landwirtschaftskammer Steiermark, Abteilung Pflanzenbau.

Moser, F. (2007), Persönliche Mitteilung vom 15.05.2007 - Maschinenring Oberösterreich.

Meuser, M., Nagel, U. (1991), ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. in: Garz, D. und Kraimer, K. (Hrsg.) (1991), *Qualitative-empirische Sozialforschung – Konzepte, Methoden, Analysen*. Westdeutscher Verlag, Opladen, 441-471.

Nehring, A., Vetter, A. und Strauß, C. (2008), Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands. Wissenschaftlicher Beitrag auf der Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2008, 16.1.-19.1.2008, Graz.

Obrecht, A. (1994), Die Implementation von Biomasse-Nahwärmenetzen aus soziologischer Sicht. Qualitative und quantitative Ergebnisse einer Befragung in neun Ortschaften und deren Bedeutung für eine „Soziologische Theorie der symbolischen Kapitalien". in: Rakos, C. (Hsg) (1995), *The Diffusion of Biomass District Heating in Austria.* Institute of Technology Assessment, Austrian Academy of Sciences; Wien.

OECD (2006), *Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels.* Working Party on Agricultural Policies and Markets, OECD, Paris.

OECD und FAO (2006), *Agricultural Outlook 2006 to 2015.* OECD, Paris.

OECD (2001), *The Well-Being of Nations. The role of Human and Social Capita*l. Centre for Educational Research and Innovation. OECD, Paris.

Ökobau Cluster Niederösterreich (o.J.), Wohnen im Passivhaus, http://www.oekobaucluster.at/magazin/00/artikel/15301/doc/d/Passivhaus_PR.pdf (Stand 03/2008)

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie) (Hsg.) (2004), *Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse*. Verbundprojekt gefördert vom BMU im Rahmen des ZIP. Öko-Institut, Darmstadt/Berlin.

ÖROK Österreichische Raumordnungskonferenz (2004), ÖROK-Prognosen 2001-2031, Teil 1: Bevölkerung und Arbeitskräfte nachRegionen und Bezirken Österreichs, Wien.

Ökoregion Kaindorf (2007), der Verein, http://www.oekoregion-kaindorf.at/cms/index.php?kus2byab-navb-211v-at7m-eta4unz88g (Stand 09/2007)

ÖLK Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2007), http://www.oekl.at (Stand 05/2007)

Österreichische Energieagentur (AEA) (2007[a]), Förderungen & Energieberatungsstellen Österreich, http://www.energyagency.at/(de)/esf/inhalt.htm (Stand 09/2007)

Österreichische Energieagentur (AEA) (2007[b]), Förderungen & Energieberatungsstellen Steiermark, http://www.energyagency.at/(de)/esf/inhalt.htm (Stand 09/2007)

Österreichische Nationalbank (OENB) (2007), Zinssätze und Wechselkurse, Renditen auf dem österreichischen Rentenmart (1997-2006), http://www.oenb.at/isaweb/report.do?report=2.11 (Stand 09/2007)

Peter, M. W., Horridge, M., Meagher, G. A., Naqvi, F. and Parmenter, B. R. (1996), The Theoretical Structure of MONASH-MRF, Preliminary Working Paper no. OP-85, Monash University, Melbourne.

Pichl, C., Wilfried P., Obernberger, I. u.a. (1999), Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft, Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, WIFO, Wien.

Promitzer, F. (2007), Persönliche Mitteilung vom 06.09.2007 - Landes Energieverein Steiermark.

Puchas, K. (2007), Persönliche Mitteilung vom 13.04.2007, LEA – Lokale Energie Agentur Oststeiermark.

Putnam, R., (1993), Making Democracy Work, Civic Traditions in Modern Italy. Princeton University Press, Princeton.

Rakos, C. (Hsg) (1995), The Diffusion of Biomass District Heating in Austria. Austrian Contribution to the Project "Pathways from Small Scale Experiments to Sustainable Regional Development". Institute of Technology Assessment, Austrian Academy of Sciences; Wien.

Reinert, K.A. and Roland-Holst, D.W. (1992) Armington elasticities for United States manufacturing sectors, *Journal of Policy Modeling*, 14, 631–639.

Robier, J., Pferscher, J., Mayer K. (2007), Aktuelles zu Maisalternativen für die Biomasseproduktion in Biogasanlagen. In: Der Landwirt, 1 (2007), S. 24 – 25.

Rode, M., Schneider, C., Ketelhake, G., Reißhauer, D. (2005), Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 80283040 des Bundesamtes für Naturschutz. BfN (Bundesamt für Naturschutz) Skripten 136, Hannover.

Rothwangel, H. (2007), Persönliche Mitteilung vom 03.09.2007 - Landes Energieverein Steiermark.

Rutherford, T. and Paltsev, S. (2000), GRAP-ENERGY in GAMS: The Dataset and Static Model, Working Paper No 00-02, University of Colorado, Boulder.

Rutherford, T. (1999), Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: AnOverview of the Modeling Framework and Syntax, *Computational Economics*, 14, 1-46.

Rohracher, H. et al. (1997), *Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 9/97. Interuniversitäres Forschungszentraum für Technik, Arbeit und Kultur, Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr.

Sattler, M. 2006, Biomasse vom Feld aus neuen Bio-Landbaumethoden, http://www.oekozentrum.ch/downloads/publikationen/biomasse_potenzialstudie.pdf (Stand (02/2008).

Schlegel, S., Kraemer, A., Schaffrin, D. (2005), Bodenschutz und nachwachsende Rohstoffe – Gutachten für die Kommission Bodenschutz des Umweltbundesamtes. Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, Berlin.

Schmid. W., Dederer. M. (2006), Thema Vollkostenrechung: Biomasse vom Acker. in Landinfo, Heft 2/2006, S. 15 – 21), http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1193233/landinfo_Thema%20VOLLKOSTENRECHNUNG%20Biomasse%20vom%20Acker%20-%20Schmid.pdf (Stand 04/2007)

Schmidl, F. (2007), Persönliche Mitteilung vom 27.06.2007 - KWB – Biomasseheizungen, Vertriebsleitung Österreich.

Schneeberger, W. (2006), Kalkulation im landwirtschaftlichen Betrieb, http://www.lla-smz.tsn.at/bl03/pdf/Kalkulation%20im%20landwirtschaftlichen%20Betrieb.pdf (Stand 03/2007)

Statistik Austria (2008[a]), ISIS Datenbank, *Segment B4E - Gebäude am 15.5.1991*, http://www.statistik.at/web_de/services/datenbank_isis/index.html (Stand 02/08).

Statistik Austria (2008[b]), ISIS Datenbank, *Segment L7W - Bewohner von Wohnungen (Hauptwohnsitze) am Stichtag; Gebäude- u. Wohnungszählung*, http://www.statistik.at/web_de/services/datenbank_isis/index.html (Stand 02/08).

Statistik Austria (2008[c]), Statistiken, Wohnungen, Gebäude, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohnen_und_gebaeude/index.html (Stand 02/08).

Statistik Austria (2007[a]), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – Hauptergebnisse 1976-2006, Verlag Österreich Gmbh, Wien.

Statistik Austria (2007[b]), Energieeinsatz der Haushalte 2004. Mikrozensuserhebung, Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2007[c]), Statistisches Jahrbuch 2007. Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2007[d]), Verbraucherpreisindex, VPI Inflationsrate 1997-2006, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/preise/verbraucherpreisindex_vpi_hvpi/index.html (Stand 09/2007)

Statistik Austria (2007[e]), Statistiken, Bevölkerung, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/index.html (Stand 09/2007)

Statistik Austria (2006[a]), Integrierte Statistik der Lohn- und Einkommenssteuer, Verlag Österreich Gmbh, Wien.

Statistik Austria (2006[b]), Statistik der Lohnsteuer, Verlag Österreich Gmbh, Wien.

Statistik Austria (2006[c]), Energiestatistik: Energiebilanzen Österreich 1970 bis 2005. Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2006 d), Regionale Gesamtrechnung, Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen 1995-2004 nach NUTS 3-Regionen, http://www.statistik.at/web_de/static/bruttowertschoepfung_zu_herstellungspreisen_1995-2004_nach_nuts_3-regionen_019477.pdf (Stand 09/2007)

Statistik Austria (2006[e]), Aufkommens- und Verwendungstabelle 2003, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html (Stand 02/08).

Statistik Austria (2005), Gebahrung und Sektor Staat – Teil 1, Verlag Österreich Gmbh, Wien.

Statistik Austria (2004[a]), Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Hauptergebnisse Steiermark. Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2004[b]), Volkszählung 2001, Hauptergebnisse Steiermark, Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2003), Systematik der Wirtschafttätigkeiten - ÖNACE 2003, Statistik Austria, Wien.

Statistik Austria (2001): Ein Blick auf die Gemeinde. http://www.statistik.at/blickgem/gemList.do?bdl=6 (Stand 06/2007)

Statistik Austria (2000), Energieeinsatz der Haushalte 1998. Mikrozensus Sonderprogramm, Statistik Austria, Wien.

Steininger, K. and Breuss, F., (1998), Biomass Energy Use to Reduce Climate Change: A General Equilibrium Analysis for Austria. *Journal of Policy Modeling* **20** (1998), 513-535.

Strasser, H. (2007), Persönliche Mitteilung vom 21.06.2007 - Landwirtschaftskammer Steiermark, Abteilung IINVEKOS.

Strasser, C., S. Griesmayr, M. Wörgetter (2006), *Studie zur Treibhausgasrelevanz der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen*. Projektendbericht NAWARO aktiv, Austrian Bioenergy Centre, Wieselburg.

Streit, H. (2007), Persönliche Mitteilung vom 08.05.2007 – Österreichische Hagelversicherung.

Syngenta Seeds (2006), NK Biogas-Mais – Qualität zahlt sich aus, http://www.nk.com/media/35628/biogas%20prospekt%2006-07.pdf (Stand 08/2007)

Thrän, D., Weber M., Scheuermann, A., Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A., Tho-roe, C., Schweinle, J., Fritsche, U., Jenseit, W., Rausch, L. und Schmidt, K. (2006), Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext, Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE), Leipzig.

Tischer, M. et. al. (2006*), Auf dem Weg zur 100% Region - Handbuch für eine nachhaltige Energieversorgung von Regionen*. B.A.U.M. Consult, München.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2005), *European Forest Sector outlook Study*. United Nations (UN), Geneva.

U.S. Geological Survey (USGS) (2000), *World Petroleum Assessment-2000, Description and Results.* USGS World Energy Assessment Team, Denver.

Waldinventur 2000/2002, Forstwirtschaftliche Kennzahlen: Österreichische Waldinventur 2000/02, http://www.agrar.steiermark.at/cms/dokumente/10026294_14502599/21b16def/inv_steiermark_2002.pdf (Stand 10/2007).

Welsch, H., Armington Elasticities for Energy Policy Modeling: Evidence from Four European Countries, *Energy Economics* (forthcoming)

Wissema, W. and Dellink, R., (2007), AGE analysis of the impact of a carbon energy tax on Irish economy. *Ecological Economics*, **61** (4), 671 – 683.

Zelle, K. und Schechtner, O. (2000), Hauptergebnisse der Energetischen Gesamtrechnung, http://members.aon.at/adip/ (Stand 09/2007)

Gesetze und andere offizielle Dokumente

BGBl. II Nr.59/2008. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der Preise für die Abnahme elektrischer Energie aus Ökostromanlagen auf Grund von Verträgen festgesetzt werden, zu deren Abschluss die Ökostromabwicklungsstelle im Kalenderjahr 2008 verpflichtet ist. *Ökostromverordnung 2008*.

BGBl I Nr. 24/2007. Bundesgesetz: Budgetbegleitgesetz 2007.

BGBl. I Nr. 10/2007. Änderung des Ökostromgesetzes.

BGBl. I Nr.137/2006. Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten. *Energieausweis-Vorlage-Gesetz – EAVG*.

BGBl. I Nr. 105/2006. Ökostromgesetz-Novelle 2006.

BGBl. II Nr. 401/2006. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der Preise für die Abnahme elektrischer Energie aus Ökostromanlagen auf Grund von Verträgen festgesetzt werden, zu deren Abschluss die Ökostromabwicklungsstelle in den Kalenderjahren 2006 und 2007 verpflichtet ist. *Ökostromverordnung 2006*.

BGBl. II Nr. 482/2004. Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über produktspezifische Beihilferegelungen nach Titel IV der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 und über den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP-Beihilfen-Verordnung).

BGBl. I Nr. 149/2002. Bundesgesetz, mit dem Neuregelungen auf dem Gebiet der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und auf dem Gebiet der Kraft-Wärme-Kopplung erlassen werden. *Ökostromgesetz.*

BGBl I Nr. 106/1999. Bundesgesetz, Steuerreformgesetz 2000, Artikel XII Änderung des Mineralölsteuergesetzes 1995.

BGBl. I Nr. 143/1998. Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz - ElWOG), das Bundesverfassungsgesetz, mit dem die Eigentumsverhältnisse an den Unternehmen der österreichischen Elektrizitätswirtschaft geregelt werden, erlassen wird und das Kartellgesetz 1988 und das Preisgesetz 1992 geändert werden. *Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz.*

BGBl I Nr. 630/1994. Bundesgesetz, Mineralölsteuergesetz 1995.

KOM/2008/0019. Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.

KOM/2007/0002. Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius. The way ahead for 2020 and beyond.

KOM/2007/0001. Eine Energiepolitik für Europa.

KOM/2006/0848. Fahrplan für erneuerbare Energien. Erneuerbare Energien im 21. Jahrhundert: Größere Nachhaltigkeit in der Zukunft.

KOM/2006/0576. Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über ein gemeinschaftliches Kennzeichnungsprogramm für Strom sparende Bürogeräte. Neufassung.

KOM/2006/0545. Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen.

KOM/2006/0105. Grünbuch: Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie.

KOM/2005/0628. Aktionsplan für Biomasse.

KOM/2005/0265. Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger ist mehr.

KOM/2002/0321. Abschlussbericht über das Grünbuch "Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit".

KOM/2001/0264. Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung. Vorschlag der Kommission für den Europäischen Rat in Göteborg.

KOM/1997/0599. Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger. Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan.

LGBl Nr.34/2008. Landesgesetz, mit dem das Oberösterreichische Bautechnikgesetz geändert wird. Oö. *Bautechnikgesetz-Novelle 2008*.

LGBl. Nr.10/2008. Gesetz vom 15. Jänner 2008, mit dem das Steiermärkische Baugesetz und das Steiermärkische Feuerungsanlagengesetz geändert werden. *Baugesetznovelle 2008*.

LGBl. Nr. 70/2005. Gesetz vom 19. April 2005, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft im Land Steiermark geregelt wird. *Steiermärkisches Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2005*.

LGBl. Nr. 28/2005. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 27. Jänner 2005, mit der ein regionales Entwicklungsprogramm für die Planungsregion (politischer Bezirk) Radkersburg erlassen wird.

LGBl. Nr. 65/2004. Gesetz vom 6. Juli 2004 über eine nachhaltige Abfall und Stoffflusswirtschaft in der Steiermark. *Steiermärkisches Abfallwirtschaftsgesetz 2004*.

LGBl. Nr.29/1996. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 2. Dezember 1996, mit der wärmeschutztechnische Mindestanforderungen an bestimmte Bauwerke und Bauteile festgesetzt werden. *Wärmedämmverordnung*.

LGBl. Nr. 53/1995. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom, mit der ein regionales Entwicklungsprogramm für die Planungsregion (politischer Bezirk) Hartberg erlassen wird.

LGBL Nr. 46/1995. Vereinbarung zwischen dem Bund und den Ländern gemäß Artikel 15a B-VG über die Einsparung von Energie.

LGBl. Nr. 9/1994. Gesetz vom 19.Oktober 1993 über die Förderung der Land und Forstwirtschaft in der Steiermark. Steiermärkisches Landwirtschaftsförderungsgesetz.

LGBl. Nr. 7/1994. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 12. Juli 1993, mit der in regionales Entwicklungsprogramm für die Planungsregion (politischer Bezirk) Feldbach erlassen wird.

LGBl. Nr. 25/1993. Steiermärkisches Wohnbauförderungsgesetz 1993.

LGBl. Nr. 35/1991. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 22. April 1991, mit der ein regionales Entwicklungsprogramm für die Planungsregion (politischer Bezirk) Weiz erlassen wird.

LGBl. Nr. 34/1991. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 22. April 1991, mit der ein regionales Entwicklungsprogramm für die Planungsregion (politischer Bezirk) Fürstenfeld erlassen wird.

LGBl. Nr. 29/1984. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 30. Jänner 1984, mit der ein Entwicklungsprogramm für Rohstoff- und Energieversorgung erlassen wird.

LGBl. Nr. 53/1977. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 11. Juli 1977, mit der das Landesentwicklungsprogramm erlassen wird.

LGBl. Nr. 127/1974. Gesetz vom 25. Juni 1974 über die Raumordnung im Lande Steiermark. *Steiermärkisches Raumordnungsgesetz 1974*.

Österreichischer Biomasse-Verband (2006), *Biomasse-Aktionsplan für Österreich unter Einbeziehung der Solarthermie, der Windenergie und der Wasserkraft*, Wien: Biomasse-Verband.

Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates.

Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG.

Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor.

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

Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt.

Richtlinie 92/75/EWG des Rates vom 22. September 1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen.

Stellungnahme 2006/C 110/10. Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe - Entwicklungsperspektiven für die stoffliche und energetische Nutzung“.

Verordnung (EG) Nr. 1998/2006 der Kommission vom 15. Dezember 2006 über die Anwendung der Artikel 87 und 88 EG-Vertrag auf „De-minimis“-Beihilfen.

Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raumes durch den Europäischen Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER).

Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29.September 2003 mit gemeinsamen Regeln für die Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG).

Verordnung (EG) Nr. 2422/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 über ein gemeinschaftliches Kennzeichnungsprogramm für Strom sparende Bürogeräte.

Verordnung (EG) NR. 587/2001 der Kommission vom 26. März 2001 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2461/1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen. http://www.ble.de/data/D69F6475FBF84677A42375E5710CA12D.0.pdf, downloaded, Juni 2007.

Verordnung (EG) Nr. 69/2001 der Kommission vom 12. Januar 2001 über die Anwendung der Artikel 87 und 88 EG-Vertrag auf „De-minimis“-Beihilfen.

ANHANG

ANHANG 1 Förderung erneuerbarer Energieträger und Steigerung der Energieeffizienzen durch den Bund, das Land Steiermark und die Gemeinden der Region Oststeiermark 290

ANHANG 2 Aufkommens- und Verwendungstabellen für drei Regionen in Österreich (Berichtsjahr 2003) 299

ANHANG 3 Ergebnisse Einzeltechnologieanalyse 300

ANHANG 4 Darstellung der Marktentwicklungen als Grundlage für die Sensitivitätsanalyse 302

ANHANG 5 Interview Leitfaden ExpertInnen Interviews und Fragebogen der Haushaltsbefragung 310

ANHANG 6 Glossar 316

.

ANHANG 1 Förderung erneuerbarer Energieträger und Steigerung der Energieeffizienzen durch den Bund, das Land Steiermark und die Gemeinden der Region Oststeiermark

Tabelle 54 Die Umweltförderung des Bundes (AEA 2007[a])

Titel	Gegenstand	Voraussetzungen	Förderhöhe[1]
Biomasse-Einzelanlagen und -Mikronetze über 300 kW	▫ Automatisch beschickte Biomasse-Feuerungsanlagen (Feuerungsanlage, Beschickung, Rauchgasreinigung) ▫ Stückholzkessel in Zentralheizungssystemen (nur Kessel mit Typenprüfung ausschließlich für Holz, keine Kachelöfen, keine Allesbrenner) ▫ Nebenkosten (z. B. Installationen, Heizhaus, Spänesilo, Zerspaner bzw. Hacker etc.) - maximal bis zu 75% der Kosten der Feuerungsanlage ▫ Mikronetze (d.h. kleinräumige Wärmeverteilnetze zur Versorgung von mindestens 4 räumlich und bezüglich der Eigentümerstruktur unabhängigen Objekten mit weniger als 50% Neubauten) mit Investitionskosten unter € 200.000 ▫ Mikronetze zur innerbetrieblichen Versorgung von mindestens 4 räumlich unabhängigen Objekten	▫ Emissions- und Effizienzstandards (z.T. gestaffelt nach der Brennstoffwärmeleistung)	▫ max. 30%
Biomasse-Einzelanlagen und -Mikronetze bis 300 kW	▫ Automatisch beschickte Biomasse-Feuerungsanlagen (Feuerungsanlage, Beschickung, Rauchgasreinigung) ▫ Stückholzkessel in Zentralheizungssystemen (keine Kachelöfen, nur Kessel mit Typenprüfung ausschließlich für Holz, keine Allesbrenner) ▫ Nebenkosten (z. B. Heizhaus, Spänesilo, Zerspaner bzw. Hacker etc.)	▫ Investitionskosten über € 5.000 ▫ Emissionsstandards	▫ max. 30%
Biomasse Kraft-Wärme-Kopplung	▫ Automatisch beschickte Biomasse-Feuerungsanlagen (Feuerungsanlage, Beschickung, Rauchgasreinigung) ▫ Kessel (Dampfkessel, Thermoölkessel) ▫ Verstromung (Dampfturbine, BHKW etc.) ▫ Wärmeverteilnetz	▫ Investitionskosten > € 10.000 ▫ Nutzung von ≥ 30% der jährlich erzeugten Wärme	▫ max. 30% bei Nutzung von 100% der Wärme ▫ sonst proportionale Kürzung
Biomasse Nahwärme	▫ Heizzentrale inklusive maschinelle Einrichtung, Lagerhalle und Wärmeverteilnetz zur großräumigen Wärmeversorgung ▫ Gekoppelte Solaranlage,wenn dadurch die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojektes erhöht wird	▫ technisch-wirtschaftlichen Standards ▫ Investitionskosten > € 35.000 ▫ Kofinanzierung des Bundeslands	▫ max. 30%
Wärmeverteilung	▫ Bau- und Anlagekosten ausschließlich für die Wärmeverteilung (Nahwärmenetze) ▫ vorgeschaltenen Wärmetauscher (z. B. reine Netzerweiterungen bei Nahwärmenetzen oder Wärmeverteilung bei netzgekoppelten Ökostromanlagen).	▫ Investitionskosten > € 35.000 ▫ Abwärmekonzept ▫ Kofinanzierung des Bundeslands	▫ max. 30%
Stromproduzierende Anlagen	▫ Anlagen zur Eigenversorgung (Strom aus Windkraft, Photovoltaik in Insellagen, Biogas, z.T. Kleinwasserkraftwerke)	▫ Investitionskosten > € 10.000 ▫ Emissionsstandards	▫ max. 30%

[1]Förderhöhe in Prozent der umweltrelevanten Investitionskosten

Tabelle 55 Die Umweltförderung des Bundes (Fortsetzung) (AEA 2007[a])

Titel	Gegenstand	Voraussetzungen	Förderhöhe[1]
Geothermie	▫ Bohrung ▫ Wärmeaustausch ▫ Wärmeverteilnetz ▫ Wiederverpressung ▫ Kraft-Wärme-Kopplung ▫ Geothermische Nachnutzung bestehender Erdölbohrlöcher	▫ Investitionskosten > € 35.000 ▫ Kofinanzierung des Bundeslands ▫ Probebohrungen ▫ Wiederverpressung des Thermalwassers nach der Nutzung ▫ Abnahmeprüfung des Gesamtsystems	▫ max. 30%
Solaranlagen bis 100 m2	▫ Solaranlagen zur Warmwasserbereitung oder zur teilsolaren Raumheizung inkl. Verrohrung, Wärmespeicher, Verteilernetze mit einer maximalen Kollektorfläche von 100 m2 ▫ Solaranlagen für Kühlzwecke	▫ Investitionskosten > €5.000	▫ max. 30%
Solaranlagen über 100 m3	▫ Solaranlagen zur Warmwasserbereitung oder zur teilsolaren Raumheizung inkl. Verrohrung, Wärmespeicher, Verteilernetze ▫ Solare Großanlagen ▫ Solaranlagen für Kühlzwecke	▫ Vorlage von ÖNORM-, DIN- oder ISO-Prüfbericht zum beantragten Kollektor ▫ Investitionskosten > € 10.000	▫ max. 30%
Effiziente Energienutzung	▫ Energiesparmaßnahmen in Anlehnung an die jeweiligen Energiebranchenkonzepte ▫ Betriebliche Energiesparmaßnahmen wie z. B. Wärmerückgewinnung, Wärmepumpen ▫ Industrielle Abwärmenutzung: Wärmeauskopplung und Wärmeverteilung ▫ Optimierung von Regelungen	▫ Investitionskosten > € 10.000	▫ max. 30%
Energetische Optimierung von Abwasserreinigungsanlagen	▫ Energetische Optimierung der einzelnen Anlagenteile ▫ Energetische Nutzung von innerbetrieblichem Klärschlamm (z. B. Biogas)	▫ Investitionskosten > € 35.000	▫ max. 30%
Fossile Kraft-Wärme-Kopplung	▫ Kraft-Wärme-KopplungsanlagenAbgasreinigungsanlagenBrennstoffzellen	▫ Investitionskosten > € 10.000	▫ max. 30%
Thermische Gebäudesanierung	▫ Dämmung der obersten Geschoßdecken bzw. des Daches ▫ Dämmung der Außenwände ▫ Dämmung der untersten Geschoßdecke bzw. des Kellerbodens ▫ Sanierung bzw. Austausch der Fenster und Türen ▫ Maßnahmen zur verstärkten passiven Solarnutzung	▫ Investitionskosten > € 35.000 ▫ Gebäude vor 1985 errichtet	▫ max. 30 % für EKZ < 50 kWh/m²a ▫ max. 20 % für EKZ < 70 kWh/m²a
Anschluss an Fernwärme	▫ Investitionen innerhalb der Grundstücksgrenze, die zum Anschluss an das Fernwärmenetz erforderlich sind ▫ Übergabestation, wenn sie nicht von einer anderen Bundes- oder Landesförderstelle zusammen mit dem Nahwärmenetz gefördert wurde	▫ Investitionskosten > € 10.000	▫ max. 30% bei Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern ▫ max. 15% bei Fernwärme fossiler Energie

[1]Förderhöhe in Prozent der umweltrelevanten Investitionskosten

Tabelle 56 Förderungen durch das Land Steiermark (AEA 2007[b])

Titel	Gegenstand	Voraussetzungen	Förderhöhe
Eigenheimförderung			
Basisförderung (BF)	▫ Neuerrichtung eines Eigenheimes	▫ EKZ ≤ 65kWh/m²a ▫ Beheizung ohne fossile Brennstoffe ▫ Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung (≥5m²) außer bei Fernwärmeanschluss oder Wärmepumpe	▫ abhängig von Familiengröße
Niedrigenergiehaus	▫ Neuerrichtung eines Eigenheimes	▫ EKZ < 50 kWh/m²a	▫ € 10.901 zur BF
Superniedrigenergiehaus	▫ Neuerrichtung eines Eigenheimes	▫ EKZ < 40 kWh/m²a	▫ € 15.000 zur BF
Passivhaus	▫ Neuerrichtung eines Eigenheimes	▫ EKZ < 15 kWh/m²a	▫ € 20.000 zur BF
Alternativenergieanlagen	▫ Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger oder zur Abwärmenutzung sowie Photovoltaikanlagen	▫	▫ max. € 7.000 zur BF
Fernwärmeanschluss			▫ € 2.907 zur BF
Wohnhaussanierung			
Kleine Sanierung	▫ Verbesserung des Schall- oder Wärmeschutzes ▫ Anschluss bzw. Umstellung auf Fernwärme ▫ Automatische Biomasseheizungen (Hackschnitzel oder Pellets) ▫ Stückholzspezialkessel mit und ohne Pufferspeicher ▫ Teilsolare Heizung mit Pufferspeicher ▫ Solaranlagen ▫ Monovalente Wärmepumpenheizung ▫ Lüftungswärmerückgewinnung ▫ Photovoltaikanlagen (mind. 1kW, netzgekoppelt) ▫ ...	▫ 1 Ökopunkt: ▫ Thermische Sanierung auf WDVO ▫ Einbau von Biomasse-Heizanlage, thermische oder fotovoltaische Solaranlage oder monovalente Wärmepumpe ▫ 2 Ökopunkte: ▫ Thermische Sanierung auf mittleren U-Wert um 20% unter WDVO ▫ Einbau einer Kombination aus Biomasseheizung mit Solaranlage oder Lüftungswärmerückgewinnung	▫ kein Ökopunkt: max. € 30.000 ▫ max. € 5.000 zusätzlich je Ökopunkt ▫ max. € 50.000 bei vier Ökopunkten
Umfassende Sanierung	▫ s. Kleine Sanierung	▫ Gebäude mit mehr als 3 Wohneinheiten ▫ Baubewilligung älter als 30 Jahre ▫ Wärme- und Schallschutz entsprechend den für Neubau geltenden Bestimmungen ▫ Wohnungsnutzfläche 30m² - 150 m² ▫ Sanierungsumfang ≥ € 21.802 pro Wohnung	▫ Annuitätenzuschüssen von 45%

Tabelle 57 Förderungen durch das Land Steiermark (Fortsetzung) (AEA 2007[b])

Titel	Gegenstand	Voraussetzungen	Förderhöhe
Förderung moderner Holzheizungen	▫ Hackschnitzelfeuerungen ▫ Pelletsfeuerungen ▫ Scheiterholzgebläsekessel mit Pufferspeicher ▫ Kachelöfen mir Brennereinsätzen als Gesamtheizsystem ▫ Pelletseinzelöfen oder -zentralheizungsöfen als Gesamtheizsystem	▫ Fernwärmeanschluss nicht möglich ▫ Erfüllung der ÖNORM B 8135 bei Neuerrichtung ▫ Gesamtheizsystem	▫ max. 25% der Nettoinvestitionskosten
Förderung von Solaranlagen	▫ Neubaues oder Erweiterung einer Thermischen Solaranlage	▫ Effizienzstandards ▫ keine Schwimmbadbeheizung	▫ allgemein € 50 pro m2 ▫ Sockelbetrag von € 300 / € 500 bei Neuerrichtung
Ökofonds-Förderung für Erneuerbare Energien	▫ feste Biomasse ▫ flüssige Biomasse ▫ Biogas ▫ Klär- und Deponiegas ▫ Windkraft ▫ Sonnenenergie ▫ Geothermie ▫ sonstige erneuerbare Energieträgern (z.B. Wasserkraft aus Kleinwasserkraftwerken)	▫ innovatorischen Ansatz des Vorhabens	▫ 100% der förderfähigen Kosten
Bioenergieanlagen	▫ lokale Biomasse-Nahwärme-Anlagen (inkl Biomasse-KWK-Anlagen)	▫ Errichtung von lokalen Biomasse-Nahwärme-Anlagen (inkl Biomasse-KWK-Anlagen)	▫ Höhe der Zuschüsse ist projektbezogen
Tourismusförderungsfonds	▫ Energieeinsparung ▫ alternative Energien bei sparsamer Nutzung von knappen Rohstoffen ▫ Abfallvermeidung ▫ …	▫ Projekte < EUR 218.000	▫ max. 70% der Bemessungsgrundlage

Tabelle 58 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Feldbach (nach LEV, 2007)

Gemeinde	Förderungsgegenstand										
	Biomasseanlagen					Solaranlagen			Wärme-pumpen	Fern-wärme	Dämmung
	Allgemein	*Hackgut*	*Pellets*	*Stückholz*	*Kachelofen*	*Allgemein*	*Photovoltaik*	*Solar-kollektoren*			
Auersbach	€ 363/A					€ 18/m²					
Aug-Radisch	€ 150/A					€ 150/A					
Bad Gleichenberg						20%d.L.					
Baumgarten bei Gnas		€ 360/A	€ 360/A	€ 220/A		€ 220/A					
Breitenfeld an der Rittschein		€ 400/A	€ 400/A	€ 200/A				€ 50/m²	€ 400/A		
Edelsbach bei Feldbach		€ 509/A	€ 364/A	€ 509/A	€ 509/A	€ 22/m²					
Edelstauden		€ 363/A	€ 218/A	€ 218/A	€ 218/A	€ 15/m²					
Eichkögl	10%d.I.								10%d.I.	10%d.I.	
Fehring						50%d.L.					
Feldbach						50%d.L.					
Fladnitz im Raabtal		€ 1090/A	€ 1090/A	€ 727/A		€ 36/m²					
Glojach		€ 365/A	€ 365/A	€ 365/A				€ 37/m²			
Gnas	€ 250/A					€ 250/A					
Gniebing-Weißenbach	50%d.L.					50%d.L.					
Gossendorf	€ 363/A					€ 36/m²					
Hatzendorf	€ 363/A					€ 35/m²					
Hohenbrugg-Weinbrerg	€ 365/A					€ 37/m²	€ 36/m²				
Jagerberg						€ 220/A					
Johnsdorf-Brunn	€ 363,36/A					€ 18/m²					
Kapfenstein						€ 20/m²					
Kirchbach in Steiermark						€ 10/m²					
Kirchberg an der Raab						€ 18/m²					
Kohlberg	€ 250/A					€ 250/A					
Kornberg bei Riegersburg		€ 726/A	€ 726/A	€ 364/A		€ 29/m²					
Krusdorf		€ 727/A	€ 727/A	€ 363/A				€ 145/A			
Leitersdorf im Raabtal	€ 363/A							€ 18-34/m²			
Lödersdorf								€ 10/m²			
Maierdorf	€ 218/A					€ 218/A					
Merkendorf						€ 36/A					
Mitterlabill						€ 73/A					
Mühldorf bei Feldbach	€ 370/A					€ 20/m²					
Oberdorf am Hochegg						€ 20/m²					
Oberstorcha		€ 908/A	50%d.L.	€ 450/A		€ 182/A			€ 450/A		
Perlsdorf						€ 150/A					
Pertlstein	€ 370/A					€ 50/m²					
Petersdorf II						€ 18/m²					
Pirching am Traubenberg						€ 219/A					
Poppendorf	€ 363/A					€ 182/A					
Raning	€ 250/A					€ 250/A					
Riegersburg	€ 363/A					€ 36/m²					
Sankt Anna am Aigen						€ 363/A					
Sankt Stefan im Rosental		€ 436/A	€ 436/A	€ 218/A		€ 36/m²					
Schwarzau im Schwarzautal	€ 363/A					€ 218/A					
Stainz bei Straden		€ 360/A	€ 360/A	€ 360/A		€ 18/m²					
Studenzen		€ 700/A	€ 300-500/A	€ 400/A		€ 36-73/m²					
Trautmannsdorf in Oststeiermark						€ 37/m²					
Unterauersbach	€ 218/A					€ 15/m²					
Unterlamm		€ 363/A	€ 363/A	€ 218/A		€ 36/m²					
Zerlach						€ 22/m²					

A ……. Anlage
%d.I. … % der Investitionskosten
%d.L. … % der Landesförderung

Tabelle 59 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Fürstenfeld (nach LEV, 2007)

Gemeinde	Förderungsgegenstand										
	Biomasseanlagen					Solaranlagen			Wärme-pumpen	Fernwärme	Dämmung
	Allgemein	*Hackgut*	*Pellets*	*Stückholz*	*Kachelofen*	*Allgemein*	*Photovoltaik*	*Solar-kollektoren*			
Bad Blumau	50%d.L.					€ 187/A					
Großsteinbach		50%d.L.	50%d.L.	50%d.L.	50%d.L.	€ 20/m²					
Großwilfersdorf	€ 10/A					€ 10/m²					
Hainersdorf	€ 365/A					€ 22/m²					
Ilz	€ 363/A					€ 181/A					
Loipersdorf						€ 22/m²					
Nestelbach im Ilztal	€ 363/A					€ 218/A					
Ottendorf an der Rittschein		€ 350/A	€ 50-350/A	€ 250/A	€ 100/A	€ 25/m²					€ 2-4/m²
Söchau	50%d.L.					€ 50/m²	€ 50/m²				
Stein								€ 22/m²			
Fürstenfeld	50%d.L.					50%d.L.					

A ……... Anlage
%d.L. … % der Landesförderung

Tabelle 60 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Hartberg (nach LEV, 2007)

Gemeinde	Förderungsgegenstand										
	Biomasseanlagen					Solaranlagen			Wärme-pumpen	Fernwärme	Dämmung
	Allgemein	*Hackgut*	*Pellets*	*Stückholz*	*Kachelofen*	*Allgemein*	*Photovoltaik*	*Solar-kollektoren*			
Bad Waltersdorf	40%d.L.					€ 35/m²	€ 35/m²				
Blaindorf	50%d.L.					50%d.L.					
Dechantskirchen	40%d.L.					€ 15/m²					
Dienersdorf		€ 50	€ 50	€ 50		50%d.L.					
Ebersdorf	40%d.L.					50%d.L.					
Eichberg		€ 400/A	€ 400/A	€ 300/A		€ 20/m²	€ 75/m²		€ 400/A		
Friedberg	40%d.L.					€ 25/m²	€ 25/m²		€ 560/A		
Grafendorf bei Hartberg	€ 908/A					€ 18/m²					
Greinbach	25%d.L.					€ 40/m²					
Großhart	50%d.L.					50%d.L.					
Hartberg		€ 870/A	€ 870/A	€ 870/A			€ 725/kW	€ 35/m²	20%d.I.		
Hartberg Umgebung	40%d.L.					€ 20/m²					
Hartl		50%d.L.	50%d.L.	50%d.L.				50%d.L.			
Hofkirchen bei Hartberg	50%d.L.					50%d.L.					
Kaibing	40%d.L.					50%d.L.					
Kaindorf	50%d.L.					50%d.L.					
Lafnitz								€ 36,34/m²			
Limbach bei Neudau	30%d.L.					€ 11/m²					
Mönichwald	20%d.L.					€ 18/m²					
Neudau						€ 18/m²					
Pinggau		13%d.I.	13%d.I.	13%d.I.		€ 25/m²	€ 25/m²				
Puchegg		€ 400/A	€ 350/A	€ 300/A		€ 25/m²					
Pöllau								€ 10/m²			
Pöllauberg		40%d.L.	40%d.L.		40%d.L.	€ 18/m²	€ 10/m²				
Riegersberg						€ 20/m²					
Rohr bei Hartberg	25%d.L.					50%d.L.	50%d.L.				
Saifen-Boden	50%d.L.					€ 18/m²					
Sankt Jakob im Walde	€ 581/A					€ 25/m²					
Sankt Johann bei Herberstein						€ 18/m²					
Sankt Johann in der Haide	10%d.L.					€ 18/m²					
Sankt Lorenzen am Wechsel		€ 730/A	€ 440/A	€ 580/A		€ 36/m²	€ 36/m²				
Sankt Magdalena am Lemberg	25%d.L.							€ 18/m²			
Schachen bei Vorau	€ 300/A	€ 500/A	€ 350/A			€ 25/m²					
Schlag bei Thalberg	40%d.L.					€ 15/m²					
Schäffern		40%d.L.	40%d.L.	40%d.L.	40%d.L.			€ 29-58/m²			
Schönegg bei Pöllau		20%d.L.	20%d.L.	20%d.L.				€ 20/m²			
Sebersdorf	40%d.L.							€ 22/m²			
Siegersdorf bei Herberstein								€ 22/m²			
Sonnhofen								30%d.L.			
Stambach								€ 18/m²			
Stubenberg	30%d.L.							€ 182/A			
Tiefenbach bei Kaindorf	50%d.L.					€ 20/m²					
Vorau	50%d.L.										
Vornholz						€ 18/m²					
Waldbach	20%d.L.					€ 15/m²					
Wenigzell								€ 15/m²			
Wörth an der Lafnitz		€ 364/A	€ 364/A	€ 218/A		€ 145/A					

A ……... Anlage
%d.I. … % der Investitionskosten
%d.L. … % der Landesförderung

Tabelle 61 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Radkersburg (nach LEV, 2007)

Gemeinde	Förderungsgegenstand										
	Biomasseanlagen					Solaranlagen			Wärme-pumpen	Fernwärme	Dämmung
	Allgemein	*Hackgut*	*Pellets*	*Stückholz*	*Kachelofen*	*Allgemein*	*Photovoltaik*	*Solar-kollektoren*			
Bierbaum am Auersbach	€ 218/m²					€ 30/m²					
Deutsch Goritz						€ 15/m²					
Eichfeld						€ 15/m²					
Halbenrain	€ 218/A					€ 18/m²					
Hof bei Straden								€ 7/m²			
Klöch								€ 22/m²			
Mureck								€ 29-58/m²			
Murfeld								€ 36/m²			
Radkersburg Umgebung		€ 500/A	€ 300-500/A	€ 300/A	€ 300/A	€ 40/m²					
Ratschendorf		€ 350/A	€ 250/A	€ 250/A		€ 30/m²					
Sankt Peter am Ottersbach		€ 582/A	€ 582/A	€ 582/A	€ 290/A	€ 26/m²				€ 36/kW	
Straden		€ 450/A	€ 450/A	€ 220/A		€ 50/m²	€ 50/m²				
Tieschen								€ 22/m²			
Trössing								€ 37/m²			
Weinburg am Saßbach								€ 15/m²			

A … Anlage

Tabelle 62 Förderungen durch die oststeirischen Gemeinden im Bezirk Weiz (nach LEV, 2007)

Gemeinde	Förderungsgegenstand										
	Biomasseanlagen					Solaranlagen			Wärme-pumpen	Fernwärme	Dämmung
	Allgemein	*Hackgut*	*Pellets*	*Stückholz*	*Kachelofen*	*Allgemein*	*Photovoltaik*	*Solar-kollektoren*			
Albersdorf-Prebuch	33%d.I.	33%d.I.	33%d.I.	33%d.I.	33%d.I.						20%d.I.
Anger						€ 36/m²		33%d.L.			
Arzberg						€ 19/m²					
Baierdorf bei Anger	€ 400/A					€ 400/A				€ 300/A	
Birkfeld	€ 300/A					€ 20/m²					
Etzersdorf-Rollsdorf		€ 363/A	€ 363/A	€ 363/A	€ 363/A	€ 18/m²			€ 363/A		
Feistritz bei Anger	€ 363/A								€ 218/A		
Fischbach	20%d.L.					€ 18/m²					
Floing	€ 363/A							€ 18/m²			
Gasen		€ 436/A	€ 218 - 436/A	€ 218/A	€ 218/A						
Gersdorf an der Feistritz		€ 581/A	€ 581/A	€ 436/A		€ 36/m²				€ 500/A	
Gleisdorf		20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.		€ 200/m²	10%d.I.				15-20%d.I.
Gschaid bei Birkfeld	50%d.L.					€ 20/m²					
Haslau bei Birkfeld	€ 363/A					€ 18/m²					
Hirnsdorf	€ 363/A					€ 18/m²					
Hofstätten an der Raab		€ 10/A	€ 10/A	€ 10/A		€ 36/m²					
Hohenau an der Raab	€ 200/A					€ 14/m²					
Ilztal	50%d.L.					€ 50/m²			€ 750/A		
Koglhof	50%d.L.					50%					
Krottendorf		50%d.L.	50%d.L.	50%d.L.	50%d.L.	€ 36/m²	10%d.L.		10%d.L.		
Kulm bei Weiz	€ 300/A							€ 25/m²			
Labuch		€ 720/A	€ 720/A	€ 360/A	€ 360/A	€ 36/m²			€ 720/A		
Laßnitzthal	€ 350/A					€ 150/A					
Markt Hartmannsdorf		15%d.I.	15%d.I.	15%d.I.		€ 50/m²	€ 50/m²				
Mitterdorf an der Raab		€ 363/A	€ 218-363/A	€ 218/A		€ 15/m²			€ 218/A		
Mortantsch		€ 363/A	€ 363/A	€ 218/A		€ 36/m²			€ 218/A		
Naas		20%d.I.	20%d.I.			€ 35/m²	10%d.I.		10%d.I.		
Naintsch	33%d.L.					€ 18/m²					
Neudorf bei Passail	50%d.L.					50%d.L.					
Nitscha	50%d.L.								€ 36/m²		
Passail								€ 10/m²			
Pischelsdorf in der Steiermark	€ 727/A					€ 40/m²				€ 727/A	
Preßguts	€ 600/A					€ 25/m²			€ 600/A		
Puch bei Weiz		€ 908/A	€ 908/A	€ 436/A	€ 436/A	€ 18/m²					
Reichendorf	€ 727/A					€ 36/m²					
Rettenegg	€ 363/A					€ 18/m²					
Sankt Kathrein am Hauenstein	€ 400/A					€ 36/m²					
Sankt Kathrein am Offenegg	€ 182/A	€ 363/A				€ 182/A					
Sankt Margarethen an der Raab		10%d.I.	10%d.I.	10%d.I.				€ 18-36/m²			
Sankt Ruprecht an der Raab		20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	€ 35/m²	10%d.I.				10%d.I.
Sinabelkirchen	25%d.L.					€ 50/m²					
Stenzengreith						€ 18/m²					
Strallegg	30%d.L.					€ 22/m²					
Thannhausen	50%d.L.					50%d.L.			50%d.L.		
Unterfladnitz		€ 872/A	€ 872/A	€ 581/A		€ 36/m²					
Waisenegg	€ 363/A					€ 18/m²					
Weiz		20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	20%d.I.	€ 36-72/m²	10%d.I.	€ 363/A	

A …….. Anlage
%d.I. … % der Investitionskosten
%d.L. … % der Landesförderung

ANHANG 2 Aufkommens- und Verwendungstabellen für drei Regionen in Österreich (Berichtsjahr 2003)

Basis für die Erstellung multiregionaler Aufkommens- und Verwendungstabellen für die Regionen Oststeiermark, restliche Steiermark und *Rest of the World* ist die multiregionale IO-Tabelle für das Berichtsjahr 2000 für die Bundesländer Österreichs, die von JR-InTeReg und WIFO entwickelt wurde. Darauf aufbauend wurde anhand der österreichischen Aufkommens- und Verwendungstabellen für das Jahr 2003 eine Aktualisierung für das Bundesland Steiermark sowie eine weitere Regionalisierung dieser in die Oststeiermark und restliche Steiermark durchgeführt.

Ausgangspunkt dafür waren die Matrizen des Jahres 2000 für die Steiermark und Restösterreich. Alle hier erstellten Matrizen ergeben in Summe immer die entsprechende nationale Tabelle. Die Aufkommens- und Verwendungstabellen für die Steiermark wurden anhand von Technologieänderungen seit dem Jahr 2000 in Österreich für das Jahr 2003 abgeleitet. Damit wurde unterstellt, dass die Technologieänderung in Österreich und in der Steiermark gleichermaßen durchgeführt wurde.

Die Endnachfrage wurde nach den unterschiedlichen Kategorien anhand von aktuellen Bevölkerungs- und Produktionsindikatoren für das Jahr 2003 erstellt. Für die Investitionen wurde die Aufteilung im Jahr 2000 herangezogen, da hier keine aktuellere Datengrundlage zur Verfügung steht.

Die Ausgangstabellen sind über eine multiregionale Handelsmatrix verknüpft. Darin wird für jedes Gut bestimmt, welche Ströme zwischen den Regionen stattfinden. Im Unterschied zu einer interregionalen Handelsmatrix wird dabei nicht unterschieden, ob es sich bei dem gehandelten Gut um ein Produkt für Vorleistungen oder Endnachfrage handelt. Die Handelsmatrix wurde anhand der aktuellen Werte der Steiermark (aufgeteilt in Ost- und restliche Steiermark) sowie derer Österreichs bezüglich Aufkommen, Verwendung, Import und Export neu erstellt. Mit diesen Informationen wurde eine aktualisierte Handelsmatrix für das Jahr 2003 erstellt. Um Aufkommens- und Verwendungsgleichheit zu erzielen, wurde ein bidirektionale Anpassung (RAS-Verfahren) für alle Güter durchgeführt um.

Als Ergebnis stehen je Region eine Aufkommens- und Verwendungstabelle, eine Endnachfragetabelle, entsprechende Spannentabellen und die entsprechende Wertschöpfungsmatrix zur Verfügung. Diese Informationen sind Basis zur Erstellung von IO-Tabellen, diese wiederum sind Ausgangspunkt für die Erstellung von regionalen Sozial Accounting Matrices (SAM).

ANHANG 3 Ergebnisse Einzeltechnologieanalyse

Ergebnisse Einzeltechnolgoieanalyse (BAU)

	Energiemenge	Import-quote[1]	Anlagen-leistung	BIP Wachstum		Beschäftigung		Wohlstandsindikator		Lohnsatz		Pachtpreis		Kapitalrente	
				Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2
Einzelhausheizungen															
Hackschnitzel	2000 TJ	10%	15 kW	1.394	0.058	1226	178	0.2171 %	-0.0339 %	0.1691 %	0.0392 %	-3.0415 %	-0.4343 %	1.2149 %	0.0304 %
Pellets	2000 TJ	10%	15 kW	1.257	0.053	951	194	0.1318 %	-0.0120 %	0.0945 %	0.0255 %	-1.6250 %	-0.2516 %	0.6624 %	0.0293 %
Scheitholz	2000 TJ	0%	15 kW	1.593	0.043	1047	167	0.1177 %	-0.0073 %	0.0700 %	0.0193 %	-1.1407 %	-0.1760 %	0.4880 %	0.0229 %
Pappelpellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.650	-0.025	-399	-152	0.0937 %	-0.0438 %	0.0841 %	0.0117 %	42.0006 %	-1.5304 %	0.0342 %	-0.0215 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	15 kW	1.396	0.043	484	81	0.2565 %	-0.0650 %	0.2286 %	0.0485 %	31.5856 %	-1.9880 %	1.1642 %	0.0193 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.937	0.048	322	112	0.2147 %	-0.0534 %	0.1936 %	0.0440 %	35.1810 %	-1.7235 %	0.8581 %	0.0233 %
Energiekorn	2000 TJ	8%	15 kW	0.556	-0.109	-1721	-581	0.2821 %	-0.1212 %	0.1868 %	0.0191 %	137.3216 %	-4.9630 %	-0.2838 %	-0.0744 %
Getreideganzpflanzen-pell	2000 TJ	8%	15 kW	0.835	0.022	-81	-5	0.2349 %	-0.0700 %	0.2067 %	0.0422 %	57.0468 %	-2.9547 %	0.6900 %	0.0076 %
Strohpellets	2000 TJ	8%	15 kW	1.304	0.106	1222	364	0.2364 %	-0.0293 %	0.2012 %	0.0539 %	-0.2671 %	-0.2817 %	1.3710 %	0.0582 %
Nahwärme	2000 TJ	8%	80 kW	2.178	0.088	1615	320	0.2614 %	-0.0318 %	0.1965 %	0.0478 %	-3.4111 %	-0.4851 %	1.4035 %	0.0427 %
Hackschnitzel	2000 TJ	10%	50 kW	1.574	0.025	677	112	0.0751 %	-0.0040 %	0.0415 %	0.0099 %	-0.6575 %	-0.0787 %	0.2945 %	0.0082 %
Pellets	2000 TJ	10%	50 kW	1.362	0.045	774	197	0.0757 %	0.0025 %	0.0411 %	0.0136 %	-0.5914 %	-0.0937 %	0.2771 %	0.0210 %
Scheitholz	2000 TJ	0%	50 kW	1.602	0.026	766	138	0.0427 %	0.0093 %	0.0007 %	0.0031 %	0.1709 %	0.0229 %	-0.0089 %	0.0101 %
Pappelpellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.799	-0.029	-519	-135	0.0497 %	-0.0309 %	0.0405 %	0.0022 %	42.9542 %	-1.4050 %	-0.2818 %	-0.0274 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	50 kW	1.176	-0.015	-233	-79	0.0888 %	-0.0356 %	0.0775 %	0.0110 %	34.5537 %	-1.5858 %	0.0827 %	-0.0166 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.788	-0.002	-300	-22	0.0662 %	-0.0262 %	0.0579 %	0.0105 %	37.8785 %	-1.3602 %	-0.1115 %	-0.0085 %
Energiekorn	2000 TJ	8%	50 kW	0.460	-0.152	-2264	-691	0.1532 %	-0.0960 %	0.0645 %	-0.0107 %	140.0761 %	-4.6610 %	-0.1543 %	-0.1015 %
Getreideganzpflanzen-pell	2000 TJ	8%	50 kW	0.694	-0.027	-694	-136	0.0890 %	-0.0433 %	0.0728 %	0.0091 %	59.8029 %	-2.6050 %	-0.2672 %	-0.0237 %
Strohpellets	2000 TJ	8%	50 kW	1.161	0.056	612	231	0.0877 %	-0.0026 %	0.0668 %	0.0205 %	2.2061 %	0.0978 %	0.4094 %	0.0262 %
Biogas															
Biogas(33)	1000 TJ_{therm} / 1320 $TJ_{elect.}$	8%	1000 kW	0.651	-0.158	-1929	-795	0.4109 %	-0.1559 %	0.2294 %	0.0187 %	178.3295 %	-5.9505 %	-0.3544 %	-0.1094 %
Biogas(53)	1000 TJ_{therm} / 1577 $TJ_{elect.}$	8%	1000 kW	0.810	-0.129	-1245	-636	0.2741 %	-0.1219 %	0.1844 %	0.0135 %	116.5630 %	-4.2849 %	-0.0636 %	-0.0892 %
Biogas(73)	1000 TJ_{therm} / 1596 $TJ_{elect.}$	8%	1000 kW	0.819	-0.123	-1091	-591	0.2205 %	-0.1073 %	0.1561 %	0.0089 %	96.9680 %	-3.7129 %	-0.0527 %	-0.0838 %
RME															
RME 5.75 (30)	5.75%[2]	30%	-	0.082	-0.006	-119	-27	0.0018 %	-0.0047 %	0.0045 %	0.0001 %	6.5617 %	-0.3197 %	-0.0599 %	-0.0035 %
RME 5.75 (60)	5.75%[2]	60%	-	0.082	-0.002	-57	-12	0.0021 %	-0.0027 %	0.0034 %	0.0003 %	3.6920 %	-0.1843 %	-0.0287 %	-0.0016 %
RME 5.75 (90)	5.75%[2]	90%	-	0.082	0.001	4	2	0.0025 %	-0.0007 %	0.0022 %	0.0006 %	0.8899 %	-0.0499 %	0.0023 %	0.0004 %
RME 10 (30)	10%[2]	30%	-	0.144	-0.010	-208	-47	0.0039 %	-0.0083 %	0.0081 %	0.0002 %	11.6532 %	-0.5595 %	-0.1050 %	-0.0062 %
RME 10 (60)	10%[2]	60%	-	0.143	-0.004	-100	-22	0.0038 %	-0.0047 %	0.0059 %	0.0006 %	6.4977 %	-0.3217 %	-0.0501 %	-0.0027 %
RME 10 (90)	10%[2]	90%	-	0.143	0.001	7	4	0.0044 %	-0.0012 %	0.0039 %	0.0010 %	1.5524 %	-0.0869 %	0.0040 %	0.0007 %
RME 20 (30)	20%[2]	30%	-	0.289	-0.020	-425	-97	0.0114 %	-0.0172 %	0.0170 %	0.0004 %	24.5021 %	-1.1351 %	-0.2137 %	-0.0128 %
RME 20 (60)	20%[2]	60%	-	0.286	-0.009	-203	-44	0.0088 %	-0.0095 %	0.0121 %	0.0011 %	13.3678 %	-0.6486 %	-0.1015 %	-0.0056 %
RME 20 (90)	20%[2]	90%	-	0.286	0.002	13	7	0.0090 %	-0.0023 %	0.0078 %	0.0019 %	3.1267 %	-0.1742 %	0.0080 %	0.0013 %

[1] Menge Importierter Biomassevorleistungsprodukte an der gesamt benötigten

[2] Prozent Anteil an der gesamten Dieselnachfrage

Ergebnisse Einzeltechnolgoieanalyse (inkl. Förderung für "neue" Technologien)

	Energiemenge	Import-quote[1]	Anlagen-leistung	BIP Wachstum		Beschäftigung		Wohlstandsindikator		Lohnsatz		Pachtpreis		Kapitalrente	
				Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2
Einzelhausheizungen															
Wood chips	2000 TJ	10%	15 kW	1.394	0.058	1226	178	0.2171 %	-0.0339 %	0.1691 %	0.0392 %	-3.0415 %	-0.4343 %	1.2149 %	0.0304 %
Wood logs	2000 TJ	10%	15 kW	1.257	0.053	951	194	0.1318 %	-0.0120 %	0.0945 %	0.0255 %	-1.6250 %	-0.2516 %	0.6624 %	0.0293 %
Wood pellets	2000 TJ	0%	15 kW	1.593	0.043	1047	167	0.1177 %	-0.0073 %	0.0700 %	0.0193 %	-1.1407 %	-0.1760 %	0.4880 %	0.0229 %
Poplar pellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.650	-0.025	-399	-152	0.0937 %	-0.0438 %	0.0841 %	0.0117 %	42.0006 %	-1.5304 %	0.0342 %	-0.0215 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	15 kW	1.275	0.008	312	-67	0.2404 %	-0.0719 %	0.2134 %	0.0394 %	31.7467 %	-1.9319 %	1.0763 %	-0.0024 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.833	0.019	174	-15	0.2010 %	-0.0591 %	0.1806 %	0.0362 %	35.3204 %	-1.6752 %	0.7828 %	0.0046 %
Energy corn	2000 TJ	8%	15 kW	0.444	-0.141	-1881	-717	0.2675 %	-0.1275 %	0.1727 %	0.0107 %	137.4558 %	-4.9161 %	-0.3641 %	-0.0943 %
Grain pellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.732	-0.007	-228	-131	0.2212 %	-0.0759 %	0.1936 %	0.0344 %	57.1833 %	-2.9079 %	0.6149 %	-0.0111 %
Straw pellets	2000 TJ	8%	15 kW	1.199	0.076	1074	237	0.2225 %	-0.0353 %	0.1881 %	0.0461 %	-0.1279 %	-0.2310 %	1.2951 %	0.0394 %
District heating	2000 TJ	8%	80 kW	2.178	0.088	1615	320	0.2614 %	-0.0318 %	0.1965 %	0.0478 %	-3.4111 %	-0.4851 %	1.4035 %	0.0427 %
Wood chips	2000 TJ	10%	50 kW	1.574	0.025	677	112	0.0751 %	-0.0040 %	0.0415 %	0.0099 %	-0.6575 %	-0.0787 %	0.2945 %	0.0082 %
Wood logs	2000 TJ	10%	50 kW	1.362	0.045	774	197	0.0757 %	0.0025 %	0.0411 %	0.0136 %	-0.5914 %	-0.0937 %	0.2771 %	0.0210 %
Wood pellets	2000 TJ	0%	50 kW	1.602	0.026	766	138	0.0427 %	0.0093 %	0.0007 %	0.0031 %	0.1709 %	0.0229 %	-0.0089 %	0.0101 %
Poplar pellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.799	-0.029	-519	-135	0.0497 %	-0.0309 %	0.0405 %	0.0022 %	42.9542 %	-1.4050 %	-0.2818 %	-0.0274 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	50 kW	1.124	-0.030	-306	-142	0.0821 %	-0.0386 %	0.0710 %	0.0071 %	34.6231 %	-1.5618 %	0.0456 %	-0.0258 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.746	-0.014	-361	-74	0.0607 %	-0.0287 %	0.0526 %	0.0073 %	37.9360 %	-1.3406 %	-0.1419 %	-0.0161 %
Energy corn	2000 TJ	8%	50 kW	0.413	-0.166	-2332	-749	0.1471 %	-0.0987 %	0.0585 %	-0.0143 %	140.1332 %	-4.6411 %	-1.1880 %	-0.1100 %
Grain pellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.652	-0.039	-754	-188	0.0835 %	-0.0457 %	0.0674 %	0.0059 %	59.8593 %	-2.5858 %	-0.2977 %	-0.0313 %
Straw pellets	2000 TJ	8%	50 kW	1.118	0.043	551	179	0.0821 %	-0.0050 %	0.0614 %	0.0173 %	2.2639 %	0.1186 %	0.3785 %	0.0185 %

[1] Menge Importierter Biomassevorleistungsprodukte an der gesamt benötigten

Ergebnisse Einzeltechnolgoieanalyse (ohne Förderungen, inkl F&E Entwicklungen für "neue" Technologien)

	Energiemenge	Import-quote[1]	Anlagen-leistung	BIP Wachstum		Beschäftigung		Wohlstandsindikator		Lohnsatz		Pachtpreis		Kapitalrente	
				Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2
Einzelhausheizungen															
Wood chips	2000 TJ	10%	15 kW	1.500	0.088	1377	307	0.2312 %	-0.0279 %	0.1824 %	0.0472 %	-3.1823 %	-0.4860 %	1.2920 %	0.0496 %
Wood logs	2000 TJ	10%	15 kW	1.331	0.075	1055	284	0.1416 %	-0.0082 %	0.1038 %	0.0310 %	-1.7237 %	-0.2879 %	0.7157 %	0.0425 %
Wood pellets	2000 TJ	0%	15 kW	1.653	0.060	1133	241	0.1256 %	-0.0039 %	0.0776 %	0.0238 %	-1.2216 %	-0.2054 %	0.5315 %	0.0338 %
Poplar pellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.832	0.008	-234	-12	0.1087 %	-0.0372 %	0.0986 %	0.0203 %	41.8450 %	-1.5835 %	0.1172 %	-0.0009 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	15 kW	1.444	0.042	384	91	0.2261 %	-0.0569 %	0.2021 %	0.0436 %	32.1460 %	-1.9230 %	0.9664 %	0.0187 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.984	0.047	221	122	0.1845 %	-0.0452 %	0.1670 %	0.0391 %	35.7466 %	-1.6584 %	0.6605 %	0.0226 %
Energy corn	2000 TJ	8%	15 kW	0.833	-0.085	-1721	-460	0.2572 %	-0.1060 %	0.1648 %	0.0196 %	138.0211 %	-4.9261 %	-0.4650 %	-0.0592 %
Grain pellets	2000 TJ	8%	15 kW	0.944	0.028	-148	34	0.2079 %	-0.0606 %	0.1831 %	0.0390 %	57.6025 %	-2.9023 %	0.5097 %	0.0112 %
Straw pellets	2000 TJ	8%	15 kW	1.255	0.094	1069	329	0.2007 %	-0.0234 %	0.1698 %	0.0461 %	0.3038 %	-0.1946 %	1.1456 %	0.0507 %
District heating	2000 TJ	8%	80 kW	2.248	0.108	1715	406	0.2708 %	-0.0277 %	0.2054 %	0.0531 %	-3.5045 %	-0.5195 %	1.4549 %	0.0555 %
Wood chips	2000 TJ	10%	50 kW	1.611	0.035	729	157	0.0799 %	-0.0020 %	0.0461 %	0.0126 %	-0.7065 %	-0.0965 %	0.3208 %	0.0148 %
Wood logs	2000 TJ	10%	50 kW	1.391	0.053	816	232	0.0795 %	0.0042 %	0.0448 %	0.0158 %	-0.6308 %	-0.1080 %	0.2981 %	0.0263 %
Wood pellets	2000 TJ	0%	50 kW	1.624	0.032	797	164	0.0455 %	0.0105 %	0.0034 %	0.0048 %	0.1420 %	0.0125 %	0.0065 %	0.0140 %
Poplar pellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.938	-0.008	-416	-46	0.0590 %	-0.0268 %	0.0496 %	0.0076 %	42.8564 %	-1.4383 %	-0.2300 %	-0.0145 %
Miscanthus	2000 TJ	8%	50 kW	1.263	-0.009	-237	-47	0.0809 %	-0.0314 %	0.0706 %	0.0108 %	34.7325 %	-1.5716 %	0.0270 %	-0.0128 %
Miscanthuspellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.875	0.004	-305	9	0.0582 %	-0.0220 %	0.0510 %	0.0103 %	38.0591 %	-1.3459 %	-0.1673 %	-0.0048 %
Energy corn	2000 TJ	8%	50 kW	0.797	-0.114	-2073	-527	0.1704 %	-0.0884 %	0.0813 %	-0.0007 %	139.9148 %	-4.7173 %	-1.0590 %	-0.0776 %
Grain pellets	2000 TJ	8%	50 kW	0.842	-0.014	-665	-76	0.0842 %	-0.0377 %	0.0688 %	0.0107 %	59.9606 %	-2.6018 %	-0.3060 %	-0.0158 %
Straw pellets	2000 TJ	8%	50 kW	1.151	0.051	554	217	0.0747 %	-0.0005 %	0.0551 %	0.0175 %	2.4208 %	0.1311 %	0.3265 %	0.0231 %

[1] Menge Importierter Biomassevorleistungsprodukte an der gesamt benötigten

ANHANG 4 Darstellung der Marktentwicklungen als Grundlage für die Sensitivitätsanalyse

1 Ölpreissensitivität

Die Sensitivität der Ergebnisse auf unterschiedliche Weltölpreisprognosen wird anhand eines Hochpreis- und Niedrigpreisszenarios untersucht. Das *Hochpreisszenario* stammt aus dem World Energy Outlook 2006 (IEA 2006[a]). In diesem Szenario liegen die Ölpreisprognosen (2005-2030) real zu Preisen von 2005 um € 0,09 pro Liter höher als im Referenzszenario (siehe Kapitel E 3.2.1). Bezieht man die Prognosen auf den im Basisjahr 2003 zugrunde liegenden Weltölpreis von € 0,188 pro l, ergibt sich bei einer gleichbleibenden Inflationsrate von 2% jährlich eine reale Preissteigerung von +61 % bis 2015 bzw. von +78 % bis 2030 (IEA 2006[a],2006[b], 2003; eigene Berechnung).

Neben einem Hochpreisszenario werden auch die Auswirkungen eines sinkenden Ölpreises analysiert. Da die IEA (2006) kein *Niedrigpreisszenario* ausweist, wird auf eine Publikation der zum US-Energieministerium gehörenden Energy Information Administration (EIA 2007) zurückgegriffen. Die EIA führt ebenso Kalkulationen zu zukünftigen Ölpreisentwicklungen durch, bezieht sich jedoch auf eine andere Basis. Als Annäherung für den Weltölpreis dient der durchschnittliche Preis, den amerikanische Raffinerien für importiertes, schwefelarmes, leichtes Rohöl bezahlen. Da für die Sensitivitätsanalyse lediglich die relativen Preisänderungen eine Rolle spielen, kann die Tatsache der unterschiedlichen Preisbasis vernachlässigt werden. Die Prognosen der EIA beziehen sich auf den Zeitraum 2005 bis 2030 und stützen sich hauptsächlich auf Annahmen über die globalen Ölreserven basierend auf den Schätzungen des US Geological Survey (USGS 2000). Im Niedrigpreisszenario wird unterstellt, dass die weltweiten Rohölressourcen rund 15 % höher sind als die Schätzungen des USGS[38]. Unter diesen Voraussetzungen fällt der Ölpreis im betrachteten Zeitraum kontinuierlich. Fixiert man die reale Preisbasis auf das Jahr 2003 (Inflationsrate 2 % jährlich) können folgende Preisprojektionen fixiert werden: bis 2015 sinkt der Preis um 11 %, bis 2030 um weitere 17% (siehe Tabelle 63).

[38] Der US Geological Survey schätzt im Zuge der Veröffentlichung des World Petroleum Assessment 2000 die weltweit noch unerschlossenen Ölreserven (ohne USA) im Mittel auf 649 Milliarden Barrels.

Tabelle 63 Annahmen für die Entwicklung des realen Weltölpreises (Basisjahr 2003) zwischen 2003 und 2030 basierend auf der Hochpreisprognose der IEA (2006[a]) und der Niedrigpreisprognosen der EIA (2007) (EIA 2007, IEA 2006[a]; eigene Berechnung)

Reale Weltölpreisprojektionen	% Veränderung 2003-2015	% Veränderung 2003-2030
Hochpreisszenario (nach IEA 2006[a])	+61%	+78%
Niedrigpreisszenario (nach EIA 2007)	-11%[39]	-28%

Ausgehend von den Hochpreis- und Niedrigpreisprognosen der IEA (2006[a]) und EIA (2007) für Rohöl lassen sich unter Berücksichtigung der in Kapitel E 3.1 berechneten Elastizitäten Bandbreiten der realen Preisentwicklung von Mineralölprodukten in Österreich (Heizöl, Diesel, Benzin) definieren (siehe Tabelle 64).

Tabelle 64 Annahmen für die Entwicklung der realen Preise (Basisjahr 2003, ohne Steuern) für ausgewählte Mineralölprodukte im Zeitraum 2003-2030 in Österreich basierend auf dem Hoch- und Niedrigpreisszenario des World Energy Outlooks (IEA 2006[a]) bzw. International Energy Outlooks (EIA 2007) und beobachteten Elastizitäten (1995-2007) zwischen Heizöl- (0,64), Diesel- (0,48) und Benzinpreisen (0,37) jeweils mit dem Rohölpreis (IEA 2006[a], 2006[b], EIA 2007, Eurostat 2007[a]; eigene Berechnung)

Szenarien für Mineralölproduktpreise (ohne Steuern) in Österreich	Preisbasis 2003 in € pro l	% Änderung 2003 - 2015	% Änderung 2003 - 2030
Hochpreisszenario (IEA 2006[a])			
Heizölpreis für Haushalte	0,317	+39%	+50%
Dieselkraftstoff	0,379	+29%	+37%
Benzin (bleifrei Superbenzin 95)	0,369	+22%	+28%
Niedrigpreisszenario (EIA 2007)			
Heizölpreis für Haushalte	0,317	-6%	-18%
Dieselkraftstoff	0,379	-5%	-14%
Benzin (bleifrei Superbenzin 95)	0,369	-4%	-10%

Im Hochpreisszenario steigen die Mineralölproduktpreise zwischen 20 % und 40 % bis 2015 bzw. maximal bis 50 % bis 2030. Im Gegensatz dazu ist im Niedrigpreisszenario eine konstante Preissenkung zugrunde gelegt. Bis 2015 fallen die Preise von Heizöl, Diesel und Benzin zwischen 4 % und 6 % gegenüber 2003. Eine 10 bis 20 %-ige Preisreduktion wird bis 2030 angenommen.

[39] Da die Publikation der EIA nur Prognosen für die Zeitpunkte 2010, 2020 und 2030 beinhaltet, wurde der Wert für 2015 aus dem arithmetischen Mittel von 2010 und 2020 berechnet.

2 Zinssatzsensitivität

Die Wahl des realen Zinssatzes ist direkt für die Höhe der Kapitalkosten einer Investition verantwortlich. Eine Veränderung des realen Zinssatzes macht sich vor allem bei Technologien mit hoher Kapitalbindung bemerkbar. Aus Abschnitt D geht hervor, dass Biomasse-Heiztechnologien im Vergleich zu ihren fossilen Referenztechnologien eine höhere Kapitalbindung aufweisen, während bei Öl- und Gasheizungen die Rohstoffkosten entscheidend sind. Andere Biomassetechnologien wie Biogasanlagen haben wiederum eine geringere Kapitalbindung, sodass man von einer schwächeren Sensitivität gegenüber dem Zinssatz ausgehen kann. Während den betriebswirtschaftlichen Kostenkalkulationen von Biomassetechnologien in Abschnitt D ein realer Zinssatz von 2,2 % zu Grunde liegt, wird zur Abschätzung der Zinssatzsensitivität alternativ auch ein niedrigerer (0,2 %) und höherer (realer) Zinssatz (4,2 %) verwendet. Ob sich durch die Änderung des realen Zinssatzes die Kostenrelation der Biomassetechnologien zu der fossilen Technologie ändert und inwiefern dadurch die Förderhöhe der Biomasse beeinflusst wird, soll Ergebnis dieser Analyse sein.

3 Sensitivität gegenüber Entwicklungen auf globalen Biomasse-Märkten

Dieses Kapitel widmet sich der Frage, wie sich zukünftige Aktivitäten auf den internationalen bzw. europäischen Biomasse-Märkten (Agrar- und Holzmarkt) auf ein kleinregionales Gebiet wie die Oststeiermark auswirken könnten. Die Entwicklung der globalen Agrar- und Holzmärkte ist von zahlreichen makroökonomischen (Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, Preise fossiler Energieträger) und politischen Faktoren (Agrar-, Handels- Energiepolitik), aber auch ökologischen Faktoren (Wetter- bzw. Klimaeinflüsse) abhängig, welche maßgeblich das Angebot und die Nachfrage nach land- bzw. forstwirtschaftlichen Produkten sowie deren Preise beeinflussen. Da bereits die Prognostizierung der genannten Faktoren mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sind konkrete Vorhersagen über die globalen Biomasse-Märkte nur schwer zu treffen. Aus diesem Grunde konzentriert sich die Sensitivitätsanalyse auf drei konkrete Entwicklungen, welche den Agrar- und Holzmarkt maßgeblich beeinflussen: Biotreibstoffpolitik, Ölpreise und Biomasseimportpotentiale.

Biotreibstoffpolitik

Viele Staaten haben sich entschlossen, die Produktion von Biotreibstoffen aus Gründen erwarteter positiver ökologischer (verbesserte CO_2-Bilanz), ökonomischer (Reduktion der Abhängigkeit von Ölimporten, positive Beschäftigungseffekte) und sozialer Effekte (Stärkung des ländlichen Raumes, Einkommenssteigerung für Landwirte) zu fördern. Während in Kanada, China, Australien und in den USA der überwiegende Teil der Biotreibstoffherstellung auf Ethanol basiert, liegt der Schwerpunkt in Europa in der Biodieselproduktion. Die benötigten Rohstoffe zur Produktion von Biotreibstoffen der ersten Generation sind überwiegend landwirtschaftliche Erzeugnisse, die in der Regel in der Herstellung von

Nahrungs- und Futtermittel Anwendung finden. Daher ist die zunehmende Bereitstellung von Biotreibstoffen ein wesentlicher Faktor, der die Preisentwicklung agrarischer Produkte beeinflusst. Die forcierte Bereitstellung von Treibstoffen aus Biomasse wirkt sich direkt auf die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohstoffen für die Herstellung von Ethanol und Biodiesel aus. Aufgrund der erhöhten Nachfrage ist kurzfristig mit einer Preissteigerung zu rechnen. Langfristig können die Entwicklung von rohstoffeffizienteren Produktionsverfahren und der Umstieg auf Biotreibstoffe der zweiten Generation den Preisanstieg agrarischer Produkte wieder ausgleichen, solange die Produktion von Ethanol und Biodiesel nicht maßgeblich steigt (OECD und FAO 2006).

Mit dem Ziel, mögliche Bandbreiten von Preisen quantifizieren zu können, wurde eine Abschätzung der OECD (2006) bezüglich der Agrarpreisentwicklung bis 2014 im Falle einer verstärkten (Forcierung durch USA, Brasilien, Kanada, Australien, EU) und stagnierenden (Biotreibstoffproduktion bleibt auf dem Niveau von 2003) Biotreibstoffproduktion übernommen und in Relation zur Basisprognose der OECD/FAO (2006) in Kapitel E 3.1 gesetzt (siehe Abbildung 94).

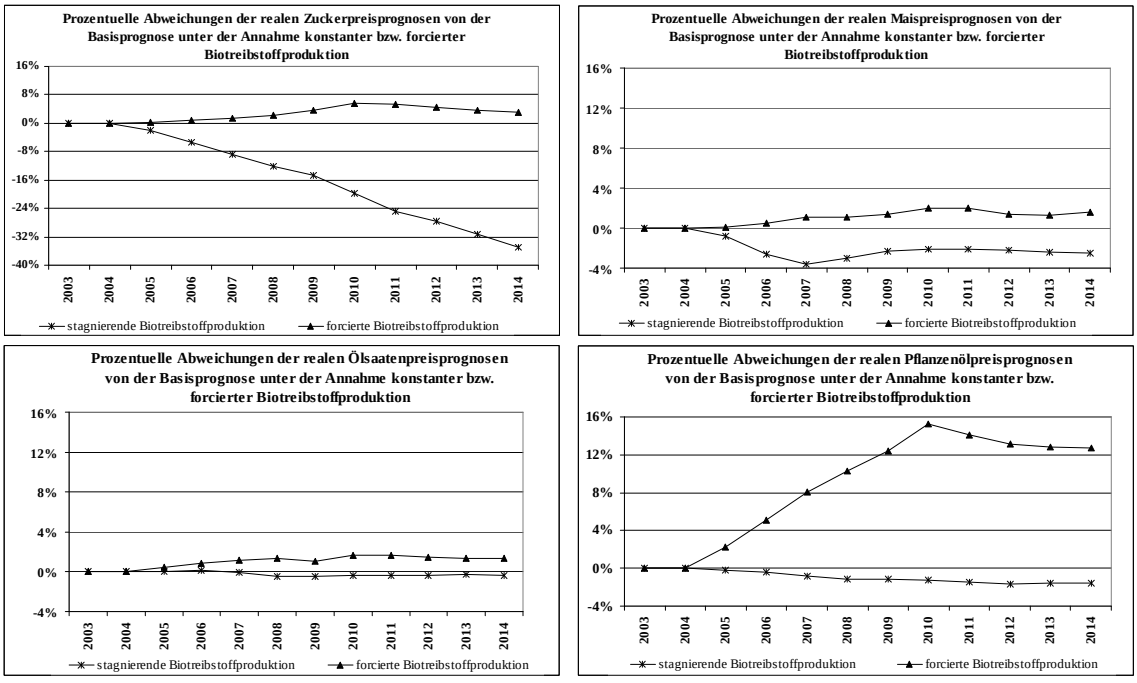


Abbildung 94 Prozentuelle Abweichung der Szenario- Preisprojektionen für ausgewählte Agrargüter (Zucker, Pflanzenöl, Mais und Ölsaaten) in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) unter der Annahme konstanter bzw. forcierter Biotreibstoffproduktion (OECD 2006, OECD und FAO 2006; eigene Berechnung und Darstellung)

Für alle in Abbildung 94 dargestellten Agrargüter gilt, dass im Fall einer stagnierenden Biotreibstoffpolitik die Preise im Vergleich zur Basisprognose sinken und im Falle einer forcierten Politik die Preise steigen. Während für die meisten Güter die Preisabweichung von der Basisprognose im Jahr 2014 lediglich bei +/-3 % liegt, sind Auffälligkeiten für Zucker und Pflanzenöl festzustellen. Wird eine stagnierende Biotreibstoffproduktion angenommen, liegt der reale Zuckerpreis bis 2014 um -35 % unter der Basisprognose. Der Preis von Pflanzenöl

wiederum reagiert sehr stark auf eine forcierte Biotreibstoffpolitik (Ausdehnung der Biodieselproduktion in Europa), sodass der Preis bis 2014 um über 10 % höher ist als in der Basisprognose der OECD und FAO (2006). Tabelle 65 fasst die berücksichtigte Bandbreitenabschätzung für Agrarpreise als prozentuelle Preisabweichung von der Basisprognose für 2014 nochmals zusammen.

Tabelle 65 Prozentuelle Abweichung der Szenario-Preisprognosen für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöle) unter der Annahme konstanter (Basis 2003) und forcierter Biotreibstoffproduktion in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) für das Jahr 2014 (OECD 2006; eigene Berechnung)

Prozentuelle Preisabweichung von der Basis-prognose ausgewählter Agrargüter im Jahr 2014	**konstante Biotreibstoffproduktion**	**forcierte Biotreibstoffpolitik**
Weizen	-1,0%	+3,2%
Mais	-2,5%	+1,6%
Zucker	-35,0%	+3,1%
Ölsaaten	-0,4%	+1,4%
Pflanzenöl	-1,5%	+12,8%

Im Zuge der Sensitivitätsanalyse wird davon ausgegangen, dass die Preise für landwirtschaftliche Produkte in Österreich (sowie in der Oststeiermark), welches als kleine offene Volkswirtschaft die Weltmarktpreise nicht beeinflussen kann, bis 2014 in den in Tabelle 65 zusammengefassten Bandbreiten liegen können.

Einfluss hoher Energiepreise auf das Preisniveau agrarischer Produkte

Während bisher davon ausgegangen wurde, dass höhere Ölpreise den Einsatz von Energie aus Biomasse rentabler machen, wird hier der gegenteilige Effekt untersucht. Zwar bilden höhere Ölpreise Anreize, die energetische Nutzung von Biomasse auszudehnen, ein gleichzeitiger Anstieg der Produktionskosten landwirtschaftlicher Erzeugnisse kann jedoch zu einem Rückgang des Angebotes und höheren Preisen führen. Die Auswirkung höherer Ölpreise auf die Preisentwicklung landwirtschaftlicher Produkte für den Zeitraum 2004-2014 ist ebenfalls Gegenstand der Untersuchung OECD (2006). Dabei wird davon ausgegangen, dass der Ölpreis im betrachteten Zeitraum konstant auf hohem Niveau ($ 60 pro Barrel) bleibt.

Die Ergebnisse der OECD (2006) werden wiederrum in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) in Kapitel E 3.1 gesetzt und als prozentuelle Abweichung in Abbildung 95 dargestellt.

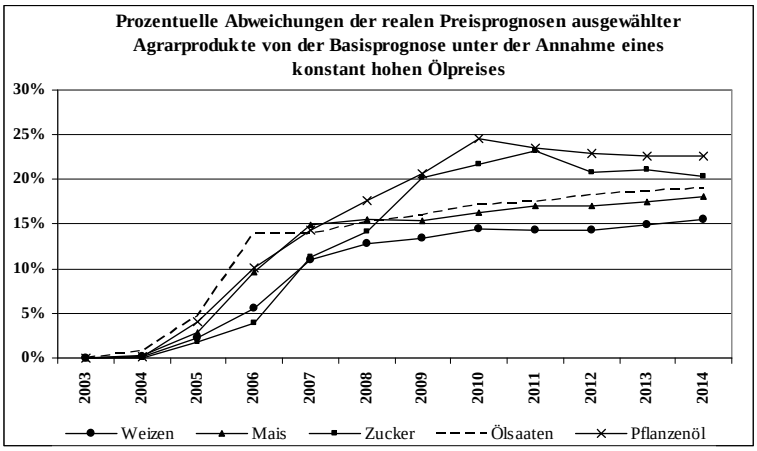


Abbildung 95 Prozentuelle Abweichungen der Szenario-Preisprojektionen ausgewählter Agrarprodukte (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöl) in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) unter der Annahme eines konstant hohen Ölpreises (OECD 2006; eigene Berechnung und Darstellung)

Aufgrund konstant hoher Ölpreise liegen die Preise für Getreide, Zucker, Ölsaaten und Pflanzenöl zwischen 16 % und 22 % über jenen in der Basisprognose der OECD und FAO (2006) (siehe Tabelle 66). An dieser Stelle ist anzumerken, dass diese Abschätzungen die Tatsache unberücksichtigt lassen, dass höhere (fossile) Energiepreise Anreize für die Produktion von Bioenergie liefern, welche die fossile Energie im landwirtschaftlichen Sektor substituieren und somit eine Preisdämpfung bewirken können.

Tabelle 66 Prozentuelle Abweichung der Szenario-Preisprojektionen für ausgewählte Agrargüter (Weizen, Mais, Zucker, Ölsaaten, Pflanzenöle) im Falle eines konstant hohen Ölpreises in Relation zur Basisprognose der OECD und FAO (2006) für das Jahr 2014 (OECD 2006; eigene Berechnung)

Preisentwicklung ausgewählter Agrargüter	Prozentuelle Preisabweichung von der Basisprognose (im Jahr 2014) bei konstant hohem Ölpreis
Weizen	+16%
Mais	+18%
Zucker	+20%
Ölsaaten	+19%
Pflanzenöl	+23%

Importzuwächse forstwirtschaftlicher Biomasse

Viele Studien auf nationaler Ebene (AGRAR PLUS 2003, Faninger 2005, Haberl et al. 2002, Hirschberger 2006) zeigen, dass Österreich über ein nicht unbedeutendes Potential an forstwirtschaftlichen Rohstoffen verfügt. Dennoch werden Holz und Holzprodukte wie andere Waren nach Österreich importiert bzw. auch exportiert (siehe Kapitel E 3.1). Ziel dieses Abschnitts ist eine mögliche Abschätzung über die zukünftige Entwicklung des Handels mit forstwirtschaftlicher Biomasse, die hauptsächlich zur energetischen Verwertung bestimmt ist.

Von besonderem Interesse ist die Definition von Bandbreiten über die künftig möglichen Importmengen von forstwirtschaftlicher Biomasse nach Österreich bzw. in die Oststeiermark sowie deren Preise.

Ausgangspunkt für die Energieholzmarktanalyse bilden Vorhersagen über die Entwicklung des internationalen Holzmarktes. Die Schwierigkeit der Prognoseerstellung für Holzmärkte liegt hauptsächlich in der Produktheterogenität. Zudem existiert kein tagesaktueller Weltmarktpreis für Holzprodukte, da die Preisbildung hauptsächlich auf regionalen Märkten für eine bestimmte Holzart mit bestimmten Eigenschaften (Dimension, Qualität) erfolgt (Thrän et al. 2006). Die Konzentration auf die Entwicklung der Energieholzmärkte (Brennholz), die im Zuge der Sensitivitätsanalyse von besonderer Bedeutung sind, wird darüber hinaus durch die Tatsache erschwert, dass sich bisher kein globaler Markt für Energieholz etabliert hat. Dafür verantwortlich ist das ungünstige Verhältnis von Warenwert zu Transportkosten, was den weltweiten Handel unwirtschaftlich macht (Thrän et al. 2006). Das Fehlen eines internationalen Marktes verkompliziert in weiterer Folge auch die Zusammenstellung von Daten.

Aus diesem Grunde reduziert sich die Analyse auf den internationalen Handel mit Hackschnitzel oder anderen Holzreststoffen, die als Ausgangsbasis zur Produktion von Pellets dienen können. Als Grundlage für die Abschätzung dient die *European Forest Sector Outlook Study* der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE 2005). Wie in Kapitel E 3.1 beschrieben, stellen bereits im Basisjahr 2003 neben Deutschland vor allem osteuropäische Länder wie Tschechien, Ungarn und die Slowakei die wichtigsten (Brenn)Holzimportländer für Österreich dar. Laut UNECE (2006) ist in Zukunft eine weiterer Anstieg der Holzexporte aus osteuropäischen Ländern zu erwarten. Eine dynamische Zunahme der Exporte ist vor allem aus den Staaten der ehemaligen Sowjetunion (GUS wie Estland, Lettland, Litauen, Moldawien, Russland, Ukraine und Weißrussland) zu erwarten. Die Nettoexporte der osteuropäischen Länder (Bulgarien, Polen, Rumänien, Slowakei, Tschechien, etc.) steigen zwar auch, aber aufgrund der wachsenden heimischen Nachfrage weniger dynamisch. Die Quantifizierung relativer Exportzuwächse (in Kubikmeter Holz) sowie der zugehörigen Preise erfolgt unter drei verschiedenen Annahmen: Fortschreibung der bisherigen Marktentwicklung und minimale bzw. maximale Produktionszuwächse. Im Minimum-Szenario wird angenommen, dass die Gesellschaft ein zunehmendes Umweltbewusstsein entwickelt, was im vermehrten Schutz des Waldes resultiert. Aufgrund höherer Produktionskosten, die bei einer schonenden Behandlung der Wälder entstehen, sinkt das Holzangebot und die Preise steigen jährlich real um 0,5 %. Das Maximum-Szenario setzt eine stärkere wirtschaftliche Vernetzung und weitestgehende Marktliberalisierung in ganz Europa voraus. Als Folge steigt das Holzangebot und die realen Preise von Holzprodukten sinken jährlich um 0,5 %.

Unter der Annahme, dass der Export von Holzreststoffen, die für die energetische Verwertung bestimmt sind, proportional zur Schnittholz-, Sperrholz- und Funierplattenproduktion wächst, können unter Anwendung eines gewichteten Mittelwerts, welcher den Anteil der genannten Holzprodukte am Gesamtexportvolumen (Summe von Schnittholz, Sperrholz, Funierplatten) berücksichtigt, die Exportzuwächse von Restholz aus Osteuropa und den GUS Staaten abgeleitet werden. Eine Zusammenfassung möglicher Bandbreitenabschätzungen über die

Entwicklung der Holzexportvolumina aus Osteuropa und den GUS Staaten findet sich in Tabelle 67. Für die Region Westeuropa ergibt sich ein Sonderfall: Da Westeuropa, zumindest was die Produkte Schnittholz und Holzplatten betrifft, ein Nettoimporteur ist, sind die Exportzuwächse als Steigerung des inner-west-europäischen Handels zu verstehen

Tabelle 67 Annahmen für die Entwicklung des Exports an Holzrestoffen (Hackschnitzel und andere Holzreststoffe zur energetischen Nutzung) aus Osteuropa und GUS Staaten zwischen 2003 und 2030 basierend auf der Szenarioanalyse der UNECE (2005) (UNECE 2005; eigene Berechnung)

Entwicklung der Holzpreise und Exportvolumina von Holzreststoffen	**minimale Ausweitung**	**Baseline**	**maximale Ausweitung**
jährliche Preissteigerung	*+0,5%*	*0%*	*-0,5%*
…in Osteuropa	+33%	+56%	+82%
…in GUS Staaten[40]	+63%	+158%	+250%
…in Westeuropa[41]	+4%	+6%	+9%

Zum Zwecke der Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass das zusätzliche Importvolumen von Brennholz in die Region Oststeiermark proportional zu den in Tabelle 67 dargestellten Werten steigt. Ausgehend von den Importvolumina des Basisjahrs 2003 wird bis 2030 ein zusätzliches Angebot an Holzreststoffen aus Osteuropa im Bereich von +33 % bis maximal +82 %, aus den GUS Staaten von +63 % bis +250 % bzw. aus Westeuropa selbst um +4% bis +9 % angenommnen.

[40] In der Analyse werden folgende GUS (Gemeinschaft unabhängiger Staaten) Staaten berücksichtigt: Estland, Lettland, Litauen, Moldawien, Russland, Ukraine und Weißrussland.

[41] Bezieht sich lediglich auf den innereuropäischen Handel.

ANHANG 5 Interview Leitfaden ExpertInnen-Interviews und Fragebogen der Haushaltsbefragung

Tabelle 68 Tätigkeit der in den einzelnen Gemeinden interviewten Personen

Gemeinde	Interview (Int.)	Tätigkeit
Gemeinde 1	01	Planer und Betreiber
	02	Landwirt und Betreiber
	03	Bürgermeister
Gemeinde 2	04	Bürgermeister und Betreiber
	05	Projektbegleiter und Planer
Gemeinde 3	06	Landwirt und Betreiber
	07	Bürgermeister
Gemeinde 4	08	Bürgermeister
	09	Landwirt und Betreiber
	10	Forstwirt und Betreiber
Gemeinde 5	11	Planer und Betreiber
	12	Landwirt und Betreiber
Gemeinde 6	13	Planer und Betreiber
	14	Bürgermeister
Gemeinde 7	15	Bürgermeister
	16	Obmann Umweltinitiative

Interviewleitfaden ExpertInnen-Interviews:

- **Geschichte der Anlage**
- **Beginn: wer waren die entscheidenden Akteure?**
  - Zusammenarbeit /Probleme zwischen den Akteuren
  - Wie sah die Kommunikation zwischen den Akteuren aus?
  - Wer war in die Planung miteinbezogen?
- **Informationen:**
  - Woher hatten Sie die Informationen bzw. Beratung zu Biomasseanlagen, gab es Projekte, die als Beispiel dienten?
  - Können Sie aus Ihrer Erfahrung Ratschläge für zukünftige BM Projekte ableiten?
- **Umsetzung: Warum wurde das Projekt genau zu diesem Zeitpunkt realisiert?**

- Wann haben Sie sich entschlossen, als Betreiber einzusteigen?
- Wann war die Zündung des Projektes?
- Gab es bestimmte Auslöser dafür?

- **Kommunikation: Wie wurde die Kommunikation mit den Dorfbewohnern gestaltet?**
  - Kommunikation/Verhandlungen mit Landwirten
  - Infoblätter, Aussendungen, Gemeindeversammlungen, etc.?

- **Interesse/ Stimmung der Dorfbewohne**r des Ortskerns:
  - Anrainer der Anlage – gab es Anrainerproteste?
  - Haben sich bestimmte Interessensgruppen gebildet?
  - Wie wurde die Idee von der Bevölkerung aufgenommen?
  - Stimmung vor 10 Jahren, vor 5 Jahren, heute – hat sich etwas geändert?
  - Wie sieht der Zusammenhalt/ die Zusammenarbeit innerhalb der Gemeinde generell aus (verglichen mit anderen Gemeinden)?

- **Gegenargumente:**
  - was waren die wichtigsten Argumente der Gegner?

- **Stimmung/Meinung der Gemeindefunktionäre/Entscheidungsträger**?
  - Welche Gründe hatte die Gemeinde, den Bau der BM Anlage zu unterstützen/ nicht zu unterstützen?
  - Wann wurde der Beschluss im Gemeinderat gefasst (Absichtserklärung)

- **Ergebnis des Projektes:**
  - Rückblickend, sind sie zufrieden mit der Umsetzung oder würden Sie etwas anders machen?
  - Waren Ihre Erwartungen bezüglich der BM Anlage im Vorfeld anders?

- **Ratschläge für künftige Projekte:**
  - die drei wichtigsten Hindernisse für Biomasseanlagen
  - die drei wichtigsten positiven Faktoren, dass die Umsetzung hier geklappt hat
  - Chancen/ Risiken in der Zukunft

Befragung zu „Bioenergie und soziale Netzwerke“

Im Rahmen meiner Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz führe ich eine Untersuchung zum Thema „Bioenergie und soziale Netzwerke“ durch und bitte um Ihre Mithilfe.

Soziales Leben in der Gemeinde

1. Wohnen Sie in dieser Gemeinde? ☐ ja ☐ nein, aber ich arbeite hier

2. Wie schätzen sie die Lebensqualität in der Gemeinde insgesamt ein?

	1 … sehr gut 5 … sehr schlecht				
	1	2	3	4	5
a) Die Lebensqualität in der Gemeinde ist sehr hoch.	○	○	○	○	○
	1 … stimme voll zu 5 … stimme nicht zu				
b) Ich bin stolz auf diesen Ort.	○	○	○	○	○
c) Ich habe das Gefühl, das Leben hier mitgestalten zu können.	○	○	○	○	○

3. Wie viele ehrenamtlichen Vereine und Organisationen kennen Sie in der Gemeinde?

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 bis 5 ☐ 6 bis 10 ☐ mehr als 10

4. Sind Sie ehrenamtliches Mitglied in einem Verein oder einer Organisation in der Gemeinde?

☐ Ja, ich bin aktives Mitglied	☐ Nein, ich bin kein Vereinsmitglied
Wenn ja, in welchen:	Wenn nein, warum nicht? ☐ der Inhalt der Vereine ist nicht interessant für mich ☐ ich bin Mitglied in einem Verein/ einer Organisation außerhalb der Gemeinde ☐ ich habe keine Zeit dafür ☐ anderer Grund _____ **Wenn Sie nicht Vereinsmitglied sind, weiter bei Frage 8**

5. Wie oft finden normalerweise Vereinstreffen statt? (Wählen Sie für die Fragen 5 bis 7 den Verein aus, in dem Sie zurzeit *am aktivsten* sind)

	☐ 1x pro Woche	☐ 1x im Monat	☐ 1x in zwei Monaten	☐ seltener

6. Wie oft haben Sie in den vergangenen 12 Monaten diese Vereinstreffen besucht? ☐ regelmäßig ☐ manchmal ☐ nie

7. In welchen Merkmalen sind sich die Vereinsmitglieder ähnlich? (Mehrfachantworten möglich) ☐ Alter ☐ Beruf ☐ Geschlecht ☐ Interessen

Persönliche soziale Netzwerke

8. Wie oft treffen Sie sich mit Personen aus Ihrer/ Ihrem

	mehrmals pro Woche	1x pro Woche	1x im Monat	seltener
Verwandtschaftskreis	☐	☐	☐	☐
Freundeskreis	☐	☐	☐	☐
Nachbarschaft	☐	☐	☐	☐

9. Wen sprechen Sie an, wenn Sie … (bei jeder Aussage sind Mehrfachnennungen möglich)

	Nachbarn	Verwandte	Freunde	Vereinskolleg(inn)en
a) … sich den Fuß brechen und jemand mit Ihnen ins Krankenhaus fahren muss.	☐	☐	☐	☐
b) … sich einen Liter Milch ausborgen möchten.	☐	☐	☐	☐
c) … auf Urlaub fahren, und jemand 1 Woche lang Ihre Blumen gießen soll.	☐	☐	☐	☐

10. An wie viele Personen (Freunde, Familie, usw. zusammen gerechnet) können Sie sich wenden, wenn Sie…

	keine	1 bis 5	6 bis 10	mehr als 10
a) ... sich den Fuß brechen und jemand mit Ihnen ins Krankenhaus fahren muss.	☐	☐	☐	☐
b) ... sich einen Liter Milch ausborgen möchten.	☐	☐	☐	☐
c) ... auf Urlaub fahren, und jemand 1 Woche lang Ihre Blumen gießen soll.	☐	☐	☐	☐

gesellschaftliches Interesse

11. Haben Sie bei der letzten Wahl teilgenommen?	ja	nein
Gemeinderatswahl (2005)	☐	☐
Landtagswahl (2005)	☐	☐
Nationalratswahl (2006)	☐	☐

12. Wie oft lesen Sie ...	regelmäßig	manchmal	nie
... die regionale Presse	☐	☐	☐
... die lokale Presse (z.B. Gemeindezeitung,…)	☐	☐	☐

13. Wie viele Stunden pro Woche sehen Sie durchschnittlich fern?

☐ weniger als 2h	☐ 2 – 5h	☐ 6-10h	☐ 11-15h	☐ mehr als 15h

Vertrauen und Wohlbefinden

14. Wie stark stimmen Sie folgenden Aussagen zu:

1 … stimme voll zu 5 … stimme nicht zu	1 2 3 4 5
a) Ganz allgemein kann man den meisten Menschen vertrauen.	○—○—○—○—○
b) Ich fühle mich als Mitglied der Gemeinde wohl und akzeptiert.	○—○—○—○—○
c) Ich mache mir keine Gedanken darüber, was andere Leute in der Gemeinde über mich denken.	○—○—○—○—○
d) Die meisten Leute in der Gemeinde würden nie Zeit oder Geld in eine Initiative investieren, die ihnen keinen direkten Nutzen abwirft.	○—○—○—○—○
e) Jeder muss seine Probleme selbst lösen.	○—○—○—○—○
f) Wie überall sonst muss ich mich auch in meiner Gemeinde gut vor Einbruch oder Diebstahl schützen.	○—○—○—○—○
g) Menschen sagen die Unwahrheit, sobald es zu ihrem eigenen Vorteil ist.	○—○—○—○—○

15. Wie groß ist Ihr Vertrauen in folgende Einrichtungen:

1 … vertraue ich sehr 5 … vertraue ich gar nicht	1 2 3 4 5
Gemeinde	○—○—○—○—○
Landtag	○—○—○—○—○
Bundesregierung	○—○—○—○—○

Energie und Heizen

16. Mit welchem Brennstoff heizen Sie derzeit?

☐ Öl	☐ Fernwärme/ Biomasse	☐ Kohle	☐ Gas	☐ Strom	☐ Sonstiges: _____

Ist Ihr Haushalt an das Fernwärme-Netz angeschlossen? ☐ ja **(weiter zu Frage 17)**

☐ nein **(weiter zu Frage 20)**

Fernwärme aus Biomasse

17. Welche Gründe waren für den Anschluss an die Fernwärme aus Biomasse für Sie ausschlaggebend?
(bitte markieren Sie *nur* die drei wichtigsten Gründe mit 1 bis 3)

___ Unabhängigkeit von Energie aus dem Ausland	___ Förderung der regionalen Wirtschaft
___ Kostenersparnis	___ positive Einstellung gegenüber Biomasse
___ Zeit- und Arbeitsersparnis	___ Umwelt- und Naturschutz
___ öffentliche Förderungen	___ Ich hatte keinen Einfluss auf die Entscheidung

18. Wie zufrieden sind Sie mit der Fernwärme aus Biomasse (Wärmeversorgung, laufende Kosten, technische Betreuung)?	1 … sehr zufrieden 5 … gar nicht zufrieden	1 2 3 4 5 ○—○—○—○—○

19. Im Vergleich zu Ihrem vorherigen Heizsystem sind Ihre jährlichen Kosten durch die Fernwärme aus Biomasse…	gesunken. ☐	gleich geblieben. ☐	gestiegen. ☐

Weiter zu Frage 21

20. Was war ausschlaggebend dafür, dass Sie sich nicht an die Fernwärme aus Biomasse angeschlossen haben? (bitte markieren Sie *nur* die drei wichtigsten Gründe mit 1 bis 3)

___ kein Vertrauen in die Technik von Biomasseheizungen	___ Kostenersparnis durch das aktuelle Heizsystem
___ keine Wärmeleistung in den Sommermonaten	___ Ich bin zu alt – die Umstellung auf ein neues Heizsystem zahlt sich für mich nicht mehr aus
___ Zeit- und Arbeitsersparnis durch das aktuelle Heizsystem	___ negative Einstellung gegenüber Biomasse
___ ich wohne nicht im Einzugsgebiet des Biomassenetzes	

21. Wie stark stimmen Sie folgenden Aussagen zu:	
1 … stimme voll zu 5 … stimme nicht zu	1 2 3 4 5
a) Die Fernwärme-Anlage ist ein Gewinn für den ganzen Ort.	○—○—○—○—○
b) Die Fernwärme Anlage hat zu Streitereien im Dorf geführt.	○—○—○—○—○
c) Durch die Fernwärme-Anlage wollen sich einige Politiker profilieren.	○—○—○—○—○
d) Eigentlich wollen die Betreiber der Fernwärme-Anlage nur ein gutes Geschäft machen.	○—○—○—○—○
e) Seit der Einführung der Fernwärme-Anlage hat sich der Zusammenhalt in der Gemeinde verbessert.	○—○—○—○—○
f) Die meisten Kunden der Fernwärme-Anlage in der Gemeinde sind zufrieden.	○—○—○—○—○
g) Über die Fernwärme-Anlage wird heute im Ort noch viel gestritten.	○—○—○—○—○

Klimaschutz und erneuerbare Energien

22. Die Energienachfrage in Österreich ist in den letzten 5 Jahren…	☐ gesunken.	☐ gleich geblieben.	☐ gestiegen.

23. Ich beziehe meine Information über das Thema erneuerbare Energien aus: (Mehrfachnennungen möglich)

Zeitung	Internet	Radio	TV	anderen Quellen:
☐	☐	☐	☐	☐ _____

24. Wie stark stimmen Sie folgenden Aussagen zu:	1 … stimme voll zu 5 … stimme nicht zu
a) Die Hauptverantwortung, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen liegt bei…	1 2 3 4 5
... der Politik	○—○—○—○—○
... der Wirtschaft	○—○—○—○—○
... der Bevölkerung	○—○—○—○—○
b) Als einzelne Person ist es mir unmöglich, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen.	○—○—○—○—○
c) Ich fühle mich gut informiert über mögliche Methoden zum Energiesparen im Alltag.	○—○—○—○—○
d) In meiner Gemeinde gibt es viele Aktionen und Initiativen zum Thema Klimaschutz und erneuerbare Energien.	○—○—○—○—○

Wenn Sie in einem Einfamilienhaus wohnen, weiter bei Frage 25; sonst weiter bei Frage 30

25. In welchem Jahr wurde ihr Haus erbaut?

☐ vor 1960 ☐ 1960-1975 ☐ 1976-1990 ☐ 1991-2005

26. Wärmetechnische Verbesserungen, (z.B. Austausch der Fenster, Wärmedämmung, usw.) führen zur Verringerung des Energiebedarfes Ihres Hauses. Wurden in den vergangen 10 Jahren wärmetechnische Maßnahmen an Ihrem Haus unternommen?

☐ ja ☐ nein

27. Wären Sie bereit, solche wärmetechnischen Maßnahmen durchzuführen, wenn Sie dadurch Ihren Energiebedarf um 25% verringern könnten? Dies entspricht einer Einsparung von ca. 400-500 € pro Jahr für ein durchschnittliches Einfamilienhaus. (Bitte bedenken Sie auch den organisatorischen und zeitlichen Aufwand, der damit verbunden ist)

☐ ja **(weiter zu Frage 28)**

☐ nein **(weiter zu Frage 29)**

28. Sind sie bereit für solche Maßnahmen einmalig € 9.000,- Euro zu bezahlen? ☐ ja ☐ nein

Was wäre der *maximale* Betrag, den Sie dafür zahlen würden? _____ €

weiter zu Frage 30

29. Was sind Gründe, um diese Maßnahmen nicht durchzuführen? (Mehrfachantworten möglich)

☐ ich wohne in Miete	☐ die Dämmung des Hauses ist gut genug
☐ die Kosten sind mir derzeit zu hoch	☐ ich bin zu alt - die Umstellung auf ein neues Heizsystem zahlt sich für mich nicht mehr aus
☐ die staatliche Förderung dafür ist nicht ausreichend	☐ ich werde bald ausziehen
☐ ich habe zu wenig Information darüber	☐ Sonstiges _____
☐ der Aufwand ist mir zu hoch	

30. Im vergangenen Jahr habe ich mich umweltbewusst verhalten, indem ich…

- _____
- _____

statistische Angaben

31. Geschlecht	☐ männlich		☐ weiblich	
32. Alter	☐ bis 20		☐ 41 bis 50	
	☐ 21 bis 30		☐ 51 bis 60	
	☐ 31 bis 40		☐ über 60	
33. höchste abgeschlossene Ausbildung	☐ Pflichtschule		☐ Lehre	
	☐ Matura		☐ akademische Ausbildung	
34. gesamtes Haushaltseinkommen (€ netto monatlich)	bis 1.000 ☐	bis 2.000 ☐	bis 3.000 ☐	über 3.000 ☐
35. Beruf	☐ in Ausbildung		☐ Hausfrau /-mann	
	☐ erwerbstätig		☐ in Pension	
36. durchschnittliche Arbeitszeit pro Woche	☐ weniger als 10h		☐ 10-20h	
	☐ 21-40h		☐ 41-60h	
37. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz von Ihrer Wohnung entfernt?	☐ arbeite zu Hause		☐ 1-5 km	
	☐ 6-10 km		☐ mehr als 10 km	
38. Wie legen Sie den Weg von Ihrer Wohnung zum Arbeitsplatz zurück?	☐ Auto		☐ öffentlicher Verkehr	
	☐ Rad		☐ zu Fuß	
39. Seit wann leben Sie in dieser Gemeinde?	☐ schon immer		☐ mehr als 5 Jahre	
	☐ mehr als 20 Jahre		☐ weniger als 5 Jahre	
	☐ mehr als 10 Jahre		☐ ich wohne nicht in dieser Gemeinde	

40. Wie viele Kinder haben Sie? _____

41. Familienstand:	☐ ledig	☐ verheiratet/ in Partnerschaft
	☐ verwitwet	☐ geschieden

ANHANG 6 Glossar

Armingtonelastizität	Die Armingtonannahme unterstellt, dass inländische Güter nicht vollkommen durch importierte Güter substituiert werden können. Die Armingtonelastizität ist ein Maß inwieweit dies möglich ist.
CES Produktionsfunktion	Modellierung eines Produktionsvorganges, bei dem die Substitutionselastizität stets als konstant angenommen wird (Constant Elasticity of Substitution).
Energy Information Administration (EIA)	Die EIA ist die statistische Abteilung des amerikanischen Energieministeriums. Sie ist für die Aufbereitung von politisch unabhängigen Daten, Vorhersagen bzw. Analyse über den (inter)nationalen Energiemarkt und seinen Interaktionen mit Wirtschaft und Umwelt zuständig.
Energiedienstleistung	Unter Energiedienstleistung versteht man eine energiebezogene Dienstleistung, wie zum Beispiel die Beheizung/Kühlung einer gegebenen Kubatur auf eine bestimmte Temperatur über eine bestimmte Zeit (Beheizung/Kühlung einer 90m^2 Wohnung auf 20°C Raumtemperatur über ein ganzes Jahr)
Energiedienstleister	Innerhalb dieser Arbeit wird jene Person oder jenes Unternehmen, das Energie für den Endverbraucher zur Verfügung stellt, als Energiedienstleister bezeichnet (z.B. ein Landwirt, der ein Mikronetz betreibt)
Fernwärme	Die Begriffe Nah- und Fernwärme werden innerhalb dieser Arbeit als Synonym verwendet.
Forwarder	Ein Forwarder (auch Rückezug oder Tragrückeschlepper genannt) ist ein Fahrzeug, das zur Holzernte eingesetzt wird. Damit wird das geerntete Holz aus dem Bestand (Wald) an den LKW-befahrbaren Waldweg transportiert.
Harvester	Als Harvester (Holzvollernter oder Waldvollernter) bezeichnet man kranähnliche Holzerntemaschinen, welche halbautomatisch Fällung, Entastung und Sortimentsbildung durchführen. Haupteinsatzgebiet dieser Maschinen ist im Nadelwald.
International Energy Agency (IEA)	Die IEA ist eine autonome Einheit der OECD mit Sitz in Paris mit insgesamt 26 Mitgliedsstaaten (darunter auch Österreich). Sie versteht sich als Kooperationsplattform für die Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien. Darüber hinaus konzentriert sich ihre Arbeit auf den Bereich Umweltpolitik (climate change policies), Marktreformierung, Erhebung und Aufbereitung statistischer energiebezogener Daten.
INVEKOS	Das Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (INVEKOS) basiert auf der VO (EWG) 3508/92 zur Einführung eines integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems für bestimmte gemeinschaftliche Beihilferegelungen und der VO (EG) 2419/2001 mit Durchführungsbestimmungen zum Verwaltungs- und Kontrollsystem und dient der Abwicklung und Kontrolle der EU Förderungsmaßnahmen. Alle flächen- und tierbezogenen Beihilfenregelungen sind in dieses System eingebunden. Es schreibt unter anderem vor: Ein umfassendes Datenbanksystem, ein System zur Identifizierung der landwirtschaftlich genutzten Parzellen, ein System zur Identifizierung und Erfassung von Tieren, nähere Details hinsichtlich der Beihilfenanträge und deren Änderungsmöglichkeiten, ein integriertes Kontrollsystem.

kaskadische Nutzung	In der Literatur wird der Begriff *kaskadische Nutzung* von Biomasse für zwei verschiedene Bedeutungen verwendet (1) Im engeren Sinn versteht man darunter die Ausnutzung der vielfältigen Eigenschaften von Rohstoffen, indem Biomasse zunächst stofflich und dann erst energetisch verwertet wird (2) Im weiteren Sinn wird unter kaskadischer Nutzung vielfach auch eine Nutzung von Sekundär- bzw. Kuppelprodukten verstanden, beispielsweise durch eine effiziente Nutzung der Wärme bei der Elektrizitätsproduktion mit Biogasanlagen.
klima:aktiv Standard	Im Rahmen des klima:aktiv Programms der österreichischen Bundesregierung, welches die Senkung des CO_2 Ausstoßes und die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern zum Ziel hat, wurden auch Kriterien erstellt, mit denen die Nachhaltigkeit von Wohngebäuden beurteilt wird. Gebäude, die nach diesem Standard errichtet werden, dürfen sich als klima:aktiv Haus bezeichnen.
Klimabündnis Steiermark	… ist eine freiwillige Klimaschutzinitiative von Gemeinden, Betrieben und Schulen, die sich Schritte zum Erhalt der Erdatmosphäre (Senkung der Treibhausgasemissionen, Verzicht auf die Verwendung von Tropenholz etc.) zum Ziel gesetzt haben.
KTBL	Das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft ist ein Verein mit Sitz in Darmstadt, welches vom deutschen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz institutionell gefördert wird. Auftrag des KTBL ist der Technologietransfer mit Schwerpunkt auf den landwirtschaftlichen Bereich.
Lokale Energie Agentur (LeA)	Die Lokale Energie Agentur ist eine private Energieberatungsagentur in der Oststeiermark (Feldbach). Sie ist eine regionale, firmenunabhängige Ansprechstelle in Sachen Energieeinsparung, betriebliche und private Energieberatung, Förderungen, Hilfe bei der Umsetzung regionaler Energiekonzepte u.v.m
Leontieff-Produktionsfunktion	Ist eine CES Produktionsfunktion für welche die Substitionselastizität konstant mit 0 angenommen wird. Die Produktion erfolgt somit mit fixen Inputverhältnisse.
Landesenergieverein (LEV)	Der Landesenergieverein Steiermark wurde 1981 gegründet und ist für folgende Tätigkeiten zuständig: technische und organisatorische Begleitung von Energieprojekten, Bewusstseinsbildung/ Öffentlichkeitsarbeit/ Bildungsarbeit (im Bereich Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Energietechnologien), europäische Zusammenarbeit, Energieberatung sowie Abwicklung und Vergabe von Förderungen.
Nahwärme	Die Begriffe Nah- und Fernwärme werden innerhalb dieser Arbeit als Synonym verwendet.
Substitutionselastizität	Maß für die *Leichtigkeit*, einen Produktionsfaktor durch einen anderen zu ersetzen. Die Substitutionselastizität gibt an, wie sich das Verhältnis der eingesetzten Produktionsfaktoren ändert, wenn sich das Preisverhältnis dieser Produktionsfaktoren um ein Prozent verändert. Je geringer die Substitutionselastizität, umso schwieriger sind Substitutionsvorgänge.

Abstract:
The present study investigates the regional macro-economic effects resulting from intensified biomass energy production used for household space heating and as transport fuel in East Styria. We develop a three-region energy focused macro-economic model that acknowledges land competition to analyse the regional economic implications of such a strategy, especially on employment, sectoral production level, prices, value added and public budget at the regional level. Our Computable General Equilibrium model is based on regional input-output tables and a full cost analysis of selected biomass technologies, and takes account of regional energy demand. The expansion of the use of biomass heating systems is found to generate positive effects on employment and regional GDP for almost all investigated technologies. The quantitative range of effects, however, differs significantly across technologies governed by factors such as net land intensity of biomass heat production. In particular high land intensity of agricultural biomass products crowds out the more labour-intensive conventional agriculture, and drives land prices and the consumer price index, which might relate back to real wage development. Furthermore, spill-over-effects on neighbouring regions are found due to changes in the relative factor advantages and through a spill over of the increase in consumption from the biomass expanding region. Besides biomass use, investments in thermal insulation also increase regional employment and GDP. Furthermore, the improvement of the energy efficiency of buildings is crucial in increasing the share of heating energy demand supplied by biomass.

Zum Inhalt:
Die vorliegende Studie untersucht die regionalwirtschaftlichen Effekte einer forcierten Biomassenutzung für die Bereitstellung von Raumwärme und Treibstoff am Beispiel der Oststeiermark. Zur Analyse wurde ein drei-Regionen-makroökonomisches-Modell verwendet, welches unter Miteinbeziehung der Konkurrenz um Ackerflächen, die Implikationen einer forcierten Biomassestrategie auf ausgewählte makroökonomische Indikatoren (Beschäftigung, sektorale Produktion, Preise, Wertschöpfung und öffentliches Budget) auf regionaler Ebene untersucht. Als Datenbasis dienten regionale Input-Output Tabellen, Kostenstrukturen von Biomassetechnologien sowie die Entwicklung der regionalen Energienachfrage. Die Ausdehnung der Wärmebereitstellung aus Biomasse ist überwiegend mit positiven Beschäftigungs- und BIP Effekten verbunden. Die unterschiedlichen Größenordnungen der Effekte nach Technologie sind auf die variierenden Flächenerträge des eingesetzten Brennstoffes zurückzuführen. Je geringer der Flächenertrag, desto mehr wird die konventionelle und gleichzeitig arbeitsintensivere landwirtschaftliche Produktion in der Region verdrängt. Die beschriebene Konkurrenz um die limitierte Ressource Ackerfläche bewirkt einen Anstieg der Pachtpreise und in weiterer Folge eine Preiserhöhung der landwirtschaftlichen Produkte. Ein dadurch verursachtes Ansteigen des Verbraucherpreisindex könnte eine ebenso ansteigende Entwicklung des Faktorpreises Lohnsatz bedeuten. Die angrenzende Region profitiert in den meisten Fällen von einer Ausdehnung der Biomassenutzung in der Oststeiermark. Neben der Energiebereitstellung aus Biomasse bringen auch Maßnahmen zur Intensivierung der thermischen Sanierung des Gebäudebestandes starke positive Effekte mit sich. Darüber hinaus ist eine Verbesserung der thermischen Gebäudeeffizienzen entscheidend für eine Erhöhung des Biomasseanteils an der gesamten Wärmebereitstellung.

Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz
Leechgasse 25
A-8010 Graz, Austria
www.wegcenter.at
ISBN-13 978-3-9502308-6-4