

**NACHHALTIG**wirtschaften  
k o n k r e t

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>  
oder unter:

Projektfabrik Waldhör  
Nedergasse 23, 1190 Wien  
Fax 01 /36 76 151 - 11  
Email: [projektfabrik@nexta.at](mailto:projektfabrik@nexta.at)

# Bioenergie und Gesamtwirtschaft

Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung der energieitischen Nutzung von Biomasse für Heizzwecke und Entwicklung von effizienten Förderstrategien für Österreich

Reinhard Haas, Lukas Kranzl

Wien, September 2002

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

## Kurzfassung

Die öffentliche Förderung der energetischen Biomasse-Nutzung ist seit Jahren immer wieder Gegenstand heftiger Diskussionen.

Das Ziel dieser Studie ist es, die Vielzahl an volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Biomasse systematisch zu analysieren – insbesondere bisher unzureichend behandelte Aspekte, wie regionale und soziale Verteilungsaspekte und langfristige strategische Auswirkungen. Daraus wird eine Antwort auf die Frage abgeleitet, ob – und wenn ja, wie – Biomasse effizient gefördert werden soll. Die Untersuchung bezieht sich auf die Nutzung von Biomasse zu Heizzwecken, wobei Abhängigkeiten zu anderen Formen des Biomasse-Einsatzes – z.B. der Verstromung in KWK – berücksichtigt werden.

Am Beginn der Arbeit steht die Dokumentation der derzeitigen Nutzung und der zusätzlich nachhaltig nutzbaren Potenziale der Biomasse.

Aufbauend auf der Analyse bisheriger Studien wird eine Methodik entworfen, mit der für eine Reihe von Biomasse-Anwendungen Indikatoren der volkswirtschaftlichen Bedeutung ermittelt werden. Abschließend werden Szenarien der Biomasse-Forcierung bis 2020 entwickelt und deren volkswirtschaftliche Effekte ermittelt – unter Annahme verschiedener künftiger Ölpreisentwicklungen.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Analyse sind: Wird Biomasse ab sofort forciert, so kann der Anteil der mit Biomasse beheizten Wohneinheiten – bei gleichzeitiger Verbesserung der thermischen Qualität – bis zum Jahr 2020 auf 44% gesteigert werden. Dazu werden zusätzlich etwa 100 PJ/a an Biomasse benötigt. Dies entspricht in etwa dem zusätzlich bis 2020 nachhaltig nutzbaren Potenzial. Hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Effekte besitzen langfristige strategische Aspekte (Absicherung gegen das Risiko von Versorgungsengpässen) 16 Mio. FM (o. Rinde) pro Jahr 10 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz SNP:20 Mio. SRM die größte gesamtwirtschaftliche Relevanz (Reduktion von Treibhausgasen und der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern um 6%, Verringerung des Handelsbilanzdefizits um ca. 4-6%, Erhöhung der Preisstabilität), gefolgt vom ökonomischen Impuls für strukturschwache Regionen (4000 Arbeitsplätze). Etwas geringer ist Bedeutung der Luftschadstoffemissionen (Erhöhung um ca. 2%). Der Beschäftigungseffekt der Biomasse bewirkt eine Verringerung der Arbeitslosigkeit um etwa 4-6%. Von geringerer gesamtwirtschaftlicher Relevanz ist die Belastung des Staatshaushaltes (0,4-1,6% des Budgetdefizits), die sich durch den Entfall von Energiesteuern sowie der Förderung von Biomasse ergibt, sowie der Einkommenseffekt (0,1% Steigerung des BIP).

Die positiven Effekte auf die Gesamtwirtschaft überwiegen auch im Fall langfristig niedriger Energiepreise die dämpfenden Auswirkungen, die u.a. von der Belastung des Staatshaushaltes im Zuge einer Biomasse-Forcierung ausgehen. Kommt es jedoch zu einer Ölpreissteigerung, so erhöhen sich die positiven Effekte stark, während die Belastung des Staats-

haushaltes um knapp 50% sinkt. Biomasse ist daher eine Absicherung gegen die negativen Folgen hoher Ölpreise, die auch dann positive volkswirtschaftliche Wirkungen hervorruft, wenn das fossile Preisniveau langfristig nieder bleiben sollte.

## **Abstract**

In the context of subsidies for biomass energy systems the question about efficiency and costs arises and whether the benefits of biomass use justifies spending public funds.

This study aims to discuss and evaluate the numerous impacts that result from the use of biomass. It will provide an answer to the question if biomass should be promoted and if that's the case how that could be done in an efficient way. However, the study is limited to the use of biomass for heating purposes in Austria. Of course some links to other types of biomass use – e.g. electricity generation in CHP – are considered.

The analysis reveals that until 2020 biomass can provide heat for up to 44% of all households. Regarding the overall economy the strategic long-term effects of such a scenario are predominant. As there are: stability of biomass prices, security of supply, independence from imported fossil fuels and reduction of GHG-emissions. A considerable positive impact regarding employment and income results from biomass use in rural regions. The negative effects of an ambitious biomass-scenario are higher external costs of air pollution compared to other heating systems and negative consequences on the public budget.

But even in case of long-term low prices for fossil fuels the benefits overrule the negative effects of expanding the use of biomass. Therefore, fostering biomass provides precaution against the negative impacts of an oilprice increase to the economy.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Motivation .....	1
1.2	Problemstellung .....	2
1.3	Methodik und Vorgangsweise .....	3
1.4	Systemabgrenzung und -umfeld .....	4
2	Historische Entwicklung und derzeitiger Stand der Biomasse-Nutzung .....	10
2.1	Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung in Haushalten .....	12
2.2	Biomassenahwärme .....	14
2.3	Automatische Holz- und Rindenfeuerungen .....	15
2.4	Energetische Nutzung der Biomasse in der Papier- und Zellstoffindustrie .....	16
3	Potenziale für den Ausbau der energetischen Biomasse-Nutzung .....	18
3.1	Das primärenergetische Potenzial .....	19
3.2	Perspektiven der Verstromung von Biomasse in KWK .....	36
4	Bisherige Studien und Bewertungsansätze zur volkswirtschaftlichen Analyse der Biomasse-Nutzung .....	44
4.1	Differierende Ergebnisse und ihre Ursachen .....	49
4.2	Übereinstimmende und gesicherte Ergebnisse der Studien .....	51
4.3	Offene, unklare Aspekte .....	53
4.4	Überblick über ökonomische Bewertungsinstrumente .....	55
4.4.1	Kosten-Nutzen-Analyse .....	55
4.4.2	Zur Frage der Diskontierung .....	58
4.4.3	Externe Kosten .....	61
4.4.4	Input-Output-Analyse .....	63
4.4.5	Allgemeine Gleichgewichtsmodelle .....	65
5	Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Biomasse-Nutzung .....	67
5.1	Betriebswirtschaftliche Aspekte .....	68
5.2	Ökologische Auswirkungen .....	69
5.3	Nationalökonomische Kriterien .....	71
5.3.1	Handelsbilanz .....	71
5.3.2	Beschäftigung .....	72
5.3.3	Einkommen .....	72
5.3.4	Staatshaushalt .....	72
5.3.5	Index of sustainable economic welfare (ISEW) .....	74
5.4	Verteilungseffekte .....	77
5.4.1	Regionale Verteilungsaspekte .....	79

5.4.2	Soziale Verteilungsaspekte.....	82
5.5	Langfristige strategische Aspekte.....	86
6	Ermittlung von volkswirtschaftlichen Indikatoren für Biomasse-Systeme.....	91
6.1	Betriebswirtschaftliche Kostenaspekte.....	93
6.2	Emissionen und Ressourcenverzehr.....	100
6.3	Verteilungseffekte.....	104
6.4	Nationalökonomische Kriterien.....	108
7	Langfristige strategische Aspekte: Bewertung von Biomasse-Szenarien.....	114
7.1	Die Preisentwicklung fossiler Energieträger.....	114
7.2	Entwicklung von Szenarien der Biomasse-Nutzung.....	116
7.2.1	Primärenergiebedarf zur Verstromung von Biomasse.....	117
7.2.2	Business as usual (BAU).....	118
7.2.3	Szenario „Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010“ (AMB 2010).....	120
7.2.4	Szenario „Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002“ (AMB).....	122
7.3	Vergleich der Szenarien mittels volkswirtschaftlicher Indikatoren.....	123
7.4	Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung.....	132
7.5	Sensitivitätsanalyse.....	134
7.6	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Staaten.....	141
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	143
8.1	Schlussfolgerungen zu Methodik und Interpretation ökonomischer Instrumente..	143
8.2	Relevante Kriterien für die politische Diskussion und Entscheidungsfindung.....	145
8.3	Technologische Perspektiven.....	149
8.3.1	Umwandlungstechnologien.....	150
8.3.2	Brennstofftechnologien.....	153
8.3.3	Weitere Aspekte hinsichtlich des Bedarfs an Technologie und Forschung ...	159
8.4	Effiziente Optionen für staatliche Eingriffe.....	159
8.4.1	Zur Rechtfertigung staatlicher Eingriffe.....	159
8.4.2	CO <sub>2</sub> -Steuer versus Subventionen.....	162
8.4.3	Zur Wahl anreizkompatibler Subventionsverfahren.....	164
8.4.4	Biomasse- und Wohnbauförderung.....	166
8.4.5	Regionale Differenzierung von Förderungen.....	167
8.4.6	Entscheidende Maßnahmen zur Flankierung von Subventionsprogrammen.	172
8.4.7	Maßnahmen zur Erhöhung der Markttransparenz.....	175
8.4.8	Öffentliche Gebäude.....	176
8.4.9	Zur effizienten Gestaltung von Subventionsprogrammen.....	177
Referenzen	.....	185
Anhang I-IX	.....	193

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Methodik und Vorgangsweise .....	3
Abbildung 1-2: Nutzungsformen der Biomasse .....	4
Abbildung 1-3: Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes von anderen Formen der energetischen Biomasse-Nutzung und Darstellung der Biomassebrennstoffe .....	6
Abbildung 1-4: Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung .....	8
Abbildung 2-1: Entwicklung der energetischen Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung in Österreich seit 1980 [PJ/a] .....	10
Abbildung 2-2: Biomasse-Einsatz nach Anwendungen und Sektoren (2001) .....	11
Abbildung 2-3: Entwicklung der Anzahl mit Holz beheizter Hauptwohnsitze, Öl-Importpreis nominal .....	12
Abbildung 2-4: Biomasse-Primärenergieverbrauch nach Heizsystemen und Energieträgern in Haushalten (2001) .....	14
Abbildung 2-5: Zeitliche Entwicklung von Biomasse-Nahwärmanlagen .....	15
Abbildung 2-6: Zeitliche Entwicklung von automatischen Holz- und Rindenfeuerungen (ohne Nahwärmanlagen) .....	16
Abbildung 2-7: Anzahl neu installierter Hackschnitzel- und Pelletsanlagen im kleinen Leistungsbereich (unter 100 kW) seit 1996 .....	16
Abbildung 3-1: Flächenpotenziale der österreichischen Bundesländer .....	21
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung verschiedener Biodiesel – Potenzialstudien und benötigte Anbauflächen .....	23
Abbildung 3-3: Konkurrierende Nutzung von Flächenpotenzialen (Abschätzung für 2010) ..	25
Abbildung 3-4: Die Konkurrenz um Sägenebenprodukte .....	28
Abbildung 3-5: Holzflussdiagramm Österreich 1998 .....	30
Abbildung 3-6: Nachhaltig nutzbares zusätzliches Biomasse-Potenzial in Österreich (2010), Primärenergie .....	32
Abbildung 3-7: Potenzialangaben in der Literatur für einzelne Biomasse-Aufkommen .....	33
Abbildung 3-8: Kosten-Kurve für das zusätzliche, nachhaltig nutzbare Biomasse-Potenzial in Österreich .....	34
Abbildung 3-9: Biomasse-Potenziale und derzeitiger Verbrauch weltweit, in der EU-15 sowie in Österreich .....	35
Abbildung 3-10: Wärmebedarf-Potenzial und Potenzial für die Strom-Produktion in Biomasse-KWK im Jahr 2010 .....	42
Abbildung 4-1: Vergleich der Literatur hinsichtlich berücksichtigter Aspekte .....	48
Abbildung 5-1: Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung .....	67
Abbildung 5-2: Der sinkende Grenznutzen von Einkommenseffekten .....	78

Abbildung 5-3: Die Lorenzkurve als Darstellung der Konzentration des Einkommens.....	84
Abbildung 5-4: Die Lorenzkurve für Einkommensänderungen im Fall eines Biomasse-Systems (Beispiel einer Stückholz- anstelle einer Öl-Zentralheizung) .....	85
Abbildung 5-5: Portfolio-Ansatz zur Bewertung des Risikos eines Energieträger-Mix .....	89
Abbildung 6-1: Vorgangsweise bei der ökonomischen Analyse .....	91
Abbildung 6-2: Systematik zur Definition von Biomasse-Systemen.....	92
Abbildung 6-3: Zusammensetzung der Investitionskosten von Biomasse-Kleinanlagen (nach Gebäude-Heizlast [kW]) .....	94
Abbildung 6-4: Streuung der spezifischen Investitionskosten von Biomasse-Kleinanlagen am Beispiel von Stückholz-Zentralheizungen.....	95
Abbildung 6-5: Mehr-Wärmegestehungskosten von Biomasse-Anlagen (Ein- und Mehrfamilienhäuser) gegenüber Öl und Gas .....	96
Abbildung 6-6: Streuung der spezifischen Investitionskosten von Nahwärmeeinrichtungen .....	96
Abbildung 6-7: Abhängigkeit der Kosten von Nahwärmesystemen von den Parametern Kesselleistung und Netzlänge.....	97
Abbildung 6-8: Brennstoff- und Wärmegestehungskosten von Biomasse-Systemen und Vergleich mit Öl in Abhängigkeit vom Öl-Preisniveau und der angenommenen Annuität .....	97
Abbildung 6-9: Preisindex von verschiedenen Energieträgern und Arbeitskosten .....	98
Abbildung 6-10: Mehrwärmegestehungskosten ausgewählter Biomasse-Systeme .....	99
Abbildung 6-11: ökologische Auswirkungen von Biomasse-Systemen.....	101
Abbildung 6-12: Emissionsfaktoren für CO bei Nennleistung und kleinster Leistung von Pellets-, Waldhackgut- und Stückholz-Kessel .....	102
Abbildung 6-13: Primärenergetische Effizienz der Erzeugung von Pellets mit unterschiedlichen Technologien.....	104
Abbildung 6-14: Durch Biomasse-Systeme induzierte regionale Einkommensverteilung ...	105
Abbildung 6-15: Regionale Verteilung durch Biomasse-Systeme induzierter Beschäftigungseffekte .....	105
Abbildung 6-16: Durch Biomasse-Systeme induzierte soziale Einkommensverteilung .....	107
Abbildung 6-17: Soziale Verteilung der durch Biomasse-Systeme induzierten Beschäftigungseffekte .....	108
Abbildung 6-18: Nationalökonomische Kriterien.....	110
Abbildung 6-19: Durch Biomasse-Systeme verursachte Änderungen im Staatshaushalt ...	110
Abbildung 6-20: Die Änderung des "Index of sustainable economic welfare" .....	111
Abbildung 6-21: BIP und ISEW von 1955 bis 1992 nach Hochreither et al. (1994) .....	112
Abbildung 7-1: Zwei Extrem-Positionen hinsichtlich des Eintretens von "Peak-Oil" .....	114

Abbildung 7-2: Der Übergang vom Käufer- zum Verkäufer-Markt zum Zeitpunkt des "Peak-Oil" .....	115
Abbildung 7-3: Mögliche Preisentwicklungen von Öl und Biomasse zum Zeitpunkt "peak-oil" .....	115
Abbildung 7-4: Business-as-usual-Szenario (niedriger Ölpreis, keine Förderung bis 2020)	119
Abbildung 7-5: Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010" (Ölpreissteigerung oder Biomasse-Förderung ab 2010) .....	121
Abbildung 7-6: Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002" .....	122
Abbildung 7-7: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Reduktion von Treibhausgasemissionen und externe Kosten gesundheitsschädigender Emissionen	125
Abbildung 7-8: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Entwicklung volkswirtschaftlicher Indikatoren im Fall eines niederen Ölpreises.....	127
Abbildung 7-9: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Entwicklung volkswirtschaftlicher Indikatoren im Fall einer Ölpreis-Steigerung im Jahr 2010.....	129
Abbildung 7-10: Biomasse Forcierung jetzt oder 2010: Beschäftigungseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen .....	130
Abbildung 7-11: Biomasse-Potenzialausschöpfung im Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002".....	131
Abbildung 7-12: Biomasse-Potenzialausschöpfung im Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010".....	131
Abbildung 7-13: Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung auf volkswirtschaftliche Indikatoren bei langfristig niederen Ölpreisen.....	132
Abbildung 7-14: Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung auf volkswirtschaftliche Indikatoren bei hohem Öl-Preis .....	133
Abbildung 7-15: Potenzial-Ausschöpfung bei Forcierung der Biomasse ab 2002 mit Maßnahmen zur Wärmedämmung.....	134
Abbildung 7-16: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der nötigen Subventionen.....	135
Abbildung 7-17: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Investitionskosten.....	136
Abbildung 7-18: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl hinsichtlich der Höhe der Investitionskosten (Abweichungen um +/- 20%).....	137
Abbildung 7-19: Reduktionsmöglichkeiten von Investitionskosten durch sparsame Kesseldimensionierung im Einfamilienhaus-Bereich .....	138
Abbildung 7-20: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Biomassepreise.....	138

Abbildung 7-21: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl hinsichtlich der Biomassepreise (Abweichungen um +/- 20%).....	139
Abbildung 7-22: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Preise von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten ....	140
Abbildung 7-23: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl und Gas von Pellets-Anlagen hinsichtlich Brennstoff-Preiserhöhungen (Abweichungen um + 50%)	141
Abbildung 8-1: Bedeutung der Indikatoren im Jahr 2020 – dargestellt als Relation zu gesamtwirtschaftlichen Größen.....	146
Abbildung 8-2: Gesamtwirtschaftliche Relevanz verschiedener Indikatoren zur Beurteilung einer Biomasse-Forcierung .....	149
Abbildung 8-3: Dimensionierung von Pellet-Kesseln .....	152
Abbildung 8-4: Staatliche Eingriffe zur Biomasse-Forcierung: pro & kontra .....	161

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Hemmnisse für neue Energietechniken, angesprochene Wissenschaften und sich ergebende Potenziale .....	18
Tabelle 3-2: Stilllegungsprozentsatz in der EU und der Flächennutzung in Österreich ab dem Jahr 1995 betreffend Stilllegung (SL gesamt), davon Grünbrache (SL), Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegeflächen (SL NAWARO) und der Anteil von Raps auf Stilllegeflächen. (Angaben in Hektar) .....	20
Tabelle 3-3: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für Biodiesel in Österreich .....	24
Tabelle 3-4: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für Ethanol in Österreich .....	24
Tabelle 3-5: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für feste Biomasse in Österreich .....	32
Tabelle 3-6: Technologien für Biomasse-KWK.....	40
Tabelle 4-1: Vergleich bisheriger Studien zu volkswirtschaftlichen Aspekten der Biomasse-Nutzung .....	47
Tabelle 4-2: Gegenüberstellung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte der Biomassenutzung aus der Literatur.....	51
Tabelle 4-3: Externe Kosten von Schadstoffemissionen .....	62
Tabelle 6-1: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Mehr-Wärmegestehungskosten von Biomasse-Systemen gegenüber fossilen Referenzsystemen reduzieren .....	100
Tabelle 6-2: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Emissionsbilanzen von Biomasse-Systemen im Vergleich zu fossilen Referenzsystemen positiv beeinflussen .....	103
Tabelle 6-3: Anwendungen und Faktoren, die die Schaffung von Einkommen und Arbeitsplätzen in strukturschwachen ländlichen Regionen positiv beeinflussen .....	106
Tabelle 6-4: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Schaffung von Einkommen und Arbeitsplätzen für einkommensarme Gruppen verstärken.....	108
Tabelle 6-5: Anwendungsfälle und Faktoren, die die nationalökonomischen Indikatoren positiv beeinflussen.....	113
Tabelle 8-1: Anreizwirkungen verschiedener Bezugsgrößen zur Vergabe von Subventionen .....	166
Tabelle 8-2: Prioritäten bei der künftigen Biomasse-Forcierung .....	171

## Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen

$b_G$	Beschäftigungsintensität durch öffentlichen Konsum [AP/Mio. € Umsatz]
$b_i$	Beschäftigungsintensität des Sektors i [AP/Mio. € Umsatz]
$b_{pr}$	Beschäftigungsintensität durch privaten Konsum [AP/Mio. € Umsatz]
$B_{reg}^j$	Änderung der Beschäftigung in der Region j
$B_{soz}^k$	Änderung der Beschäftigung in der Einkommensklasse k
$BK^{BM}$	Betriebskosten des Biomasse-Systems
$BK^{ref}$	Betriebskosten des fossilen Referenz-Systems
$BSK^{BM}$	Brennstoffkosten des Biomasse-Systems
$BSK^{ref}$	Brennstoffkosten des fossilen Referenz-Systems
$c_i$	externe Kosten des Schadstoffs i
$C^{BM}$	Kosten des Biomasse-Heizsystems pro Jahr
$C_i^{BM}$	Kosten des Biomasse-Heizsystems pro Jahr aus dem Sektor i
$C^{ref}$	Kosten des (fossilen) Referenz-Heizsystems pro Jahr
$C_i^{ref}$	Kosten des (fossilen) Referenz-Heizsystems pro Jahr aus dem Sektor i
$C_{pr}^{BM,j}$	jährliche Privatausgaben der von der Biomasse-Anlage direkt betroffenen Personen in der Region j
$C_{pr}^{BM,Anw}$	jährliche Privatausgaben der von der Biomasse-Anlage direkt betroffenen Personen in der Region der Biomasse-Anwendung
EFH	Einfamilienhaus
$E_i^{BM}$	Ausstoß des Schadstoffs i durch das Biomasse-Heizsystem pro Jahr
$E_i^{ref}$	Ausstoß des Schadstoffs i durch das Referenz-Heizsystem pro Jahr
FW	Fernwärme
$g^j$	Verteilungsfaktor der Einkommen auf Regionen j (außerhalb der Biomasse-Anwendung)
$\Delta G$	Änderung der Staatsausgaben
$I^{BM}$	Investitionskosten des Biomasse-Systems
$I^{ref}$	Investitionskosten des fossilen Referenz-Systems
ISEW	Index of sustainable economic welfare
HEL	Heizöl extra leicht
KHG	Kurzumtriebshackgut
l	Netzlänge [m]
m	Importquote
MFH	Mehrfamilienhaus

$M^j$	Einkommens-Multiplikator der Region j
ND	Nutzungsdauer von Heizsystemen
NW	Nahwärme
Pe1	Pellets; Rohstoff: Sägenebenprodukte und Restprodukte der Holzverarbeitenden Industrie
Pe2	Pellets; Rohstoff: Kurzumtriebshackgut
Pe3	Pellets; Rohstoff: Waldhackgut
$P_K$	Kesselleistung [kW]
$\Delta Q_{fos}$	Änderung des Verbrauchs fossiler Energieträger
R1	strukturschwache ländliche Region
R2	ländliche Region
R3	Kleinstadt
R4	Großstadt
$r_i^j$	Regionalfaktoren: Anteil der Güter des Sektors i, die aus derselben Region j bezogen werden
$r_G^j$	Regionalanteil der Staatsausgaben in der Region j
RME	Rapsmethylester
$\Delta S$	Änderung der Ausgaben für Subventionen und sonstigen staatlichen Leistungen (Arbeitslosenunterstützung)
$S^{BM,j}$	Subventionen für das Biomasse-Heizsystem pro Jahr, die in der Region j vergeben werden
$s_G^k$	Sozialfaktor des öffentlichen Konsums: Anteil der Einkommen aus öffentlichem Konsum, die in der Einkommensklasse k geschaffen werden;
$s_i^k$	Sozialfaktoren: Anteil der Einkommen des Sektors i, die in der Einkommensklasse k geschaffen werden;
$s_{pr}^k$	Sozialfaktor des privaten Konsums: Anteil der Einkommen aus privatem Konsum, die in der Einkommensklasse k geschaffen werden;
SH	Stückholz
SNP	Sägenebenprodukte
sp	Sparrate
Srm	Schüttraummeter
$\Delta T$	Änderung des Steueraufkommens
$t_E^k$	Einkommensteuersatz der Einkommensklasse k
$t_{Energ}$	Besteuerung der Energieträger
$t_M$	Mehrwertsteuersatz
U	User costs des nicht nachhaltigen Rohstoff-Verzehrs
$v_{reg}^j$	Gewichtungsfaktor für die Einkommensänderung der Region j (Gewichtung der regionalen Einkommensverteilung im ISEW)

$v_{soz}^k$	Gewichtungsfaktor für die Einkommensänderung der Einkommensklasse k (Gewichtung der sozialen Einkommensverteilung im ISEW)
$\bar{w}$	mittleres Einkommensniveau
$\bar{w}^k$	mittleres Einkommensniveau der Einkommensklasse k
WHG	Waldhackgut
$y_i^j$	Anteil der regionalen Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j im Sektor i
$y_{pr}^j$	Anteil der Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j aus privatem Konsum
$y_G^j$	Anteil der Staatsausgaben, die in die Region j fließen
$\Delta y_{pr}^j$	Änderung des Anteils der regionalen Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j aus privatem Konsum
$\Delta Y_{reg}^j$	Einkommensänderung der Region j
$\Delta Y_{soz}^k$	Einkommensänderung der Einkommensklasse k

## Danksagung

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

Michael Cerveny

Erwin Greiler

Manfred Guttenbrunner

Helmut Haberl

Brigitte Hahn

Gerhard Hanappi

Günther Griesmayr

Walter Haslinger

Manfred Heindler

Anton Jonas

Kurt Kratena

Christopher Lamport

Maximillian Lauer

Silke Mader

Karl Ortner

Harald Proidl

Christian Rakos

Johannes Schmidl

Stefan Schleicher

Günther Schwärzler

Franz Wittmann

# 1 Einleitung

## 1.1 *Motivation*

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der energetischen Nutzung von Biomasse ist seit Jahrzehnten Gegenstand heftiger Diskussionen zwischen Öl- und Biomasse-Lobby wie auch unter neutralen Experten. Vielfach sorgen dabei unvollständige Betrachtungen sowie die selektive Auswahl bestimmter Argumente für emotionale und „unsachliche“ Auseinandersetzungen.

Darüber hinaus entstand in den letzten Jahren im In- und Ausland eine Reihe von Arbeiten, die sich mit bestimmten Facetten dieses Themas befassten und die aufgrund von Abweichungen in den Fragestellungen, Methoden und Annahmen zu verschiedenen Ergebnissen gelangten. Die systematische Darstellung dieser Untersuchungen sowie der Vergleich und die Diskussion der angewandten Verfahren stellen daher eine wichtige Voraussetzung für eine Versachlichung der Diskussion und die Ableitung von Strategien für die Zukunft dar. Weiters ist zu bemerken, dass bei einem Großteil der bisherigen Studien viele entscheidende Parameter als konstant angenommen wurden. Dazu zählen unter anderem die Investitions- und Brennstoffkosten – sowohl bei der Biomasse als auch im Bereich der fossilen Energieträger. So wurde in den meisten Studien mit langfristig konstant niedrigen Ölpreisen gerechnet, wobei aber insbesondere die Entwicklungen der letzten Jahre diese Annahme in Frage stellen. Da außerdem anzunehmen ist, dass sich die Brennstoffkosten für Biomasse im Fall einer verstärkten Verbreitung – wie auch im Zuge einer Erhöhung des allgemeinen Energiepreisniveaus – ändern, sollten mögliche Preis- und Kostenentwicklungen sowie deren volkswirtschaftliche Effekte in einer umfassenden Analyse berücksichtigt werden.

Das zentrale Anliegen der gegenständlichen Studie ist es daher, eine Systematik zu entwerfen und durch eine darauf aufbauende Dokumentation und Analyse bestehender Studien Klarheit in die verworrene Diskussion um die volkswirtschaftliche Bedeutung der Biomasse zu bringen. Dazu wird weiters ein Modell zur volkswirtschaftlichen Bewertung entworfen, das auch langfristigen, strategischen Anforderungen der Energieversorgung Rechnung trägt sowie eine möglichst umfassende Darstellung entscheidender Aspekte ermöglicht.

Im Wesentlichen geht es bei der Diskussion um die volkswirtschaftliche Bedeutung der Biomassenutzung darum, welche Förderhöhe gerechtfertigt ist und welche Art von Förderung am günstigsten ist.

Das Ergebnis soll daher auch eine Grundlage für die Bewertung und gegebenenfalls Optimierung der Fördermaßnahmen darstellen.

## **1.2 Problemstellung**

Die zentrale Frage der vorliegenden Arbeit lautet somit:

- Welche volkswirtschaftliche Bedeutung kommt der energetischen Biomasse-Nutzung zu?

Diese Fragestellung erhält allerdings erst durch die Verknüpfung mit einer weiteren Frage politische Relevanz - nämlich:

- Ist es gerechtfertigt, öffentliche Gelder zur Förderung von Biomasse einzusetzen?

Aus diesen beiden Punkten ergeben sich nun folgende Problemstellungen:

Bezüglich der Vorgeschichte dieser Studie:

- Was sind die Ursachen für differierende Ergebnisse und Aussagen bisheriger Studien?
- Welche impliziten Annahmen verschiedener Methoden nehmen bestimmte Ergebnisse schon vorweg?

Hinsichtlich der methodischen Vorgangsweise:

- Wie können die bedeutendsten Auswirkungen der Biomasse-Nutzung ermittelt werden?
- Welche volkswirtschaftlichen Indikatoren sind geeignet, um die Auswirkungen der Biomasse-Nutzung am deutlichsten darzustellen?
- Ist es möglich, alle Effekte auf einen einzigen Indikator zu reduzieren?
- Ist es möglich, eine eindeutige Antwort hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Effizienz der Biomasse-Nutzung zu geben?

für die künftige Entwicklung der Biomasse-Nutzung:

- Welchen Stellenwert kann die Biomasse – unter Berücksichtigung der nachhaltig nutzbaren Potenziale – am Raumwärmemarkt in einem forcierten Szenario einnehmen?

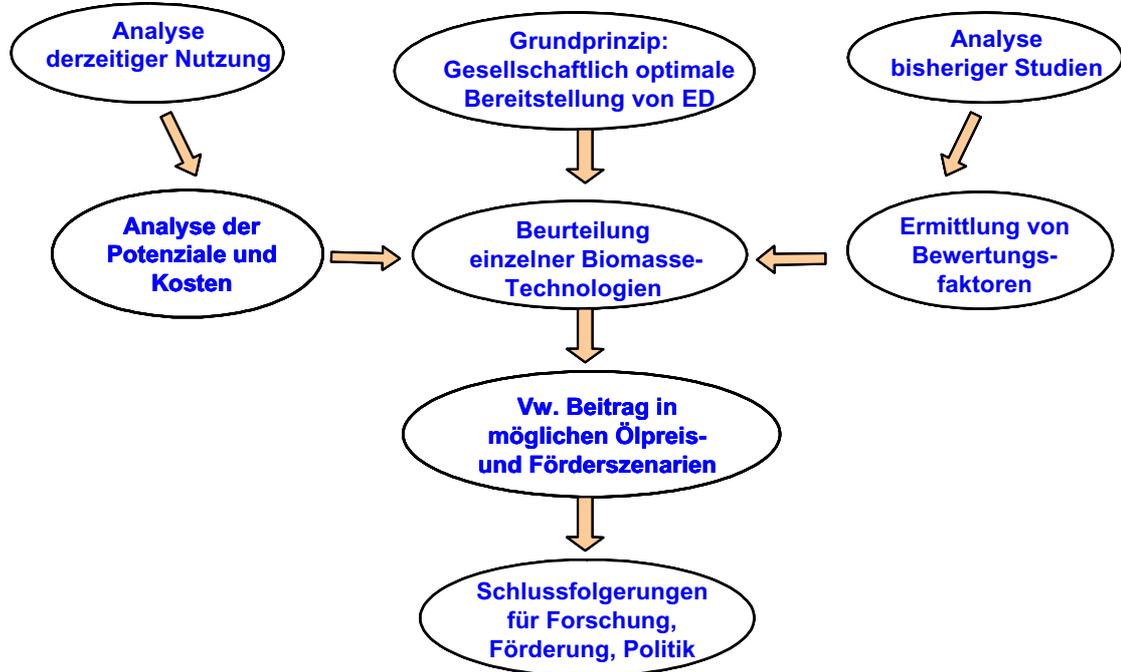
- Welche Entwicklungsperspektiven besitzen einzelne Biomasse-Technologien, in welche Richtung wird sich die Biomasse-Nutzung entwickeln und welche Schlussfolgerungen sind daraus für die Politik zu ziehen?

### 1.3 Methodik und Vorgangsweise

In Abbildung 1-1 sind die einzelnen Schritte der Vorgangsweise dieser Arbeit dargestellt:

Zu Beginn steht die Analyse der derzeitigen Nutzung der Biomasse sowie die Betrachtung der historischen Entwicklung in den letzten 20 Jahren (Kapitel 2). Daran anschließend werden die nachhaltig nutzbaren Potenziale und Kosten verschiedener Biomasse-Brennstoffe ermittelt, da das Vorhandensein zusätzlicher Potenziale die Voraussetzung für eine mögliche künftige Forcierung der Biomasse darstellt (Kapitel 3).

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von Studien erstellt, die sich meist mit einzelnen Aspekten oder Technologien der volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Biomasse befassen. Für die vorliegende Arbeit war es von entscheidender Bedeutung, woraus sich die zum Teil divergierenden Aussagen ergeben, welche Ergebnisse als gesichert und welche Punkte als unklar angesehen werden müssen. Der Literaturanalyse wird daher in Kapitel 4 Platz eingeräumt.



**Abbildung 1-1: Methodik und Vorgangsweise**

Aufbauend auf dieser Analyse wird in Kapitel 5 eine Methodik entworfen, die es erlaubt, entscheidende Parameter in den unterschiedlichen Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung quantitativ darzustellen. Die wesentlichen Elemente und Grundannahmen dieses

Modells wurden mit Experten diskutiert. Dankenswerterweise stellten sich Stefan Schleicher, Kurt Kratena, Gerhard Hanappi sowie Silke Mader dazu zur Verfügung. Diese Methodik wird in Kapitel 6 auf einzelne Biomasse-Technologien angewendet, wobei als Grundprinzip immer das Ziel verfolgt wird, Energiedienstleistungen in gesellschaftlich optimaler Art und Weise bereitzustellen. Daraus wird abgeleitet, welche Parameter (z.B. Art des Brennstoffs) welche Dimensionen (z.B. Beschäftigungseffekt) in welcher Art und Weise beeinflussen.

Die Ergebnisse der Bewertung der einzelnen Technologien werden nun eingesetzt, um für verschiedene Szenarien der Biomasse-Forcierung bei unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich der Öl- und Biomasse-Preisentwicklung die volkswirtschaftlichen Effekte zu ermitteln (Kapitel 7). Unter dem Begriff „Forcierung“ wird dabei ein Bündel von Maßnahmen verstanden, dass unter bestimmten Rahmenbedingungen – z.B. dem Ölpreis-Niveau – geeignet ist, den Einsatz von Biomasse deutlich zu erhöhen – und zwar konkret um die in Anhang VIII dokumentierten Faktoren.

Aus den Ergebnissen der Szenario-Berechnung sowie der Beurteilung einzelner Technologien und Anwendungen werden zuletzt Schlussfolgerungen hinsichtlich Methodik, Forschung, Förderung und Politik abgeleitet (Kapitel 8).

#### 1.4 Systemabgrenzung und -umfeld

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse kommen feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe zur Anwendung. Diese können in Form von Wärme, Strom und Mobilität genutzt werden (Abbildung 1-2).

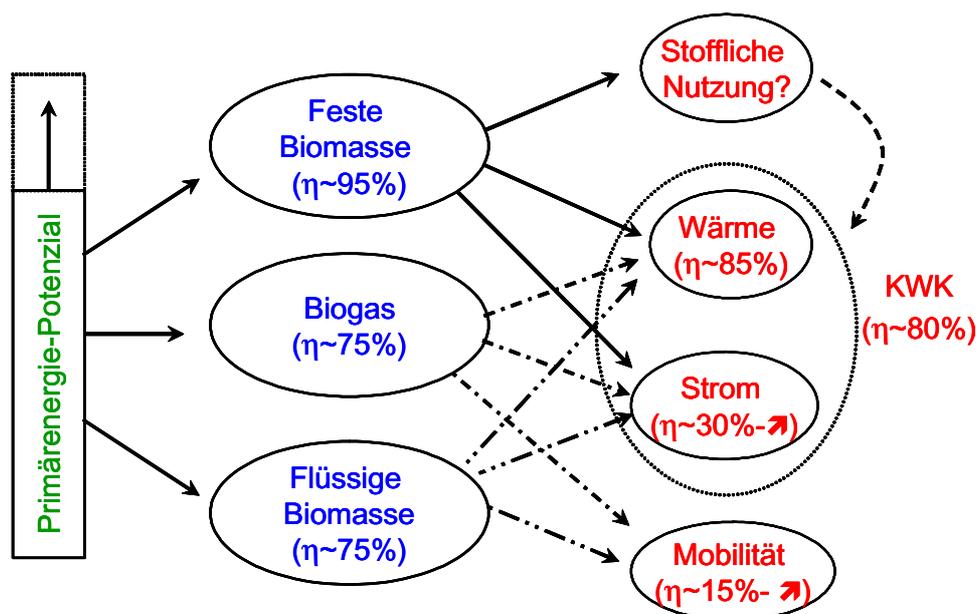


Abbildung 1-2: Nutzungsformen der Biomasse

Neben der energetischen Nutzung ist jedoch auch die Wechselwirkung mit der stofflichen Nutzung von Bedeutung. Auch mit der Nahrungsmittelproduktion ist – hinsichtlich der Konkurrenz von Flächennutzungsmöglichkeiten – eine Verbindung gegeben. In diesem Spannungsfeld stellt sich die Frage der Aufteilung des optimalen Einsatzes von Primärenergiepotenzialen sowie von landwirtschaftlichen Flächen.

Abbildung 1-3 zeigt eine detailliertere Untergliederung verschiedener Formen des energetischen Biomasse-Einsatzes. Neben der Unterscheidung in feste, flüssige und gasförmige Energieträger kann weiter in Hauptprodukte und Koppelprodukte<sup>1</sup> (z.B. bei der Schnittholz- oder der Getreideerzeugung) differenziert werden.

Aus all diesen Brennstoffen kann grundsätzlich Raum- und Prozesswärme sowie Elektrizität gewonnen werden.

Im Mittelpunkt dieser Studie steht der Einsatz von Biomasse für Heizung (und WWB). Diese wird derzeit praktisch ausschließlich durch feste Biomasse gedeckt.

Die primäre Bedeutung von Biogas liegt auf der Verstromung, die Wärmebereitstellung ist von untergeordneter Bedeutung. Die Potenziale von Biogas sind gegenüber dem Potenzial fester Biomasse relativ gering.<sup>2</sup> Biogas wird daher in dieser Studie nicht behandelt.

Im Bereich flüssiger Biomasse dominiert in Österreich der Einsatz von RME als Biodiesel im Verkehrssektor. Da derzeit nicht absehbar ist, dass Rapsöl in bedeutenden Mengen zur Raumwärmebereitstellung herangezogen wird, wird flüssige Biomasse in dieser Studie nur dort behandelt, wo sich eine direkte Abhängigkeit zur Nutzung fester Biomasse ergibt. Von Relevanz ist hier insbesondere die Flächenbeanspruchung einer verstärkten Biodiesel-Produktion aus Raps und die dadurch auftretende Konkurrenz mit Energieplantagen und Ähnlichem.

Die Nutzung von Ablaugen und Abwasserschlämmen (und ist daher in Abbildung 1-3 eingeklammert) ist auf ein sehr enges Segment – nämlich die Papier- und Zellstoffindustrie beschränkt und hat daher keine Bedeutung für die Raumwärmebereitstellung. Weiters wird Elektrizität aus diesen Brennstoffen im EIWOG nicht als erneuerbar anerkannt.

Als Untersuchungsgegenstand bleibt daher die Raumwärmebereitstellung durch feste Biomasse (Abbildung 1-3).

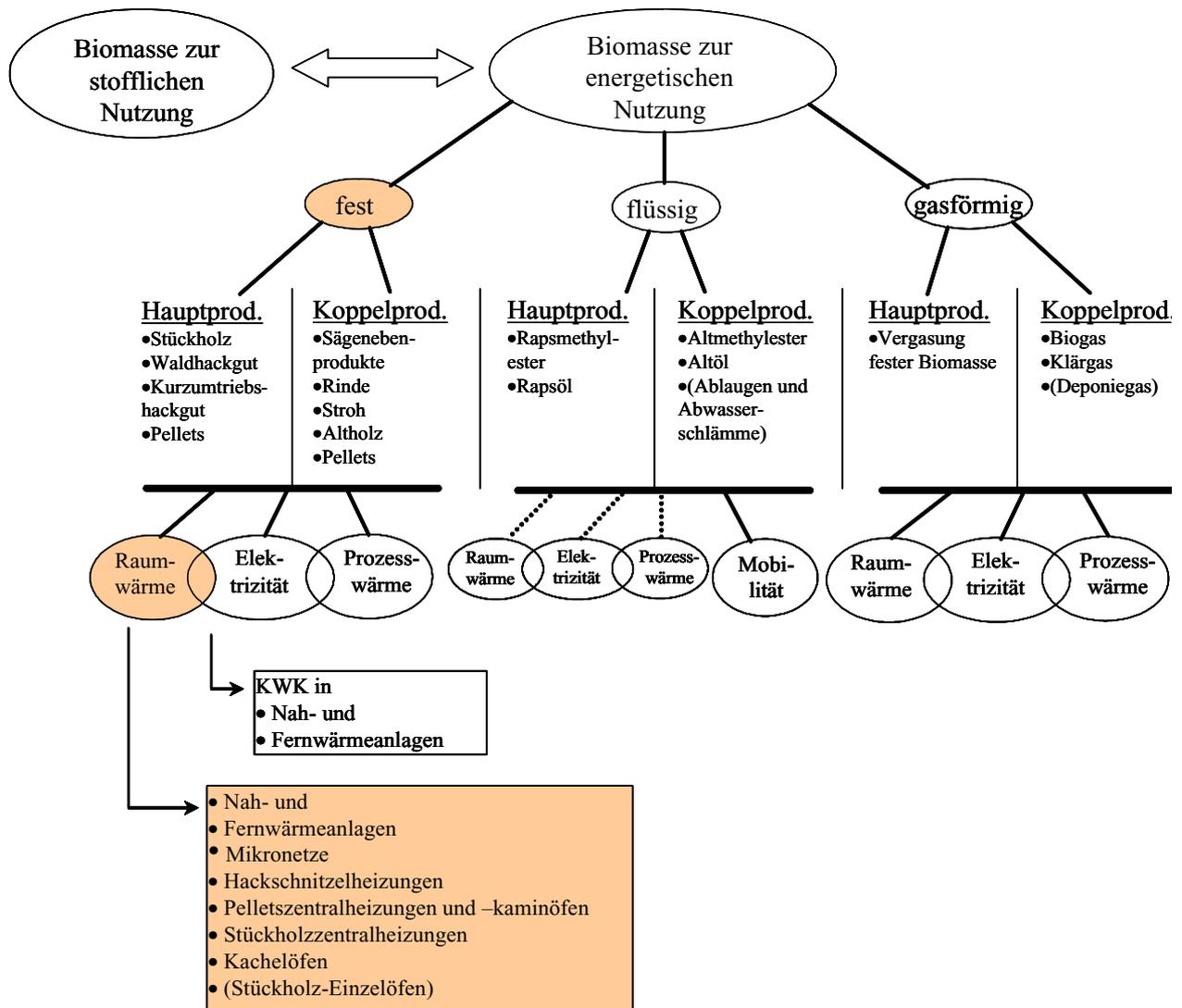
Die Implikationen und Interdependenzen der Biomasse-Verstromung in KWK-Anlagen mit dem Wärmemarkt müssen dabei allerdings Berücksichtigung finden.

---

<sup>1</sup> Koppelprodukte werden in der Literatur oft auch als Neben- oder Abfallprodukte angeführt. Aufgrund des abwertenden Charakters dieser Bezeichnungen wird hier jedoch bewusst das weniger wertende Wort „Koppelprodukte“ verwendet.

<sup>2</sup> Das technische Potenzial an Biogas beträgt in Österreich maximal 5 PJ/a, jenes fester Biomasse über 200 PJ/a. [Haas, Berger, Kranzl 2000]

Bezüglich der Energiekette<sup>3</sup> wird keine Einschränkung vorgenommen, d.h. es wird die gesamte Umwandlungskette, von der Brennstoff-Bereitstellung bis zum Konsum der Energiedienstleistung betrachtet.



**Abbildung 1-3: Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes von anderen Formen der energetischen Biomasse-Nutzung und Darstellung der Biomassebrennstoffe**

Der Vollständigkeit halber sei festgehalten, dass mit dem Begriff Biomasse in dieser Studie nur Biomasse im engeren Sinne - gemäß ÖNORM M 7111 – verstanden wird, aber keine nicht-biogenen Abfälle behandelt werden.

Nach der oben erfolgten Abgrenzung des Untersuchungsobjektes bleibt noch zu klären, welche Aspekte der Begriff „volkswirtschaftliche Bedeutung“ umfasst. Der Terminus

<sup>3</sup> zur Energiekette siehe Abbildung 4-1

„Volkswirtschaft“ wird in gängigen Wirtschaftslexika<sup>4</sup> als die Gesamtheit ökonomischer Beziehungen und Verflechtungen sowie der mittelbar oder unmittelbar auf die Wirtschaft einwirkenden Kräfte innerhalb eines Wirtschaftsraumes (oft eines Staates) definiert. Unter diesen Kräften sind insbesondere „die realisierte Rechts-, Gesellschafts- und Wirtschaftsordnung [...], die natürliche Ausstattung eines Wirtschaftsraumes, der erreichte Entwicklungsstand und der Grad des Austausches mit anderen Volkswirtschaften“<sup>5</sup> zu verstehen.

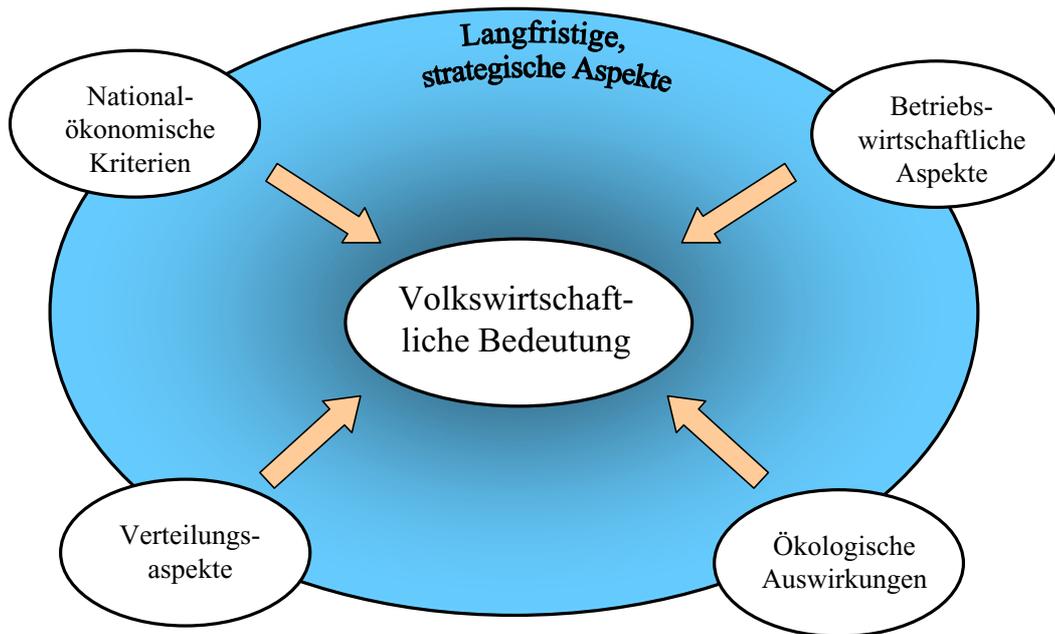
Es zeigt sich also, dass der Begriff „volkswirtschaftlich“ einen sehr weiten Interpretationsspielraum offen lässt. Dies entspricht auch der Zielsetzung dieser Studie: Es soll ein möglichst umfassendes Bild von der Bedeutung der Biomasse für Österreich gegeben werden. Dennoch ist eine Einschränkung der zu betrachtenden Aspekte unerlässlich. Dies kann einerseits aufgrund der Tatsache erfolgen, dass der ökonomische Aspekt im Vordergrund stehen soll, d.h. dass die Überlegungen in erster Linie knappe Güter (z.B. Arbeitskräfte, Produktionsanlagen, natürliche Ressourcen) betreffen. Andererseits ergeben sich bei der Bewertung mancher Faktoren sehr große Schwierigkeiten. Das betrifft beispielsweise kulturelle, gesellschaftliche Aspekte. Weiters muss eine geographische Abgrenzung getroffen werden, der durch die Festlegung auf das Staatsgebiet Österreichs entsprochen wird. Gerade aber im Hinblick auf ökologische und auch strategische Fragestellungen hinsichtlich des fossilen Ressourcenverbrauchs wird dies nicht immer sinnvoll sein.

Da ein Ziel der Arbeit darin besteht, eine Methode zur Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Biomasse zu entwickeln, die eine Vielzahl von Indikatoren umfassen kann, wäre eine zu starre Einschränkung der zu betrachtenden Faktoren an dieser Stelle ein Vorgriff. Neben betriebswirtschaftlichen Aspekten der Betreiber sind ökologische Auswirkungen, die Schaffung von Arbeitsplätzen und Einkommen, regionale und soziale Verteilungsaspekte sowie langfristige strategische Aspekte – wie der Versorgungssicherheit und Preisstabilität – zu berücksichtigen. Es lassen sich daher die fünf Dimensionen unterscheiden, die in Abbildung 1-4 dargestellt sind. Diese werden prinzipiell alle betrachtet und analysiert. Die nötige weitere Einschränkung auf entscheidende Indikatoren findet erst in Kapitel 5 statt.

---

<sup>4</sup> Vgl. z.B. Vahlens großes Wirtschaftslexikon. 2. Auflage, München 1993. oder Gablers Volkswirtschaftslexikon. Wiesbaden 1996.

<sup>5</sup> Vahlens großes Wirtschaftslexikon. 2. Auflage München 1993.



**Abbildung 1-4: Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung**

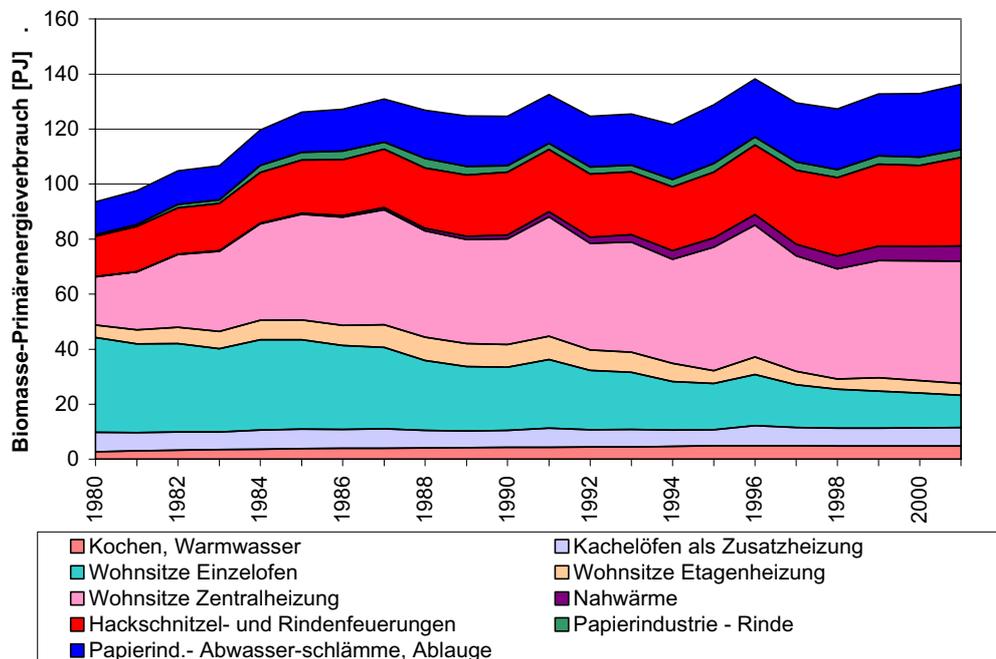
Die Reihung der folgenden Aufstellung entspricht keiner hierarchischen Gliederung oder Prioritätensetzung:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:
  - Hier sind die monetären (z.B. Investitions- und Brennstoffkosten) und nicht-monetären Aspekte zu unterscheiden (Komfort, Behaglichkeit, ...)
- Ökologische Auswirkungen
  - Luftschadstoffe (gesundheitsschädigend)
  - klimarelevante Emissionen
  - Eutrophierung/Versäuerung von Wasser und Boden (z.B. durch Düngemiteleinsetz auf Energieplantagen)
  - Biodiversität
  - waldökologische Aspekte
  - nicht nachhaltiger Ressourcenverzehr
  - Lärmemissionen
  - Landschaftsbild
  - Transportaspekte (nicht direkt ökologische, sondern raumplanerische Aspekte des Transports)
  - etc.
- Nationalökonomische Kriterien
  - Beschäftigung

- Einkommen
- Handelsbilanz
- Auswirkungen auf bestimmte Branchen
- Auswirkungen auf den Staatshaushalt
- Verteilungsaspekte
  - Regionale Verteilungsaspekte: Auswirkungen auf unterschiedliche Regionen z.B. hinsichtlich regionaler Einkommens- und Beschäftigungseffekte sowie infrastruktureller Aspekte (Schaffung ländlicher Infrastrukturen etc.)
  - Soziale Verteilungsaspekte: Auswirkungen auf Personen unterschiedlicher Einkommensstrukturen hinsichtlich der Einkommens- und Beschäftigungseffekte
  - Intergenerationelle Verteilungsaspekte: diese sind insbesondere zur Bewertung langfristiger Fragestellungen (z.B. Ressourceneffizienz und Treibhausgasemissionen) von Bedeutung, (siehe auch ökologische Auswirkungen)
- Langfristige, strategische Aspekte
  - Versorgungssicherheit
  - Preisstabilität
  - Unabhängigkeit v. Ausland (Handelsbilanz)
  - Diversifizierung des Energieträger-Portfolios
  - Risiko-Aspekte

Selbstverständlich kann diese Aufzählung nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Ausgeklammert wurden bewusst die vielfältigen soziologischen Auswirkungen der Biomasse-Nutzung sowie die psychologischen Aspekte, die bei Nutzern, Produzenten, Proponenten etc. eine entscheidende Rolle spielen. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf einer ökonomischen Analyse liegt, war hier nicht der Platz, diese Effekte zu behandeln. Auch wenn dies nicht explizit angeführt ist, so sind implizit in einigen der oben angeführten und zu betrachtenden Auswirkungen ethische Werturteile enthalten. Dies betrifft zum Beispiel die Betrachtung von Verteilungswirkungen (intragenerationelle Gerechtigkeit), vor allem aber sind ethische Einschätzungen zur Behandlung des Treibhauseffektes und des nicht-nachhaltigen Ressourcenverzehr (intergenerationelle Gerechtigkeit) unabdingbar. Die Vertiefung und Analyse dieser ethischen Werturteile kann in dieser Arbeit ebenfalls nicht erfolgen, auch wenn es zur Behandlung dieses Themas unvermeidbar ist, die eine oder andere ethische Beurteilung in bewusster oder unbewusster Art und Weise vorzunehmen. Darauf wird an den entsprechenden Stellen hingewiesen.

## 2 Historische Entwicklung und derzeitiger Stand der Biomasse-Nutzung



**Abbildung 2-1: Entwicklung der energetischen Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung in Österreich seit 1980 [PJ/a]**

Quelle: Statistik Austria; NÖ-LLWK; Austropapier; Obernberger 98; eigene Analysen

Im Jahr 2001 wurden in Österreich etwa 136 PJ an fester und flüssiger Biomasse energetisch eingesetzt.<sup>6</sup> Das sind ca. 10% des gesamten österreichischen Energieverbrauchs und etwa 30% des inländischen Energieaufkommens. Im Jahr 1980 waren es erst etwa 90PJ/a. Besonders in den frühen 80er Jahren kam es, bedingt durch den Ölpreis-Anstieg, zu einer Ausweitung der Biomasse-Nutzung – und dies vor allem in den

<sup>6</sup> In der Literatur und den Quellen existieren zum Teil beträchtliche Differenzen bezüglich des gesamten österreichischen Biomasse-Verbrauchs. Die Differenz zwischen Endverbrauch und Bruttoinlandsverbrauch der Statistik Österreich ist in erster Linie auf den Umwandlungseinsatz biogener Brenn- und Treibstoffe zurückzuführen, die in Fernwärme und Wärmekraftwerken eingesetzt werden. Unter „biogene Brenn- und Treibstoffe“ werden dabei folgende Brennstoffe zusammengefasst: Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, Holzbriketts, Stroh, Strohbricketts, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Rapsmethylester, Abflauge und Schlämme aus der Papierindustrie. 1996 wurden vom ÖSTAT einige methodische Anpassungen vorgenommen. Folgende brennstoffspezifische Werte wurden geändert:

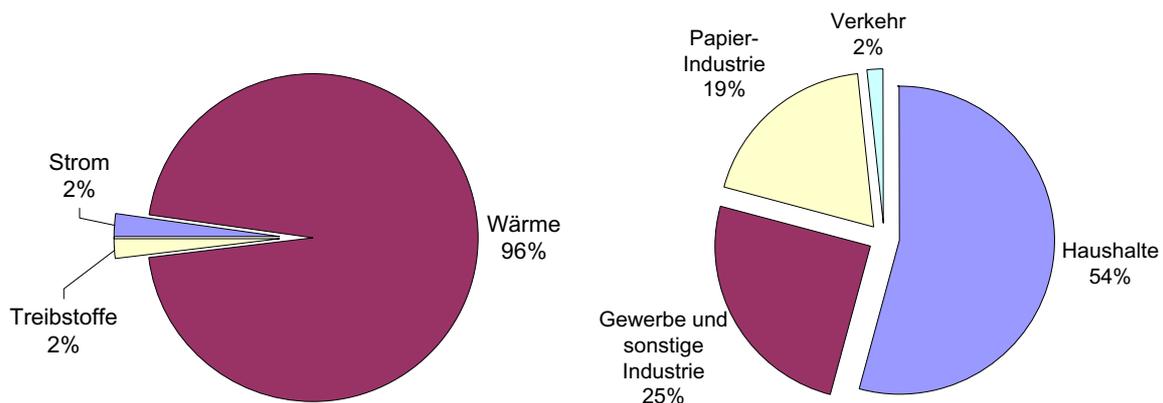
Dichte: 807 kg/fm → 658 kg/fm  
 Heizwert: 15,5 MJ/kg → 14,4 MJ/kg

Im Haushaltsbereich kam es daher zu einer Verringerung der Angaben zur verbrauchten Primärenergie. Andererseits wurden die Daten des Biomasse-Verbandes über Nahwärmanlagen erstmals berücksichtigt. Weiters ergab eine anlagenbezogene Erfassung in der KWK-Statistik, dass der Einsatz biogener Energieträger in der Papier- und Holzverarbeitenden Industrie vor dieser Erhebung stark unterbewertet wurde. Diese methodischen Umstellungen sind die Ursache für den Sprung in der Zeitreihe der Statistik Österreich.

Haushalten. Die Verbrauchsspitzen in den Jahren 1991 und 1996 sind auf die überdurchschnittlich hohen HGT in diesen Jahren (4.000 bzw. 4.177 Heizgradtage, sonst üblicherweise ungefähr 3.850) zurückzuführen.

Haushalte stellen den bedeutendsten Sektor des energetischen Biomasse-Verbrauchs dar: 54% fester und flüssiger Biomasse werden derzeit in Wohnsitzen genutzt. Ein Viertel wird in Gewerbe und Industrie (ohne Papier- und Zellstoffindustrie) eingesetzt. Hier bilden Sägewerke sowie Betriebe der Holzverarbeitenden Industrie den Hauptanteil. 19% des energetischen Biomasse-Aufkommens werden alleine in der Papier- und Zellstoffindustrie verbraucht. Lediglich 2% fließt derzeit als Biodiesel in den Verkehrssektor.

Beinahe zur Gänze – über 96% – wird Biomasse zur Wärmebereitstellung genutzt. Nur 2% der Endenergie ist Elektrizität (etwa 430 GWh) – ein Großteil der Produktion (ca.80%) wird davon in der Papierindustrie erzeugt. Auch der Anteil der Treibstoffe ist mit knapp 2% (ca. 38.000 t/a bzw. 1,4 PJ) sehr gering.



**Abbildung 2-2: Biomasse-Einsatz nach Anwendungen und Sektoren (2001)**

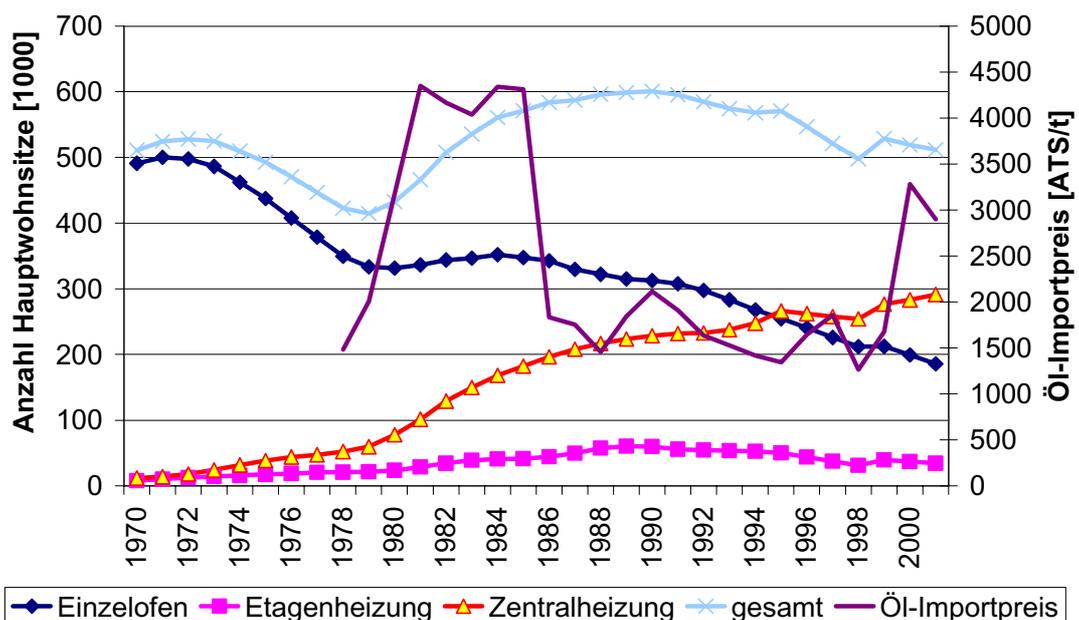
Im Folgenden werden kurz die Bereiche Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung in Haushalten, Biomassenahwärme, automatische Holz- und Rindenfeuerungen, sowie Papier- und Zellstoffindustrie beschrieben.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Diese Trennung ergibt sich in erster Linie aus den vorhandenen Datenquellen. Der erste Bereich wurde mittels der Erhebungen des Mikrozensus behandelt, für den Bereich der Nahwärmanlagen wurde einerseits auf die Datenbank der „Arbeitsgruppe Energiewirtschaft“ an der TU-Wien, andererseits auf die Erfassung durch die Niederösterreichische Landes-Landwirtschaftskammer („NÖ-LLWK“) zurückgegriffen. Der letzte Bereich bezieht sich auf die Erhebung der NÖ-LLWK. Bei der Betrachtung der Datenlage des Biomasse-Verbrauch zeigt sich, dass einige Überschneidungen der Datenquellen existieren, da in der Erhebung der automatischen Holz- und Rindenfeuerungen durch die

Die historische Entwicklung der Biomasse-Brennstoffkosten ist in Kapitel 7, Abbildung 6-9 dargestellt.

### 2.1 Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung in Haushalten

Abbildung 2-3 zeigt deutlich die Zunahme mit Holz beheizter Hauptwohnsitze in den frühen 80er Jahren, die durch den starken Ölpreis-Anstieg verursacht wurde. Dieser bewirkte sowohl ein starkes Wachstum im Bereich Zentralheizungs-Kessel, als auch ein Stagnieren der Einzelöfen, deren Anzahl in den Jahren davor stark zurückgegangen war. Derzeit werden ca. 17% der Wohneinheiten mit Biomasse beheizt. Da diese aber vor allem Einfamilienhäuser sind, und daher im Mittel deutlich höhere Wohnflächen als der Schnitt aufweisen, und auch der mittlere spezifische Energieverbrauch höher ist, als bei Wohnsitzen mit anderen Heizsystemen, liegt der Anteil der eingesetzten Primärenergie allerdings bei ca. 29%.



**Abbildung 2-3: Entwicklung der Anzahl mit Holz beheizter Hauptwohnsitze, Öl-Importpreis nominal**

Quelle: Statistik Austria, eigene Analysen

NÖ-LLWK sowohl Anlagen in Haushalten als auch im Gewerbe und öffentlichen Gebäuden sowie Kessel in Nahwärmanlagen erfasst werden. Diese Überschneidungen wurden zur Ermittlung des gesamten Verbrauchs mittels der Nahwärmedaten und der Annahme, dass 2/3 der automatischen Feuerungen mit einer Kesselleistung von unter 100 kW sich in privaten Haushalten befinden, beseitigt.

Für Kochzwecke werden in erster Linie Einzelöfen verwendet. Daher ist mit der Entwicklung vom Einzelofen zur Zentralheizung hin eine Abnahme des Biomasseverbrauchs für Kochen verbunden. Umgekehrt findet die Warmwasserbereitung fast ausschließlich in denjenigen Haushalten statt, die über eine Zentralheizung verfügen. Der Biomasseverbrauch zur Warmwasserbereitung hat sich deshalb erhöht, sodass die Reduktion beim Kochen durch die Warmwasserbereitung kompensiert wurde.

Der überwiegende Teil (ca. 65%) der mit Biomasse beheizten Wohnsitze verfügt über eine Zentral- oder Etagenheizung (Abbildung 2-4). An zweiter Stelle steht allerdings mit 16% immer noch der Einzelofen. Dies ist in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Erstens ist damit zu rechnen, dass diese Einzelöfen in relativ kurzer Zeit durch Zentralheizungs-Kessel ersetzt werden. Dabei stellt sich für die Betreiber immer auch die Frage nach einem Brennstoffwechsel. Da diese Wohnsitze im allgemeinen im ländlichen Raum angesiedelt sind, kommt dafür im allgemeinen nur Öl (bzw. Gas, wenn eine Gasversorgung existiert) in Frage. Das heißt, dass es in nicht unbeträchtlichem Ausmaß auch von diesen Wohnsitzen abhängig ist, welchen Anteil die Biomasse künftig am Raumwärmemarkt einnehmen wird.

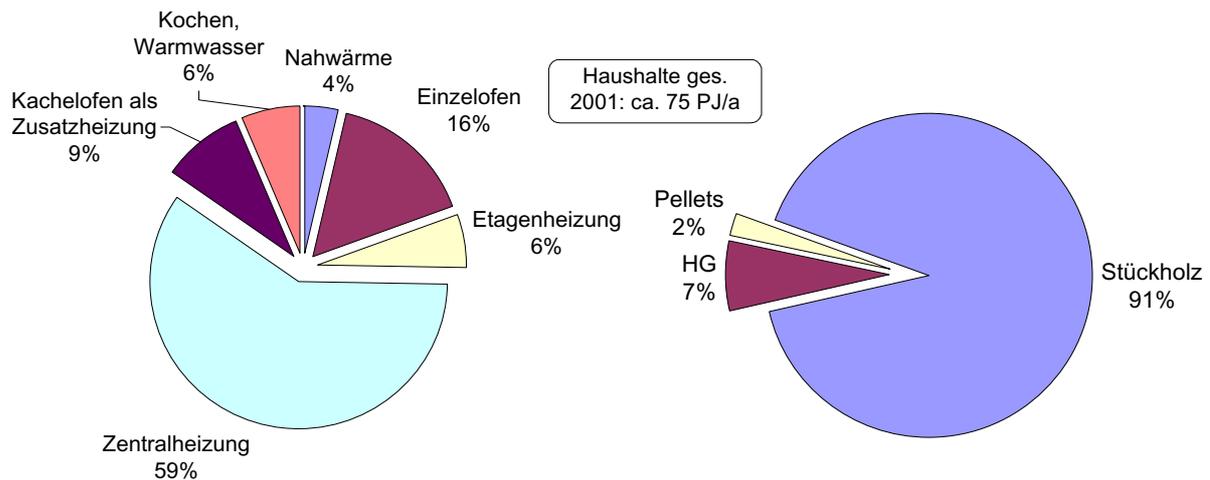
Weiters ist es aber auch aus ökologischen Gründen von Bedeutung, dass diese Einzelöfen durch moderne Zentralheizungskessel ersetzt werden, da deren gesundheitsschädigende Emissionen üblicherweise ein Vielfaches moderner Kessel betragen.

Die Rolle der Kachelöfen als Zusatzheizung wurde bisher unterschätzt.<sup>8</sup> Immerhin 9% der Biomasse-Energie werden in diesem Heizsystem umgesetzt.

Die an Nahwärmenetze angeschlossenen Haushalte verbrauchen etwa 4% der in Haushalten verbrauchten Biomasse.

---

<sup>8</sup> Vgl. Adensam et al 2000.



**Abbildung 2-4: Biomasse-Primärenergieverbrauch nach Heizsystemen und Energieträgern in Haushalten (2001)**

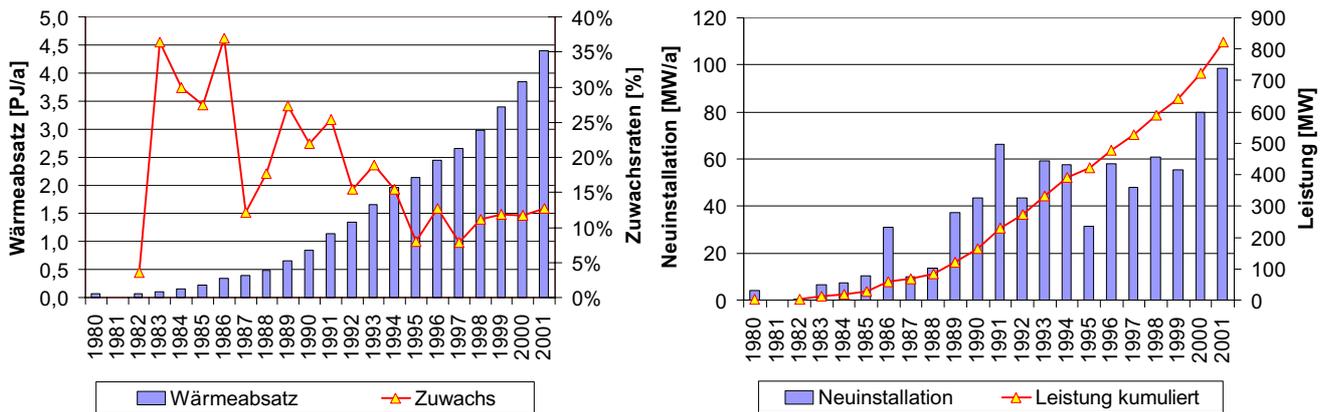
Der überwiegend eingesetzte Brennstoff ist im Haushaltsbereich mit 91% Stückholz. Mit 7% haben Hackschnitzel weitaus geringere Bedeutung und werden vor allem in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt, wo der Brennstoff günstig bezogen werden kann und in derzeit noch sehr geringem, aber zunehmendem Maß auch in Mehrfamilienhäusern. Hinsichtlich der erhältlichen Anlagengrößen eignen sich Hackgutanlagen nur bedingt für den Einfamilienhaus-Bereich und stellen hier auch das teuerste Biomasse-System dar<sup>9</sup>. Pellets nehmen mit 2% derzeit noch den geringsten Marktanteil ein, die Entwicklung der Verkaufszahlen von Pelletkesseln lässt aber auf einen starken Zuwachs in den nächsten Jahren schließen (vgl. Abbildung 2-7).

## 2.2 Biomassenahwärme

Die Biomasse-Nahwärme erlebt seit den Anfängen in den frühen 80er Jahren einen stetigen Aufschwung. Ende 2001 waren 694 Anlagen mit insgesamt ca. 822 MW thermischer Leistung installiert.

In Abbildung 2-5 sind der Wärmeabsatz, die Biomasse-Kesselleistung und die relativen Zuwachsraten des Wärmeabsatzes dargestellt. Sowohl der Wärmeabsatz als auch die installierte Biomasse-Kesselleistung wuchsen in den letzten Jahren mit relativ hohen Zuwachsraten von über 10%.

<sup>9</sup> Vgl. Kapitel 6.1



**Abbildung 2-5: Zeitliche Entwicklung von Biomasse-Nahwärmanlagen**

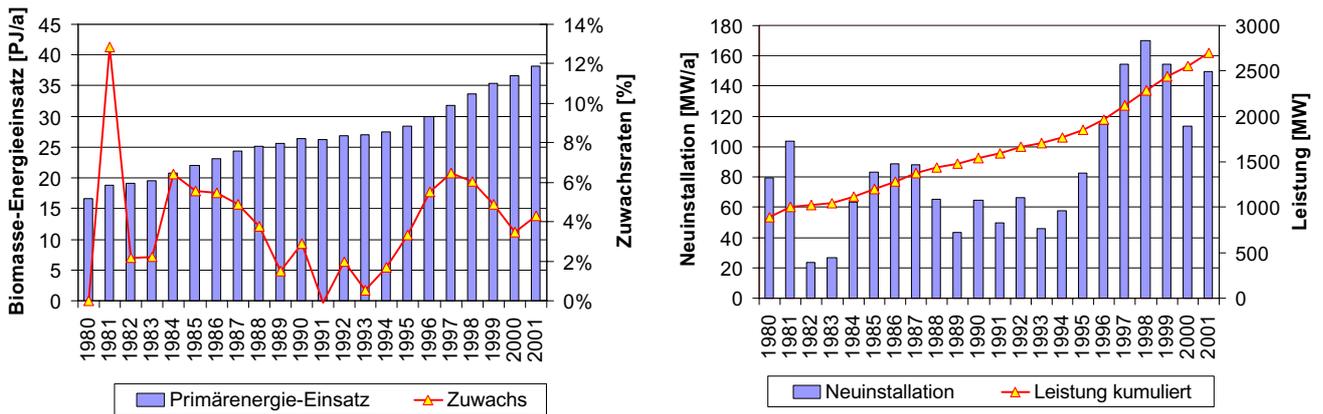
Quelle: Haas, Kranzl 2000a; Förderstellen; Jonas 2002

Bis in die späten 90er Jahre kam es zu Fehlplanungen bei österreichischen Nahwärmanlagen, die sich in erster Linie in Überdimensionierung äußerten. Hinsichtlich des Netzes verfolgten viele Betreiber das Ziel, eine möglichst große Anzahl von Abnehmern zu versorgen, ohne genügend auf einen ökonomischen Betrieb des Netzes und Netzoptimierung Wert zu legen. Weiters waren auch die Biomasse-Kessel oft überdimensioniert, sodass nur geringe Volllaststunden erreicht werden konnten. Dieses mangelnde Lastmanagement führte zusammen mit anderen Planungsmängeln (z.B. hinsichtlich des Brennstofflagers) zu hohen Investitionskosten und unwirtschaftlichem Betrieb. 1999 wurden Kennzahlen hinsichtlich der Netzbelegung, Kesselvolllaststunden etc. festgelegt, wodurch eine deutliche Qualitätssteigerung erreicht wurde. Damit ist jedoch auch eine Umorientierung der neu errichteten Anlagen verbunden: weg von Regionen mit unzureichender Wärmedichte hin zu ausreichend dicht verbauten Versorgungsgebieten.

### 2.3 Automatische Holz- und Rindenfeuerungen

Seit 1980 werden von der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer die neu installierten automatischen Holz- und Rindenfeuerungen erfasst. In Abbildung 2-6 sind die Anlagen im holzverarbeitenden Gewerbe, in der Industrie, sowie den Sägewerken, öffentlichen Gebäuden und Haushalten dargestellt.<sup>10</sup>

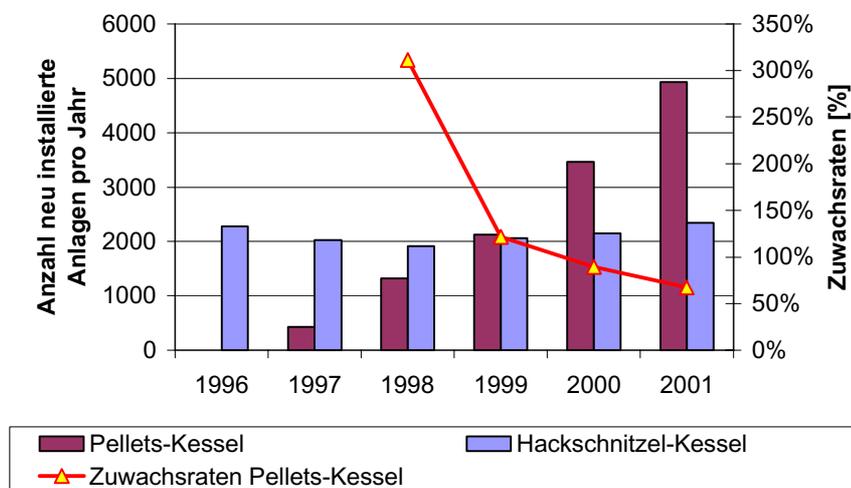
<sup>10</sup> Die neuen Anlagen substituieren nicht zur Gänze fossil befeuerte Kessel, sondern ersetzen zum Teil auch alte Biomasse-Kessel. Deren Anzahl wurde mit Hilfe von Substitutionsfaktoren abgeschätzt. Dabei wurde in Anlehnung an [Oberberger 1998] und unter Abstimmung der Verbrauchsdaten angenommen, dass 30% der Kleinanlagen und 40% der Großanlagen Biomassekessel substituieren.



**Abbildung 2-6: Zeitliche Entwicklung von automatischen Holz- und Rindenfeuerungen (ohne Nahwärmanlagen)**

Quelle: Jonas 2002

Besonders rasant stellt sich die Entwicklung der Pellets-Anlagen seit 1997 dar (vgl. Abbildung 2-7). Bezogen auf die gesamt installierte Anzahl an Pellets-Kesseln wurden Zuwachsraten um die 100% erreicht.



**Abbildung 2-7: Anzahl neu installierter Hackschnitzel- und Pelletsanlagen im kleinen Leistungsbereich (unter 100 kW) seit 1996**

Quelle: Jonas 2002

## 2.4 Energetische Nutzung der Biomasse in der Papier- und Zellstoffindustrie

Insgesamt werden in der Papier- und Zellstoffindustrie derzeit etwa 27 PJ/a an Biomasse energetisch genutzt. Der Großteil (knapp 90%) bilden Abwasserschlämme und Ablaugen,

die im Zuge der Produktion anfallen. Diese werden im allgemeinen nicht zu den NEET<sup>11</sup> gezählt, sind aber aufgrund ihres biogenen Ursprungs und Anteils prinzipiell erneuerbar.

Die Papierindustrie ist derzeit auch der größte Produzent von Strom aus biogenen Energieträgern in Österreich<sup>12</sup>, der jedoch nicht EIWOG-relevant ist, das heißt nicht den dort festgelegten Zielen zugerechnet werden kann.

Der Verbrauch von Biomasse für energetische Nutzung steigerte sich in der Papierindustrie seit 1980 von 12 PJ/a auf 27 PJ/a, was vor allem auf das Wachstum dieser Branche zurückzuführen ist. Der Anteil der biogenen Brennstoffe am gesamten Energieverbrauch dieses energieintensiven Industriezweiges beträgt etwa 40%.

---

<sup>11</sup> „Neue erneuerbare Energieträger“: Dazu zählen Windkraft, Photovoltaik, Geothermie, Strom aus Deponie-, Klär- und Biogas sowie Biomasse.

<sup>12</sup> Ca. 80% der gesamten Stromproduktion aus biogenen Energieträgern werden derzeit in der Papier- und Zellstoffindustrie erzeugt.

### 3 Potenziale für den Ausbau der energetischen Biomasse-Nutzung

Die Motivation für eine volkswirtschaftliche Analyse liegt in erster Linie in der Beurteilung eines möglichen künftigen Biomasse-Ausbaus. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, in welchem Ausmaß die energetische Biomasse-Nutzung auf der Grundlage des verfügbaren Primärenergie-Potenzials ausgeweitet werden kann und welche Möglichkeiten existieren, diese verbraucherseitig im Markt unterzubringen.

Im ersten Teil dieses Kapitels werden die Primärenergie-Potenziale ermittelt, die nachhaltig bereitgestellt werden können. Im zweiten Teil werden Überlegungen zum Verstromungspotenzial der Biomasse angestellt, insbesondere im Hinblick auf deren Implikationen auf die thermischen Nutzungsformen. Die Frage, welches Potenzial verbraucherseitig am Markt existiert, wird im Zuge der Erstellung von Biomasse-Szenarien in Kapitel 7 diskutiert.

Es ist prinzipiell zwischen drei verschiedenen Arten von Potenzialen zu unterscheiden, die durch bestimmte Hemmnisse (vgl. Tabelle 3-1) determiniert werden: so wird z.B. das *theoretische Potenzial* durch die physikalische Machbarkeit bestimmt, während sich das *technische Potenzial* durch die technische Realisierbarkeit und das *realisierbare Potenzial* durch die tatsächliche Realisierbarkeit in einem gegebenen Zeitabschnitt ergibt. Im Allgemeinen sind jedes Mal unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen angesprochen. Im ersten Fall sind die Naturwissenschaften, im Fall des technischen Potenzials die Ingenieurwissenschaften betroffen.

**Tabelle 3-1: Hemmnisse für neue Energietechniken, angesprochene Wissenschaften und sich ergebende Potenziale**

Hemmnis	angesprochene Wissenschaften	Potenzial
physikalische Machbarkeit	Naturwissenschaften	theoretisches Potenzial
technische Realisierbarkeit	Ingenieurwissenschaften	technisches Potenzial
tatsächliche Realisierbarkeit	Systemanalyse	realisierbares Potenzial bis 2010

Grundsätzlich muss in Bezug auf Potenziale immer klar festgestellt werden: Es können keine genauen Angaben gemacht werden, sondern sie können nur so gut wie möglich eingrenzt werden.

### **3.1 Das primärenergetische Potenzial**

Das Potenzial der flüssigen Biomasse ist in erster Linie von den zur Verfügung stehenden Anbauflächen begrenzt, die alternativ jedoch auch für Kurzumtriebshackgut, also für feste Biomasse zur Verfügung gestellt werden könnten. Das bedeutet, dass diese beiden erneuerbaren Energieträger – gemeinsam mit der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (NAWAROS) – um die zur Verfügung stehenden Flächen konkurrieren. Daher werden in diesem Abschnitt zuerst die möglichen Flächenpotenziale untersucht, die in Österreich insgesamt zur energetischen Nutzung bereitgestellt werden können – abzüglich des Flächenbedarfs stofflich genutzter NAWAROS – um anschließend eine mögliche Aufteilung auf die Nutzungsformen Rapsanbau (Biodiesel) oder Kurzumtriebswälder, Miscanthus, Sudangras etc. (feste Biomasse) abzuschätzen. Erst dann erfolgt die Darstellung des gesamten Potenzials fester Biomasse (inkl. forstlicher Biomasse, Sägenebenprodukten etc.).

#### Flächenpotenziale

Ein Anhaltspunkt zur Abschätzung der möglichen Flächenpotenziale in Österreich besteht in der derzeitigen Stilllegung von Flächen. Im Rahmen der „Gemeinsamen Agrarpolitik“ (GAP) der Europäischen Union gibt es insbesondere die „Konjunkturelle Flächenstilllegung“, die ursprünglich als Mengenregulatorium im Bereich der Getreideproduktion eingeführt worden war. Im Rahmen der GAP wurde die Möglichkeit geschaffen, auf solchen Stillgelegflächen NAWAROS anzubauen („Flächenbezogene Zahlungen auf konjunkturell stillgelegten Flächen für nachwachsende Rohstoffe“). Dabei muss jedoch sichergestellt werden, dass die erzeugten Kulturen nicht im Nahrungsmittelbereich verwendet werden.

Wenn im Rahmen dieser konjunkturellen Flächenstilllegung ein *Kulturpflanzenausgleich* in Form einer Flächenprämie gewährt wird, so muss ein bestimmter Prozentsatz stillgelegt – d.h. nicht zur Produktion von Nahrungsmitteln verwendet - werden<sup>13</sup>. Mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (Agenda 2000) wurde der Stilllegeprozentsatz auf zehn Prozent der Ackerflächen festgelegt. Dieser Prozentsatz kann aber entsprechend der Entwicklung auf den (Getreide-) Märkten jährlich von den EU-Agrarministern angepasst werden<sup>14</sup>. Tabelle 3-2 zeigt die Auswirkungen der Höhe des Stilllegungssatzes auf den Anbau von Raps und anderen NAWAROS auf Stilllegungsflächen. (Im Jahr 1996 betrug dieser 10%, 1997 und 1998 5%, 1999 wieder 10%.) Die gesamte Stilllegungsfläche betrug dementsprechend im Jahr 1998 etwa 75.000 ha und 1999 106.000 ha.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Eine Ausnahme bilden Kleinbetriebe, die für eine Fläche von max. 17,46 ha einen Antrag auf Flächenprämien stellen.

<sup>14</sup> vgl. Europäische Kommission: Halbzeitbewertung der gemeinsamen Agrarpolitik. Brüssel 2002.

<sup>15</sup> Mündliche Mitteilung von Hrn. G. Griesmayr (PRÄKO)

**Tabelle 3-2: Stilllegungsprozentsatz in der EU und der Flächennutzung in Österreich ab dem Jahr 1995 betreffend Stilllegung (SL gesamt), davon Grünbrache (SL), Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf Stillegeflächen (SL NAWARO) und der Anteil von Raps auf Stillegeflächen. (Angaben in Hektar)**

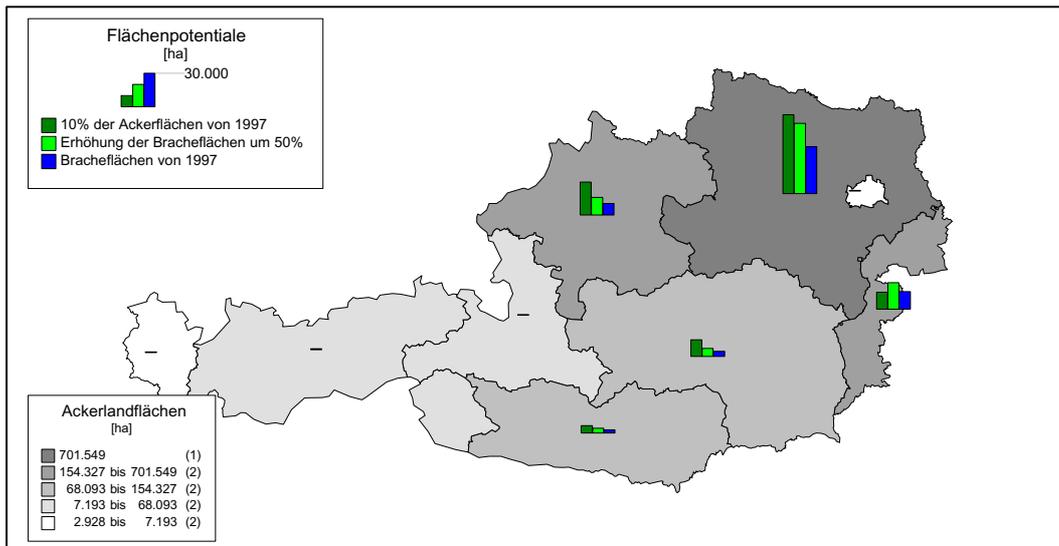
Jahr	SL-Satz	SL gesamt	SL	SL: NAWARO	davon SL: Raps
1995	12%/17%	124632	107262	17370	ca. 15000
1996	10%	115340	107060	8280	ca. 7300
1997	5%	72414	68525	3889	ca. 3000
1998	5%	71482	67733	3749	ca. 2600
1999	10%	106525	96950	9575	ca. 7700
2000	10%	113449	105006	8442	ca. 6100

Quelle: persönliche Mitteilung, Hr. G. Griesmayr, Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern

Wird von einem Anteil der Stilllegungsflächen von 10% der Ackerfläche ausgegangen, so ergibt sich derzeit (2001) eine Fläche von etwa 140.000 ha. Da aber die aktuelle Tendenz nicht darauf hinweist, dass die landwirtschaftliche Überproduktion abnimmt, sind vermutlich auch höhere Flächenbereitstellungen möglich. In einschlägigen Studien wird von einem Potenzial von 150.000 bis 300.000 ha ausgegangen<sup>16</sup>, wobei aber auch Aspekte der Fruchtfolge, etc. berücksichtigt werden müssen. Im Folgenden wird von einem **Flächenpotenzial von 150.000 ha** ausgegangen. Wie in Abbildung 3-3 dargestellt, ist diese Zahl jedoch in hohem Maße von agrarpolitischen Entscheidungen innerhalb der EU sowie von der EU-Ost-Erweiterung abhängig.

Die Flächenpotenziale konzentrieren sich auf die östlichen Bundesländer und in besonderem Maß auf Niederösterreich (Abbildung 3-1).

<sup>16</sup> vgl. z.B. O.Ö. Energiesparverband 1995, Schauer 1994, Rathbauer 2000



**Abbildung 3-1: Flächenpotenziale der österreichischen Bundesländer**

Quelle: BMLFUW

Im Jahr 2000 wurden in Österreich etwa 8.400 ha Bracheflächen mit NAWAROS bebaut, davon ca. 6.100 ha mit Raps. Sieht man vom derzeit quantitativ noch eher unbedeutenden Anbau von Energiepflanzen und Kurzumtriebshackgut ab, so bedeutet das, dass derzeit rund 2.300 ha stofflich genutzt werden. Wenn auch die Erhöhung dieses Betrags ein propagiertes Ziel darstellt [vgl. z.B. Piringer 2000], scheinen die Bestrebungen des Ausbaus stofflich verwertbarer NAWAROS weniger ambitioniert als dies bei den energetischen Nutzungsmöglichkeiten der Fall ist. So werden beispielsweise in [Wörgetter 1998] für die energetische Nutzung detaillierte Zielvorgaben entwickelt, für den stofflichen Bereich jedoch nur qualitative Angaben gemacht. Auch aus den in jener Arbeit angegebenen Potenzialen für Kurzumtriebswälder und Energiepflanzen lässt sich schließen, dass mit keiner sehr starken Zunahme des Flächenbedarfs für stofflich genutzte NAWAROS gerechnet wird. Für die weitere Abschätzung wurde daher angenommen, dass **bis etwa zum Jahr 2010 maximal 10.000 ha für stofflich genutzte NAWAROS Einsatz finden werden.**

Selbstverständlich wird die tatsächliche Verwendung der Flächenpotenziale vor allem von der wirtschaftlichen Attraktivität der verschiedenen Nutzungsoptionen abhängig sein, die wiederum von der Entwicklung der internationalen Rohstoffpreise (vor allem Erdöl und Raps) beeinflusst wird. Da eine seriöse Abschätzung dieser Aspekte in der vorliegenden Studie nicht möglich ist, werden lediglich die weiter unten erläuterten strategischen Entscheidungen über die Bedeutung von Biodiesel zur Ermittlung des diesbezüglichen Flächenbedarfs herangezogen.

### Biodiesel

Im Jahr 1998 wurden in Österreich etwa 23.000 t Biodiesel erzeugt. Davon gingen ca. 42% in den Export. Das gesamte Marktpotenzial wird vom ÖBI auf maximal 8% des gesamten Dieserverbrauchs geschätzt (für das Jahr 2010 entspricht das etwa 283.000 t/a oder 10,6 PJ/a), das realisierbare Potenzial hingegen auf etwa 80.000 t/a (etwa 3 PJ/a)<sup>17</sup>. In [Clement et al. 1998] wird ein Nutzungspotenzial von 50.000 t (1,9 PJ/a) für Waldverkehr, Schiffsverkehr auf touristisch bedeutsamen Seen, zur stationären Elektrizitätserzeugung in hochalpinen Regionen, für Pistenplaniergeräte und andere Nischen angegeben.

[Schnitzer 1995] hingegen hält bis 2005 210.000 t/a (7,9 PJ) und für 2050 350.000 t/a (13 PJ/a) für technisch erreichbar, wirtschaftlich machbar etwa die Hälfte.

[TERES II 1996] hat ein technisches Potenzial von etwa 155.000 t/a (5,8 PJ/a) für Österreich erhoben.

In der Puchberger Erklärung [Kopetz 2000] wird als Ziel bis 2010 für Biodiesel ein 4%iger Marktanteil (7 PJ oder etwa 190.000 t/a) angeführt, wofür ein Anbauflächenbedarf von etwa 140.000 ha angegeben wird.

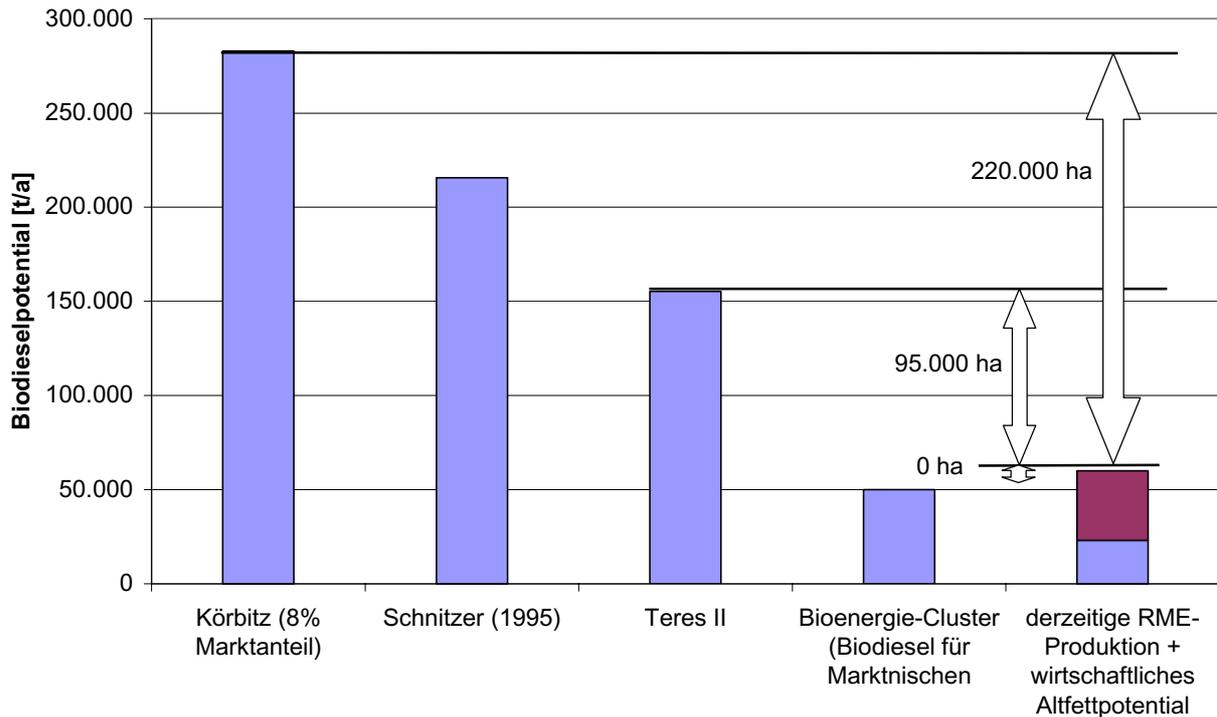
Unter der Annahme, dass nicht eine Nischen-Strategie für Biodiesel gewählt wird, sondern RME beispielsweise mit einem bestimmten Prozentsatz verpflichtend zu fossilem Diesel beigemischt und damit massiv forciert wird, wäre – unter Berücksichtigung von Fruchtfolgebeschränkungen, Bodeneignung etc. – ein maximales Potenzial von etwa 150.000 t/a (5,5 PJ) möglich [Haberl et al. 2001].

Diesen – zum Teil stark abweichenden – Zahlen liegen jedoch nicht nur etwas abweichende technologische Annahmen, sondern vor allem grundsätzlich verschiedene Strategien zum Biodiesel-Einsatz zugrunde. Im Wesentlichen stellt sich dabei die Frage, ob Biodiesel seine Funktion als Nischenprodukt ausüben soll oder ob er z.B. auch über eine verpflichtende Beimischungsregelung einen deutlich höheren Marktanteil erhalten soll.

Diese verschiedenen Abschätzungen sind in der folgenden Grafik der Summe aus der derzeitigen Produktion und dem wirtschaftlichen Altfettpotenzial (37.000 t/a, [Österreichischer Biomasse-Verband 2000]) gegenübergestellt (vgl. Abbildung 3-2). Aus der Differenz dieser Summe und den jeweiligen gesamten Biodiesel-Produktions-Potenzialen ergibt sich der jeweils benötigte Flächenbedarf.

---

<sup>17</sup> Umrechnungsfaktor: 1 t Biodiesel entspricht etwa 37,4 GJ. Weiters kann mit einem mittleren Ertrag von 1 t Biodiesel je ha/a gerechnet werden.



**Abbildung 3-2: Gegenüberstellung verschiedener Biodiesel – Potenzialstudien und benötigte Anbauflächen**

Quelle: ÖBI 2000; Schnitzer 1995; TERES II 1996; Clement et al. 1998; Biomasse-Verband 2000

Da es fraglich erscheint, ob man im großen Stil dem Individualverkehr mittels Biodiesel ein ökologisches Image verpassen sollte, dürfte eine Nischenstrategie in ökologisch sensiblen Bereichen bzw. für öffentliche Busflotten etc. sinnvoller sein. Dafür können zusätzlich etwa 80.000 t/a (3 PJ/a) bis 2010 angesetzt werden. Unter dieser Voraussetzung würden etwa 20.000 ha bis 40.000 ha zusätzlich zum Anbau von Raps benötigt, je nach dem Anteil der RME-Exporte (derzeit werden knapp 10.000 t/a exportiert) und unter der Bedingung, dass nicht das gesamte Altfettpotenzial tatsächlich zur Erzeugung von AME verwendet werden kann ([Clement et al. 1998] geben für Altfett ein wirtschaftliches Sammelpotenzial von 37.000 t an).

**Tabelle 3-3: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für Biodiesel in Österreich**

Beschreibung	Potenzial [t/a]	Potenzial [PJ/a]	Quellen
technisches Potenzial	283.000	10,6	ÖBI 2000
realisierbares Potenzial	80.000	3	ÖBI 2000
technisches Potenzial	155.000	5,8	TERES II 1996
technisches Potenzial 2005	210.000	7,9	Schnitzer 1995
technisches Potenzial 2050	350.000	13	Schnitzer 1995
realisierbares Potenzial	190.000	7	Kopetz 2000
realisierbares Potenzial 2020	150.000	5,5	Haberl et al. 2001
technisches Potenzial	140.000	5,2	Neubarth, Kaltschmitt 2000
realisierbares Potenzial	50.000	1,9	Clement et al. 1998
technisches Potenzial	150.000	5,5	Autoren dieser Studie

Quelle: Clement et al. 1998; Haberl et al. 2001; Kopetz 2000; Neubarth, Kaltschmitt 2000; ÖBI 2000; Schnitzer 1995; TERES II 1996; eigene Analysen

### Ethanol

Derzeit wird, wie bereits erwähnt, aus wirtschaftlichen Gründen kein Ethanol in Österreich hergestellt. Die Technologie wird von einer österreichischen Firma gut beherrscht, allerdings nur ins Ausland verkauft.

[Steinmüller, Pollak 1997] geben als theoretisches Potenzial bis 2015 etwa 25,2 PJ/a an. In [TERES II 1996] schätzt man das technische Potenzial auf ca. 5,8 PJ/a.

Aus Sicht der Autoren der vorliegenden Studie ist die Angabe eines realisierbaren Potenzials für Ethanol in der derzeitigen Phase mit einem Fragezeichen zu versehen.

Tabelle 3-4 gibt einen Überblick über Potenziale für Ethanol in Österreich.

**Tabelle 3-4: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für Ethanol in Österreich**

Beschreibung	Potenzial [PJ/a]	Quellen
theoretisches Potenzial	25,2	Steinmüller, Pollak 1997
technisches Angebotspotenzial (Zuckerrüben)	15,7	Neubarth, Kaltschmitt 2000
technisches Angebotspotenzial (Winterweizen)	6,2	Neubarth, Kaltschmitt 2000
technisches Potenzial	5,8	TERES II 1996

Quelle: Neubarth, Kaltschmitt 2000; Steinmüller, Pollak 1997; TERES II 1996

In der folgenden Abbildung (Abbildung 3-3) ist der Umstand der konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten des Flächenpotenzials graphisch dargestellt. Werden etwa 10.000 ha für stofflichen Einsatz bereitgestellt und etwa 40.000 ha für RME, Rapsöl und eventuell

Ethanol (siehe weiter unten), verbleibt ein Flächenpotenzial zur Bereitstellung fester Biomasse (Kurzumtriebsholz, Miscanthus, etc.) von 100.000 ha.

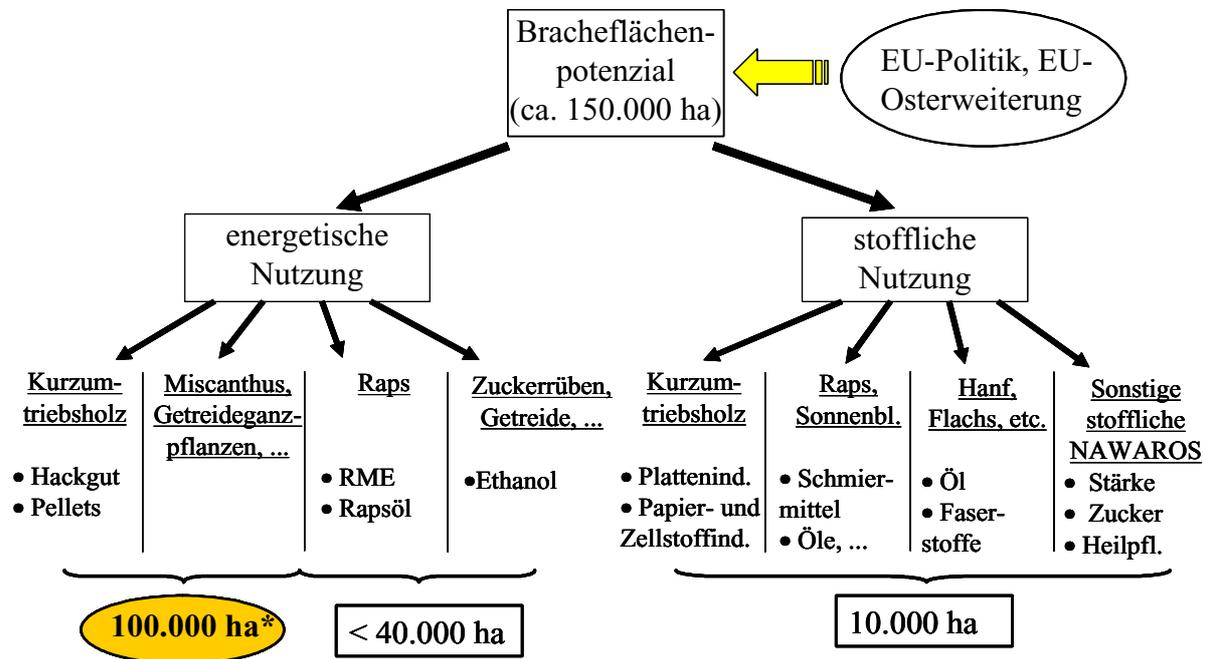


Abbildung 3-3: Konkurrierende Nutzung von Flächenpotenzialen (Abschätzung für 2010)

\* Dieses Energie-Flächenpotenzial ergibt sich aus dem gesamten Bracheflächenpotenzial und der Annahme eines Bedarfs von 10.000 ha für stoffliche Nutzung und 40.000 ha für Rapsöl und RME (bzw. Ethanol).

### Feste Biomasse

Das nachhaltig energetisch nutzbare zusätzliche Biomasse-Potenzial Österreichs setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen (siehe Abbildung 3-6):

- Da in Österreichs Wäldern mehr Biomasse wächst, als derzeit genutzt wird, ergibt sich ein jährlicher Netto-Waldzuwachs. Dieser ist in der Waldinventur erhoben und dokumentiert. Zu diesem Betrag ist einerseits die Zunahme an Waldflächen in Österreich (jährlich etwa 7.700 ha) hinzuzufügen und andererseits der Betrag, der durch ein Wachstum der Sägeindustrie zusätzlich aus dem Biomasse-Potenzial entnommen wird, abzuziehen. Unter Berücksichtigung von 20% Ernteverlusten ergibt sich ein **zusätzliches technisches Potenzial von knapp 40 PJ/a**.

Um die tatsächliche Realisierbarkeit dieses Potenzials abzuschätzen, müssen allerdings Steiflächen und andere ungünstig gelegene Waldflächen Berücksichtigung finden. Weiters ist zu beachten, dass Energieholz derzeit ökonomisch nur im Zusammenhang mit einer ganzheitlichen Waldbewirtschaftung

als ein Sortimentsanteil unter anderen anfällt. Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen beträgt das **zusätzliche realisierbare Potenzial etwa 27 PJ/a**.<sup>18</sup>

- Im Laufe der Jahre sammelte sich in Österreichs Wäldern ein **Durchforstungsrückstand** an, der im Waldbericht 1996 mit 64,5 Mio. fm angegeben wurde. Unter der Annahme, dass dieser im Lauf von 20 Jahren aufgebraucht wird, und unter Berücksichtigung von 25% Ernteverlusten, resultiert ein jährliches **zusätzliches Nutzungspotenzial** von etwa **18 PJ/a**. Streng genommen stellt dieses Potenzial jedoch keine nachhaltig nutzbare Quelle dar.

Werden hier wiederum schwer zugängliche Flächen und das Vorliegen verschiedener Sortimentsanteile aus der Durchforstung (Schleif- und Faserholz) berücksichtigt, reduziert sich der Betrag auf etwa 9 PJ/a.<sup>19</sup>

- Aufgrund der oben angestellten Überlegungen zu den Flächenpotenzialen (150.000 ha) und dem Flächenbedarf zum Rapsanbau (ca. 40.000 ha) und stofflicher Nutzung von NAWAROS, bleibt für die Produktion fester Biomasse in Kurzumtriebswäldern ein Potenzial an **Bracheflächen** von etwa 100.000 bis 120.000 ha. Unter der Annahme eines Ertrags von 12 t TS/a ergibt sich ein **zusätzliches energetisches Potenzial** von **25 PJ/a**.

Die energetische Nutzung dieser Flächen wäre auch mit Miscanthus, Sudangras oder anderen Energiepflanzen möglich, insbesondere auch unter Berücksichtigung möglicher Biogasgewinnung.<sup>20</sup> Unter Umständen könnten mit diesen Nutzungsformen auch Flächen erschlossen werden, die aufgrund ungünstiger Umstände (z.B. leichte Hanglagen) nicht für Kurzumtriebsflächen in Frage kommen. Hier weichen die Erträge, die Möglichkeiten und Anforderungen der Weiterverarbeitung (ev. ist hier auch eine Methanisierung und damit eine Nutzung in Biogasanlagen günstiger), sowie die landtechnische Entwicklung zum Teil etwas von Kurzumtriebswäldern ab. Das erreichbare energetische Potenzial liegt aber in etwa in derselben Größenordnung. Daher wird im Weiteren darauf verzichtet, auf diese Form der Nutzung von Energie-Flächen speziell einzugehen.

- Die Ermittlung des **zusätzlichen Strohpotenzials** ergibt sich aus Annahmen bzgl. einer verringerten Einarbeitung in den Boden, geringerer Einstreuung, sowie der Verwendung von Getreidesorten mit einem höheren Strohanteil zu etwa **12 PJ/a** (vgl.

---

<sup>18</sup> Persönliche Mitteilung A. Jonas;

<sup>19</sup> *ibid.*

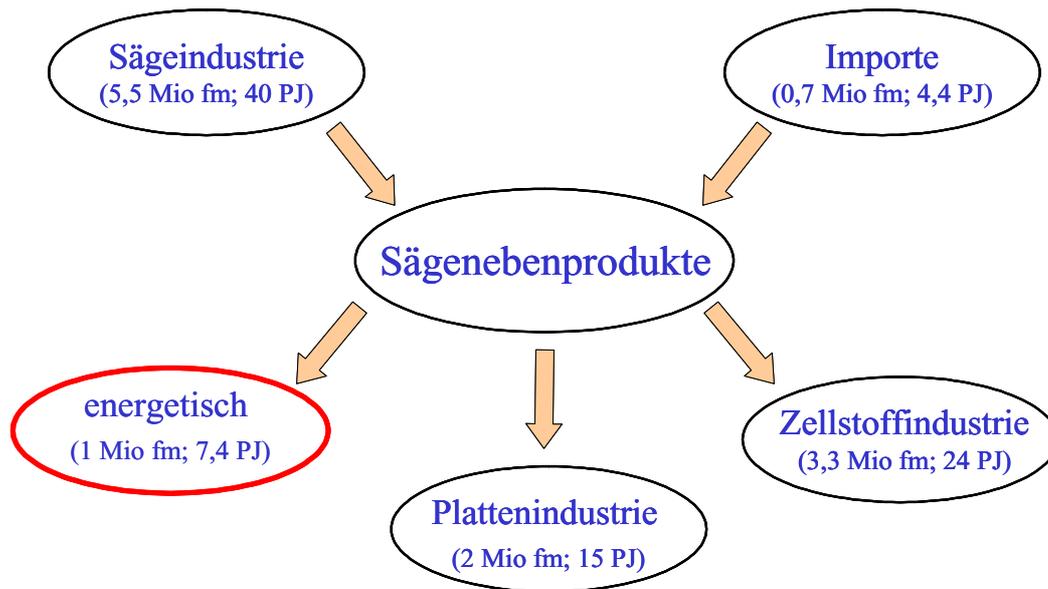
<sup>20</sup> Die Möglichkeiten und Grenzen der Biogasgewinnung z.B. aus Energiegras wurden bei der Vorstellung der Studie im Zuge eines Workshops kontroversiell diskutiert. Zu berücksichtigen sind dabei sowohl mögliche Ernteerträge wie auch Wirkungsgrade. Aufgrund der Beschränkung auf feste Biomasse, die in dieser Arbeit vorgenommen wurde, kann auf diesen Aspekt hier nicht näher eingegangen werden.

Dissemond 1994; Steinmüller, Pollak 1997; Schmidt, Hantsch-Linhart 1990; Pichl 1999; Winkler-Rieder 1993).

- Legt man ein Wachstum der Sägeindustrie von 0,7% [Schwarzbauer 1996] für die nächsten 10 Jahre zugrunde und geht man davon aus, dass in etwa derselbe Anteil der **Sägenebenprodukte** für eine energetische Verwendung zum Einsatz kommt wie bisher, so resultiert daraus ein **zusätzliches Potenzial von etwa 3 PJ/a**. Insgesamt werden in der Sägeindustrie derzeit etwa 5,4 Mio. fm Sägenebenprodukte produziert, die zum Großteil in der Zellstoff- und Holzschliffindustrie zum Einsatz kommen. Da diese zumindest theoretisch ebenfalls für eine energetische Verwertung zur Verfügung stehen<sup>21</sup>, wurde der entsprechende Betrag – reduziert um den Anteil der Plattenindustrie, der dem Altholz-Potenzial zugerechnet werden kann – von zusätzlich 20 PJ/a strichliert in Abbildung 3-6 angedeutet. Im Zuge der Potenzial-Überlegungen für die zur Verfügung stehenden Rohstoffe zur Pellets-Erzeugung in Kapitel 7 und 8 wird davon ausgegangen, dass die Hälfte der derzeit stofflich genutzten Sägenebenprodukte energetisch genutzt werden könnten. Dann ist jedoch damit zu rechnen, dass sich aufgrund der Konkurrenzsituation der Preis der Sägenebenprodukte jenem von Schleifholz annähert. In der folgenden Abbildung sind die Aufbringung, derzeitige Verwendung und die Konkurrenz um Sägenebenprodukte dargestellt. Da in der Vergangenheit die einzige Verwertungsmöglichkeit in der Platten- und Papierindustrie bestand und Sägenebenprodukte als reines Koppelprodukt anfallen, ist ihr Preis gering. Die energetische Verwertung bietet der Sägeindustrie die Möglichkeit, höhere Preise zu erzielen. Daher ist damit zu rechnen, dass in Zukunft einerseits die Preise von Sägenebenprodukten steigen und andererseits ein Anteil von der stofflichen in die energetische Nutzung wandert.

---

<sup>21</sup> anstelle der derzeit stofflichen Nutzung;



**Abbildung 3-4: Die Konkurrenz um Sägenebenprodukte**

Quelle: Schwarzbauer 2000, eigene Analysen

**Die Verflechtung von energetischer und stofflicher Nutzung verschiedener Branchen der Holzwirtschaft zeigt sich auch bei der Betrachtung des österreichischen Holzflusses (**

Abbildung 3-5).

- Für das **Rindenpotenzial** gelten dieselben Voraussetzungen wie für die sonstigen Sägenebenprodukte. Das **zusätzliche** Potenzial, das sich nur durch das Wachstum der Sägeindustrie ergibt, beträgt knapp **1 PJ/a**.
- Das **zusätzliche Altholz-Potenzial** von **1,7 PJ/a** wird in den vorhandenen Studien durch die verstärkte energetische Nutzung von Baustellen-, Haushalts-, und Gebäudeabfällen angegeben (vgl. OÖ ESV). Nimmt man allerdings an, dass prinzipiell das gesamte von der österreichischen Sägeindustrie produzierte, nicht exportierte Schnittholz sowie die Produkte der Plattenindustrie nach der stofflichen Nutzung als Altholz anzusehen sind, so ergibt sich ein weit höheres Potenzial. Unter der Annahme, dass 80% des Bauholzes<sup>22</sup>, der Platten sowie des Verpackungsholzes und 50% des Möbelholzes<sup>23</sup> energetisch nutzbar sind und derzeit bereits 1,13 Mio. fm Altholz erfasst werden [Oberberger 1998], so ergibt dies ein Potenzial von etwa 30 PJ/a zusätzlich. Da hier aber sehr viele ungeklärte Aspekte, wie z.B. die Frage der behandelten Hölzer und die logistischen Probleme einer umfassenden Altholz-

<sup>22</sup> Derzeit werden etwa 3,24 Mio. fm Bauholz produziert. (Schwarzbauer 2000)

Sammlung, beinhaltet sind, wird im weiteren Verlauf mit dem geringeren, anhand der Literaturangaben ermittelten Potenzial gerechnet und explizit darauf hingewiesen, wenn sich eine Potenzialangabe auf das gesamte Altholz-Potenzial bezieht. Die energetische Nutzung von Altholz ist vor allem unter dem Aspekt der kaskadischen Biomasse-Nutzung als günstige Möglichkeit des Biomasse-Einsatzes zu beurteilen.

- Es wurde nicht angenommen, dass eine Abzweigung von derzeit stofflich genutzter (oder auch exportierter) Biomasse zur energetischen Nutzung stattfindet, da das aus heutiger Sicht nicht realistisch erscheint.

---

<sup>23</sup> Derzeit werden etwa 1,6 Mio. fm Verpackungs- und Möbelholz produziert. (Schwarzbauer 2000)

## Holzeinschlag (Österreich)

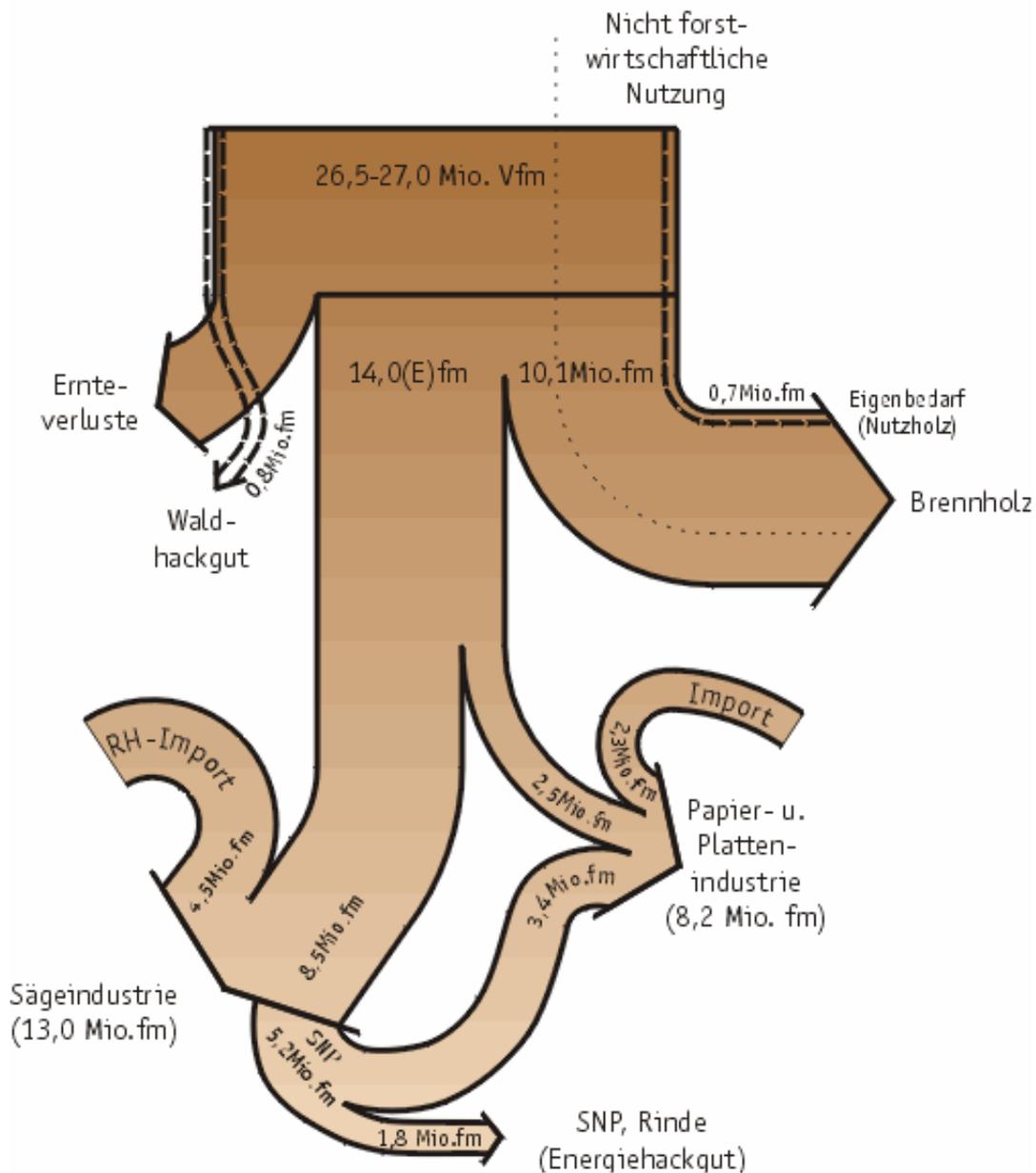


Abbildung 3-5: Holzflussdiagramm Österreich 1998

Quelle: Jonas 2001

Insgesamt ergibt sich damit **ein zusätzliches Potenzial für feste Biomasse** von etwa **100 PJ/a**, unter Einbeziehung der derzeit stofflich genutzten Sägenebenprodukte, sowie einer stark forcierten Altholz-Nutzung sogar etwa 150 PJ/a. Werden bei den Biomasse-Brennstoffen aus dem Forst die oben erläuterten strukturell und ökonomisch einschränkenden Rahmenbedingungen<sup>24</sup> berücksichtigt, reduziert sich der Betrag auf etwa

<sup>24</sup> Hier sind einerseits Hanglagen und sonstige schwer erschließbare Waldflächen zu berücksichtigen und andererseits derzeit ökonomisch nicht sinnvoll für energetische Zwecke nutzbare Holz-Sortimente.

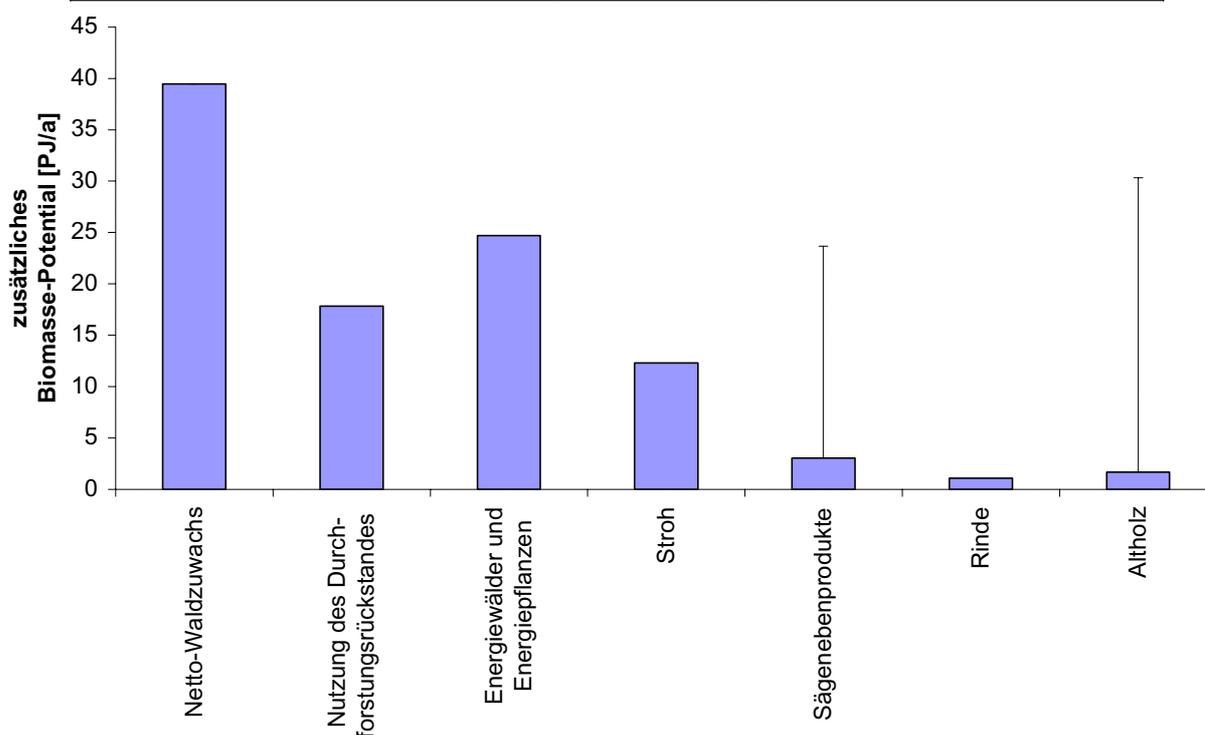
87 PJ/a. Bei Einbeziehung der derzeit stofflich genutzten Sägenebenprodukte, sowie einer stark verstärkten Altholz-Nutzung könnten ca. 137 PJ/a genutzt werden.

Tabelle 3-5 gibt einen Überblick über verschiedene Potenzialangaben für feste Biomasse in Österreich.

Die Verteilung auf die Bundesländer zeigt, dass Niederösterreich und die Steiermark weitaus die größten Potenziale besitzen.

**Tabelle 3-5: Übersicht über verschiedene Potenzialangaben für feste Biomasse in Österreich<sup>25</sup>**

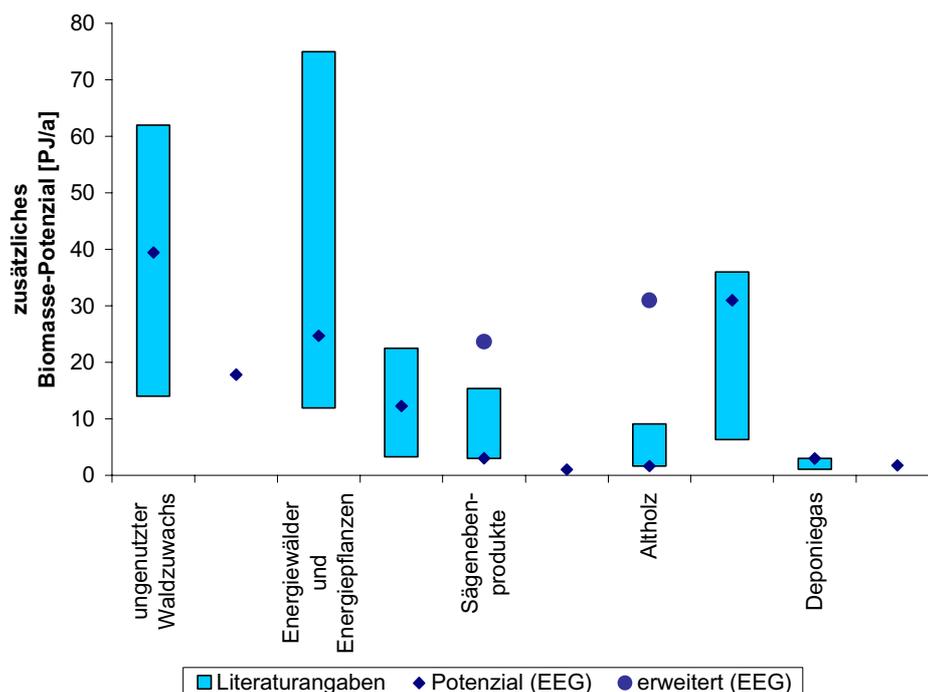
Beschreibung	ges. PE Potenzial [PJ/a]	Quellen
technisches Potenzial 2005	201	Schauer 1994
technisches Potenzial 2050	257	Schauer 1994
realisierbares Potenzial	188	Fischer 1999
realisierbares Potenzial	211	Pichl et al. 1999
kurzfristig realisierbares Potenzial	113	Obernberger 1998
mittelfristig realisierbares Potenzial	202	Obernberger 1998
technisches Potenzial	210	Rathbauer 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial 2010	151	Rathbauer 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial	194	Schaller et al. 2001
technisches Potenzial	203	Autoren dieser Studie

**Abbildung 3-6: Nachhaltig nutzbares zusätzliches Biomasse-Potenzial in Österreich (2010), Primärenergie**

Quelle: NÖ-LLWK; BMLF; Haas, Kranzl 2000a; Dissemmond; OÖ-Energiesparverband

Abbildung 3-7 zeigt einige in der Literatur angegebenen Bandbreiten für Potenzialangaben einzelner Biomasse-Quellen.

<sup>25</sup> Ablaugen und Abwasserschlämme der Papier- und Zellstoffindustrie sind hier nicht erfasst.

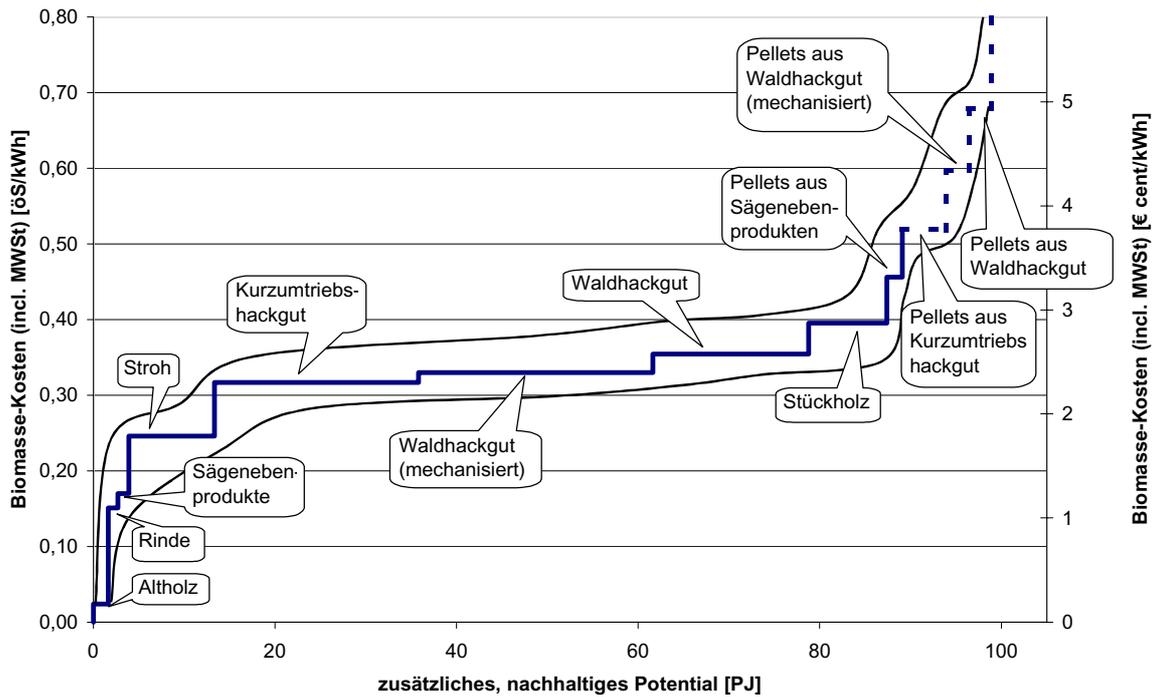


**Abbildung 3-7: Potenzialangaben in der Literatur für einzelne Biomasse-Aufkommen**

Quelle: NÖ-LLWK; BMLF; Haas, Kranzl 2000a; Dissemond 1994; OÖ-Energiesparverband 1995, Winkler-Rieder 1990, EVA 1998, Rakos 1992, Rathbauer 2000, Schauer 1994, Steinmüller, Pollak 1997, Kopetz 2000, Pichl 1999, Hantsch-Linhart 1990, Schmidt 1991, Obernberger 1998, Schwarzbauer 1996, EEG – Dater der Energy Economics Group an der TU-Wien

Zur Abschätzung, zu welchen Preisen die oben angeführten Potenziale zur Verfügung stehen, kann die Kostenkurve (vgl. Abbildung 3-8) herangezogen werden<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Zur Erstellung wurden grobe Annahmen über die Verwendung der einzelnen Biomasse-Brennstoffe getroffen (z.B. Verwendung von 30% des Kurzumtriebhackguts zur Erzeugung von Pellets). Diese Annahmen wurden lediglich aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen getroffen. Durch eine anders geartete Verwendung können sich daher Verschiebungen ergeben. Weiters wäre für eine detailliertere Preis-Prognose eine detaillierte Simulation des gesamten Holzmarktes einschließlich der Papier- und Zellstoffindustrie nötig, um abzuschätzen, wie sich eine derart starke Potenzialerschließung auf die gesamte Preisstruktur auf dem Brennstoffmarkt auswirkt.

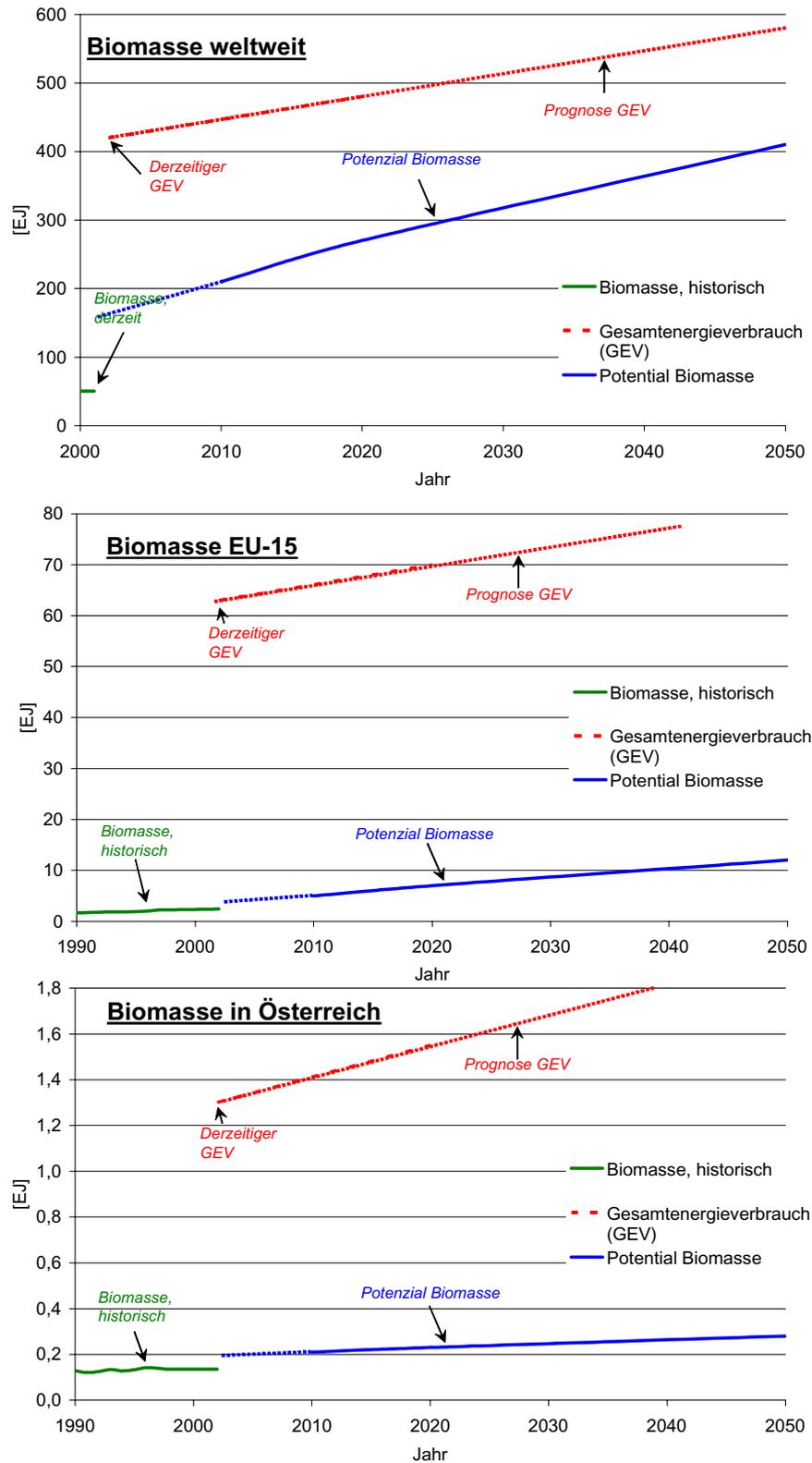


**Abbildung 3-8: Kosten-Kurve für das zusätzliche, nachhaltig nutzbare Biomasse-Potenzial in Österreich**

Quelle: Jonas 2001; BMLF 1999; Haas, Kranzl 2000a; Dissemmond 1994; Obernberger 1998, Schwarzbauer 1996, eigene Analysen und Erhebungen

Wie oben bereits erläutert, zeigt sich hier, dass die billigen Brennstoffe Altholz, Rinde, Sägenebenprodukte bereits in hohem Ausmaß genutzt werden und daher knapp sind, während auf einem höheren Preisniveau deutlich höhere Potenziale nutzbar gemacht werden können.

Abbildung 3-9 gibt einen Überblick über die derzeitige Nutzung und die Potenziale von Biomasse weltweit, auf der Ebene von EU-15 sowie von Österreich. Daraus sind eine Reihe von Dingen abzulesen. Der Anteil der Biomasse-Potenziale Österreichs an jenen der EU-15 sind – relativ zur Fläche und Einwohnerzahl relativ groß. Dem starken Anstieg des prognostizierten Gesamtenergieverbrauchs steht in Österreich und der EU nur ein moderater Anstieg der erreichbaren Potenziale gegenüber, während weltweit ein starker Anstieg der erschließbaren Potenziale in den nächsten 50 Jahren zu erwarten ist.



**Abbildung 3-9: Biomasse-Potenziale und derzeitiger Verbrauch weltweit, in der EU-15 sowie in Österreich**

Quelle: Haas et al. 2002

### **3.2 Perspektiven der Verstromung von Biomasse in KWK**

Sowohl in den internationalen Abkommen zum Klimaschutz (Kyoto-Protokoll) als auch in den Zielvorgaben durch die Europäische Union (EU-Weißbuch für Erneuerbare Energien) zeigt sich, dass die Notwendigkeit einer Umorientierung unseres Energiesystems in Richtung Nachhaltigkeit von den politischen Entscheidungsträgern erkannt wurde. In Österreich wurde mit dem EIWOG ein Instrument geschaffen, um diesen internationalen Zielvorgaben auf dem Elektrizitätsmarkt gerecht zu werden. Bis 2007 soll das Ziel eines 4%-Anteils von Strom aus „neuen“ Erneuerbaren<sup>27</sup>, das sind voraussichtlich etwa 2,7 TWh/a, erreicht werden.

Allen bisher durchgeführten Analysen zufolge wird dieses Ziel nicht ohne große Anstrengungen zu erreichen sein – vor allem angesichts des stetig wachsenden Stromverbrauchs [Haas 2001]. Allgemein wird die Biomasse-Verstromung zu den Technologien gezählt, die quantitativ einen substantiellen Beitrag zu dem gesetzten Ziel leisten können. Da der Wirkungsgrad bei reiner Verstromung mit dem der Kraft-Wärme-Kopplung nicht konkurrieren kann, muss im Sinne eines sparsamen Umgangs mit den Ressourcen und eines energetisch sinnvollen Gesamtkonzepts danach getrachtet werden, die Stromerzeugung in KWK zu forcieren, woraus sich die Bedeutung der Biomasse-KWK ergibt.

Im vorliegenden Beitrag, der im Rahmen des vom BMVIT beauftragten Projekts „Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung der energetischen Nutzung von Biomasse“ entstanden ist, wird ausschließlich die Verstromung fester Biomasse behandelt.

Aus der Fragestellung: „Welche Perspektiven bieten sich in Österreich für die Strom-Produktion in Biomasse-KWK?“ lassen sich folgende Fragen ableiten:

- Welches Potenzial für die Verstromung fester Biomasse in KWK besteht in Österreich?
- Wie könnte die Umsetzung dieses Potenzials in der Praxis erfolgen?

Das technische Potenzial ist in erster Linie von drei Faktoren abhängig:

- Die nachhaltig nutzbaren Brennstoffvorräte (siehe Kapitel 3.1)
- Der Wärmebedarf potenzieller Wärmeabnehmer:

Da der Betrieb einer KWK ohne die Abnahme der Wärme energetisch und ökologisch unsinnig ist, stellt die Existenz eines regional vorhandenen Wärmebedarfs eine unbedingte Voraussetzung dar. Daher wird in einem zweiten Schritt das für KWK relevante Wärmebedarf-Potenzial qualitativ und quantitativ analysiert. So werden potenzielle Betreiber von Biomasse-KWK eruiert. In diesem Zusammenhang

---

<sup>27</sup> Darunter fallen Windkraft, Photovoltaik, Geothermie, Strom aus Deponie-, Klär- und Biogas sowie Biomasse.

stehen besonders die Größenordnung der installierbaren Leistungen und die Unternehmensstrukturen im Vordergrund.

- Die Technologien zur Biomasse-KWK

In einem weiteren Schritt werden die Technologien zur Biomasse-KWK hinsichtlich der Einsetzbarkeit in unterschiedlichen Anwendungsgebieten, der Leistungsgrößen, erreichbaren Stromkennziffern, technischen Ausgereiftheit sowie der Kosten dargestellt.

Aus den für die spezifisch österreichische Wärmebedarfsstruktur geeigneten Technologien und ihren Stromkennziffern ergibt sich das technische Potenzial für KWK. Der Vergleich mit dem verfügbaren Brennstoff-Potenzial ergibt den Anteil, der Energie, die tatsächlich durch Biomasse-KWK abgedeckt werden könnte.

Im Folgenden wird das Wärmebedarf-Potenzial analysiert. Dabei wird explizit auf die Bereiche Fernwärme, Biomasse-Nahwärme, Sägewerke, Zellstoff- und Papierindustrie sowie „sonstige Industrie“ eingegangen.<sup>28</sup> Es wird jeweils eine Aufteilung in die Größenkategorien klein ( $< 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ), mittel ( $10\text{-}50 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) und groß ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) vorgenommen:

- Fernwärme (derzeit vorwiegend fossil befeuert)

Der Fernwärmebereich wird von kommunalen Versorgungsunternehmen dominiert. Die größten Anlagen befinden sich in Wien, Graz, Linz, Salzburg, Klagenfurt, St. Pölten und Wels. Daneben existiert eine Reihe kleinerer Fernwärmenetze (Kesselleistung kleiner  $30 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) mit verschiedenen Betreiberstrukturen (Wärmebetriebe GmbH<sup>29</sup>; EVN, KELAG, Energie AG Oberösterreich, Steirische Fernwärme GmbH, Österreichische FernwärmegesmbH, ...). Der Schwerpunkt der kleineren Fernwärmeversorgungssysteme liegt auf den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark. Eine Sonderstellung nimmt die EVN ein, die neben den fossil befeuerten Fernheizwerken auch eine Reihe von Biomasse-Nahwärmeanlagen betreibt (siehe unten) und daher ein größeres Biomasse-know-how aufweist als andere Energieversorgungsunternehmen.

---

<sup>28</sup> Aus Datengründen war es nicht möglich, die Plattenindustrie und „sonstige Holzverarbeitende Industrie“ getrennt zu behandeln, obwohl dies aufgrund des in diesen Branchen vorhandenen Biomasse-Know-hows interessant wäre. Diese sind daher in der Kategorie „sonstige Industrie“ enthalten.

<sup>29</sup> Die „Wärmebetriebe GmbH“ ist eine hundertprozentige Shell-Tochter.

Der Fernwärme werden allgemein hohe Zuwachsraten prognostiziert, da sie einerseits dem Wunsch der Kunden nach einer komfortablen Heizung entspricht und andererseits hohe Umweltstandards durch eine zentrale Verbrennungsregelung und Rauchgasreinigung erreicht werden können. Eine Abschätzung der künftigen Entwicklung dieses Sektors [Haas 2001, Energiestatistik 1998] ergibt für das Jahr 2010 eine Wärmeproduktion von knapp **50 PJ**, wovon etwa 41 PJ in Großanlagen (größer 50 MW<sub>th</sub>) erzeugt werden.

- Biomasse-Nahwärmeanlagen

In den frühen 80er Jahren entstanden in Österreich die ersten Biomasse-Nahwärmeanlagen. Diese meist kleinräumigen Versorgungssysteme wiesen seither starke Zuwachsraten auf, so dass derzeit mehr als 500 Anlagen in Österreich existieren, von denen die meisten von bäuerlichen Genossenschaften, z.T. aber auch von Gemeinden, Holzverarbeitenden Betrieben und Energieversorgungsunternehmen betrieben werden. Die Kesselleistung dieser Nahwärmesysteme liegt im Bereich von wenigen 100 kW bis zu etwa 10 MW und beträgt im Mittel 1,2 MW. Allgemein wird davon ausgegangen, dass sich der Zuwachs in den nächsten Jahren etwas verlangsamen wird, da die für große Biomasse-Nahwärmeanlagen attraktiven Standorte bereits zu einem beträchtlichen Anteil verbaut sind und sich die künftige Entwicklung auf kleinere Anlagen konzentrieren wird. Unter diesen Annahmen ergibt sich für das Jahr 2010 ein gesamter Wärmeabsatz von **5,4 PJ**, der – wie oben dargestellt – zur Gänze in Anlagen mit einer Kesselleistung von unter 10 MW<sub>th</sub> aufgebracht würde.

- Sägewerke

Die österreichische Sägeindustrie ist durch eine stark heterogene Größenstruktur geprägt. Es existieren etwa 1700 Sägen, wovon über 1300 einen Einschnitt von unter 5000 fm/a aufweisen. 21 Sägewerke mit einem Einschnitt von über 100.000 fm/a produzieren über 50% des österreichischen Schnittholzes. Unter der Annahme, dass für den Wärmebedarf in den Trocknungskammern etwa 40% der anfallenden Sägenebenprodukte (Rinde, Sägespäne, Hackgut, etc.) benötigt werden<sup>30</sup>, und dass die Sägeindustrie einer jährlichen Produktionssteigerungsrate von 0,7% unterliegt<sup>31</sup>, ergibt sich für das Jahr 2010 ein Wärmebedarf in den österreichischen Sägewerken von etwa **12 PJ**.

---

<sup>30</sup> Abschätzung aufgrund eines persönlichen Gesprächs mit Prof. Teischinger

<sup>31</sup> siehe Schwarzbauer 1996

- Papier- und Zellstoffindustrie

In Österreich existieren derzeit 28 Unternehmen der Papier- und Zellstoffindustrie. Der zur Papierproduktion benötigte hohe Energiebedarf wird zu einem erheblichen Anteil aus biogenen Abfallprodukten (Abwasserschlämme und Ablaugen) sowie Rinde gedeckt. Der Eigenbedarf an Strom wird dabei bereits heute in KWK-Anlagen produziert, die jedoch nur zum Teil biogen befeuert werden. Die derzeit fossil bereitgestellte Energie und die biogen befeuerten Kessel, bei denen keine Stromproduktion erfolgt, stellen daher ein Potenzial für Biomasse-KWK dar. Mit einer Wachstumsrate von 1,8%<sup>32</sup> ergibt sich damit für das Jahr 2010 ein Wärmebedarf von etwa **23 PJ**.

- Sonstige Industrie

In der österreichischen Industrie wird eine Reihe von Dampfkesselanlagen (meist fossil) betrieben, von denen technologisch ein gewisser Anteil auf Biomasse umgerüstet und mit einer KWK-Anlage versehen werden könnte. Eine Abschätzung auf Basis der Messungen des Umweltbundesamtes ergibt eine Wärmeproduktion in diesen Kesseln von etwa **75 PJ**.

In Summe beträgt das Wärmebedarf-Potenzial etwa **160 PJ/a**, wovon etwa 55% auf den großen Leistungsbereich (> 50 MW<sub>th</sub>) entfallen.

In Tabelle 3-6 sind die Technologien, die nach heutigem Stand der Technik für die Biomasse-KWK geeignet sind, angeführt. Für die Abschätzung des Verstromungspotenzials sind neben der Technologiereife der Leistungsbereich, in dem die jeweilige Technologie einsetzbar ist, und die Stromkennzahl<sup>33</sup> die entscheidenden technischen Parameter.

Bezüglich der technischen Weiterentwicklung wurde angenommen, dass die derzeit bereits marktreifen Technologien gegenüber den noch weniger ausgereiften Technologien auch im Jahr 2010 in Hinblick auf die Kosten überlegen sein werden. Daher konzentriert sich die Analyse im Weiteren auf die erstgenannte Gruppe.

---

<sup>32</sup> siehe Schwarzbauer 1996

<sup>33</sup> Die Stromkennzahl ist dabei als das Verhältnis von erzeugter elektrischer Energie zu erzeugter Wärmeenergie in einer KWK definiert.

**Tabelle 3-6: Technologien für Biomasse-KWK**

	Leistungsbereich [kW <sub>el</sub> ]	Stromkennzahl	Technologische Ausgereiftheit
Dampfturbine	500-2.000	0,11-0,29	Marktreife
Dampfkolbenmotor	20-1.200	0,11-0,34	Marktreife
Dampfschraubenmotor	100-2.000	0,14-0,32	Pilotstadium
ORC-Prozess	200-1.400	0,13-0,27	Demonstrationsstadium
Stirling-Motor	10-40	0,08-0,8	Pilotstadium
Direkter Gasturbinen-Prozess	200-1.400	0,10-0,4	Konzeptstadium
Heißluftturbinen-Prozess	200-1.800	0,23-0,59	Demonstrationsstadium
Festbettvergasung	10-2.000	0,25-0,67	Pilotstadium
Wirbelschichtvergasung mit Gasmotor /-turbine	1.000-100.000	0,33-0,5	Pilotstadium
Wirbelschichtfeuerung	> 1.000	0,33-0,5	Marktreife

Quelle: Obernberger 1999, eigene Analysen

Unter den Technologien in der kleinen (und mittleren) Leistungsklasse besitzen der Dampfturbinenprozess und der Dampfkolbenmotorprozess Marktreife. In beiden Fällen kann in der Praxis von Stromkennziffern im Bereich von 0,15 ausgegangen werden.<sup>34</sup> Die Kosten einer Biomasse-Verstromung mit dem Dampfturbinenprozess liegen in Abhängigkeit des Brennstoffpreises und der Wahl des Diskontsatzes ( 5% bzw. 7%) sowie der Lebensdauer der Anlagen (20 bzw. 15 Jahre) zwischen 10,9 und 26,2 c/kWh<sub>el</sub>.

Für den mittleren und großen Leistungsbereich (> 10 MW<sub>th</sub>) besitzen die bereits in fossilen Anlagen bewährten Formen der Wirbelschichtfeuerung Marktreife. In der Papier- und Zellstoffindustrie, anderen Branchen der Holzverarbeitenden Industrie und beispielsweise in schwedischen Heizkraftwerken werden diese erfolgreich mit Biomasse (in Größenordnungen bis 100 MW) betrieben und weisen eine Stromkennzahl von etwa 0,4 auf. Die Kosten liegen unter den oben erläuterten Randbedingungen im Bereich zwischen 7,30 und 21,1 c/kWh<sub>el</sub>.

Besonders im Fall der Großanlagen stellt sich – abhängig vom jeweiligen Standort – die Frage nach der Logistik der Brennstoffversorgung. Beispielhaft wird hier der Brennstoffbedarf bzw. die Anzahl der benötigten LKW-Züge für ein Heizkraftwerk mit einer Leistung von 100 MW (etwa 70 MW<sub>th</sub>, 30 MW<sub>el</sub>) betrachtet: Eine Feuerung dieser

<sup>34</sup> Unter den noch nicht marktreifen Technologien weist nur der Stirling-Motor substantiell höhere Werte auf. Sollte dieser in den nächsten Jahren den Durchbruch erreichen, dann wäre es möglich, dass es zu einer Verschiebung in den unten angeführten Ergebnissen kommt. Die wirtschaftliche

Größenordnung verbraucht im Vollastbetrieb etwa 40 t/h Brennstoff. Je nach Beladung wird zur Deckung dieses Bedarfs alle 25 – 40 Minuten ein LKW-Zug benötigt.

Der jährliche Biomassebedarf von etwa 120.000 t entspricht weniger als 5% des Holzverbrauchs einer großen österreichischen Papierproduktionsstätte. Auch unter Berücksichtigung der geographisch günstigen Standorte dieser Unternehmen ist daraus zu erkennen, dass die logistischen Herausforderungen bei Biomasse-Heizkraftwerken großer Leistung zwar durchaus vorhanden und ernst zu nehmen, aber sicherlich lösbar sind.

Aufgrund der oben angestellten Überlegungen (Stromkennzahlen von 0,15 für den kleinen und 0,4 für den mittleren und großen Leistungsbereich) ergäbe sich ein gesamtes technisches Verstromungs-Potenzial für KWK von etwa 17 TWh/a. Dafür wären allerdings etwa 280 PJ/a an Brennstoff nötig. Da dieser Betrag das nachhaltige Biomasse-Angebots-Potenzial übersteigt, muss der oben angeführte Wert nach unten revidiert werden. Zu diesem Zweck wurden die technischen Wärmebedarf-Potenziale auf realisierbare Potenziale reduziert:

Die überwiegende Mehrzahl der Unternehmen in der Kategorie „sonstige Industrie“ hat bisher keine Erfahrung mit Holz bzw. Biomasse-Verbrennung, so dass hier eine Umsetzung schwierig erscheint. Im Bereich der Plattenindustrie, die aufgrund mangelnder Daten jedoch nicht getrennt behandelt werden konnte, ergibt sich ein anderes Bild. Da diese Betriebe zum Großteil bereits Biomasse verfeuern, die Branche darüber hinaus über Erfahrung im Ankauf von Biomasse, speziell auch billiger Brennstoffe wie Sägenebenprodukte verfügt und lediglich die Verstromung einen neuen Aspekt darstellen würde muss das Realisierungspotenzial in diesem Fall höher eingestuft werden. Für den gesamten Bereich der „sonstigen Industrie“ wurde daher ein Realisierungspotenzial von 25% angenommen.

Die Unternehmen der Papier- und Zellstoffindustrie weisen zumindest dieselben Stärken bezüglich des vorhandenen Know-hows beim Beziehen von Biomasse-Brennstoffen auf wie die Plattenindustrie. In beiden Branchen werden relativ hohe Zuwachsraten bis 2010 erwartet. Das bedeutet aber neben dem erhöhten Wärmebedarf auch einen steigenden Bedarf bei der stofflichen Nutzung der Biomasse. Eine stark forcierte Substituierung fossiler Energieträger durch biogene Energieträger würde nun die Nachfrage nach Biomasse stark erhöhen, wodurch der Preis steigen könnte. Das würde sich wiederum negativ auf die gesamte wirtschaftliche Situation dieser Unternehmen auswirken. Unter der Annahme, dass die Papierindustrie diese Entwicklung antizipiert, sich daher eher vorsichtig verhält und außerdem die Potenziale zur Verstromung von Biomasse in dieser Branche sehr hoch sind,

---

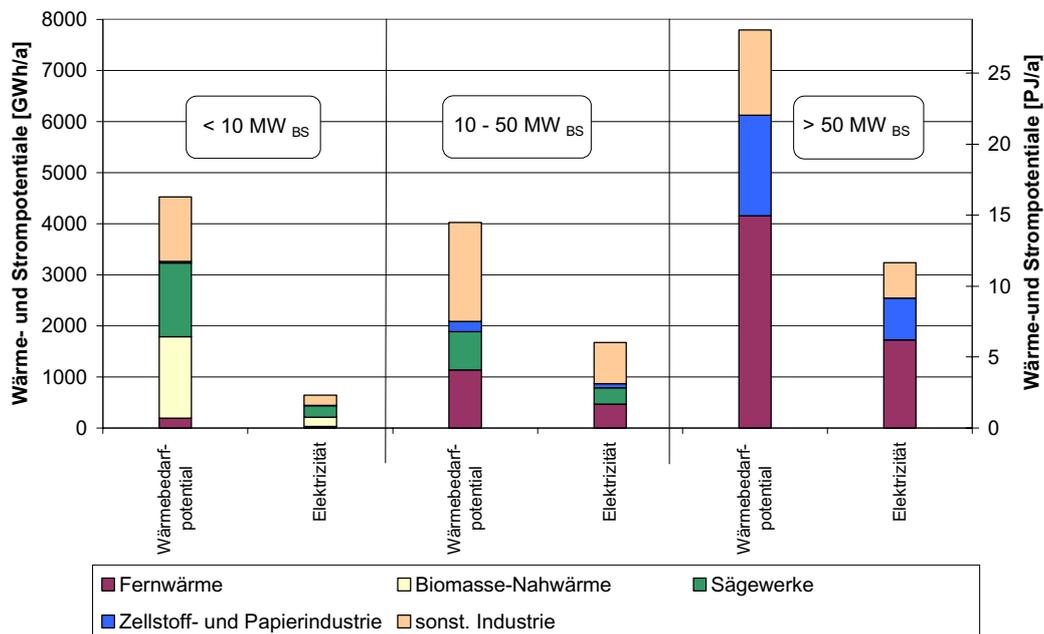
Konkurrenzfähigkeit dieser Technologie dürfte aber auch längerfristig ein Hemmnis für die rasche Umsetzung sein.

wird das Umsetzungspotenzial mit 40% des technischen Wärmebedarfs-Potenzials angesetzt.

In der Sägeindustrie fallen die billigen Sägenebenprodukte als Koppelprodukte direkt vor Ort an. Das Realisierungspotenzial wird daher als relativ hoch eingeschätzt und mit 80% des technischen Wärmebedarfs-Potenzials angenommen.

Im Bereich der Fernwärme wurde zwischen großen ( $> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ ), kleinen und mittleren ( $< 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) Anlagen unterschieden. Da erstere sich naturgemäß in Großstädten befinden und einen hohen logistischen Aufwand zu bewältigen haben, muss bei der Brennstoffversorgung hier mit strengeren Auflagen bzgl. der Belieferung gerechnet werden, als dies im kleinstädtischen Bereich der Fall ist. Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Kleinanlagen im Allgemeinen in einem engeren Einzugsbereich von Biomasse-Versorgern situiert sind als Großanlagen. Daher wurde das Umsetzungspotenzial bei den Großanlagen mit 30% und bei den kleinen und mittleren Anlagen mit 50% eingeschätzt.

Unter diesen Annahmen ergibt sich das realisierbare **Strom-Potenzial aus Biomasse-KWK** von etwa **5,5 TWh/a**, was einen zusätzlichen Wärmeabsatz von 55 PJ/a (15 TWh) bedeutet. Für dieses realisierbare Potenzial werden etwa 90 PJ/a an biogenem Brennstoff benötigt.



**Abbildung 3-10: Wärmebedarf-Potenzial und Potenzial für die Strom-Produktion in Biomasse-KWK im Jahr 2010**

Es zeigt sich, dass ein substantieller Beitrag zum EIWOG 2000 nicht ausschließlich durch kleine Anlagen zu erreichen sein wird. Ohne die Einbeziehung mittlerer ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) und großer Anlagen ( $> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) können nur etwa 650 GWh/a Strom bereitgestellt werden.

Aufgrund der niedrigeren Stromkennzahl im Leistungsbereich  $< 10 \text{ MW}_{\text{th}}$  ist der Brennstoffbedarf pro GWh Strom wesentlich höher als im Leistungsbereich  $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ .

## **4 Bisherige Studien und Bewertungsansätze zur volkswirtschaftlichen Analyse der Biomasse-Nutzung**

Im folgenden Abschnitt werden bisher durchgeführte Studien zu volkswirtschaftlichen Aspekten der energetischen Biomassenutzung verglichen.

Die wichtigsten Arbeiten der letzten Jahre waren:

- Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung (Schönbäck et al. 1996)
- Vergleichende Bewertung verschiedener Heizsysteme und Brennstoffe zur Heizenergieversorgung (Lechner et al 1998, EVA)
- Bioenergie-Cluster Österreich (Schröck et al. 1998)
- Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse (Pichl et al 1999)
- Biocosts (Großcurth et al 1998)

Diese Studien, sowie eine Reihe anderer Arbeiten, die von Relevanz für das Thema sind, werden in Anhang IX detailliert analysiert und systematisch verglichen. In all diesen Arbeiten (mit Ausnahme Bioenergie-Cluster) werden Biomasse-Systeme mit fossilen Referenz-Systemen hinsichtlich verschiedener ökonomischer Kennzahlen und unterschiedlichen Methoden verglichen.

Hinsichtlich dieser bisher durchgeführten Arbeiten stellen sich folgende Fragen:

- In welcher Hinsicht existieren unterschiedliche Ergebnisse und woraus resultieren diese?
- Welche Ergebnisse können als gesichert angesehen werden und stimmen überein?
- Welche Aspekte wurden bisher nicht oder nicht genügend genau behandelt und mussten daher offen bleiben?

Vor der Behandlung dieser Fragen erscheint es sinnvoll, die angewandten Methoden in die top-down- und die bottom-up-Ansätze zu gliedern. Erstere stellen die makroökonomischen Modelle dar, mit deren Hilfe Wertschöpfungs-, fiskalische und Beschäftigungseffekte, aber auch die Auswirkungen von Steuern, Preiserhöhungen und Subventionen untersucht werden. Die bottom-up-Ansätze gehen von konkreten Anlagen aus und berechnen aufgrund genauer Analysen am Objekt die entstehenden volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen. Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte spielen hier eher eine untergeordnete Rolle, da sie z.B. bei der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) als pekuniäre Effekte nicht Gegenstand der Untersuchung sind.

Zur Veranschaulichung der Unterschiede bezüglich der betrachteten Effekte (vgl. Abbildung 1-4) sind diese in den folgenden Übersichten angegeben. In Abbildung 4-1 ist auch dargestellt, welchen Abschnitt der Energieumwandlungskette die unterschiedlichen Studien betrachten. Da in BIOCOSTS vor allem KWK-Anlagen betrachtet wurden, ist diese Darstellung nicht direkt mit den anderen Studien vergleichbar und daher in der Abbildung strichliert dargestellt.

4 Bisherige Studien und Bewertungsansätze

Autor/ Titel	Untersuchungs- gegenstand	Methode	berücksichtigte Effekte	Zins- satz	Planungs- horizont	CO <sub>2</sub> - Bew. [€/t]	Ergebnis
Schönböck 1996	Bioenergie Reichenthal	KNA und I/O-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>interne Kosten der Errichtung und des Betriebs</li> <li>externe Kosten der Errichtung und des Betriebs (SO<sub>2</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>-Emissionen)</li> <li>Investitionskosten-, Brennstoff- und Betriebskostensparnis bei den Abnehmern</li> <li>Zeitersparnis bei den Abnehmern</li> <li>Ersparnis an Emissionskosten (Ersatz von Altanlagen) (SO<sub>2</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>)</li> <li>Erhöhung der Versorgungssicherheit (nicht monetarisiert)</li> <li>Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit (nicht monetarisiert)</li> </ul>	4%	50 Jahre	25,4	Knapp positiver Kapitalwert nach 50 Jahren; hohe Sensitivität gegenüber Zinssatz, Investitionskosten, ersparte Zeit bei den Abnehmern;  Induzierte Beschäftigung und Wertschöpfungseffekte, fiskalische Rückflüsse  Regionale Wertschöpfung und Beschäftigung
E.V.A. 1998	Gas, Heizöl, Bio- masse, Kohle; Biomasse- Nahwärme	Kostenver- gleichs- rechnung;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interne Kosten von Biomasse und HEL für Errichtung und Betrieb</li> <li>Nicht internalisierte externe Kosten aufgrund der Schadstoffemissionen</li> </ul>	5%	30 Jahre	0,- / 25,4 / 50,9	HEL-Variante volkswirtschaftlich günstiger als Biomasse-Nahwärme
Biocosts 1998	Verschiedene KWK-Anlagen im Vergleich mit fossilen Referenzanlagen	Vergleich d. CO <sub>2</sub> -Ver- meidungs- kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interne Kosten der Errichtung und des Betriebs der Biomasse- sowie der Referenzanlagen</li> <li>Externe Kosten aufgrund der Luftschadstoffe VOC, CO, NO<sub>x</sub>, Staub, SO<sub>2</sub> der Biomasse- sowie der Referenzanlage</li> <li>CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Biomasse-Einsatz</li> <li>Biodiversität und Auswirkungen auf Boden und Wasser (nicht quantifiziert)</li> <li>Landschaftsbild (nicht quantifiziert)</li> </ul>				CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten bei 3 Anlagen negativ, bei den anderen im Bereich von etwa 14,5 – 42,2 €/t CO <sub>2</sub> ; im Fall der KWK mit Rapsöl höhere Kosten; Förderung nach dem „Standard-price-approach“ notwendig und gerechtfertigt;
Bioenergie- Cluster 1998	Gesamter Bioenergie-Sektor	Direkte Erhebung u. I/O- Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigung und Wertschöpfung in allen Sektoren der Bioenergie</li> </ul>				Derzeitige Wertschöpfung und Beschäftigung: 741 M€ und 21.900 AP Prognose 2008: best case: 43.000, worst case: 19.000 AP

4 Bisherige Studien und Bewertungsansätze

WIFO 1999	Verschiedene Biomasse-Nutzungen	Allgemeine Gleichgewichtsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interne Kostenstrukturen der Biomastechnologien</li> <li>Interne Kostenstrukturen der Alternativen zur Biomasse (z.B: Ölheizung)</li> <li>Vernetzung der österreichischen Wirtschaft über I/O-Tabelle</li> <li>Subventionstätigkeit des Staates als dämpfendes Element der Gesamtwirtschaft</li> </ul>	2,5 %	30 Jahre	25,4 / 63,2 / 145	<p>Für jede Technologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigungseffekte (&gt;0 wenn keine hohen Subventionen nötig)</li> <li>BIP-Veränderung (v.a. abhängig von Subventionsbedarf)</li> <li>CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> <li>Budgetstruktur</li> <li>Förderbedarf</li> <li>Änderung fossile Importe</li> <li>CO<sub>2</sub>-Steuern mit Subventionen günstiger als jede Einzelmaßnahme</li> </ul> <p>Positiver Kapitalwert bei Annahme von 63,2 €/t CO<sub>2</sub>-Kosten, knapp negativer Wert bei 25,4 €/t.</p> <p>Sensitivität gegenüber Diskontsatz (Vorteil von HEL bei r=4%)</p>
Wolschek 1999	Mikronetz auf Basis HEL im Vergleich zu existierendem BM-Mikronetz	KNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>interne Kosten der Errichtung und des Betriebs</li> <li>Versorgungssicherheit: Kosten eines Lagers f. d. Bedarf eines Jahres</li> <li>externe Kosten des Betriebs (SO<sub>2</sub>, CO<sub>1</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub-, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>-Emissionen)</li> <li>Investitionskostenersparnis des Biomasse-Mikronetzes;</li> <li>Brennstoff- und Betriebskostensparnis des Biomasse-Mikronetzes</li> <li>Ersparnis an Emissionskosten des Biomasse-Mikronetzes (SO<sub>2</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>)</li> </ul>				
Weißbacher 1999	Ersatz der Ölheizungen durch 65% Pellets, 25% Hackschnitzel und 10% Stückholz über 20 Jahre	I/O-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interne Kostenstrukturen der Biomastechnologien</li> <li>Interne Kostenstrukturen der Alternativen zur Biomasse (z.B: Ölheizung)</li> <li>Vernetzung der österreichischen Wirtschaft über I/O-Tabelle</li> <li>Keynesianische Annahme des Multiplikatoreffekts aufgrund des Einkommenskreislaufs (nicht berechnet)</li> </ul>				Positive Produktionswert-, Wertschöpfungs-, Beschäftigung-, Import- und Zahlungsbilanzsaldoeffekte

Tabelle 4-1: Vergleich bisheriger Studien zu volkswirtschaftlichen Aspekten der Biomasse-Nutzung

	Schönbäck	E.V.A.	Bioenergie-CI	WIFO	Biocosts
Primär-energie	●		●	●	●
Brennstoff-Bereitstellung	●		●	●	●
End-energie		●			●
Energetische Umwandlung			●	●	●
Nutzenergie (Wärme)	●	●			●
Gebäude Klima					
Behag-lichkeit					
<b>Anwendung: monetär</b>					
Anwendung: nicht monetär					
Energiedienstleistung					
Brennstoffbereitstellung					
Anlagenhersteller					
<b>Ökologische Auswirkungen</b>					
Luftschadstoffe					
klimarelevante Emissionen					
Eutrophierung/Versäuerung					
Biodiversität					
waldökologische Aspekte					
Ressourcenverzehr					
Landschaftsbild					
Transportaspekte					
Lärmemissionen					
<b>Verteilungs-Aspekte</b>					
Regionale Verteilungsaspekte					
Soziale Verteilungsaspekte					
<b>Nationalökonomische Effekte</b>					
Beschäftigung					
Wertschöpfung					
Ausw. auf best. Branchen					
Handelsbilanz					
Ausw. auf den Staatshaushalt					
<b>langfristige, strategische Aspekte</b>					
Versorgungssicherheit und Preisstabilität					
Unabhängigkeit v. Ausland					
Aufbau von Know-how etc.					

Abbildung 4-1: Vergleich der Literatur hinsichtlich berücksichtigter Aspekte

#### **4.1 Differierende Ergebnisse und ihre Ursachen**

In Tabelle 4-2 sind die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte der Biomassenutzung aus verschiedenen Studien zusammengefasst.<sup>35</sup> Die Berechnungen der WIFO-Studie dürften insofern am fundiertesten sein, als hier nicht nur die Verflechtung der Wirtschaft mittels Input/Output-Tabelle, sondern auch die dämpfenden Effekte der Subventionierung berücksichtigt sind und im Rahmen einer allgemeinen Gleichgewichtsanalyse die Märkte abgebildet sind. Bei Schönböck und Weißenbacher hingegen wird eine statische Input/Output-Analyse durchgeführt, ohne mögliche Veränderungen auf den Märkten abzubilden. Unterschiede ergeben sich weiters aufgrund der angenommenen Investitions- und Betriebskosten der Biomasse- sowie der fossilen Referenztechnologie, die wichtige exogene Größen darstellen, da aus diesen der erforderliche Subventionsbedarf resultiert. In der Bioenergie-Cluster-Studie werden diese Werte durch datenmäßige Erfassung des gesamten Bioenergie-Sektors erfasst. Die übrigen Studien weisen ebenfalls unterschiedliche Verfahrensweisen auf.

In Bezug auf die Wertschöpfungseffekte zeigt sich kein einheitliches Bild. Die Ursachen liegen einerseits in den unterschiedlichen Untersuchungsgegenständen. Andererseits sind sie aber auch Resultat der verschiedenen Methoden. Während die reinen I/O-Analysen eine statische Untersuchungsmethode darstellen, bietet das Gleichgewichtsmodell der WIFO-Studie auch die Möglichkeit, die gesamtwirtschaftlich dämpfenden Effekte einer Förderung zu bewerten. In keiner der Studien erfolgt eine Erweiterung der traditionellen BIP-Definition, und eine regionalökonomische Analyse, um die Verteilung der auftretenden Wertschöpfungseffekte zu beurteilen, erfolgt nur bei Schönböck.

Während von den besprochenen bottom-up-Studien einige auch Beschäftigungseffekte analysierten, war deren Hauptgegenstand jedoch entweder der Vergleich zweier Heizsysteme (EVA, Biocosts, Wolschek) oder die Ermittlung des volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Saldos (Schönböck). Die Biocosts-Studie hat eine Sonderstellung inne, als nicht eine Kosten-Nutzen-Analyse oder eine Kostenvergleichsrechnung durchgeführt wird, sondern (neben der Analyse anderer Effekte) ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Reduktionskosten verschiedener Biomasse-Anlagen, insbesondere von Biomasse-KWK angestellt wird.

Die in den vorigen Kapiteln dargestellten Unterschiede in den Ergebnissen sind im Wesentlichen auf einige wenige Punkte zurückzuführen:

---

<sup>35</sup> Um die Ergebnisse der Arbeiten vergleichbar zu machen, wurden die Zahlen auf die eingesetzte Energie bezogen. Das ist insbesondere im Fall der Gleichgewichtsanalyse des Wifo eine unter Umständen irreführende Vorgangsweise, da kein lineares Modell zugrunde liegt. Die angegebenen Werte gelten daher nur für die in den entsprechenden Studien angegebenen Szenarien. Weiters wurden aus der WIFO-Studie nur einige repräsentative Werte dargestellt.

- Die Diskontrate und die betrachteten Planungszeiträume sind verschieden.
- Die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgte mit verschieden hohen Werten. Die Palette reicht hier von 0 bis 145 €/t CO<sub>2</sub>.(vgl. Tabelle 4-1)
- Es wurden nicht in allen Studien dieselben Effekte monetarisiert. Hier machte sich in erster Linie die Bewertung der Zeitersparnis bei den Nahwärmeabnehmern in Schönbäck (1996) bemerkbar.

Weiters bewirkten auch die Verschiedenheit der betrachteten Anlagen, die Ermittlung der Emissionen und andere Umstände Abweichungen der Ergebnisse. Auch die Wahl der Kostenvergleichsrechnung – und damit die implizite Gleichsetzung der Nutzen eines leitungsgebundenen und eines Einzelversorgungs-Systems in [E.V.A. 1998] – machen sich bemerkbar.

**Tabelle 4-2: Gegenüberstellung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte der Biomassenutzung aus der Literatur**

Studie	Untersuchungsgegenstand	Beschäftigung [AP/TWh]	BIP/Wertschöpfung [M€/TWh]
WIFO	Stückholz	1421	36,3
WIFO	Waldhackgut	296	-28,9
WIFO	KWK Biogas	171	-10
WIFO	Nahwärme Industriehackgut	752	18,1
WIFO	KWK Rinde (Zufeuerung)	-2983	-84,9
WIFO	KWK Pellets (Landwirtschaft)	1342	-226,4
Schönbäck	Nahwärme Industriehackgut, Rinde und Waldhackgut	750	94,5
Weißenbacher	Mix aus Stückholz, Hackschnitzel, Pellets	2375	166,6
Bioenergie-Cluster	Bioenergie-Mix	730	24,7
Biocosts	KWK (Waldhackgut, Schweden)	310	
Biocosts	KWK (Rapsöl, Deutschland)	1560	
Steinmüller/Pollak	Nahwärme Waldhackgut	2850	
Steinmüller/Pollak	Biogas	819	
Uni Linz	Biomasse – Mix	417	
Biomasse-Programm	Biomasse - Mix	1765	
Toronto- Technologieprogr.	Biomasse – Mix	1538	

Nicht zuletzt sollte festgehalten werden, dass offensichtlich auch die Tatsache, welcher Auftraggeber hinter der Studie steht, einen Einfluss auf die gewählte Methode, die getroffenen Annahmen und damit die Resultate und Schlussfolgerungen hat.

#### **4.2 Übereinstimmende und gesicherte Ergebnisse der Studien**

Trotz der verschiedenen Verfahrensweisen liegen die Werte für die Beschäftigungseffekte alle etwa in derselben Größenordnung (vgl. Tabelle 4-2). Lediglich für teure und wenig

arbeitsintensive Technologien wie KWK aus Rinde wurde aufgrund des erforderlichen Subventionsbedarfs in der WIFO-Studie ein negativer Beschäftigungseffekt ermittelt. Unter Berücksichtigung des verfügbaren Biomasse-Potenzials (vgl. Kapitel 3) befindet sich damit auch die Schätzung von Kopetz von zusätzlich 30.000 bis 50.000 Arbeitsplätzen bei Ausschöpfung des gesamten nachhaltigen Potenzials innerhalb des Bereichs der unten angegebenen Studien.

Es wird daher als gesichert angesehen, dass bei den meisten Biomasse-Technologien ein positiver Beschäftigungseffekt existiert. Nur wenn eine wenig arbeitsintensive Technologie hohen Subventionsbedarf aufweist, kann es auch zu negativen Beschäftigungseffekten kommen. In jedem Fall sollte aber der Einfluss einer verstärkten Biomasse-Nutzung auf den gesamten österreichischen Arbeitsmarkt nicht überbewertet werden. Es bestätigt sich damit das Ergebnis Böhringers<sup>36</sup>, dass Biomasse nicht als Instrument der Arbeitsmarktpolitik angesehen werden kann und soll.

Als weiteres gesichertes Ergebnis erscheinen die entscheidenden Parameter für die Bewertung der Biomasse mittels Kosten-Nutzen-Analyse und ähnlichen Instrumenten. Während Biomasse-Technologien immer einen Vorteil hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen und in den meisten Fällen hinsichtlich der SO<sub>2</sub>-Emissionen und des Ressourcenverzehrs haben, bewirken hohe interne Kosten und – in Abhängigkeit von der Technologie – eventuell höhere NO<sub>x</sub>-, CO-, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>- und Staubemissionen eine Kompensation der Vorzüge. Entscheidend für das Ergebnis der Bewertung sind daher vor allem folgende Faktoren:

- die Wahl des Diskontsatzes und des betrachteten Planungszeitraumes
- die Bewertung von Treibhausgas-Emissionen
- die Bewertung des Ressourcenverzehrs
- die Bewertung der Emission von Luftschadstoffen
- die internen Kosten der Biomasse-Technologie und einer etwaigen fossilen Referenztechnologie (Investitions- und Betriebskosten)

Bei der Bewertung der Emissionen von Luftschadstoffen sind die Schwankungsbreiten relativ gering. Hier dürfte ein einigermaßen gesicherter Konsens über die Höhe der Bewertung vorliegen. Dennoch verdient dieser Aspekt noch weitere Beachtung (vgl. Kapitel 4.4).

---

<sup>36</sup> Böhringer, Christian: Bedeutung wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Energiebereich. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband. Inhaltliche Gestaltung, Organisation: Dipl. Ing. Dr. Adolf Groß, Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. Via. – Bregenz 1997.

### 4.3 Offene, unklare Aspekte

Die Frage, wie die ersten beiden der oben angeführten Parameter (Diskontierung und Beobachtungszeitraum, Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen) ermittelt werden können, muss als ein offener Aspekt beurteilt werden, was sich auch in den Abweichungen der Literatur widerspiegelt. Diese werden in den Kapiteln 4.4.2 und 4.4.3 noch ausführlicher diskutiert. Zudem wurde die monetäre Bewertung des nicht-nachhaltigen Ressourcenverzehrs in keiner der betrachteten Studien vorgenommen. Das heißt, dass der Vorteil der Nachhaltigkeit von Biomasse in keinem der Ergebnisse berücksichtigt wird.<sup>37</sup> Eine mögliche Bewertung wird in Hufmann/Meiners (1993) vorgestellt. Dennoch muss die Frage nach der Bewertung des Ressourcenverzehrs, und damit der Nachhaltigkeit hier als nicht geklärt angesehen werden. Alle drei Aspekte (Diskontierung und Beobachtungszeitraum, Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Bewertung des Ressourcenverzehrs) stellen aufgrund ihres langfristigen Charakters Fragen der intergenerationellen Gerechtigkeit dar. Diese beinhalten damit auch in hohem Ausmaß ethische Werte, wie beispielsweise den Wert zukünftigen menschlichen Lebens.

Aber auch bezüglich Fragen der intragenerationellen Gerechtigkeit besteht Unklarheit. So werden z.B. Umverteilungswirkungen in einkommensschwache Regionen im Rahmen der Kosten-Nutzen-Analyse per definitionem als pekuniäre Effekte nicht bewertet. Dasselbe gilt für die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Stärkung der Landwirtschaft.

Wie Abbildung 4-1 zeigt, wurde eine Reihe nur schwer quantifizierbarer Effekte in den bisherigen Analysen nicht, oder nur unzureichend bewertet. Darunter fallen:

- Ökologische Aspekte wie Eutrophierung und Versäuerung von Wasser und Boden, Biodiversität, waldökologische Aspekte, Lärmemissionen und Fragen des Ressourcenverzehrs und damit der Nachhaltigkeit, des Landschaftsbildes und von Transportaspekten
- Verteilungsaspekte: sowohl in regionaler, als auch in sozialer Hinsicht
- Im makroökonomischen Bereich wurden die Effekte verschiedener preislicher Entwicklungen (z.B. am Holzmarkt) aufgrund der Biomasse-Nutzung auf bestimmte Branchen (z.B. Sägeindustrie, Papierindustrie) noch nicht detailliert betrachtet.

---

<sup>37</sup> In Schönbäck et al. (1996) und Lechner et al. (1998) findet sich der Versuch, die Versorgungssicherheit mittels Lagerkapazitäten bzw. anhand des Maßes der Reichweite zu bewerten, was jedoch nicht mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit gleichgesetzt werden kann.

- Langfristige strategische Aspekte wie Versorgungssicherheit<sup>38</sup>, Unabhängigkeit vom Ausland und Chancen für die Exportwirtschaft

Nur unzureichend berücksichtigt wurde auch die Einbeziehung von Dynamik hinsichtlich der Entwicklung der Brennstoffkosten (bei einer intensivierten Biomassenutzung wäre einerseits das Ausschöpfen von Kostenreduktionspotenzialen wahrscheinlich, andererseits wäre es nötig, auch teurere Brennstoffe einzusetzen). Dasselbe gilt jedoch auch für Investitionskosten, Know-how bei der Planung und nicht zuletzt auch für eine Abschätzung der preislichen Entwicklung fossiler Energieträger, da diese von essentieller Bedeutung für die Konkurrenzfähigkeit der Biomasse ist.

Ebenfalls aus Abbildung 4-1 ist ersichtlich, dass in keiner Studie die gesamte Energiekette bis hin zur Behaglichkeit, das heißt auch unter Berücksichtigung der Gebäudequalität (z.B. Wärmedämmung) untersucht wurde.

Die AutorInnen der WIFO-Studie betonen, die traditionelle Definition des BIP zu verwenden. Die Auswirkungen der Biomasse-Nutzung auf eine um ökologische Komponenten erweiterte Definition des Bruttoinlandsproduktes wäre jedoch von großem Stellenwert für die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Bedeutung, die auch ökologische Parameter beinhalten muss.

---

<sup>38</sup> Der Bewertungsansatz in E.V.A. 1998 wird als nicht sehr aussagekräftig empfunden, da weder im Biomasse, noch im Öl-Bereich eine Vollversorgung sinnvoll sein kann, weiters andere Verwendungszwecke der Energieträger (insbesondere Mobilität) ignoriert und Preis- und Kostenaspekte nicht berücksichtigt wurden.

#### **4.4 Überblick über ökonomische Bewertungsinstrumente**

In diesem Abschnitt wird in kurzer Form ein Überblick über Methoden gegeben, die in bisherigen Arbeiten zur Analyse der energetischen Biomasse-Nutzung herangezogen wurden. Im Vordergrund steht bei dieser knappen Darstellung die Frage, welche Effekte mit welcher Methode behandelt werden, welche Aussagen mit welcher Methode getätigt werden kann und welche Annahmen dazu getroffen werden müssen. Besprochen werden die Instrumente der Kosten-Nutzen-Analyse, der Input/Output-Analyse sowie allgemeine Gleichgewichtsmodelle. Da übergeordnet die Frage der Diskontierung und der externen Kosten von entscheidender Bedeutung ist, wurde diesen Aspekten ebenfalls ein eigener Abschnitt eingeräumt.

Selbstverständlich existieren darüber hinaus noch eine Reihe anderer und verwandter Methoden und Instrumente. Die Auswahl der hier besprochenen bezog sich in erster Linie auf die bisher durchgeführten Studien.

##### 4.4.1 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse stellt ein Verfahren für den öffentlichen Sektor dar, das auf normativen Vorstellungen der Wohlfahrtsökonomie sowie Erkenntnissen der betriebswirtschaftlich orientierten Investitionsrechnung basiert. Die Kosten-Nutzen-Analyse hat das Anliegen, Antworten auf folgende Fragestellungen zu liefern:<sup>39</sup>

- Ist es aus ökonomischer Sicht sinnvoll, staatliche Projekte auf Kosten des Entzugs finanzieller Mittel aus dem privaten Sektor durchzuführen?
- Welches Verfahren sollte aus einer Anzahl von Alternativen ausgewählt und umgesetzt werden?

Die Entscheidungsregel lautet dabei:

Es sollten jene Maßnahmen durchgeführt werden, für die der Nettonutzen, d.h. die Differenz von aggregierten Nutzen und Opportunitätskosten positiv ist.

Zur Ermittlung dieses Netto-Nutzens werden für eine gewisse Anzahl von Alternativen die positiven und negativen Projektwirkungen in Form ihrer monetären Nutzen und Kosten für jedes Jahr des Betrachtungszeitraumes erfasst. Mittels Diskontierung werden diese zeitlich homogenisiert, sodass daraus ein eindimensionales Entscheidungsmaß abgeleitet werden kann, aus dem sich die Rangordnung der Alternativen ergibt. Das Resultat ist also eine eindeutige Empfehlung darüber, ob ein öffentliches Projekt durchgeführt werden soll oder nicht.

---

<sup>39</sup> Siehe [Hanusch 1994]

Wie werden nun die monetären Werte der Projektwirkungen erfasst?

In der Praxis werden für jene Güter, für die Marktpreise existieren, diese zur monetären Bewertung eingesetzt. Dies basiert auf der Annahme, dass die Marktpreise auch tatsächlich gesellschaftlichen Grenzkosten entsprechen. Dies ist dann der Fall, wenn die Bedingungen für einen vollkommenen Markt erfüllt sind. Dazu zählt unter anderem, dass vollkommene Konkurrenz herrscht und keine Produktionsprozesse mit steigenden Skalenerträgen auftreten. Da alle Märkte im Gleichgewicht sind, besteht Vollauslastung aller Produktionsfaktoren. Ist in der Praxis eine dieser Bedingungen nicht erfüllt. So sind Schattenpreise zu veranschlagen. So ist z.B. der Einsatz des Faktors Arbeit, wenn das Phänomen Arbeitslosigkeit existiert, als geringer anzusetzen, als der Betrag der Lohnkosten. Da dies jedoch schwerwiegende empirische wie konzeptionelle Probleme aufwirft, wird in der Praxis oft nicht von der Annahme perfekter Märkte abgegangen.

Die traditionelle Kosten-Nutzen-Analyse verzichtet auf die Behandlung von Verteilungseffekten. Es werden daher ausschließlich reale, nicht aber pekuniäre Wirkungen (zum Beispiel fiskalpolitische und sonstige monetäre Transfervorgänge, die lediglich zu Verteilungswirkungen führen) behandelt. Dazu wäre die Kenntnis der sozialen Wohlfahrtsfunktion nötig. Da dies jedoch nicht der Fall ist, wird angenommen, dass die bestehende Einkommens- und Vermögensverteilung bewusst von der Gesellschaft in dieser Form gestaltet wurde und daher optimal ist. Die Kosten-Nutzen-Analyse beruht auf der Annahme, dass die soziale Wohlfahrt aus der Summe der individuellen Nutzen aggregiert werden kann. Gemäß dem Prinzip der Konsumentensouveränität erfolgt die Bewertung auf der Grundlage der Präferenzen der Konsumenten. Das heißt, dass die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse einer Form von Abstimmungsverhalten entspricht, bei der sich der Analytiker der Präferenzen der Konsumenten als „Votum“ bedient, das diese im Zuge ihres Konsumverhaltens äußern.

Jede dieser kurz dargestellten Annahmen wurden vielfach diskutiert und können in Frage gestellt werden<sup>40</sup>, wodurch der Kosten-Nutzen-Analyse das methodische Fundament entzogen wird. In der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse wird daher der Versuch unternommen, einige dieser Annahmen aufzugeben und beispielsweise auch das Problem der Arbeitslosigkeit, sowie Verteilungsfragen zu behandeln, wodurch sich jedoch in der Praxis empirische Probleme ergeben.

Bei Gütern, für die keine Marktpreise existieren, müssen Schattenpreise angesetzt werden. Dies ist insbesondere auch beim Vorliegen externer Umwelteffekte der Fall. Bei den vorliegenden Anwendungen der Kosten-Nutzen-Analyse auf die Biomasse wurden zur Bewertung von Emissionen (sowohl Treibhausgasen als auch gesundheitsschädigende

---

<sup>40</sup> So widerspricht z.B. das Unmöglichkeitstheorem von Arrow der Aggregierbarkeit individueller Nutzen zu einem Gesamtnutzen. (vgl. Worch 1996)

Luftschadstoffe) externe Kosten angesetzt, die aus der Literatur übernommen wurden. Auf diese Vorgangsweise wird hier nicht im Detail eingegangen, Kapitel 4.4.3 ist jedoch der Bewertung von Umwelteffekten und speziell von Treibhausgasemissionen mittels externer Kosten gewidmet.

Ein in vielen Fällen entscheidender Parameter für das Ergebnis ist in der Wahl des Zinssatzes zu sehen. Da die Frage der Diskontierung über die Kosten-Nutzen-Analyse hinaus zu behandeln ist, ist dieser in Kapitel 4.4.2 ein eigener Abschnitt eingeräumt.

Hanley und Spash (1993) führen unter anderem folgende kritische Punkte hinsichtlich der Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse auf den Umweltbereich an:

- Komplexität des Ökosystems und die Problematik, dass bei der Kosten-Nutzen-Analyse Substitutionalität von Natur und Kapital angenommen wird, in vielen Bereichen jedoch Komplementarität vorliegt
- Risiko, Unsicherheit und Unwissenheit hinsichtlich künftiger Umweltschäden, die sich aus heutigem Wirtschaften ergeben
- Probleme hinsichtlich der Bewertung von Umweltschäden
- Abweichung der Werturteile von Personen in Abhängigkeit von ihrer Rolle als Konsument oder aber als Bürger; d.h., dass die Signale, die von Preisen auf den Märkten ausgehen, nicht den tatsächlichen gesellschaftlichen Werten entsprechen und daher als Wertmaßstab für die Kosten-Nutzen-Analyse problematisch sind.

Was aus der Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse auf den Biomasse-Bereich zu ersehen ist, ist die übersichtliche und klare Darstellung von Kosten- und Nutzeffekten, sowie die Identifizierung der für das Ergebnis entscheidenden Faktoren: nämlich die Bewertung von Treibhausgasemissionen und die Frage der Diskontierung – jeweils Bereiche, die stark von ethischen Fragen der intergenerationellen Gerechtigkeit geprägt sind (siehe Kapitel 4.4.2 und 4.4.3).

Aufgrund einiger systematischer Probleme, wie das Vorliegen von Arbeitslosigkeit, die Relevanz von Verteilungseffekten, die Existenz unvollkommener Märkte, ist davon abzuraten, das Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse – insbesondere im Umweltbereich – als einziges Entscheidungskriterium heranzuziehen.

#### 4.4.2 Zur Frage der Diskontierung

Das Problem der Diskontierung und der Wahl eines konkreten Diskontsatzes ist seit Jahrzehnten Gegenstand heftiger Diskussionen. Diese soll hier weder wiedergegeben, noch weitergeführt werden. In der praktischen Anwendung ökonomischer Instrumente besteht jedoch praktisch immer die Notwendigkeit, mittels Diskontierung eine Homogenisierung zeitlicher Kosten-, Nutzen- oder Zahlungsströme vorzunehmen – sei es z.B. zur Ermittlung von betriebswirtschaftlichen Kostenaspekten (Bestimmung des Gegenwartswerts für Investitionskosten und Brennstoff-, sowie Betriebskosten eines Heizsystems) oder im Rahmen der Kosten-Nutzen-Analyse (Verbarwertung aller Kosten- und Nutzen-Ströme). In vielen Fällen trägt die Wahl des Diskontsatzes entscheidend zum Ergebnis bei, bzw. kann dieses zum Kippen bringen. Daher wird an dieser Stelle ein kurzer Überblick über entscheidende Faktoren bei der Wahl eines Diskontsatzes gegeben.

Die Ursache für die Notwendigkeit einer Diskontierung bzw. das Vorliegen eines in der Praxis des Verhaltens von Wirtschaftssubjekten beobachtbaren Zinssatzes ist, dass sowohl Konsumenten als auch Produzenten die Zukunft geringer bewerten als die Gegenwart. Die individuelle Zeitpräferenz von Konsumenten ( $i$ ) ist zum einen abhängig von der reinen Zeitpräferenz ( $\delta$ ). Diese ist geprägt durch kurzsichtige Verhaltensweisen der Individuen. Da dadurch eine Verzerrung der Präferenzen zu Gunsten der Gegenwart zu beobachten ist, kommt es zu Verhaltensweisen in der Gegenwart, die u.U. in der Zukunft bereut werden. Zum anderen entscheidet auch das künftige Wachstum des Konsums über die individuelle Zeitpräferenzrate. Da der Grenznutzen mit steigendem Konsum sinkt, ist eine zusätzliche Konsumeinheit in Zeiten geringen Konsums höher zu bewerten als in Zeiten hohen Konsums. Mit  $\eta(C_t)$  als der Elastizität des Grenznutzens und der Änderungsrate des Konsums ( $\dot{C}_t/C_t$ ) kann die individuelle Zeitpräferenz daher folgendermaßen dargestellt werden:<sup>41</sup>

$$i_t = \delta + \eta(C_t) \frac{\dot{C}_t}{C_t}$$

Auch unter Vernachlässigung der reinen Zeitpräferenz existiert daher eine positive Diskontrate, wenn die Wachstumsrate des Konsums positiv ist, da  $\eta(C_t) > 0$ . Unter Berücksichtigung von Defensivkosten, Umweltbeeinträchtigungen und Verteilungswirkungen, war in der Periode von 1955 bis 1980 in Österreich zwar ein Anstieg des Wohlstandes zu beobachten, seit den 80er Jahren jedoch nicht mehr (vgl. Abbildung 6-21). Aus gesellschaftlicher Sicht ist der zweite Term der obigen Gleichung daher zu

<sup>41</sup> siehe [Hanley, Spash 1993]

vernachlässigen, wenn angenommen wird, dass – ähnlich wie in der Periode von 1980 bis 1990 – auch in Zukunft (potenzielle) Defensivkosten das Wachstum des BIPs in etwa kompensieren und damit der tatsächliche Wohlstand nicht wächst. Es existieren jedoch noch weitere Gründe dafür, dass die gesellschaftliche Zeitpräferenzrate geringer ist als die individuelle.<sup>42</sup>

- Individuen sparen und investieren weniger, als für die gesamte Gesellschaft optimal ist (free-rider-Problematik)
- Individuen haben verschiedene intertemporale Präferenzen, je nachdem, ob sie als „Bürger einer Gesellschaft“ oder als Konsument agieren. In der ersten Rolle wenden sie geringere Diskontraten an, als in der zweiten. Dies zeigt sich insbesondere bei der Bewertung von Umweltgütern.
- Die vom Markt determinierten Zinssätze beruhen nur auf der Zeitpräferenz der gegenwärtigen Generation. Da die Lebensdauer von Individuen begrenzt ist, ist die individuelle Zeitpräferenzrate höher, als jene, die die Präferenzen kommender Generationen mit berücksichtigt. Die Anwendung des Markt-Zinssatzes birgt also die Gefahr in sich, dass Investitionen, die für kommende Generationen entscheidend wären, nicht getätigt werden.

Weiters wird angeführt, dass der beobachtbare Marktzins ( $r$ ) aufgrund von Steuern höher als die individuelle Zeitpräferenzrate ist.

Daraus folgt, dass bei der Anwendung für öffentliche Vorhaben und aus gesellschaftlicher Sicht ein geringerer Zinssatz zur Anwendung zu kommen hat, als der beobachtbare Marktzinssatz (wie z.B. die Rendite risikoloser langfristiger Staatspapiere), und auch als der Diskontsatz, der sich aus der individuellen Zeitpräferenz ergibt.

Dem entgegen steht der Ansatz, dass soziale Opportunitätskosten zu berücksichtigen sind. Da öffentliche Vorhaben Ressourcen von privaten Vorhaben abziehen, kommt es zu einer geringeren privaten Investitionstätigkeit. Dementsprechend wäre die Produktivitätsrate der privaten Industrie als Diskontrate zu wählen.<sup>43</sup>

Insbesondere, wenn im Zusammenhang mit der Bewertung langfristig wirkender umweltpolitischer Maßnahmen die Wahl einer Diskontrate zu treffen ist, drückt sich damit eine ethische Wertung bezüglich künftiger Generationen aus. [Lemons 1983] führt drei mögliche Standpunkte an, die für die Wahl entscheidend sind, bzw., sich in dieser äußern:

1. Es besteht keine moralische Verpflichtung über die unmittelbare Zukunft hinaus.

---

<sup>42</sup> siehe [Hanley, Spash 1993]

<sup>43</sup> siehe [Hanusch 1994]

2. Es besteht eine moralische Verpflichtung gegenüber der Zukunft, diese hat jedoch geringere Bedeutung als die Gegenwart.
3. Rechte und Interessen künftig lebender Personen sind identisch mit jenen derzeit lebender Personen.

[Hanley und Spash 1993] fügen dieser noch eine weitere mögliche ethische Position hinzu:

4. Rechte und Interessen künftig lebender Personen sind höher zu bewerten als jene derzeit lebender Personen.

In Abhängigkeit von dieser Wertung ergeben sich folgende Möglichkeiten bei der Wahl des Zinssatzes:

1. Diskontrate unendlich (keinerlei Berücksichtigung künftiger Auswirkungen)
2. Die intergenerationelle Diskontrate ist größer 0, aber kleiner unendlich.
3. Der intratemporale sollte gleich dem intertemporalen Zinssatz sein, d.h. gleich null.
4. Negativer Zinssatz

Rennings und Hohmeyer treten für die folgende Wahl von Zinssätzen ein, je nachdem welche Effekte zu bewerten sind:<sup>44</sup>

- 0% für Lang-Zeit Effekte, die voraussichtlich mit dem BIP steigen
- 1% als soziale Zeitpräferenzrate, ohne Berücksichtigung der individuellen Zeitpräferenz
- 3% als soziale Zeitpräferenzrate mit Berücksichtigung der individuellen Zeitpräferenz
- höhere, um Markt-Zins-Sätze zu repräsentieren;

Weiters ist Diskontierung auch Ausdruck des systematischen Risikos. Kostenströme höheren Risikos sind demnach geringer zu diskontieren als Kostenströme geringeren Risikos. Entscheidendes Maß ist dabei die Kovarianz zwischen den Kosten bzw. Erträgen eines bestimmten Vorhabens mit den insgesamt zu erwartenden Kosten bzw. Erträgen des vom Investor gehaltenen Portfolios. Awerbuch argumentierte in diesem Zusammenhang für eine geringere Diskontierung der Kosten erneuerbarer Energieträger, deren Kostenentwicklung unabhängig von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung verläuft (z.B. Photovoltaik), als dies bei fossilen Energieträgern der Fall ist.<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> siehe [Großcurth 1998]

<sup>45</sup> vgl. z.B. [Awerbuch 2000]

#### 4.4.3 Externe Kosten

Externe Effekte treten auf, wenn die Erstellung von Produkten in einem Unternehmen oder der Konsum eines Gutes durch einen Haushalt zu Vor- oder Nachteilen bei anderen Unternehmen oder Haushalten führt. Je nachdem, ob diese Effekte bei den Betroffenen einen positiven oder negativen Einfluss haben, spricht man von externen Nutzen oder externen Kosten.<sup>46</sup> Das Vorliegen externer Effekte verhindert die optimale Allokation von Ressourcen durch den Markt. Dadurch kommt es zu gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Effizienzeinbußen.

Für externe Kosten existiert im allgemeinen kein Markt, sodass sie auch nicht einfach mit Hilfe des am Markt beobachtbaren Preises bewertet werden können. Da es zur Beurteilung öffentlicher Vorhaben und aus gesellschaftlicher Sicht von hoher Relevanz ist, diese externen Effekte in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen, wurde eine Reihe an Methoden und Instrumenten zur monetären Bewertung entwickelt. Möglichkeiten dafür sind unter anderem die Präferenzzeruierung durch Befragung, die Anwendung hedonischer Preise oder der Reisekostenmethode. Die Liste der Studien, die sich mit Hilfe dieser und weiterer Methoden mit der quantitativen Ermittlung externer Kosten – insbesondere ökologischer Natur – im Energiebereich befasst, ist umfangreich. Viele methodische Unterschiede, abweichende Wertungen ethischer Natur und Fragen hinsichtlich Substitutionalität vs. Komplementarität von Natur und Kapital kommen beim Vergleich der Ergebnisse dieser Studien zu Tage.

In Tabelle 4-3 sind die externen Kosten von Schadstoffemissionen aus verschiedenen Studien, die sich mit der Bereitstellung von Energiedienstleistungen befassten, gegenübergestellt. Auch wenn zum Teil nicht unbeträchtliche Abweichungen existieren, so befinden sich doch alle Angaben etwa in der selben Größenordnung.

Starke Abweichungen existieren jedoch bei der Bewertung des Ressourcenverzehr fossiler Brennstoffe, da diese Kosten von den meisten Studien negiert wurden.

---

<sup>46</sup> siehe [Hanusch 1994]

**Tabelle 4-3: Externe Kosten von Schadstoffemissionen**

Schadstoff [c/kg]	Hohmeyer		Friedrich	UPI	Schönbäck	Lechner		
	untere Var.	obere Var.				hoch	Basis	nieder
No <sub>x</sub>	90,6	454,3	93,6	458,9	529,1	899,4	529,1	269,6
VOC	72,7	362,7	74,8	365,8	422,2	760,0	422,2	203,5
SO <sub>2</sub>	72,7	363,2	74,8	366,3	295,1	708,1	295,1	178,0
CO	0,5	3,6	0,5	3,6	13,1	26,2	13,1	5,9
Staub	73,3	365,3	75,3	368,8	305,2	610,5	305,2	50,9
Ressourcen- verzehr [c/kWh]:								
Erdöl		6,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erdgas		4,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Steinkohle		0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Quelle: Hohmeyer, Friedrich und UPI zitiert aus [Hufmann, Meiners 1993]; [Schönbäck 1996]; [Lechner 1998]

Die fundamentalsten Schwierigkeiten methodischer, sowie praktischer und vor allem ethischer Natur treten jedoch bei der Bewertung von Treibhausgasen auf.

Erstens sind hier die enormen Unsicherheiten zu nennen, mit denen man bei der Erhebung der Auswirkungen einer Klimaänderung konfrontiert ist. Manche der globalen Auswirkungen einer Temperaturerhöhung, wie beispielsweise das Ansteigen des Meeresspiegels, können offenbar einigermaßen abgeschätzt werden. Insbesondere hinsichtlich regional differenzierter Auswirkungen können jedoch praktisch keine gesicherten Aussagen getroffen werden.

Jedoch selbst wenn man diese Auswirkungen wüsste, wären weitere Annahmen nötig, um diese monetär zu bewerten. Eine Auswirkung, die es typischerweise zu bewerten gilt, sind Ernteauffälle. [Hohmeyer 1996] zeigt an diesem Beispiel, dass für diese Bewertung drei ethisch-normative Setzungen nötig sind:

- Ein Ernteaufschlag von 200 kg Getreide kann einerseits mit dem Ernteaufschlag eines amerikanischen Landwirts bewertet werden, der etwa 80 US\$ beträgt. Andererseits kann ein Ernteaufschlag desselben Ausmaßes in einem afrikanischen Land zum Hungertod eines Menschen führen. In der Entscheidung, aus welcher Sichtweise eine bestimmte Wirkung betrachtet wird, liegt die erste ethisch-normative Entscheidung.
- Bei der monetären Bewertung eines Todesfalls wird oft das Konzept der Zahlungsbereitschaft herangezogen. Geht man davon aus, dass diese proportional zum Pro-Kopf-Einkommen eines Landes ist, beträgt der Schaden für ein Opfer eines

reichen Landes etwa das hundertfache eines Opfers aus einem armen Land beträgt. Eine andere Methode der Bewertung ist das Konzept der Kompensationszahlung: Da die Verursacher des Treibhauseffekts in erster Linie in den reichen Ländern zu sehen sind, ist also der Wert eines Menschenlebens immer derjenige, der als Kompensationszahlung in den reichen Ländern ermittelt wird. In der Frage, ob Menschenleben in armen Ländern gleich bewertet werden wie in reichen Ländern, ist die zweite ethisch-normative Entscheidung gefordert.

- Die meisten der Auswirkungen des Treibhauseffekts treten weit in der Zukunft ein. Die Frage der Diskontierung ist damit besonders entscheidend. Wenn der Ernteausfall in der Höhe von 80US\$ in 100 Jahren eintritt, so beträgt dessen Gegenwartswert bei einer Diskontierung mit 1% 30 US\$, bei einer Diskontierung mit 10% jedoch nur 0,006 US\$. Mit der Wahl des Zinssatzes und damit eines Urteils über die Frage der intergenerationellen Gerechtigkeit ist damit die dritte ethisch-normative Beurteilung gegeben.

In Abhängigkeit dieser Entscheidungen kann alleine die Bewertung eines Ernteausfalls um den Faktor 1:568 Millionen abweichen.

Das heißt, dass die Anwendung des Konzepts der externen Kosten auf die Emission von Treibhausgasen als äußerst problematisch zu beurteilen ist.

Im Gegensatz dazu steht der Ansatz des „Safe-Minimum-Standard“, der nicht von der neoklassischen Annahme vollständiger Substitutionalität, sondern von Komplementarität von künstlichem und natürlichem Kapitalstock ausgeht. Dabei wird versucht, eine Grenze auf Grund naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu bestimmen, unterhalb derer die grob abschätzbaren Folgen des globalen Klimawandels deutlich innerhalb vertretbarer Grenzen bleiben. Die Politik muss dann die entsprechenden Rahmenbedingungen und ökonomischen Anreize schaffen, um diese Grenze nicht zu überschreiten. Die nötigen Informationen und Daten sind somit entscheidend geringer, als zur Bestimmung der externen Kosten benötigt werden.

#### 4.4.4 Input-Output-Analyse

Die Input/Output-Analyse erlaubt es, konjunkturelle Effekte, die aus einer zusätzlichen Einheit an Endnachfrage nach einem bestimmten Gut oder einem Gütervektor entstehen, zu ermitteln. Neben den direkten Effekten, die in unmittelbar betroffenen Wirtschaftsbereichen entstehen, werden auch die indirekten Effekte berechnet, die aufgrund der durch Produktionsverflechtungen bedingten Vorleistungen in Wirtschaftssektoren hervorgerufen werden, die nicht unmittelbar betroffen sind. Direkte und indirekte Effekte werden zusammen

als primäre Effekte bezeichnet. Dazu wird die I/O-Tabelle herangezogen, die die Interdependenzen einer arbeitsteiligen Wirtschaft darstellt. Mit Hilfe dieser Tabelle können für jeden Sektor Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmultiplikatoren errechnet werden. Diese sagen aus, wie viel zusätzliche Wertschöpfung durch eine zusätzliche Nachfrage-Einheit aus der jeweiligen Branche entsteht.

Sekundäre Effekte entstehen dadurch, dass ein Teil der Einkommen für Konsum- und Investitionsausgaben verwendet wird. Diese Effekte können berechnet werden, indem durch Abzug von Steuern, Abschreibungen, Ersparnissen und Importe die zusätzliche Nachfrage nach inländischen Konsumgütern ermittelt wird, und diese mit den entsprechenden Beschäftigungs- und Wertschöpfungsmultiplikatoren aus der I/O-Analyse bewertet werden.

Diese Vorgangsweise beruht auf einer Reihe von Annahmen. Die wichtigsten sind:<sup>47</sup>

- Konstante Skalenerträge bzw. lineare Produktionsfunktion  
Das bedeutet, dass der Zusammenhang zwischen Output und Inputfaktoren streng proportional ist. Für eine Erhöhung des Outputs um einen bestimmten Faktor müssen der Input um denselben Faktor erhöht werden. Es besteht also ein starrer, technologisch bedingter Zusammenhang zwischen Output und Input. Technologischer Fortschritt und Änderung der Produktionsstruktur werden daher nicht berücksichtigt.
- Homogenität bzw. keine Substitutionsmöglichkeiten  
Zwischen den verschiedenen Inputs, die zur Produktion eines bestimmten Guts nötig sind, besteht keine Substitutionsmöglichkeit.
- Die Auswirkungen hinsichtlich Beschäftigung und Einkommenseffekte werden für Volkswirtschaften mit Unterauslastung ermittelt. Trifft diese Annahme nicht zu, so müssen zusätzlich die durch den Auslastungszuwachs nötigen Kapazitätserweiterungen berücksichtigt werden, wodurch sich ein Akzeleratoreffekt ergibt.

Die I/O-Analyse ist somit ein statischer Ansatz. Dies ist vor allem insofern von Bedeutung, da diese Methode auf die I/O-Tabelle angewiesen ist, die z.B. durch die Statistik Austria erstellt wird. Da die Aktualisierung dieser Tabellen meist einige Jahre hinterherhinkt, kann es nicht gelingen, die tatsächlichen derzeitigen Produktionsverflechtungen zu berücksichtigen. Während dies für eine Reihe von Anwendungen von geringer Bedeutung ist, kann dies gerade für die Beurteilung von Effekten die auf technologischen Innovationen beruhen und diese beurteilen sollen, eine größere Rolle spielen. Weiters erweisen sich langfristige Analysen als problematisch, da über diese Zeiträume im allgemeinen mit einer Änderung der

---

<sup>47</sup> siehe Schönböck et al. 1996

Produktionsverflechtungen und technologischen Produktionsstrukturen zu rechnen ist. Mit der Entwicklung von I/O-Modellen mit preisabhängigen Koeffizienten (d.h. der Einführung substitutionaler Produktionsfunktionen), sowie der Endogenisierung der Endnachfrage kann eine Dynamisierung und Erweiterung erreicht werden.

Während mit Hilfe anderer Instrumente – wie der Kosten-Nutzen-Analyse – konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden sollen, verfolgt die I/O-Analyse lediglich das Ziel, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sowie eventuell fiskalische und außenhandelsrelevante Auswirkungen darzustellen.

Eine Gefahr besteht in der Fehlinterpretation des Wertschöpfungseffektes als tatsächliches, echtes Wohlstandsmaß.

#### 4.4.5 Allgemeine Gleichgewichtsmodelle

Allgemeine Gleichgewichtsmodelle stellen eine Erweiterung von I/O-Modellen dar, die es insbesondere erlaubt, auch langfristige Analysen anzustellen. Folgende Adaptionen müssen dazu vorgenommen werden:<sup>48</sup>

- Durch die Einführung substitutionaler Produktionsfunktionen wird der Übergang von I/O-Modellen mit fixen Koeffizienten zu preisabhängigen Koeffizienten vollzogen. Dadurch wird die Annahme invarianter Produktionsprozesse aufgegeben, die für längerfristige Betrachtungsweisen unrealistisch ist.
- Die Endogenisierung der Nachfrage kann erreicht werden, indem diese partiell aus dem Modell unter Berücksichtigung von Knappheitseffekten erklärt wird. Dadurch wird der Übergang von offenen zu geschlossenen I/O-Modellen erreicht. Weiters führen Annahmen über Höhe und Struktur von Investitionen, sowie das Wachstum des Kapitalbestandes zu einer Dynamisierung.
- Um eine vollständige Berücksichtigung von Kreislaufeffekten zwischen Angebots- und Nachfrageseite zu erreichen, wird die Integration der Faktormärkte eingeführt, sodass die Faktorpreise endogen bestimmt werden.

I/O-Modelle können somit als ein Spezialfall von allgemeinen Gleichgewichtsmodellen interpretiert werden.

Die wirtschaftswissenschaftliche Grundlage der allgemeinen Gleichgewichtstheorie ist die neoklassische Theorie. Eine wesentliche Folgerung aus den Grundannahmen der

---

<sup>48</sup> siehe Böhringer 1996

Neoklassik ist das Saysche Theorem. Dieses besagt, dass die volkswirtschaftliche Produktion durch das Faktorangebot bestimmt wird und es auf allen Märkten stets zu einem Ausgleich von Angebot und Nachfrage kommt. Ein solches Gleichgewicht wird spezifiziert durch die Definition der Wirtschaftssubjekte, die Definition von Preisen als einzige Entscheidungsvariable, der Beschreibung von Verhaltensregeln der Wirtschaftssubjekte (Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung) sowie die Festlegung der Gleichgewichtsmechanismen (flexible Preise sorgen für ein Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage). Die Gleichgewichtstheorie verbindet die Untersuchung von derartigen Gleichgewichtszuständen mit dem Optimierungsverhalten der Wirtschaftssubjekte. In einem derartigen Gleichgewicht hat kein Wirtschaftssubjekt einen Grund, sein Verhalten zu ändern, da dieses deren Optimalitätsvorstellungen genügt und Angebot und Nachfrage übereinstimmen.

Formal wird das Modell gelöst, indem jener Satz von Preisen gefunden wird, der die simultane Räumung aller Märkte gewährleistet. Dabei werden gleichzeitig die wesentlichen Modellgrößen (BIP, Beschäftigung etc.) bestimmt.

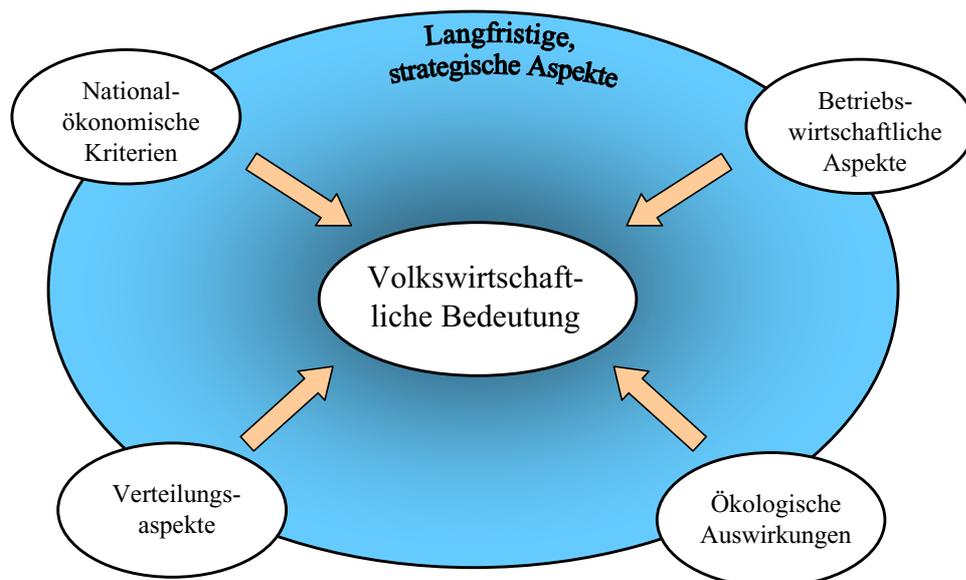
Eine entscheidende Voraussetzung für die richtige Interpretation der Ergebnisse ist daher die Berücksichtigung der neoklassischen Annahmen z.B. hinsichtlich der Vollkommenheit der Märkte.

Die Anwendung ist insbesondere für Fragestellungen geeignet, die sich auf einen genügend langen Zeitraum beziehen, der die Bildung eines Gleichgewichtszustandes erlaubt und die die Auswirkungen gesamtstaatlicher Maßnahmen wie z.B. die Erhöhung von Energiesteuern auf die Parameter BIP, Beschäftigung, fiskalische Effekte, etc. beinhalten.

Ebenso wie bei I/O-Modellen muss darauf hingewiesen werden, dass die Einkommenseffekte nicht als echtes Wohlstandsmaß überinterpretiert werden dürfen.

## 5 Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Biomasse-Nutzung

In den vorangestellten Kapiteln wurde einerseits der Frage nachgegangen, welche Aspekte der volkswirtschaftlichen Bedeutung in bisherigen Studien behandelt wurden, andererseits wurden unterschiedliche Methoden der volkswirtschaftlichen Analyse diskutiert. Darauf aufbauend werden im Folgenden Indikatoren identifiziert und Methoden zu deren Quantifizierung vorgestellt, die es ermöglichen, den Begriff der volkswirtschaftlichen Bedeutung einzugrenzen und greifbar zu machen. Dabei ist von der Frage auszugehen, welche der unzähligen Aspekte der Biomasse-Nutzung zur Beantwortung der Fragestellungen dieser Studie entscheidend sind. Zu Beginn der Arbeit wurden in Abbildung 1-4 die zahlreichen Effekte der Biomasse-Nutzung zu Kategorien zusammengefasst, die als Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung bezeichnet wurden. Zum Zweck der Übersichtlichkeit sei diese Graphik hier nochmals dargestellt.



**Abbildung 5-1: Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung**

Für jede dieser Dimensionen wird nun erläutert, welche Bedeutung dieser zukommt, welche Effekte als entscheidend erachtet, welche Indikatoren abgeleitet werden können und mit welcher Methode diese quantifiziert werden. Es wird in den Beschreibungen der Methoden auf allzu umfangreiche Formeldarstellungen verzichtet. Detailliertere Angaben auch zu Annahmen und Parametern finden sich im Anhang. In diesem Kapitel wird für die einzelnen Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bedeutung die Methode vorgestellt, die es erlaubt anhand einzelner Indikatoren quantitative Aussagen zu tätigen. Dabei werden an dieser

Stelle noch keine Ergebnisse für Biomasse-Systeme ermittelt, sondern es stehen hier vorerst die methodischen Überlegungen im Vordergrund.

Die Berechnung der Indikatoren erfolgt in Kapitel 6. Diese werden dort jeweils als Differenz des Biomasse-Systems und eines fossilen Referenzsystems dargestellt.

### 5.1 Betriebswirtschaftliche Aspekte

Betriebswirtschaftliche Aspekte stellen – gemäß ihrer Bezeichnung – keine volkswirtschaftlichen Effekte im eigentlichen Sinne dar. Vielmehr entstehen aus der Summe betriebswirtschaftlicher Entscheidungen volkswirtschaftliche Effekte. Die Analyse der betriebswirtschaftlichen – beziehungsweise genauer auch hauswirtschaftlichen – Entscheidungsprozesse stellt jedoch eine bedeutende Grundlage für die Gestaltung ökonomischer Anreizsysteme dar. Unter der Annahme, dass den Kosten für das Heizsystem ein gewichtiger Einfluss auf die Entscheidung der Handlungsträger zukommt, muss die Förderung im allgemeinen die Differenz zu den Kosten des fossilen Referenz-Systems ausgleichen<sup>49</sup>.

Als Indikator für betriebswirtschaftliche Kostenaspekte werden daher die Mehr-Kosten des Biomasse-Systems, ( $\Delta C$ ) die dem Nutzer im Vergleich zum fossilen Referenzsystem entstehen, herangezogen – bezogen auf die Energiedienstleistung beheizte Wohnnutzfläche [ $\text{€/m}^2\text{a}$ ]<sup>50</sup>.

Die Gesamtkosten des Systems ergeben sich aus der Differenz der abdiskontierten Investitionskosten des Biomasse-Systems ( $\alpha_1 I^{BM}$ ) und des fossilen Referenzsystems ( $\alpha_2 I^{ref}$ ), der Betriebskosten ( $BK^{BM} - BK^{ref}$ ) sowie der Brennstoffkosten ( $BSK^{BM} - BSK^{ref}$ )<sup>51</sup>. Im Falle einer Subventionsvergabe wird diese optional mit eingerechnet und zusätzlich dargestellt.

#### Gleichung 5-1: Mehrkosten der Biomasse

$$\Delta C = C^{BM} - C^{ref} = \alpha_1 I^{BM} - \alpha_2 I^{ref} + BK^{BM} - BK^{ref} + BSK^{BM} - BSK^{ref}$$

---

<sup>49</sup> Diese kurze Darstellung der „optimalen“ Höhe der Förderungen vernachlässigt freilich einerseits eine gewisse „Willingness to pay“ von Seiten vieler Biomasse-Nutzer, andererseits aber auch den höheren Arbeitsaufwand, Komfort-Einbußen etc. die mit einigen Biomasse-Systemen, v.a. aber mit Stückholz-Kesseln, verbunden sind. Diese Aspekte werden bei der Höhe der tatsächlich angesetzten Subventionen in den Kapiteln 6.1 bis 6.4 berücksichtigt (siehe Anhang VI).

<sup>50</sup> Da als Option auch Maßnahmen zur Wärmedämmung in Kombination mit Biomasse-Anlagen betrachtet werden (vgl.Kap.6), ist es zum Zweck der Vergleichbarkeit der Alternativen nötig, alle Größen auf die Energiedienstleistung „beheizte Wohnnutzfläche“ [ $\text{m}^2$ ], statt auf die Nutzenergie [kWh] zu beziehen.

<sup>51</sup> siehe Anhang II.

Da die Erhebung von Kosten immer mit Unsicherheiten verbunden ist, werden auch die in der Praxis auftretenden Kosten im Hinblick auf ihre Streuung und Bandbreite untersucht. Ebenso erfolgt eine Analyse der Kosten in Abhängigkeit von der Anlagenleistung.

Nicht berücksichtigt werden mögliche Einnahmen aus dem Handel von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten.

## **5.2 Ökologische Auswirkungen**

Analog zu den betriebswirtschaftlichen Aspekten stellen die ökologischen Auswirkungen auch nur indirekt volkswirtschaftliche Effekte dar, indem sie beispielsweise Defensivausgaben verursachen. Eine vollständige Abbildung der ökologischen Beeinträchtigungen in einer ökonomischen Darstellung ist nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Die Dokumentation einiger ausgewählter ökologischer Aspekte in physikalischen Einheiten soll einerseits dazu dienen, die bei Biomasse-Systemen immer wieder im Zentrum der Diskussion stehenden gesundheitsschädigenden Emissionen zu betrachten, und andererseits die Auswirkungen von Biomasse-Systemen auf klimarelevante Emissionen zu dokumentieren, da diese als eines der Hauptargumente für biogene Brennstoffe angeführt werden.

Soweit als möglich müssen die ökologischen Auswirkungen der Verbrennung, des Brennstoff-Transports, der Brennstoff-Bereitstellung sowie der Anlagenproduktion berücksichtigt werden.

- Klimarelevante Emissionen

Bei der Ermittlung der Treibhausgasbilanzen wird in erster Linie [Jungmeier et al. 1999] herangezogen. In der zitierten Studie werden nicht nur die durch die Verbrennung bedingten, sondern auch die durch die Anlagenerrichtung, Brennstoff-Bereitstellung etc. verursachten Emissionen berücksichtigt. Die Werte werden wiederum auf die Energiedienstleistung beheizte Wohnfläche bezogen und daher in [kg/m<sup>2</sup>a] angegeben. Der Frage der zeitlichen Verschiebung von Treibhausgasemissionen, die insbesondere im Fall von Energieplantagen, aber auch bei der Nutzung von Durchforstungsrückständen und derzeit ungenutztem Waldzuwachs auftreten kann, kann hier nicht behandelt werden und findet daher keine Berücksichtigung.

- Luftschadstoffe (gesundheitsschädigend)

Die Änderung der gesundheitsschädigenden Emissionen wird aufgrund von Emissionsfaktoren der Verbrennung (bzw. auch der Anlagenherstellung und Brennstoff-Bereitstellung) verschiedener Technologien und Brennstoffe bewertet und in physischen Einheiten [kg/m<sup>2</sup>a] dokumentiert. Als Quelle wurden die Daten von

GEMIS 4.0<sup>52</sup>, sowie Messungen von Prüfständen<sup>53</sup> wie auch aus der Praxis<sup>54</sup> herangezogen. Betrachtet werden die Schadstoffe SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, VOC und Staub. Zur übersichtlicheren Darstellung wird optional auch eine gewichtete Zusammenfassung der Luftschadstoffe auf einen Wert vorgenommen, wobei die in Anhang III dokumentierten externen Kosten als Grundlage dienen.

Da die Analyse auf die Zukunft und daher ausschließlich auf Neuanlagen ausgerichtet ist, werden die deutlich höheren Emissionen von veralteten Kesseln und Einzelöfen nicht betrachtet.

- Nicht nachhaltiger Ressourcenverzehr

Der nicht nachhaltige Verzehr von Ressourcen (in PJ) wird getrennt für erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger angegeben. Während der Verbrauch fossiler Energieträger in jedem Fall als nicht nachhaltiger Ressourcenverzehr zu bewerten ist, ist dies bei biogenen Energieträgern nur dann der Fall, wenn keine nachhaltige Nutzung gewährleistet ist. Weiters wird der für die Bereitstellung der Biomasse benötigte Aufwand an fossiler Energie berücksichtigt.

- Sonstige ökologische Aspekte

Im Zuge der Biomasse-Nutzung, sowie der Nutzung fossiler Energieträger sind eine Fülle weiterer ökologischer Effekte zu beachten.

- Landschaftsbild
- Aneignung von Netto-Primär-Produktion (NPP)<sup>55</sup>: Dieser Indikator, der die Menge an Biomasse-Produktion misst, die vom Menschen aus dem Ökosystem entwendet wird, kann als Maß für den Eingriff in das Ökosystem und die dadurch verursachte Verringerung der Biodiversität herangezogen werden.
- Eutrophierung von Wasser und Boden
- waldökologische Aspekte der Durchforstung bzw. bei stark mechanisierter Ernte, ...
- Verringerung der Überalterung von Wäldern (insbesondere auch von Schutzwäldern)
- Bodenverdichtung
- Ökologische Aspekte der Förderung und des Transports fossiler Energieträger
- Usw.

---

<sup>52</sup> vgl. Pölz 2001

<sup>53</sup> vgl. Jungmeier et al. 1999

<sup>54</sup> vgl. Matt et al. 1998

<sup>55</sup> vgl. Haberl et al. 2001

Da die Bewertung dieser sonstigen ökologischen Aspekte zum Teil kaum möglich und zum Teil für den Umfang dieser Studie zu detaillierte Analysen erfordern würden, beschränkt sich die Analyse der ökologischen Auswirkungen auf die Bereiche klimarelevante Emissionen, gesundheitsschädigende Luftschadstoffe und nicht nachhaltiger Ressourcenverzehr.

### 5.3 Nationalökonomische Kriterien

Unter den nationalökonomischen Kriterien werden hier die wichtigsten „üblichen“ gesamtwirtschaftlichen Indikatoren behandelt. Konkret werden die Auswirkungen von Biomasse-Systemen auf folgende volkswirtschaftlichen Größen ermittelt:

- Handelsbilanz
- Beschäftigung
- Einkommen
- Staatshaushalt

Weiters wird der Versuch unternommen, mit dem „Index of sustainable economic welfare“ (ISEW) nach [Cobb, 1994] die Auswirkungen der Biomasse-Nutzung auf den Wohlstand – gemessen mit einem alternativen Wohlstandsmaß, zu analysieren.

#### 5.3.1 Handelsbilanz

Abseits eines hochaggregierten ökonomischen Außenhandel-Modells wird die Änderung der Importe für verschiedene Biomasse-Systeme und Szenarien ermittelt. Zu diesem Zweck wird in der Analyse der regionalen Verteilungseffekte (siehe Kapitel 5.4.1) als zusätzliche Region das Ausland definiert. Im weiteren wird die dort erläuterte Methode angewendet. Das heißt, dass die durch das Biomasse-System generierten Einkommensänderungen in den einzelnen Sektoren  $i$  mit den jeweiligen Importfaktoren ( $y_i^{ausl}$ ) multipliziert werden. Deren Quantifizierung ist in Anhang IV erläutert. Die Behandlung der Auswirkungen auf die Handelsbilanz kann daher kurz wie in Gleichung 5-2 dargestellt werden.

#### Gleichung 5-2: Auswirkungen auf die Handelsbilanz

$$\Delta(IM - EX) = \Delta Y^{ausl}$$

Beim Einsatz von Sägenebenprodukten wird angenommen, dass dann, wenn die sehr geringen frei verfügbaren Potenziale ausgeschöpft sind, die Papier- und Plattenindustrie gezwungen ist, zu einem gewissen Anteil Schleifholz zu importieren<sup>56</sup>. Der Einsatz dieser

---

<sup>56</sup> Dieser Anteil wurde mit 25% angenommen.

teureren Rohstoffe verursacht zum einen Einkommensverluste und zum anderen eine Belastung der Handelsbilanz.

Die Erhöhung von Exportchancen durch den Aufbau von Know-how im Anlagenbau und anderen Sektoren wird nicht quantifiziert.

### 5.3.2 Beschäftigung

Aus den Überlegungen im Zuge der regionalen Verteilung von Beschäftigungseffekten (siehe Kapitel 5.4.1) ergibt sich, dass der gesamtstaatliche Beschäftigungseffekt als die Summe der regionalen Effekte angegeben werden kann, da dort eine Verteilung der Effekte auf die einzelnen Regionen vorgenommen wurde.

#### **Gleichung 5-3: Auswirkungen auf die Beschäftigung**

$$\Delta B = \sum_{j=1}^m \Delta B_{reg}^j$$

### 5.3.3 Einkommen

Analog zu den gesamten Beschäftigungseffekten ergibt sich aus den Überlegungen in Kapitel 5.4.1 zu den regionalen Verteilungswirkungen, dass die inländischen Einkommenseffekte als Summe der regionalen Einkommen dargestellt werden können, da dort lediglich die entsprechende Verteilung der gesamten Einkommenseffekte auf die einzelnen Regionen unternommen wurde. Zur Ermittlung der Änderung von regionalen Einkommen sei auf Kapitel 5.4.1 verwiesen.

#### **Gleichung 5-4: Auswirkungen auf den gesamtwirtschaftlichen Einkommenseffekt**

$$\Delta Y = \sum_{j=1}^m \Delta Y_{reg}^j$$

### 5.3.4 Staatshaushalt

Annahmegemäß kommt es durch Biomasse-Systeme nicht zu einer Ausweitung der Staatsverschuldung, sondern bei Steuerentfällen und Subventionsvergabe werden die Staatsausgaben um diesen Betrag reduziert, sodass es zu keiner Netto-Belastung des Staatshaushaltes kommt. Das heißt, dass dann, wenn Biomasse-Systeme z.B.

Steuerentfälle bewirken, diese durch eine anderweitige Reduktion von Staatsausgaben kompensiert werden müssen. Es wird damit die Möglichkeit, Maßnahmen zur Biomasse-Forcierung über erhöhte Staatsverschuldung zu finanzieren, ausgeschlossen. Mit dem Begriff „Änderungen im Staatshaushalt“ ( $\Delta G$ ) sind daher die nötigen kompensatorischen Maßnahmen gemeint: Ist  $\Delta G$  positiv, so können zusätzliche Staatsausgaben getätigt werden, da das Biomasse-System eine Entlastung des Staatshaushaltes bewirken würde. Ist  $\Delta G$  negativ, so müssen die Staatsausgaben in diesem Umfang reduziert werden, da ansonsten eine erhöhte Staatsverschuldung nötig wäre, was annahmegemäß ausgeschlossen wurde.

Die Änderungen des Staatshaushaltes setzen sich aus den Änderungen des Steueraufkommens ( $\Delta T$ ) und den Änderungen der vergebenen Subventionen und sonstigen staatlichen Leistungen ( $\Delta S$ ) zusammen.

#### **Gleichung 5-5: Ausgeglichenheit der Änderungen im Staatshaushalt**

$$\Delta G = \Delta T - \Delta S$$

An Subventionen und staatlichen Leistungen werden dabei einerseits die für Biomasse-Systeme vergebenen Förderungen ( $S^{BM}$ ) und andererseits die Änderung der Aufwendungen für Arbeitslosenunterstützung ( $\Delta S^{Alos}$ ) betrachtet. Letztere werden mittels der durchschnittlichen Ausgaben pro Arbeitslosem ( $s^{Alos}$ ) und der Änderung der Beschäftigung ( $\Delta B$ ) ermittelt, wobei der Faktor  $a^{Alos}$  angibt, welcher Anteil dieser Arbeitskräfte ohne das Biomasse-System tatsächlich arbeitslos wären. Dadurch soll zum Ausdruck gebracht werden, dass es sich bei einem gewissen Anteil der Arbeitsplätze um den Erhalt von Arbeitsplätzen bzw. Zusatzeinkommen für Landwirte oder andere Bevölkerungsgruppen handelt, die ohne die Einkünfte aus der Biomassebereitstellung nicht arbeitslos wären.

#### **Gleichung 5-6: Änderungen von Subventionen und sonstigen staatlichen Leistungen**

$$\Delta S = S^{BM} + \Delta S^{Alos} = S^{BM} - s^{Alos} a^{Alos} \Delta B$$

Zur Ermittlung der Änderung des Steueraufkommens ( $\Delta T$ ) werden Änderungen von Energiesteuer ( $\Delta T_{Energ}$ ), Mehrwertsteuer ( $\Delta T_M$ ), sowie Einkommenssteuer ( $\Delta T_E$ ) betrachtet.

**Gleichung 5-7: Änderungen des Steueraufkommens**

$$\begin{aligned}\Delta T &= \Delta T_{\text{Energ}} + \Delta T_M + \Delta T_E = \\ &= t_{\text{Energ}} \Delta Q_{\text{fos}} + \frac{t_M}{1+t_M} (\Delta Y - \Delta G) + \left( \sum_k \Delta Y_{\text{soz}}^k t_E^k \right)\end{aligned}$$

**5.3.5 Index of sustainable economic welfare (ISEW)**

Der traditionellerweise verwendete und allgemein in volkswirtschaftlichen Analysen gebräuchliche Wohlstands-Indikator ist das BIP oder das BSP. Defensiv-Ausgaben (und potenzielle Defensiv-Ausgaben)<sup>57</sup>, sowie die Abschreibungen natürlichen Kapitals, der ökonomische Wert von Nicht-Markt-Transaktionen, etc. werden dabei vernachlässigt [vgl. z.B. Daly 1999]. Konzepte eines „ökologischen BIP“ haben zum Ziel, diese Aspekte mit einzubeziehen. In den vergangenen Jahren wurden im Gegensatz zum Versuch eines „ökologischen BIP“ sogenannte „Satellitensysteme“ favorisiert, da in der Zusammenfassung verschiedenster Aspekte zu einer Größe eine Fülle von Bewertungsproblemen liegt. Dennoch wird an dieser Stelle der Versuch unternommen, die Auswirkungen einer forcierten Biomasse-Strategie auf den ISEW (Index of sustainable economic welfare)<sup>58</sup> zu untersuchen, ohne jedoch den Anspruch zu erheben, diese Größe zum alleinigen Entscheidungsparameter zu erheben. Vielmehr zeigen die Ergebnisse, dass die Interpretation aufgrund der vielfältigen Bewertungen im Zuge der Berechnung schwierig ist. Die Idee liegt in der Erfassung der oben erwähnten Aspekte, wie z.B. Defensivausgaben in verschiedenen Szenarien der Biomasse-Nutzung im Sinne eines „Index of sustainable economic welfare“ und in der Abschätzung deren Größenordnung. Konkret werden folgende Punkte in die Defensiv-Ausgaben und die Abschreibung natürlichen Kapitals aufgenommen:

Treibhausgase:

Da man bei der monetären Bewertung des Treibhauseffektes auf große Schwierigkeiten stößt, [vgl. z.B. Hohmeyer 1996] werden die Treibhausgase nur optional in dieses Konzept aufgenommen.<sup>59</sup> Um die Auswirkung verschiedener Annahmen hinsichtlich der Höhe

<sup>57</sup> Defensivkosten sind Kosten, die zur Abwehr bzw. Reparatur von negativen Auswirkungen – z.B. der Umweltbeeinträchtigung durch Industrialisierung – getätigt werden. Als potenzielle Defensivkosten werden jene Kosten bezeichnet, die getätigt werden müssten, um negative Auswirkungen abzuwehren bzw. bestehende Schäden zu reparieren. Die traditionelle Definition des BIP differenziert nicht zwischen Defensiv-Ausgaben und anderen – tatsächlich wohlstandserhöhenden – Ausgaben.

<sup>58</sup> Das Konzept des ISEW wurde in [Cobb 1994] entwickelt. Hochreither et al. führten eine Berechnung des ISEW für Österreich ab 1955 durch. Darin zeigte sich, dass im Gegensatz zum BIP dieser ab 1980 etwa auf konstantem Niveau blieb. Das heißt, dass ab diesem Zeitpunkt die Abschreibungen natürlichen Kapitals, Defensivkosten, etc. die zusätzlichen Einkommenseffekte kompensierten. Im Gegensatz dazu vermittelt jedoch der Verlauf des BIPs eine stetige Zunahme des Wohlstandes.

<sup>59</sup> Vgl. Kapitel 4.4.3 und 5.2.

externer Kosten zu zeigen, werden die Treibhausgasemissionen in verschiedener Höhe bewertet und die Auswirkungen auf den ISEW diskutiert.

Gesundheitsschädigende Emissionen:

Die monetäre Bewertung von gesundheitsschädigenden Emissionen (SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub) erfolgt mittels des Ansatzes der potenziellen Defensivkosten. Darunter werden diejenigen Defensivausgaben verstanden, die getätigt werden müssten, wenn die Auswirkungen der Emissionen kompensiert werden sollen, unabhängig davon, ob diese Ausgaben tatsächlich getätigt werden. Die Bewertung dieser potenziellen Defensivkosten erfolgt mittels externer Kosten.<sup>60</sup>

Nicht nachhaltiger Ressourcenverzehr:

Durch den Verbrauch nicht regenerativer Energieträger wird nicht notwendigerweise Einkommen lukriert, wie dies in der traditionellen VGR angenommen wird, sondern dem verbuchten Einkommen muss der Abbau natürlichen Kapitals gegenübergestellt werden. Daher muss der Verbrauch natürlicher Ressourcen wie eine Kapitalabschreibung in die Berechnung des ISEW (Index of sustainable economic welfare) eingehen.

Die Bewertung des Verzehrs fossiler Energieträger erfolgt mittels des Konzepts der User Costs (U). Über die Einnahmen (R) aus dem Abbau nicht erneuerbarer Energieträger werden dabei mittels der Annahme über die voraussichtliche Nutzungsdauer (n) und dem Zinssatz (r) die User-Costs, die aus dem Verzehr der Ressource entstehen, ermittelt.

**Gleichung 5-8: User-costs des Verzehrs nicht nachhaltiger Ressourcen**

$$U = \frac{R}{(1+r)^{n+1}} \quad \text{wobei} \quad \Delta U = U^{BM} - U^{ref}$$

Bei der Bewertung wird unterschieden, ob lediglich der Ressourcenverzehr auf österreichischem Staatsgebiet (da auch bei der sonstigen Analyse die österreichische Staatsgrenze als Systemgrenze herangezogen wird) oder weltweit betrachtet wird.

Wird Biomasse über das nachhaltig nutzbare Potenzial hinaus genutzt, so müssen ebenfalls die User-Costs für diesen nicht nachhaltigen Ressourcen-Verzehr berücksichtigt werden. Da dies bei den betrachteten Biomasse-Szenarien jedoch nicht der Fall ist<sup>61</sup>, wird dies nicht durchgeführt.

---

<sup>60</sup> s. Anhang III

<sup>61</sup> vgl. Kapitel 7

Regionale Verteilung:

Eine bestimmte regionale Umverteilung kann gesellschaftlich erwünscht oder unerwünscht sein. Dies drückt sich beispielsweise in regionalen Förderungsprogrammen aus. Über eine politische Gewichtung der in verschiedenen Regionen auftretenden Einkommen (höhere Gewichtung in strukturschwachen Regionen wie z.B. Ziel 1 oder Ziel 5b – Gebiete) erhält der Wohlstandsindikator eine regionalökonomische Komponente, um die gesellschaftliche Wertung der regionalen Verteilung von Einkommen zu berücksichtigen. Zur Ermittlung der regionalen Einkommensverteilung siehe Kapitel 5.4.1.

**Gleichung 5-9: Gewichtung regionaler Einkommensunterschiede<sup>62</sup>**

$$\Delta Y^{reg} = \sum_{j=1}^m \Delta Y^j v_{reg}^j \quad \text{mit} \quad \sum_{j=1}^m v_{reg}^j = 1$$

Soziale Verteilung:

Analog zur regionalen Verteilung, wird auch eine soziale Gewichtung der Einkommen vorgenommen. Dies ist beispielsweise anhand der vorhandenen Steuerprogression möglich. Die Gewichtung nach sozialen Einkommensunterschieden impliziert den unter Kapitel 5.4 erläuterten Aspekt des sinkenden Grenznutzens von Einkommen und andererseits die ethische Wertung, dass das Ziel der wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes nicht nur die Erhöhung des Wohlstandes insgesamt ist, sondern auch eine „gerechte“ Verteilung der Einkommen einschließen muss. Zur Ermittlung der sozialen Einkommensverteilung siehe Kapitel 5.4.2.

**Gleichung 5-10: Gewichtung sozialer Einkommensunterschiede<sup>63</sup>**

$$\Delta Y^{soz} = \sum_{k=1}^p \Delta Y^k v_{soz}^k \quad \text{mit} \quad \sum_{k=1}^p v_{soz}^k = 1.$$

Insgesamt ergibt sich die Änderung des ISEW damit zu:

---

<sup>62</sup> Zu den Gewichtungsfaktoren siehe Anhang VII.

<sup>63</sup> Zu den Gewichtungsfaktoren siehe Anhang VII.

**Gleichung 5-11: Die Änderung des ISEW**

$$\Delta ISEW = \sum_i c_i \cdot (E_i^{BM} - E_i^{ref}) + \Delta U + 0,5 \cdot \sum_j \Delta Y_{reg}^j \nu_{reg}^j + 0,5 \cdot \sum_k \Delta Y_{soz}^k \nu_{soz}^k$$

- $\Delta E_i^{BM}$  Änderung der Emissionen des Schadstoffs i durch das Biomasse-System
- $\Delta E_i^{ref}$  Änderung der Emissionen des Schadstoffs i durch das fossile Referenz-System
- $c_i$  externe Kosten des Schadstoffs i
- $\Delta U$  Änderung der User-costs aus dem Verzehr nicht erneuerbarer Energieträger
- $\Delta Y_{reg}^j$  Einkommensänderung in der Region j
- $\Delta Y_{soz}^k$  Einkommensänderung der Einkommensklasse k
- $\nu_{reg}^j$  Gewichtungsfaktor für die Region j
- $\nu_{soz}^k$  Gewichtungsfaktor für die Einkommensklasse k

Die Gewichtung der regionalen und der sozialen Einkommen-Verteilungseffekte jeweils mit 0,5 bedeutet, dass der regionalen Verteilung ebenso viel Bedeutung beigemessen wird wie der sozialen.

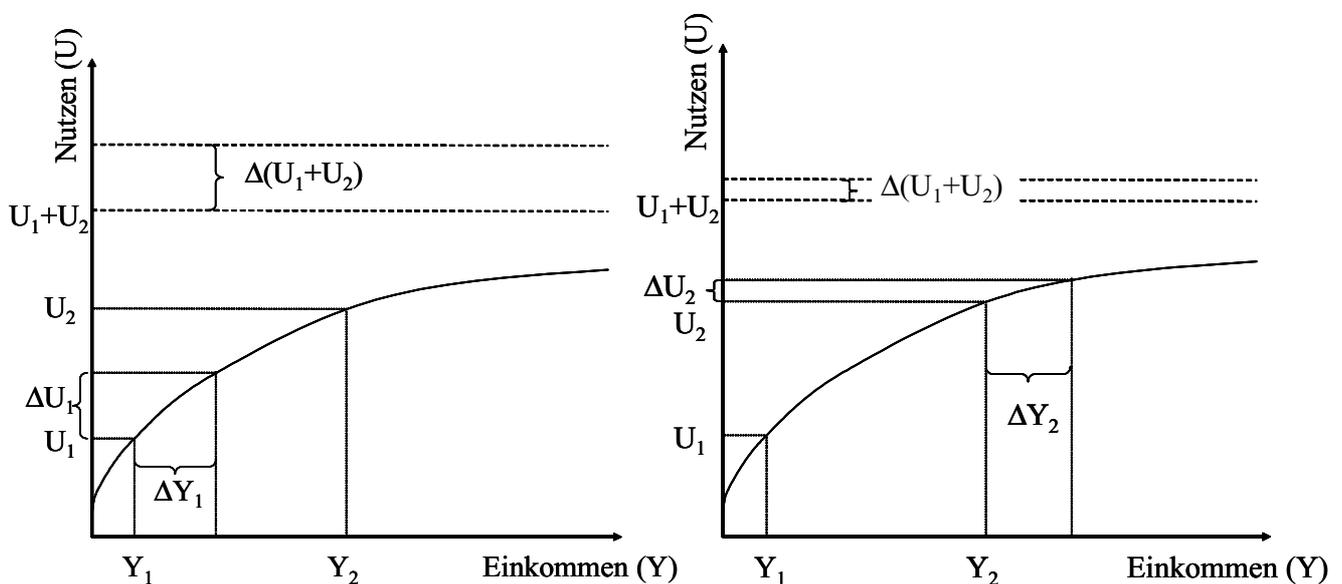
Mit diesen beschriebenen Effekten sind zwar nicht alle Komponenten des ISEW vollständig berücksichtigt, es ist aber damit möglich, die Größenordnungen der Änderungen des ISEW, die von Biomasse-Systemen ausgehen abzuschätzen. Weiters ist durch den Vergleich von  $\Delta Y$  und  $\Delta ISEW$  möglich zu beurteilen, ob das betreffende Biomasse-System tatsächlich zu erhöhtem Wohlstand führt, oder ob erhöhte, den Einkommenseffekt kompensierende Defensivkosten auftreten.

**5.4 Verteilungseffekte**

Die Motivation zur Analyse von Verteilungseffekten besteht darin, dass insbesondere in reichen Volkswirtschaften die Verteilung von Einkommen und Beschäftigung von höherem Interesse ist als gesamtstaatliche Effekte, da erstere über eine entscheidende zusätzliche Information verfügen – nämlich welche Wirtschaftssubjekte von Einkommen und Arbeitplatzeffekten profitieren. So ist beispielsweise die Existenz der Steuerprogression im allgemeinen ein Zeichen für den politischen Willen der Umverteilung von höheren zu geringeren Einkommen. Ebenso zeigt sich in Förderprogrammen für strukturschwache Regionen, dass gesellschaftliche Bestrebungen bestehen, regionale ökonomische Gefälle und Unterschiede auszugleichen. Daraus ist zu erkennen, dass der Verteilung auf Regionen

sowie soziale Gruppen eine gesellschaftliche Bedeutung zukommt, die unter Umständen über jene des gesamtstaatlichen Effektes hinausgehen kann.

Das ökonomische Argument für die Präferenz einer geringen Einkommenskonzentration ist der sinkende Grenznutzen des Einkommens, wie in Abbildung 5-2 dargestellt, der im allgemeinen für einzelne Wirtschaftssubjekte angenommen werden kann. Unter bestimmten Annahmen<sup>64</sup> kann der Nutzen einzelner Individuen zum Gesamtnutzen aufsummiert werden. Dann ergibt sich aus der Einkommenserhöhung ( $\Delta Y_1$ ) eines einkommensschwachen Individuums (oder einer einkommensschwachen Region) ein größerer Gesamtnutzen als aus einer Einkommensänderung derselben Höhe eines einkommensstarken ( $\Delta Y_2$ ) Wirtschaftssubjektes.



**Abbildung 5-2: Der sinkende Grenznutzen von Einkommenseffekten**

Da in der Diskussion um den volkswirtschaftlichen Nutzen der Biomasse-Nutzung oft argumentiert wird, Biomasse unterstütze die Stärkung ländlicher, speziell strukturschwacher Regionen und bewirke zusätzlich die ökonomische Stärkung sozial schwächerer Bevölkerungsgruppen, stellen sowohl die *regionalen* als auch *sozialen* Verteilungswirkungen mögliche wichtige Indikatoren dar.

<sup>64</sup> Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.4.1

#### 5.4.1 Regionale Verteilungsaspekte

Im Folgenden wird ein Konzept vorgestellt, das es erlaubt, die Einkommens- und Arbeitsplatzeffekte hinsichtlich ihres Auftretens in verschiedenen Regionen zu beschreiben. Eine geographisch exakte abgegrenzte Bewertung dieses Aspektes würde eine regional disaggregierte I/O-Tabelle erfordern, die jedoch nicht existiert. Es wird daher ein keynesianischer Multiplikator-Ansatz in Anlehnung an Bentzen/Smith (1997) gewählt, der diese Datenerfordernisse durch Regional-Faktoren ersetzt (vgl. Gleichung 5-12). Diese Regionalfaktoren ( $y^j$ ) beschreiben, zu welchem Anteil die Mehrausgaben, die die Betreiber aufgrund des Biomasse-Systems tätigen, in der Region (j) verbleiben.

Sind die Ausgaben für das Biomasse-System ( $C^{BM}$ ) höher als jene für ein bestimmtes fossiles Referenzsystem ( $C^{ref}$ )<sup>65</sup>, so kommt es zu einer Reduktion des privaten Konsums von Seiten der Betreiber der Anlagen. Dieser Effekt findet Berücksichtigung, indem die Änderung des privaten Konsums mit einem Faktor ( $y_{pr}^j$ ) gewichtet wird, der beschreibt, welcher Anteil des privaten Konsums aus der betreffenden Region j gedeckt wird, und welcher Anteil aus anderen Regionen „importiert“ wird. Die Vergabe von Subventionen in der Region ( $S^{BM,j}$ ) bewirkt wiederum um diesen Betrag höhere Privatausgaben. Aufgrund des Biomasse-Systems kann es in ländlichen Regionen zu einem erhöhten Zusammenhalt in den betroffenen Gemeinden, einer Belebung der dörflichen Strukturen und in Folge zu einer Verringerung der Abwanderung kommen.<sup>66</sup> Dies hat eine Erhöhung des regionalen Anteils des privaten Konsums zur Folge ( $\Delta y_{pr}^j$ )<sup>67</sup>.

Der Einsatz des Biomasse-Systems führt zu einer Änderung der Staatsausgaben ( $\Delta G$ ). Dies ist eine Folge von Änderungen im Steueraufkommen ( $\Delta T$ ) sowie der Subventionen ( $\Delta S$ ) (vgl. Gleichung 5-13 und Kapitel 5.3.4). Dies impliziert die Annahme, dass es aufgrund des Biomasse-Systems zu keiner Änderung der Staatsverschuldung kommt, das heißt, dass die gesamten Staatsausgaben reduziert/erhöht werden, wenn dem Staat positive/negative Netto-Kosten im Zuge einer Biomasse-Forcierung entstehen. Diese werden wiederum gewichtet mit dem entsprechenden Faktor ( $y_G^j$ ), der angibt, zu welchem Anteil eine Änderung der Staatsausgaben eine Region des Typs j betrifft. Abzüglich der

---

<sup>65</sup> Die Preise für Energieträger werden in verschiedenen Szenarien variiert (vgl. Anhang II). Es existiert in dem Modell jedoch keine direkte dynamische Rückkopplung zwischen Preis und Nachfrage sowie Angebot.

<sup>66</sup> vgl. beispielsweise Rohracher et al. 1997 und Winkler-Rieder et al. 1996

<sup>67</sup> Dabei verringert sich der „Import“ aus anderen Regionen und damit deren regionales Einkommen, sodass der gesamtstaatliche inländische Effekt dieser Einkommensverschiebungen gleich Null ist.

Einkommenssteuern wird dieser Betrag mit einem für jede Region charakteristischen Einkommensmultiplikator ( $M^j$ ) multipliziert, der die Ankurbelung der regionalen Einkommenskreisläufe abbildet. Die Summe der erläuterten Effekte ergibt die Einkommensänderung für die jeweilige Region j ( $\Delta Y_{reg}^j$ ).

**Gleichung 5-12: Regionale Einkommenseffekte**

$$\Delta Y_{reg}^j = \left\{ \left[ (C^{BM} - C^{ref}) \cdot (y^j - y_{pr}^j) + y_{pr}^j S^{BM,j} + \Delta y_{pr}^j C_{pr}^{BM,j} \right] \frac{1}{1+t_M} + y_G^j \Delta G \right\} (1-t_E) M^j$$

**Gleichung 5-13: Änderung der Staatsausgaben**

$$\Delta G = \Delta T - \Delta S$$

- $\Delta Y_{reg}^j$  Einkommensänderung der Region j
- $C^{BM}$  Gesamtkosten des Biomasse-Heizsystems pro Jahr
- $C^{ref}$  Gesamtkosten des (fossilen) Referenz-Heizsystems pro Jahr
- $y^j$  Anteil der regionalen Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j
- $y_{pr}^j$  Anteil der Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j aus privatem Konsum
- $y_G^j$  Anteil der Staatsausgaben, die in die Region j fließen
- $\Delta y_{pr}^j$  Änderung des Anteil der regionalen Wertschöpfung und Vorleistungen aus der Region j aus privatem Konsum
- $S^{BM,j}$  Subventionen für das Biomasse-Heizsystem pro Jahr, die in der Region j vergeben werden
- $C_{pr}^{BM,j}$  jährliche Privatausgaben der von der Biomasse-Anlage direkt betroffenen Personen
- $M^j$  Einkommens-Multiplikator der Region j
- $\Delta G$  Änderung der Staatsausgaben
- $\Delta T$  Änderung des Steueraufkommens
- $\Delta S$  Änderung der Ausgaben für Subventionen und sonstigen staatlichen Leistungen (Arbeitslosenunterstützung)

Diese Effekte werden aufgeschlüsselt nach den wichtigsten betroffenen Wirtschaftssektoren ermittelt<sup>68</sup>. Eine detailliertere Darstellung der formalen Zusammenhänge wie auch der Parameter findet sich in Anhang IV.

---

Mit diesem Effekt geht gleichzeitig eine Erhöhung des regionalen Multiplikators  $M^j$  einher. Dieser Effekt wird jedoch bei der Berechnung nicht mit einbezogen.

<sup>68</sup> Diese sektorale Aufspaltung ist in Gleichung 5-14 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

Unterschieden werden folgende Typen von Regionen:

- strukturschwache ländliche Region: mit Land- und Forstwirtschaft; nur geringer Gewerbe- und Industrieanteil
- ländliche Region: mit Land- und Forstwirtschaft, einige Gewerbe-, wenige Industriebetriebe; Sägeindustrie
- Kleinstadt: im Umfeld Land- und Forstwirtschaft; Gewerbe und Industrie in der Nähe
- Großstadt

Die genaue Charakterisierung und eigentliche Definition der Regional-Typen erfolgt mittels Faktoren  $r_i^j$ , die aussagen, welcher Anteil des Verbrauchs an Gütern des Wirtschaftssektors  $i$  aus der Region  $j$  gedeckt werden kann (siehe Anhang IV).

Dabei muss betont werden, dass es sich um *Typen* von Regionen handelt und nicht um konkrete Gemeinden. Um dieses Modell und die nachfolgenden Ergebnisse *grob* auf eine konkrete Gemeinde anzuwenden, genügt die Zuordnung der betreffenden Gemeinde auf eine der vier oben skizzierten Typen. Um eine *detaillierte* Zuordnung der betreffenden Gemeinde durchführen zu können, ist eine Analyse der existierenden Gewerbe- und Industriestruktur, sowie des Konsum-Verhaltens der Bevölkerung gemäß den in Anhang IV dargestellten „Regionalfaktoren“ erforderlich.

Die regionale Verteilung der Beschäftigungseffekte wird mittels der selben Faktoren ( $y_i^j$ ) wie im Fall der Einkommen auf die einzelnen Regional-Typen  $j$  vorgenommen, wobei wiederum eine Aufspaltung in die bedeutendsten Wirtschaftssektoren  $i$  erfolgt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die Verteilung der Einkommen in den einzelnen Sektoren auf die Regionen identisch mit der Verteilung der Arbeitsplatzeffekte ist.

Zur Ermittlung der Beschäftigungseffekte auf nationaler Ebene erscheint die Anwendung allgemeiner Gleichgewichtsmodelle, wie beispielsweise im ABM (Austrian Biomass-Modell - WIFO-Studie) eine geeignete Methode zu sein. Andererseits zeigt ein Vergleich verschiedener Studien jedoch, dass sowohl die WIFO-Studie als auch andere ökonomische Modelle, sowie ingenieurtechnische bottom-up-Ansätze für die meisten Technologien zu ähnlichen Ergebnissen gelangen. [vgl. Haas et al. 2000 und Haas, Kranzl 2000].

Daher werden die Beschäftigungseffekte mittels Kennzahlen<sup>69</sup>, zur Beschäftigungsintensität verschiedener Sektoren  $i$  ( $b_i$ ) in der Einheit Arbeitsplätze je Mio. € Umsatz ermittelt.

In der Forstwirtschaft ist es aufgrund der Datenlage nur schwer möglich, eine geeignete Maßzahl abzuleiten. Daher wurde diese Maßzahl ( $b_{FW}$ ) in der Einheit Arbeitsplätze je kWh Brennstoffenergie gewählt und anhand von Literaturangaben ermittelt (siehe Anhang IV). Zusätzlich Berücksichtigung findet die Änderung des privaten Konsums

---

<sup>69</sup> Details zur Ermittlung dieser Kennzahlen in Anhang IV.

$(b_{pr} y_{pr}^j \cdot (C^{BM} - C^{fos}))$ ), die Vergabe von Subventionen, die sich annahmegemäß ebenfalls in einer Änderung des privaten Konsums bemerkbar macht  $(b_{pr} \cdot y_{pr}^j S^{BM})$ , die Änderung der Staatsausgaben  $(b_G \cdot y_G^j \Delta G)$  sowie der durch den Einkommensmultiplikator induzierten Effekte  $(b \cdot \frac{\Delta Y^j}{M^j} (M^j - 1))$ .

#### Gleichung 5-14: Regionale Verteilung von Beschäftigungseffekten

$$\Delta B_{reg}^j = \left\{ \left[ (C^{BM} - C^{fos}) \cdot (b y^j - b_{pr} y_{pr}^j) + b_{pr} \cdot (y_{pr}^j S^{BM,j} + \Delta y_{pr}^j C_{pr}^{BM,j}) \right] \frac{1}{1+t_M} + b_G y_G^j \cdot \Delta G \right\} (1-t_E) + b \cdot \frac{\Delta Y^j}{M^j} (M^j - 1)$$

$\Delta B_{reg}^j$  Änderung der Beschäftigung in der Region j

$b_{pr}$  Beschäftigungsintensität durch privaten Konsum [AP/Mio. € Umsatz]

$b_G$  Beschäftigungsintensität durch öffentlichen Konsum [AP/Mio. € Umsatz]

$b$  mittlere Beschäftigungsintensität [AP/Mio. € Umsatz]

$C^{BM}$  Kosten des Biomasse-Heizsystems pro Jahr

$C^{ref}$  Kosten des (fossilen) Referenz-Heizsystems pro Jahr

#### 5.4.2 Soziale Verteilungsaspekte

Die Analyse der sozialen Verteilungsaspekte erfolgt analog zu jener der regionalen Verteilung. Wiederum werden die Einkommen unter Berücksichtigung der Ausgaben für das Biomasse- und das fossile Referenzsystem, der resultierenden Änderung der Privat-Ausgaben, der Subventionen sowie der Staatsausgaben ermittelt, wie oben erläutert. Diese werden – differenziert nach Sektoren i – mittels Faktoren  $s_i^k$  Einkommensklassen k zugeordnet. Mittels der „Integrierten Lohn- und Einkommenssteuerstatistik“<sup>70</sup> werden zehn Einkommensgruppen definiert, die jeweils durch eine bestimmte Bandbreite an Einkommen und einem mittleren Einkommen charakterisiert sind. Aus der Einkommensverteilung in den Wirtschaftssektoren i ergeben sich die Faktoren  $s_i^k$ . Diese sagen also aus, welcher Anteil der Einkommen in einer bestimmten Einkommensklasse k geschaffen wird.

<sup>70</sup> Vgl. [Statistik Austria 2000]

Der Einkommens-Multiplikator kann nun nicht mehr nach Klassen unterschieden werden, wie dies bei der Analyse der regionalen Verteilung möglich war. Daher wird ein gesamtwirtschaftlicher Multiplikator (M) eingesetzt. Der letzte Term in Gleichung 5-15 stellt damit den gesamtwirtschaftlichen Multiplikatoreffekt dar. Der Einkommenssteuersatz wird unterschieden nach den definierten Einkommensklassen ( $t_E^k$ ). Da nur die inländischen Effekte betrachtet werden, muss der Anteil der ins Ausland abgeflossenen Einkommen abgezogen werden ( $1 - y^{ausl}$ ).

Die genauen Daten zur Bestimmung der Parameter finden sich in Anhang V.

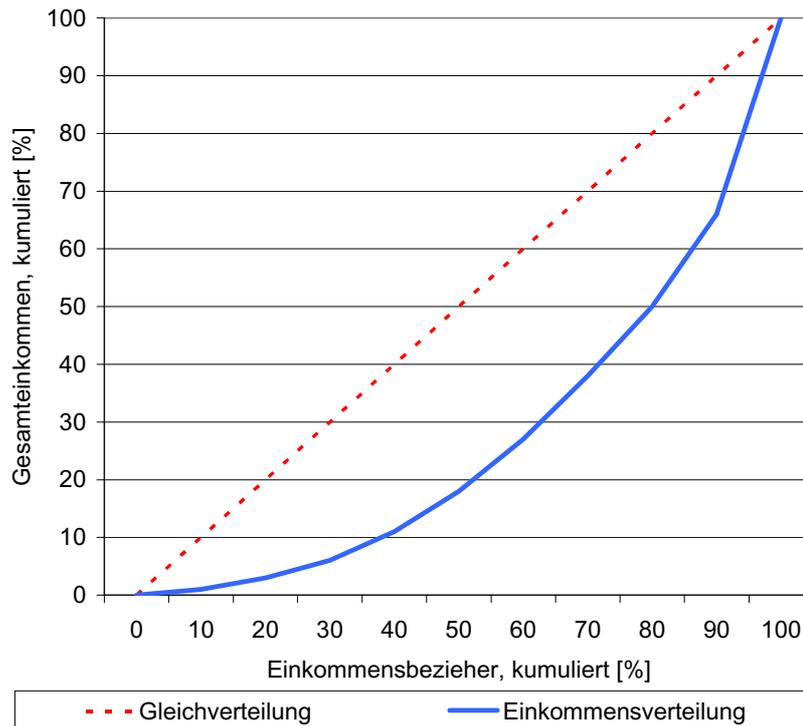
**Gleichung 5-15: Ermittlung der sozialen Einkommensverteilung<sup>71</sup>**

$$\Delta Y_{soz}^k = \left\{ \left[ (C^{BM} - C^{ref}) \cdot (s^k - s_{pr}^k) + s_{pr}^k S^{BM} \right] \frac{1}{1 + t_M} + s_G^k \cdot \Delta G \right\} (1 - t_E^k) + s \cdot \Delta Y \frac{M - 1}{M} \cdot (1 - y^{ausl})$$

Um aus der Verteilung der Einkommen zu den Einkommensklassen einen Indikator für die Einkommenskonzentration abzuleiten, wird das Lorenz'sche Verteilungsmaß herangezogen: Werden die Einkommensanteile verschiedener Einkommensbezieher in einem Diagramm kumuliert über den Einkommensbeziehern aufgetragen, so wird diese Kurve Lorenzkurve genannt. (vgl. Abbildung 5-3)

---

<sup>71</sup> Der Übersichtlichkeit halber wurde hier auf die Aufspaltung in Wirtschaftssektoren analog zur Darstellung der regionalen Verteilungseffekte verzichtet.



**Abbildung 5-3: Die Lorenzkurve als Darstellung der Konzentration des Einkommens**

Das Verhältnis der Fläche innerhalb der Linie der Gleichverteilung und der Lorenzkurve zur gesamten Dreiecksfläche ergibt den Grad der Konzentration, das sogenannte Lorenz'sche Konzentrationsmaß  $K$ , das gemäß seiner Definition nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann:

**Gleichung 5-16: Das Lorenz'sche Konzentrationsmaß<sup>72</sup>**

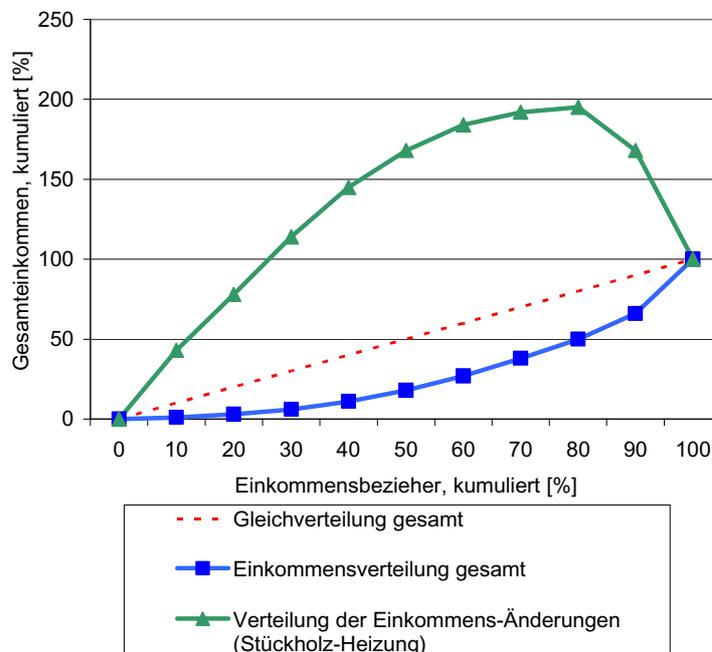
$$K = \frac{\text{Fläche}_{\text{Gleichverteilung}} - \text{Fläche}_{\text{Lorenzkurve}}}{\text{Fläche}_{\text{Gleichverteilung}}}$$

Ein Wert nahe bei eins lässt auf sehr große Einkommensunterschiede schließen. Je kleiner der Wert ist, desto mehr nähert sich die Einkommensverteilung der Gleichverteilung an. Für das Jahr 1996 ergab die integrierte Lohn- und Einkommenssteuerstatistik für das österreichische Gesamteinkommen ein Konzentrationsmaß von  $K = 0,46$ .

<sup>72</sup> Vgl. [Statistik Austria 2000]

Da das Lorenz'sche Konzentrationsmaß hier nicht für die gesamte österreichische Einkommensverteilung, sondern nur für die kleine Teilmenge der von einem Biomasse-System betroffenen relativen Einkommensänderungen, die im Vergleich zu den Einkommen eines Referenzsystems entstehen, ermittelt wird, können auch negative Werte resultieren. Dies ist dann der Fall, wenn die Lorenzkurve der Einkommensänderungen zumindest zum Teil auch oberhalb der Kurve der Gleichverteilung liegt. Ein solcher Fall ist in Abbildung 5-4 anhand des Beispiels einer Stückholz-Heizung, die anstelle einer Öl-Heizung installiert wird, dargestellt.

Für Werte kleiner als 0,46 ergibt sich eine höhere Gleichverteilung, besonders stark ist die Umverteilung von hohen zu geringen Einkommen jedoch im Falle eines negativen Konzentrationsmaßes.



**Abbildung 5-4: Die Lorenzkurve für Einkommensänderungen im Fall eines Biomasse-Systems (Beispiel einer Stückholz- anstelle einer Öl-Zentralheizung)**

Analog zur Analyse der sozialen Einkommensverteilung, werden auch die Beschäftigungseffekte mit denselben Faktoren  $s_i^k$  einer Einkommensklasse k zugeordnet und entsprechend den Überlegungen bei der Analyse der regionalen Beschäftigungseffekte die Beschäftigungskennzahlen (b) angewendet. Da die Faktoren s eine Zuordnung der Einkommen vornahmen, allerdings definitionsgemäß die mittleren Einkommen jeder Klasse

verschieden sind, und daher die Beschäftigungswirkung verschieden ist, wird der Faktor  $\frac{\bar{w}}{w_k}$

eingeführt.  $\bar{w}$  stellt dabei das mittlere Einkommensniveau, und  $\bar{w}^k$  das Einkommensniveau der Klasse k dar.

**Gleichung 5-17: Soziale Verteilung von Beschäftigungseffekten**

$$\Delta B_{soz}^k = \left\{ \left[ (C^{BM} - C^{fos}) \cdot (b_s^k - b_{pr} s_{pr}^k) + b_{pr} s_{pr}^k \cdot S^{BM} \right] \frac{1}{1+t_M} + b_G s_G^k \cdot \Delta G \right\} (1-t_E) + bs \Delta Y^j \frac{(M-1)}{M} \left\{ \frac{\bar{w}}{\bar{w}^k} \right\} \cdot (1-y^{ausl})$$

Die soziale Verteilung von Beschäftigungseffekten lässt zwei Interpretationsmöglichkeiten offen. Kommt es zu einer Umverteilung zu den geringeren Einkommen, so kann dies einerseits in negativem Sinn als Schaffung von minderwertigen Arbeitsplätzen interpretiert werden. Andererseits lässt sich dies auch in positivem Sinn als Schaffung von Arbeitsplätzen für jene Personen mit schlechteren Chancen am Arbeitsmarkt deuten. Die Frage nach der richtigen Auslegung hängt dabei in erster Linie von der Annahme ab, in welchem Ausmaß durch Weiterbildung Arbeitskräfte für besser bezahlte Arbeitsplätze qualifiziert werden können und wo die Grenzen dafür gesehen werden müssen.

**5.5 Langfristige strategische Aspekte**

Den in den vorigen Kapiteln vorgestellten Indikatoren übergeordnet ist die Frage nach der zukünftigen Preisentwicklung, der Versorgungssicherheit und damit der Preisstabilität der Energieträger. Sowohl die betriebswirtschaftlichen Kosten, die Verteilungseffekte als auch die nationalökonomischen Aspekte sind in hohem Maße abhängig vom Preisniveau der fossilen, wie auch der biogenen Brennstoffe.

Die Verfügbarkeit und das Preisniveau der fossilen Energieträger ist in engem Zusammenhang mit weltpolitischen Konstellationen, der Situation in internationalen Krisenherden, und natürlich der Höhe der Reserven zu sehen. So liegen ca. ¾ der derzeit weltweit bekannten Ölreserven im Nahen Osten. Politische und wirtschaftliche Umstände, sowie beispielsweise auch die Höhe von Lagerkapazitäten sind in erster Linie von kurzfristiger Bedeutung für die Preisentwicklung fossiler Brennstoffe. In diesem Zusammenhang sind auch die Ölpreis-Schwankungen der vergangenen Jahrzehnte zu sehen. Davon unabhängig ist jedoch das Ansteigen des Ölpreises beim Eintreten des Oil-peaks. Während dessen voraussichtlicher Zeitpunkt Gegenstand heftiger Diskussionen ist

und zwischen 2010 und 2040 schwankt, besteht unter Experten weitestgehende Einigkeit über sein prinzipielles Eintreten.<sup>73</sup>

Die Verfügbarkeit und das Preisniveau biogener Energieträger ist ebenfalls nicht unabhängig vom Eintreten des Oil-peaks. Im Zuge einer sprunghaften Preiserhöhung fossiler Brennstoffe ist mit einer starken Nachfragesteigerung nach Erneuerbaren, und damit auch Biomasse zu rechnen. Während im Falle eines frühzeitigen Ausbaus der Nutzung von Biomasse die damit verbundene Preissteigerung abgedämpft werden kann (z.B. durch rechtzeitigen Aufbau von Produktionskapazitäten und Know-how), ist dieser stärker im Falle eines unvorbereiteten, plötzlichen Nachfrageschocks.

Weiters ist die Preis-Entwicklung einzelner Biomasse-Brennstoffe auch von der Ausschöpfung der verfügbaren Potenziale abhängig. Dies gilt insbesondere für jene Brennstoff-Fractionen, in denen eine starke Konkurrenzsituation mit anderen Verwendungszwecken und Branchen vorliegt, wie dies beispielsweise bei Sägenebenprodukten der Fall ist.<sup>74</sup>

Die angeführten Argumente hinsichtlich der Verfügbarkeit und Preisstabilität von Energieträgern münden letztlich in die Forderung einer nachhaltigen Bereitstellung von Energiedienstleistungen.

Ein weiterer langfristiger strategischer Aspekt ist der Aufbau von Know-how, sowie die Erhöhung von Exportchancen im Bereich des Biomasse-Anlagen-Baus, sowie von innovativen Brennstoff-Technologien. Wenn es gelingt, einen Know-how Vorsprung zum Zeitpunkt erhöhter internationaler Nachfrage nach erneuerbaren Technologien (oil-peak) aufzubauen, eröffnet dies bedeutende Exportmöglichkeiten.<sup>75</sup>

Die Differenzierung des gesamten österreichischen Energieträger-Portfolios im Sinne einer optimalen Ausgewogenheit von Risiko und Kosten stellt einen weiteren bedeutenden strategischen Aspekts dar. Im Gegensatz zu Analyseinstrumenten von Finanzportfolios nahm in der Energiewirtschaft die Bewertung von Risiko-Aspekten im Vergleich zu Kosten-Kriterien bislang einen zu geringen Stellenwert ein.<sup>76</sup>

Betrachtet man den Energieträger-Mix eines Unternehmens bzw. eines Staates etc. als ein Portfolio, so können die Kosten und Risiken unterschiedlicher Portfolios je nach dessen Zusammensetzung ermittelt werden. Die Kosten ergeben sich aus den mit dem jeweiligen

---

<sup>73</sup> vgl. dazu Kapitel 7.1 "Die Preisentwicklung fossiler Energieträger"

<sup>74</sup> vgl. dazu Kapitel 3.1 "Das primärenergetische Potenzial"

<sup>75</sup> vgl. dazu Pichl et. al 1999.

<sup>76</sup> vgl. Awerbuch 1995, Awerbuch 2000.

Anteil gewichteten Kosten der einzelnen Energieträger (bzw. –technologien).<sup>77</sup> Zur Bewertung des Risikos wird – wieder entsprechend der Anwendung im Finanzsektor – auf die Volatilität, die in der Zeitreihe der Kosten (Standardabweichung) zu beobachten ist, zurückgegriffen. Das Risiko des Portfolios – ausgedrückt in der Standardabweichung – ist nun jedoch nicht nur von den Standardabweichungen der Einzeltechnologien abhängig, sondern auch von deren Kovarianz.<sup>78</sup>

Im Diagramm Kosten-Risiko (Abbildung 5-5) kann nun die Kurve aufgetragen werden, die alle möglichen Kombinationen zweier Energieträger (z.B. Biomasse und Öl) darstellt. Die Endpunkte dieser Kurve sind repräsentiert durch die Extremfälle 100% Biomasse und 100% Öl. Liegt vollkommene Korrelation zwischen den Kosten beider Technologien vor, so ist die Kurve zwischen diesen beiden Punkten eine Gerade. Je stärker die Abweichung von der vollkommenen Korrelation ist, desto stärker ist die Kurve gekrümmt. Abbildung 5-5 basiert auf der Preisentwicklung des Energieholzindex nach Jonas und der Preisentwicklung von Heizöl leicht in Österreich. Die Korrelation zwischen den Kosten dieser Energieträger beträgt -0,33. Daher kann – ausgehend vom Punkt 100 % Öl – der Einsatz von Biomasse, der mit moderaten Mehrkosten verbunden ist, eine starke Reduktion des Risikos, ausgedrückt als Standardabweichung, erreicht werden. Dies gilt bis zum Einsatz von etwa 75% Biomasse. Eine weitere Erhöhung des Biomasse-Anteils über diesen Punkt hinaus würde zu einer gleichzeitigen Erhöhung der Kosten, wie auch des Risikos führen und ist daher ineffizient. Existieren Technologien, die kein Risiko hinsichtlich der Brennstoffbereitstellung beinhalten, so ergibt sich eine zusätzliche Option. Da diese kein Risiko aufweisen, sind sie auch nicht mit einer der beiden Energieträger-Optionen oder dem gesamten Portfolio korreliert. Unterhalb eines Risikos, das durch den Wert der Standardabweichung von 0,06 repräsentiert wird, sind daher nur jene Optionen effizient, die einen bestimmtes Ausmaß an dem Energieträger-Mix von 60% Biomasse, 40% Öl sowie ein – je nach Risiko-Aversion – gewisses Ausmaß an Wärmedämmung aufweist.

---

<sup>77</sup> Die erwarteten Kosten des Portfolios können daher geschrieben werden als

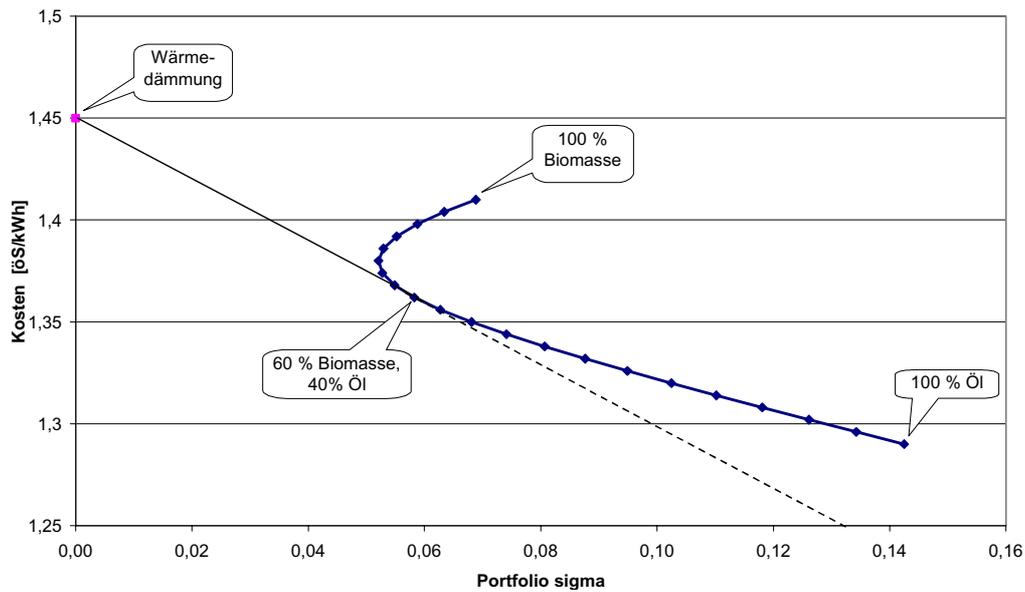
$$E(c_p) = X_1 \cdot E(c_1) + X_2 \cdot E(c_2),$$

wobei E(c) den Erwartungswert der Kosten und X den Anteil der jeweiligen Technologie darstellt.

<sup>78</sup> Die Standardabweichung  $\sigma_p$  kann über folgenden Zusammenhang ermittelt werden:

$$\sigma_p = \sqrt{X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + 2X_1 X_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2},$$

wobei  $\sigma$  die Standardabweichung,  $\rho_{1,2}$  die Korrelation zwischen den Technologien 1 und 2 und X den Anteil der jeweiligen Technologie darstellt.



**Abbildung 5-5: Portfolio-Ansatz zur Bewertung des Risikos eines Energieträger-Mix**

Dieses Konzept kann auf mehrere Energieträger ausgedehnt werden. Es bestehen jedoch bei der Anwendung dieser Methode auf dem Raumwärmemarkt eine Reihe unklarer Punkte: Unsicherheiten bestehen zum Beispiel in der Quantifizierung des Risikos, die – wie oben beschrieben wurde – bei bisherigen Arbeiten auf Basis der historischen Preisschwankungen vorgenommen wurden. Da das Ziel dieser Untersuchung jedoch primär im langfristigen Bereich liegt, wird diese historische Risiko-Quantifizierung für den hier verfolgten Zweck als unzureichend empfunden. Weiters zeigt sich eine starke Abhängigkeit der Ergebnisse von den verwendeten Zeitreihen.<sup>79</sup> Soll diese Methode aus gesellschaftlicher Sicht angewendet werden, müssten externe Kosten angesetzt werden, womit sich jedoch wiederum die Problematik der Bewertung von Treibhausgasemissionen ergibt.<sup>80</sup> Aus diesen Gründen wird daher auf ein weiteres Verfolgen dieser Methodik verzichtet.

Trotz allem zeigt sich jedoch, dass die Biomasse zur Verringerung des Risikos in einem Energieträger-Portfolio entscheidend beitragen kann, da die Korrelation zwischen Biomasse- und Ölpreisentwicklung gering ist.

Die hier kurz beschriebenen langfristigen, strategischen Aspekte sind äußerst vielschichtig und schwer mit Indikatoren abzubilden. Um einige der bedeutendsten Effekte darzulegen

<sup>79</sup> Während die Korrelation des Energieholzindex mit der Preisentwicklung von Heizöl leicht -0,33 beträgt, ist der entsprechende Wert für die Importpreisentwicklung 0,37 und mit der Preisentwicklung von Offenheizöl -0,28.

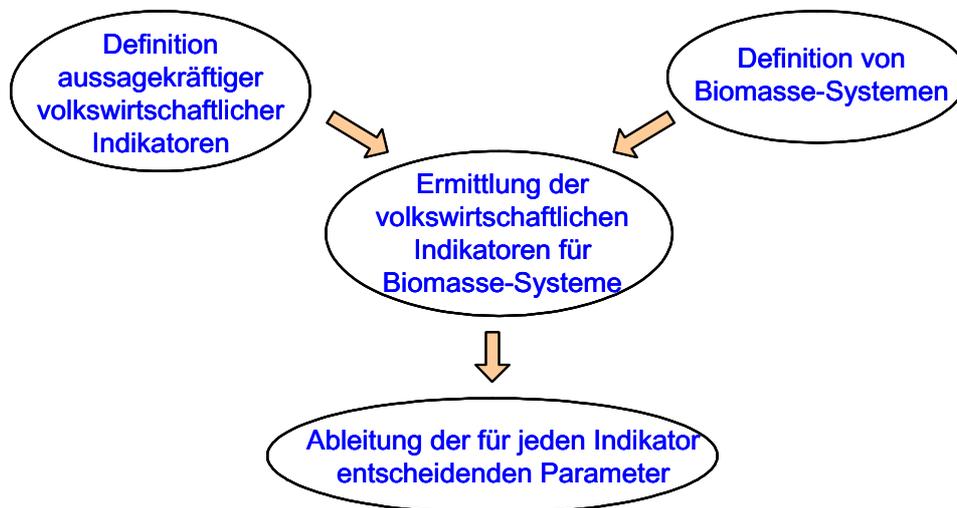
<sup>80</sup> Zur Problematik der monetären Bewertung von Treibhausgasemissionen siehe 4.4.3

und analysieren, werden Szenarien erstellt, die die Heizenergieversorgung der österreichischen Haushalte bis 2020 abbilden. Unter unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich des Zeitpunktes des Oil-peaks (Ölpreis-Szenarios) werden die in den Kapiteln 5.1 bis 5.3 vorgestellten Indikatoren für diese Szenarien ermittelt. Die Ergebnisse finden sich in Kapitel 7 „Langfristige strategische Aspekte: Bewertung von Biomasse-Szenarien“.

## 6 Ermittlung von volkswirtschaftlichen Indikatoren für Biomasse-Systeme

In diesem Kapitel werden die volkswirtschaftlichen Indikatoren, die im vorangegangenen Teil der Arbeit besprochen wurden, für einzelne Biomasse-Systeme ermittelt.

Gemäß Abbildung 6-1 müssen daher neben der Identifizierung und Definition aussagekräftiger Indikatoren (Kapitel 5) Biomasse-Systeme einschließlich ihrer fossilen Referenz-Systeme definiert werden. Für diese werden nun nach der vorgestellten Systematik die entscheidenden ökonomischen Größen ermittelt. Anschließend wird analysiert, welchen Einfluss einzelne Parameter (z.B. das Preisniveau fossiler Energieträger) auf die Indikatoren ausüben.

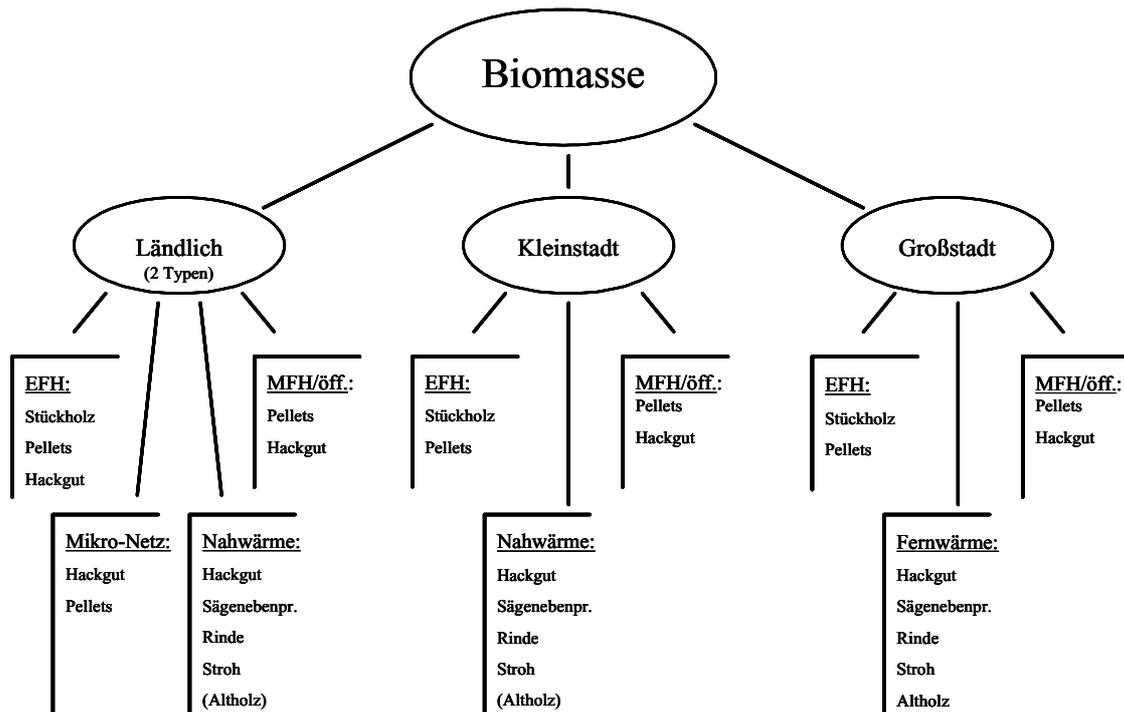


**Abbildung 6-1: Vorgangsweise bei der ökonomischen Analyse**

In Abbildung 6-2 ist die Systematik zur Definition der Biomasse-Systeme dargestellt. Dabei wird unterschieden, in welcher Region, in welcher Art von Anwendung (Ein- oder Mehrfamilienhaus, Nah- und Fernwärme, Mikronetze) und mit welchem Brennstoff der Einsatz von Biomasse stattfindet.

Als fossile Referenzsysteme werden im Einfamilienhaus-Bereich Öl- und Gas-Zentralheizung, im Mehrfamilienhaus zusätzlich Strom- bzw. Gas-Etagenheizungen und für Systeme mit objektübergreifender Wärmeverteilung ein nach Regionen differenzierter Mix aus Ein- und Mehrfamilienhäusern betrachtet.<sup>81</sup>

<sup>81</sup> Nähere Angaben finden sich in Anhang I.



**Abbildung 6-2: Systematik zur Definition von Biomasse-Systemen**

Die Ergebnisse werden dabei jeweils als Differenz zwischen den Biomasse- und den jeweiligen fossilen Referenz-Systemen betrachtet, die in Anhang I beschrieben sind. Das heißt, dass beispielsweise die Mehr-Kosten des Biomasse-Systems, oder die im Vergleich zum Referenzsystem auftretenden Beschäftigungseffekte ermittelt werden.

Da die Analyse in die Zukunft gerichtet ist, werden ausschließlich neue Heizsysteme analysiert. Daher sind die Ergebnisse für bestehende und vor allem auch für veraltete Anlagen (Einzelöfen) nur teilweise übertragbar. Abweichungen können sich dadurch insbesondere bei Emissionen und der Höhe von Investitionskosten ergeben.

Ausgangspunkt und Grundlage für die Ergebnisse in diesem Kapitel ist die Annahme eines konstant niedrigen Preisniveaus für fossile Energieträger und dementsprechend, für eine ambitionierte Forcierung erforderliche, hohe Subventionen.<sup>82</sup> Auch die Preise für biogene Brennstoffe bleiben auf dem derzeitigen Niveau. Zusätzlich wird in Kapitel 8 der Einfluss des Öl-Preises, sowie der Höhe von Förderungen auf die volkswirtschaftlichen Indikatoren analysiert.

<sup>82</sup> Details finden sich in Anhang I und VI.

In den graphischen Darstellungen dieses Kapitels ist es nicht möglich, die Ergebnisse aller berechneten Biomasse-Systeme auszuweisen. Daher wurde eine Beschränkung auf sechs aussagekräftige Systeme vorgenommen. Folgende Systeme werden dargestellt:

- Stückholz-Anlage in einem EFH, Referenzsystem: Öl; strukturschwache Region (Abkürzung: SH EFH Öl R1)
- Stückholz-Anlage in einem EFH, Referenzsystem: Öl, strukturschwache Region; Brennstoffbereitstellung durch eigene Arbeitskraft (Abkürzung: SH EFH Öl R1 (eigen))
- Pellets-Anlage (Pellets aus trockenen Sägenebenprodukten) in einem EFH, Referenzsystem: Öl; ländliche Region (Abkürzung: PE1 EFH Öl R2)
- Waldhackgut-Anlage in einem MFH, Referenzsystem: Öl, ländliche Region (Abkürzung: WHG MFH Öl R2)
- Pellets-Anlage (Pellets aus Kurzumtriebshackgut) in einem MFH, Referenzsystem: Öl; Großstadt (Abkürzung: PE2 MFH Öl R4)
- Nahwärme-Anlage (Sägenebenprodukte), Referenzsystem: Gas- und Öl-Einzelanlagen; Kleinstadt (Abkürzung: SNP NW G&Ö R3)

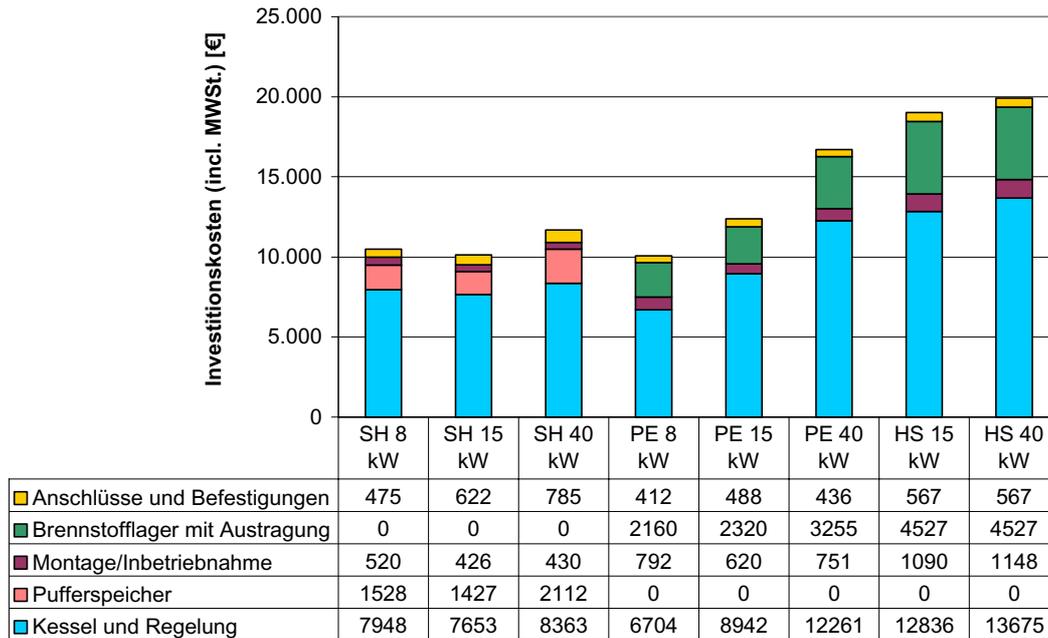
In Kapitel 5 wurde beschrieben, welche Aspekte aufgrund ihrer Bedeutung detailliert analysiert werden und welche aufgrund mangelnder Daten etc. nicht betrachtet werden können. Um auf diese Einschränkungen aufmerksam zu machen, werden daher „Betriebswirtschaftliche Aspekte“ nun mit „Betriebswirtschaftliche Kostenaspekte“ und „Ökologische Auswirkungen“ mit „Emissionen und Ressourcenverzehr“ bezeichnet.

### **6.1 Betriebswirtschaftliche Kostenaspekte**

In Abbildung 6-3 ist die Zusammensetzung der Investitionskosten von Biomasse-Kleinanlagen für verschiedene Heizlasten bei optimierter Auslegung dargestellt. Naturgemäß ist der Anteil der Kosten für Kessel und Regelung in allen Fällen am höchsten. Bei Stückholzkesseln nimmt weiters der Pufferspeicher einen bedeutenden Anteil ein, bei Pellets- und Hackgutanlagen das Brennstofflager und die Austragung. Die Abhängigkeit der Investitionskosten von der Größe bzw. der Heizlast des Objektes ist am stärksten bei Pellets gegeben, am geringsten bei Stückholz.<sup>83</sup>

---

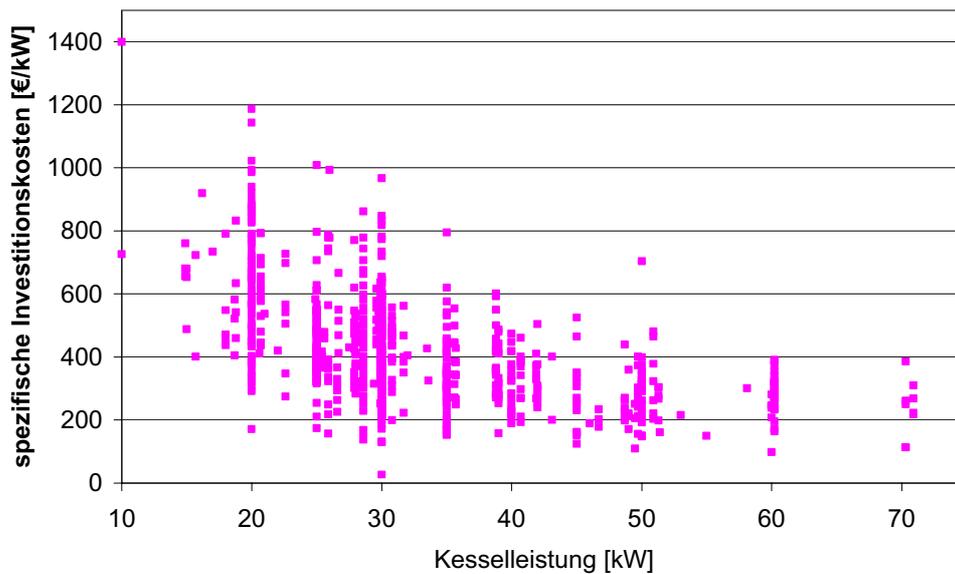
<sup>83</sup> Die Abnahme der Investitionskosten von Stückholz-Anlagen einer Anlage mit 8kW versus 15 kW Heizlast ist damit zu erklären, dass für erstere nach EN 303-5 ein größerer Pufferspeicher benötigt wird, da keine Stückholz-Kessel in diesem Leistungsbereich angeboten werden.



**Abbildung 6-3: Zusammensetzung der Investitionskosten von Biomasse-Kleinanlagen (nach Gebäude-Heizlast [kW])**

Quelle: eigene Erhebung von Kosten bei Kesselherstellern und Daten von Förderfällen; Haas, Kranzl 2000; Bezugsjahr: 1999

Bei der Angabe exakter Zahlen für Investitionskosten bestimmter Biomasse-Systeme ist es aber nötig, die Streuung der Kosten, die in der Praxis zu beobachten ist, zu berücksichtigen. Abbildung 6-4 zeigt die Verteilung der spezifischen Investitionskosten (bezogen auf die Kesselleistung). Diese schwanken beispielsweise im Bereich von 30kW um den Faktor vier. Zum Teil ist dies mit Datenunsicherheiten zu erklären, zum Teil mit unterschiedlichen technischen Ausstattungen und Differenzen hinsichtlich der Qualität. Zu einem beträchtlichen Teil ist dies jedoch auf große Unterschiede bei der Dimensionierung und Planung zurückzuführen. Außerdem ist diese hohe Streuung aber auch ein Zeichen mangelnder Markttransparenz und hoher Transaktionskosten, die Kostenvergleiche erschweren.



**Abbildung 6-4: Streuung der spezifischen Investitionskosten von Biomasse-Kleinanlagen am Beispiel von Stückholz-Zentralheizungen incl: Kessel, Pufferspeicher, Regelung .. , Armaturen, Montage**

Quelle: eigene Erhebung von Kosten bei Kesselherstellern und Daten von Förderfällen; Haas, Kranzl 2000;

Wie bereits aus den vorigen Abbildungen ersichtlich, sinken die spezifischen Investitionskosten mit der Kesselleistung.<sup>84</sup> Dieser Aspekt ist in Abbildung 6-5 detaillierter anhand der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl- bzw. Gas-Zentralheizungen dargestellt. Die Mehr-Wärmegestehungskosten von Pellets- und Hackschnitzelanlagen sinken bei höherer Kesselleistung. Das heißt, dass sich deren Konkurrenzfähigkeit bei steigender Anlagengröße erhöht. Bei Stückholzkesseln ist dies nicht der Fall, da die Kostendegression der fossilen Anlagen stärker ist als jene der Stückholzkessel.

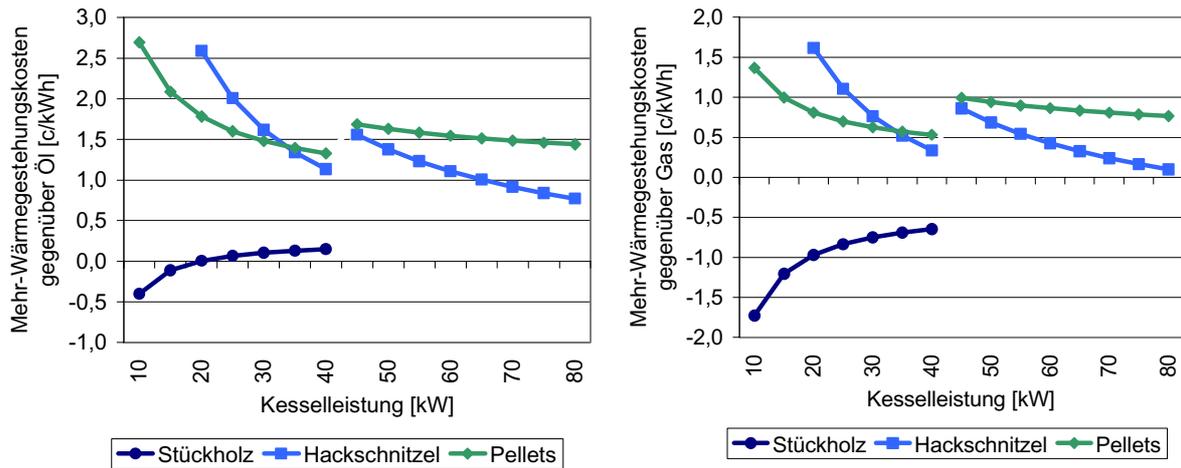
Bei niedrigem Preis-Niveau der fossilen Energieträger<sup>85</sup> ist nur Stückholz konkurrenzfähig, ist jedoch mit geringerem Komfort und höherem Zeitaufwand der Nutzer für die Beheizung verbunden.

Der Knick der Kosten bei 50 kW resultiert aus der Annahme, dass Heizungssysteme ab dieser Leistung nicht in Einfamilienhäusern eingesetzt werden und dadurch höhere Betriebskosten entstehen.

Da der Haupt-Einsatzbereich von Stückholz-Kesseln in Einfamilienhäusern liegt, wurde bei diesen nur der untere Leistungsbereich betrachtet.

<sup>84</sup> Die Regressionsgleichung, die den Zusammenhang zwischen Investitionskosten und Kesselleistung darstellt, findet sich in Anhang I.

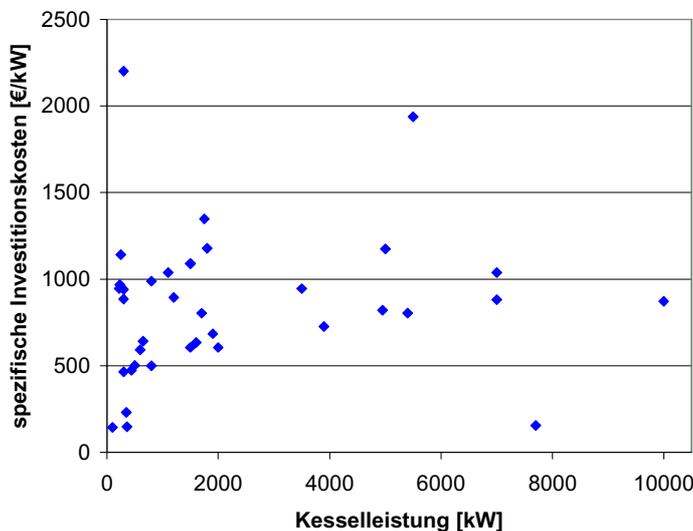
<sup>85</sup> Siehe Anhang II



**Abbildung 6-5: Mehr-Wärmegestehungskosten von Biomasse-Anlagen (Ein- und Mehrfamilienhäuser) gegenüber Öl und Gas**

Quelle: eigene Erhebung von Kosten bei Kesselherstellern und Daten von Förderfällen; Haas, Kranzl 2000; Annahme von 1500 Volllaststunden; Die genaueren Daten zur Berechnung finden sich in Anhang I und II.

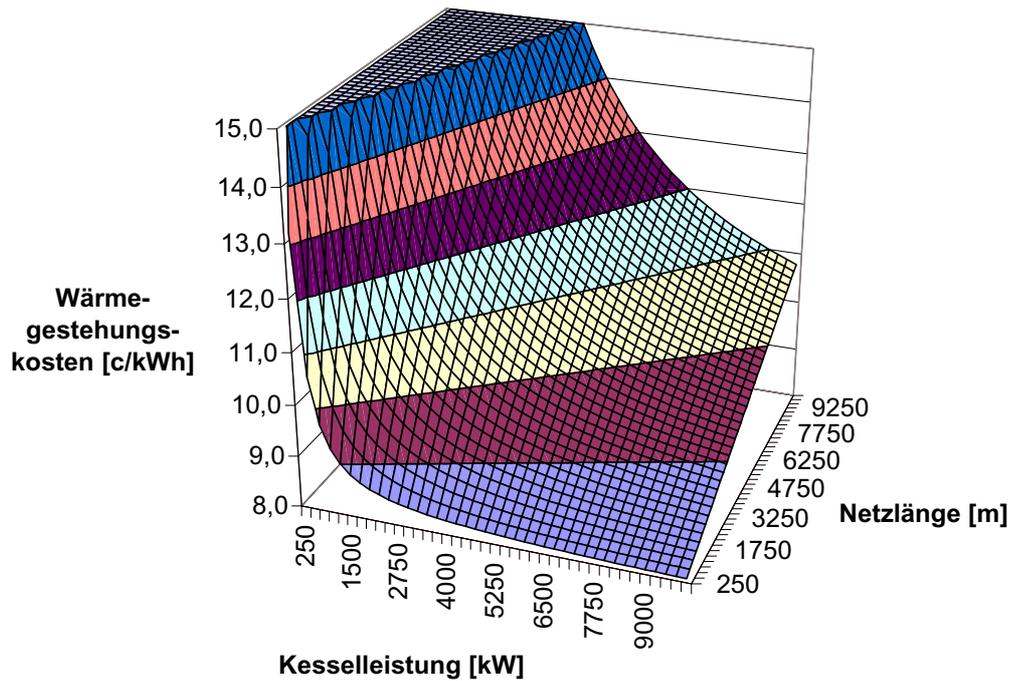
Analog zu den Einzelanlagen existiert auch bei den Nahwärmanlagen eine große Bandbreite der spezifischen Investitionskosten. Diese hat ihre Ursache in erster Linie in der stark unterschiedlichen Dimensionierung von Netz, Brennstofflager und baulichem Aufwand.



**Abbildung 6-6: Streuung der spezifischen Investitionskosten von Nahwärmanlagen**

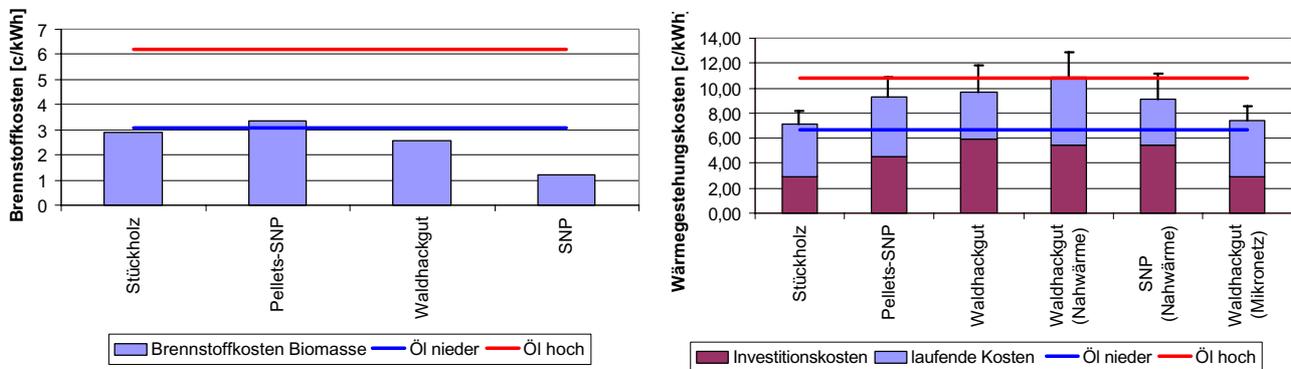
Quelle: eigene Erhebung von Kosten bei Nahwärmanlagen; Kranzl 1999; incl. Heizzentrale, Netz, bauliche Maßnahmen

Die Wärmegestehungskosten sind zu einem hohen Ausmaß von der Netzlänge, der Kesselleistung und der Dimensionierung des Biomasse-Kessels (und damit der Volllaststunden) abhängig. In Abbildung 6-7 ist die Abhängigkeit der Wärmegestehungskosten von der Netzlänge und der Kesselleistung dargestellt.



**Abbildung 6-7: Abhängigkeit der Kosten von Nahwärmesystemen von den Parametern Kesselleistung und Netzlänge**

Quelle: Regressionsgleichung siehe Anhang I; Haas, Kranzl 2000; eigene Analysen



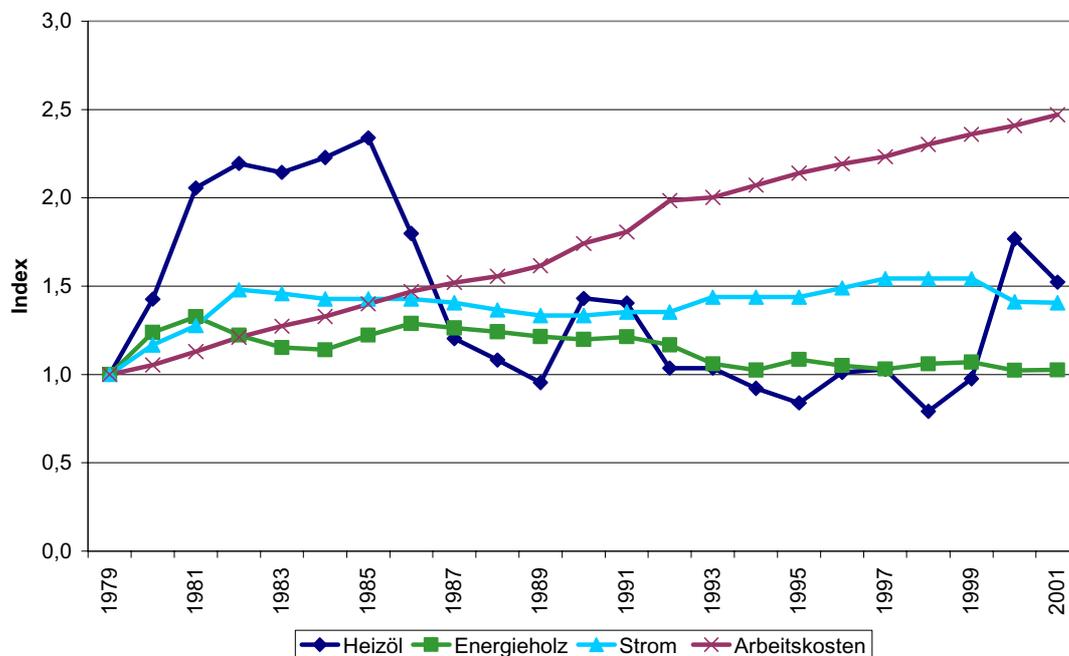
**Abbildung 6-8: Brennstoff- und Wärme-gestehungskosten von Biomasse-Systemen und Vergleich mit Öl in Abhängigkeit vom Öl-Preisniveau und der angenommenen Annuität<sup>86</sup>**

<sup>86</sup> Die Abweichung der Kosten von Biomasse-Anlagen im rechten Bild stellt die unterschiedlichen Ergebnisse bei Annahme verschiedener Zinssätze und Nutzungsdauern dar (5%, 20 Jahre bzw. 7%, 15 Jahre). Alle Kosten-Angaben sind reale Werte (2002). Das hohe Ölpreis-Niveau entspricht in etwa den Ölpreisen in der ersten Hälfte der 80er Jahre. Das niedrige Niveau entspricht den Preisen wie sie in Anhang II dokumentiert sind. (vgl. Abbildung 2-3 und Abbildung 6-9) Die Daten zur Berechnung finden sich in Anhang II.

Die linke Grafik von Abbildung 6-8 zeigt, dass Biomasse hinsichtlich der Brennstoffkosten mit Öl konkurrenzfähig ist. Aus der rechten Grafik ist ersichtlich, dass aufgrund der höheren Investitionskosten die meisten Biomasse-Systeme erst bei höheren Öl-Preisen konkurrenzfähig werden.

Abbildung 6-9 zeigt die Entwicklung von Preisindices für Heizöl, Energieholz, Strom und Arbeitskosten. Die Preise von 1979 wurden mit 1 normiert und nominal indexiert. Daraus ist zum einen zu ersehen, dass Energieträger relativ zur Entwicklung der Arbeitskosten in den vergangenen Jahren günstiger wurden.

Weiters zeigt sich die höhere Preisvolatilität von Heizöl im Vergleich zum Energieholzindex. Zwar ist eine Abhängigkeit von Ölpreisänderungen (z.B. Anfang der 80er Jahre) zu erkennen, die Schwankungen sind jedoch gering und stark gedämpft.



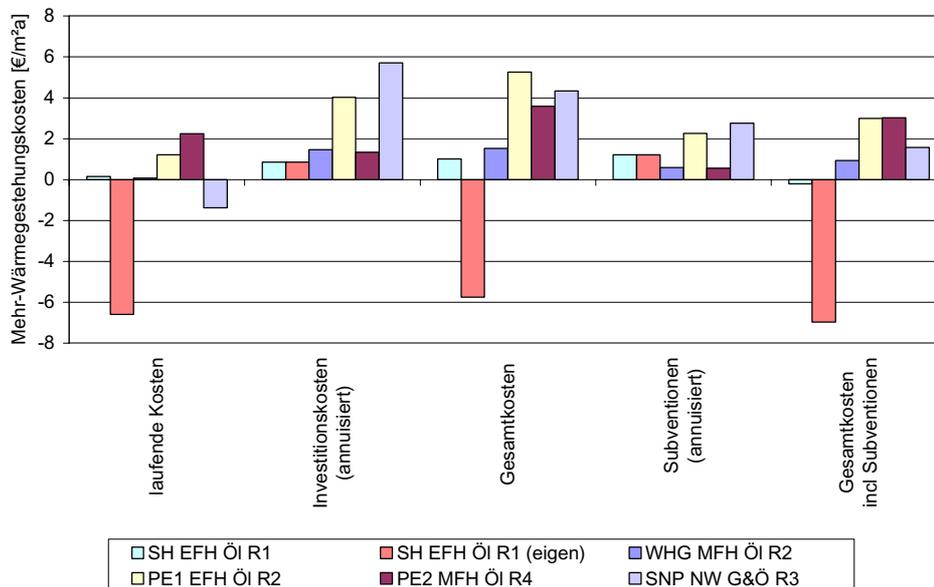
**Abbildung 6-9: Preisindex von verschiedenen Energieträgern und Arbeitskosten**<sup>87</sup>

Quelle: Jonas 2002

Für die oben angeführten beispielhaften Biomasse-Systeme ergeben sich Mehrkosten gemäß der folgenden Abbildung. Die laufenden Kosten sind bei den meisten Systemen kleiner oder nicht bedeutend höher als bei den fossilen Referenzsystemen. Nur beim Einsatz von Pellets resultieren höhere laufende Kosten, die durch den teureren Brennstoff verursacht werden. Die Investitionskosten sind allerdings bei allen Anwendungen höher als

<sup>87</sup> Der Index beruht auf nominalen Werten. Tabellarische Angabe der Daten siehe Anhang II.

beim fossilen Referenzsystem. Dabei weisen Anlagen in Mehrfamilienhäusern günstigere Werte aus und in Einfamilienhäusern sind Stückholz-Anlagen günstiger als Systeme mit automatischer Brennstoffaustragung.



**Abbildung 6-10: Mehrwärmegestehungskosten ausgewählter Biomasse-Systeme**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; Öl – Kennzeichnung des Referenzsystems Öl; G&Ö – Mix aus Gas und Öl als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Ohne Berücksichtigung allfälliger Subventionen sind nur wenige Systeme konkurrenzfähig. Es sind dies die Systeme, bei denen die Brennstoffbereitstellung durch eigene Arbeitsleistung bereitgestellt wird, und diese nicht bewertet wird, große Fernwärmeanlagen, die günstige Brennstoffe einsetzen, sowie Systeme, bei denen als Referenzsysteme Etagenheizungen (Mix aus Strom und Gas) in Mehrfamilienhäusern betrachtet werden.

Die höchsten Mehrkosten entstehen beim Einsatz von Pellets aus Waldhackgut und beim Einsatz von Waldhackgut in Nahwärme-Anlagen in ländlichen Regionen, die keine hohen Wärmedichten aufweisen.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend, welche Faktoren in welcher Art die Mehr-Wärmegestehungskosten von Biomasse-Systemen gegenüber den jeweiligen fossilen Referenz-Systemen beeinflussen:

**Tabelle 6-1: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Mehr-Wärmegestehungskosten von Biomasse-Systemen gegenüber fossilen Referenzsystemen reduzieren**

Mehr-Wärmegestehungskosten ↘

Brennstoff	SH (eig.), SH, PE1, WHG (eig.), Altholz, SNP,
Referenzsystem	ETH (Gas, Strom), Gas
Wärmedämmung <sup>88</sup>	nein
Objektgröße	hoch
Energiepreis fossil	hoch
Objektart	MFH
Planung	Sparsame Dimensionierung

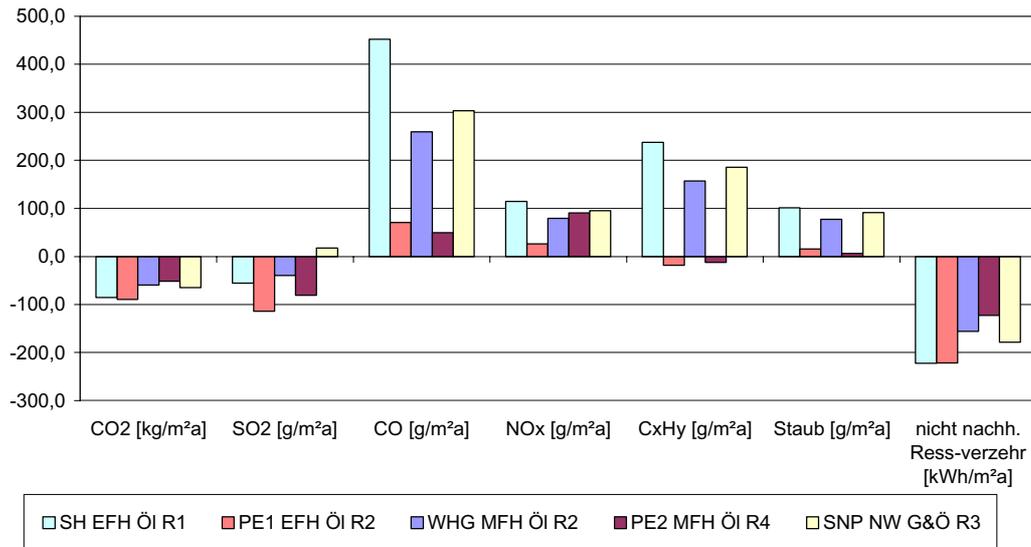
Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; SNP – Sägenebenprodukte; MFH – Mehrfamilienhaus; ETH - Etagenheizung;

## 6.2 Emissionen und Ressourcenverzehr

Bei allen betrachteten Biomasse-Systemen kommt es zu einer Reduktion von Treibhausgasen. Das Ausmaß ist aber durchaus unterschiedlich. Die günstigsten Fälle sind Pellets aus Sägenebenprodukten in Verbindung mit Wärmedämmung, die anstelle eines Öl-Heizsystems zum Einsatz kommen (90 kg/m<sup>2</sup>a). Am ungünstigsten liegen Pellets aus Kurzumtriebs- und Waldhackgut, die Gas-Heizsysteme ersetzen (34 kg/m<sup>2</sup>a).

Die Hauptparameter sind – aufgrund der unterschiedlichen Emissionsfaktoren – im fossilen Referenzsystem und in den jeweiligen Treibhausgasemissionen der Biomasse-Systeme zu sehen. Deutlich höher liegen diese bei Pellets aus Kurzumtriebs- und Waldhackgut, da in diesen Fällen neben der Bringung des Rohstoffs auch dessen Trocknung nötig ist.

<sup>88</sup> Wärmedämmung ist mit den berechneten Kosten (vgl. Anhang I) bei niedrigem Energiepreisniveau nicht rentabel. Die Berechnung der Kosten für Dämmungs-Maßnahmen erfolgte jedoch hier nur äußerst grob. Die starken Abweichungen der Kosten, die bei unterschiedlichen Arten der Wärmedämmung existieren (Dämmung verschiedener Bauteile, Dämmung im Zuge einer Gesamtsanierung oder nicht; etc.) konnten nicht berücksichtigt werden. Daher ist dieses Ergebnis sehr stark abhängig von den konkreten Anwendungsfällen und Gebäudetypen.



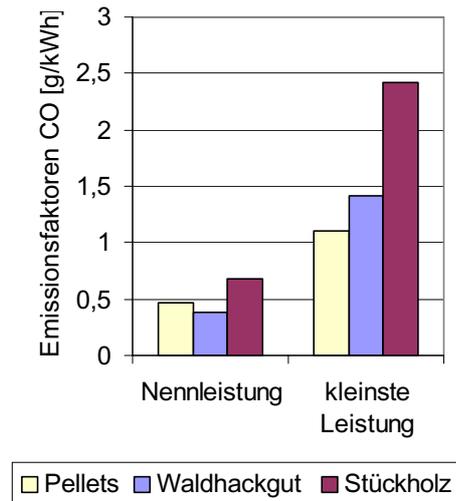
**Abbildung 6-11: ökologische Auswirkungen von Biomasse-Systemen**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und ÖI als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.  
Die Emissionsfaktoren sind in Anhang III dargestellt.

Bei Pellets-Heizungen, die Öl-Heizsysteme ersetzen, kann es zu einer leichten Reduktion von C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-Emissionen aufgrund des effizienten Verbrennungsvorganges kommen. Bei allen anderen untersuchten Systemen treten aber erhöhte CO, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> und Staub-Emissionen auf. Im Falle der Stückholzheizungen können die CO-, und in Verbindung damit auch die C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-Emissionen ein relativ hohes Ausmaß annehmen. Wie Messungen in der Praxis gezeigt haben, können der Schadstoff-Ausstoß bedingt durch mangelhafte Wartung, Planung und Betriebsweise ein mehrfaches der Prüfstandmessergebnisse erreichen.<sup>89</sup> Auch die Auslegung, und damit die Häufigkeit eines Betriebes auf kleinster Leistung des Kessels beeinflussen die Höhe der Emissionen.(vgl. Abbildung 6-12.)

<sup>89</sup> vgl. Matt 1999



**Abbildung 6-12: Emissionsfaktoren für CO bei Nennleistung und kleinster Leistung von Pellets-, Waldhackgut- und Stückholz-Kessel**

Quelle: Jungmeier et al. 1999

Gewichtet mit externen Kosten der Schadstoffe (vgl. Anhang III) ergibt sich nur bei Pellets-Systemen, die anstelle von Öl-Heizungen zum Einsatz kommen, ein positiver Gesamtwert, bei allen anderen kommt es zu einer Erhöhung der durch Emissionen verursachten externen Kosten, da der verringerte SO<sub>2</sub>-Ausstoß die höheren übrigen Emissionen nicht kompensiert. Am ungünstigsten erweisen sich Stückholzheizungen an Stelle von Gas-Heizungen, hier entstehen externe Kosten von 2,2 €/m<sup>2</sup>a.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend, welche Faktoren in welcher Art die Höhe von Treibhausgas- sowie von gesundheitsschädigenden Emissionen beeinflussen.

**Tabelle 6-2: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Emissionsbilanzen von Biomasse-Systemen im Vergleich zu fossilen Referenzsystemen positiv beeinflussen**

Reduktion von Treibhausgasemissionen ↗

Brennstoff	WHG, SH, Stroh, PE1, SNP, Altholz
Referenzsystem	Öl
Wärmedämmung	ja
Objektart	EFH

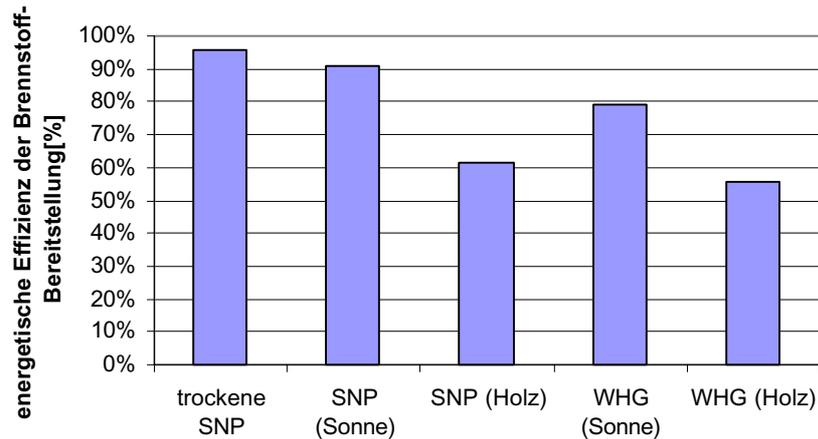
Externe Kosten gesundheitsschädigender Emissionen ↘

Brennstoff	PE1, PE2, PE3
Referenzsystem	Öl
Wärmedämmung	ja
Verhältnis Kesselleistung zu Heizlast	nieder

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; PE3 – Pellets aus Waldhackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus;

Alle Biomasse-Systeme führen zu einer Reduktion des nicht nachhaltigen Ressourcenverzehrs, wobei die Höhe in erster Linie von dem Bedarf an fossilen Energieträgern zur Bereitstellung des biogenen Brennstoffs abhängig ist. Dieser ist besonders bei Pellets aus Kurzumtriebshackgut und Waldhackgut mit etwa 23% deutlich höher als in den anderen Fällen. Wird die Trocknung des Energieträgers im Zuge der Pelletproduktion nicht aus Sonne, sondern mit Hilfe fossiler Brennstoffe durchgeführt, so kann dieser Wert bis auf 75% ansteigen. Die folgende Abbildung zeigt die primärenergetische Effizienz unterschiedlicher Technologien zur Pellets-Bereitstellung.

Es zeigt sich, dass die Effizienz stark sinkt, wenn eine Trocknung der Rohstoffe vorgenommen werden muss und die dafür nötige Energie nicht durch Solarenergie bereitgestellt wird.



**Abbildung 6-13: Primärenergetische Effizienz der Erzeugung von Pellets mit unterschiedlichen Technologien**

Quelle: Pölz 2001

Abkürzungen: SNP – Sägenebenprodukte; WHG – Waldhackgut; in Klammer steht der zur Trocknung des Rohstoffs eingesetzte Brennstoff;

Da der Analyse der ökologischen Auswirkungen in dieser Studie keine zentrale Bedeutung zukommt, war die detaillierte Ermittlung der Unterschiede von Groß- versus Kleinanlagen, Filtern etc. nicht möglich. Selbstverständlich kann dies jedoch im Einzelfall das Ergebnis stark beeinflussen.

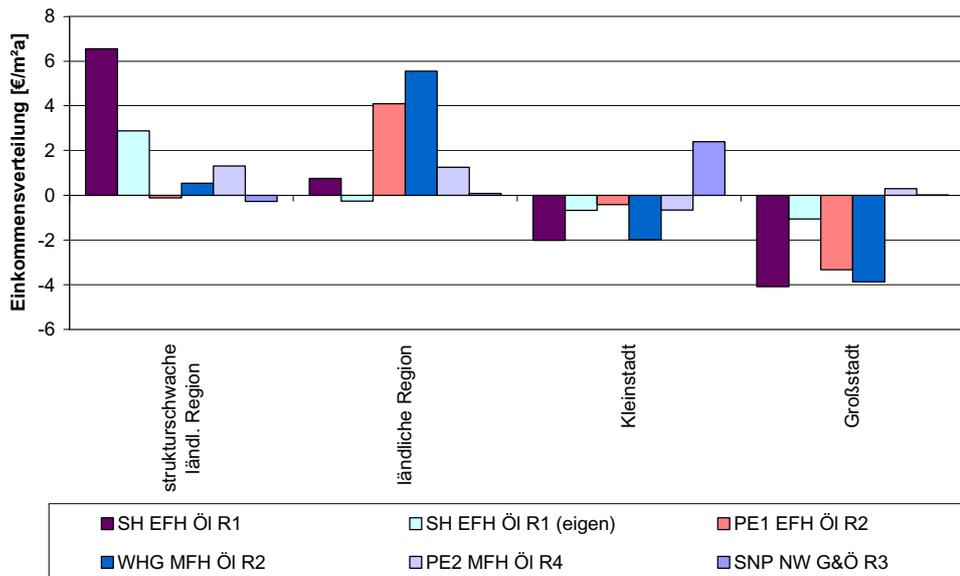
### 6.3 Verteilungseffekte

#### Regionale Verteilungseffekte

In den meisten der betrachteten Fälle sind die Einkommensänderungen in strukturschwachen ländlichen Regionen (R1) positiv. Am stärksten sind sie beim Einsatz von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse. Leicht negativ kann der Effekt beim Einsatz von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten sein. Wird die Brennstoffbereitstellung in Eigenleistung erbracht ergeben sich ebenfalls geringere Einkommenseffekte in der strukturschwachen Region, da die geringeren Ausgaben für das Heizsystem in erhöhten privaten Konsum fließen, wodurch ein Großteil der Einkommen in andere Regionen und das Ausland abfließt.

In der Region der Anwendung kommt es in den meisten Fällen zu positiven Effekten, für Großstädte entstehen meist negative Einkommensänderungen.

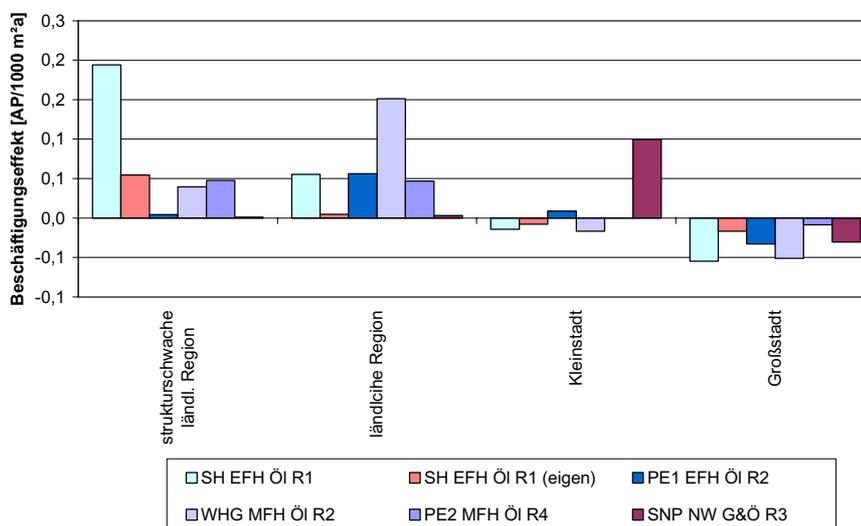
Eine Erhöhung des Öl-Preises bewirkt eine Verstärkung der regionalen Verteilungs-Effekte (vgl. Kapitel 7.3).



**Abbildung 6-14: Durch Biomasse-Systeme induzierte regionale Einkommensverteilung**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; Öl – Kennzeichnung des Referenzsystems Öl; G&Ö – Mix aus Gas und Öl als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.



**Abbildung 6-15: Regionale Verteilung durch Biomasse-Systeme induzierter Beschäftigungseffekte**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; Öl – Kennzeichnung des Referenzsystems Öl; G&Ö – Mix aus Gas und Öl als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Die Arbeitsplatzeffekte sind bei allen betrachteten Anwendungen in den strukturschwachen ländlichen Regionen positiv. Allerdings ist der Effekt in jenen Fällen, wo es zu negativen Einkommenseffekten in diesen Regionen kommen kann, d.h. beim Einsatz von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten sehr gering. Auch die eigene Bereitstellung des Brennstoffs bewirkt eine starke Reduktion des Beschäftigungseffektes.

**Tabelle 6-3: Anwendungen und Faktoren, die die Schaffung von Einkommen und Arbeitsplätzen in strukturschwachen ländlichen Regionen positiv beeinflussen**

Einkommen und Beschäftigung in strukturschwachen, ländlichen Regionen ↗

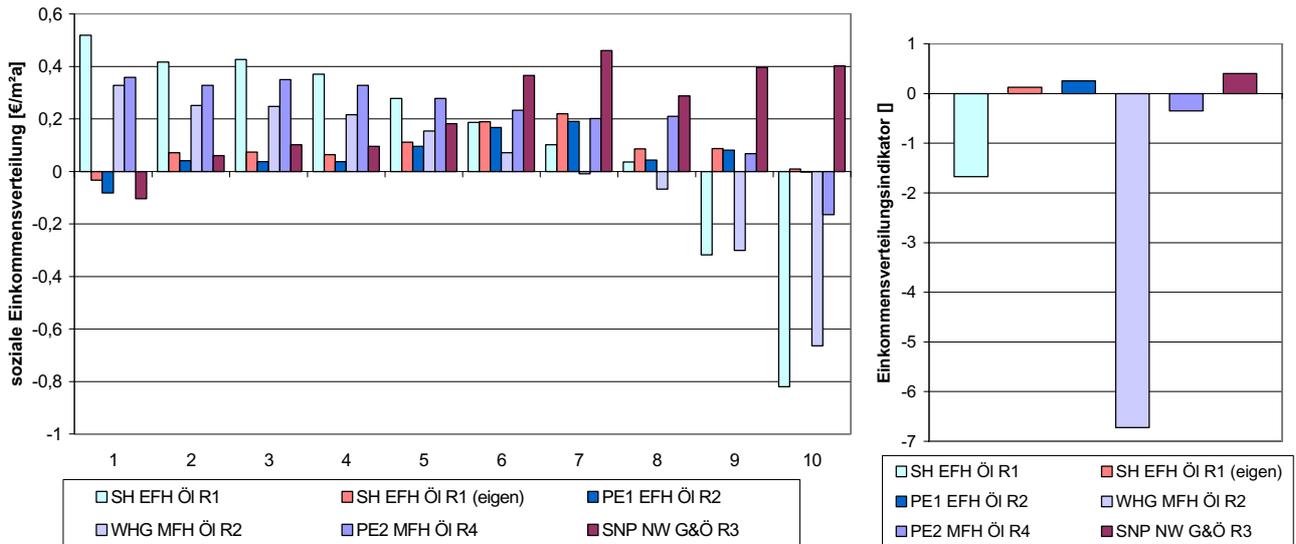
Brennstoff	SH, WHG, PE2, SH (eig), KHG PE3, WHG (eig),
Wärmedämmung	nein
Region der Anwendung	R1
Energiepreis fossil	hoch

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; PE3 – Pellets aus Waldhackgut; SNP – Sägenebenprodukte; KHG - Kurzumtriebshackgut; R1 – strukturschwache ländliche Region;

#### Soziale Verteilungseffekte

Die meisten der betrachteten Biomasse-Systeme induzieren Arbeitsplätze, für die keine hohen Qualifikationen erforderlich sind. Diese gehören daher den unteren Einkommensklassen an, wodurch sich eine Verschiebung zu den unteren Einkommen, im Vergleich zur gesamt-österreichischen Einkommensverteilung ergibt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn forstliche Biomasse zum Einsatz kommt.

Bei der Nutzung von Sägenebenprodukten und Pellets ist die Situation anders, hier dominieren die mittleren und hohen Einkommen.



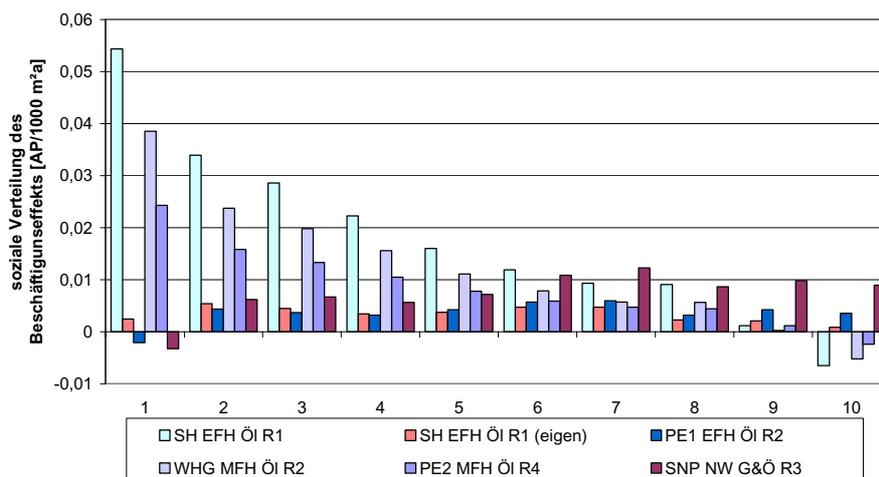
**Abbildung 6-16: Durch Biomasse-Systeme induzierte soziale Einkommensverteilung**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und ÖI als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Aufgrund der durchschnittlichen Einkommen innerhalb einer Klasse kommt dieser Effekt noch stärker zum Vorschein bei der Betrachtung der Beschäftigungs-Verteilung auf die einzelnen Einkommensklassen. Da ein bestimmter Betrag an Einkommen in den unteren Klassen höhere Beschäftigungseffekte zur Folge hat als in den oberen, ergibt sich eine starke Verschiebung der Beschäftigung hin zu niederen Einkommen.

Wie bereits in Kapitel 5.4.2 diskutiert wurde, kann dies unterschiedlich interpretiert werden. Je nachdem wie hoch die Möglichkeit eingeschätzt wird, ungenügend oder falsch qualifizierte Personen durch Weiterbildung für besser bezahlte Tätigkeiten auszubilden, kann dieses Ergebnis als negativer Effekt, nämlich als die Schaffung schlecht bezahlter Jobs, oder aber als positiver Effekt – nämlich als die Schaffung von Arbeitsplätzen für Personen mit schlechten Chancen am Arbeitsmarkt interpretiert werden.



**Abbildung 6-17: Soziale Verteilung der durch Biomasse-Systeme induzierten Beschäftigungseffekte**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und Öl als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Faktoren in welcher Art die Einkommens- und Arbeitsplatzeffekte für einkommensarme Gruppen beeinflussen.

**Tabelle 6-4: Anwendungsfälle und Faktoren, die die Schaffung von Einkommen und Arbeitsplätzen für einkommensarme Gruppen verstärken**

Schaffung von Einkommen und Arbeitsplätzen für einkommensarme Bevölkerungsgruppen ↗

Brennstoff	WHG, PE3, PE2, SH Stroh, KHG
Wärmedämmung	Nein
Objektart	Einzelanlagen
Energiepreis fossil	hoch

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; PE3 – Pellets aus Waldhackgut; KHG - Kurzumtriebshackgut;

#### 6.4 Nationalökonomische Kriterien

Bei allen betrachteten Systemen kommt es zu einer Entlastung der Handelsbilanz. Dies ist in der Reduktion der Importe für fossile Brennstoffe begründet.

Beim Einsatz von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten fällt dieser Effekt deutlich geringer aus. Dies hat seinen Grund darin, dass die Papier- und

Plattenindustrie den Teil ihres Biomasse-Bedarfs, der nun nicht mehr stoffliche, sondern energetische Verwertung findet, aus anderen Quellen zu beziehen. Es wurde die Annahme getroffen, dass ein Teil dieses Biomasse-Bedarfs aus dem Ausland importiert wird.<sup>90</sup>

Abhängig ist die Auswirkung auf die Handelsbilanz zu einem Teil auch von den Mehr-Kosten des Biomasse-Systems: billigere Systeme bewirken eine geringere Entlastung des Handelsbilanzdefizits, da über den höheren privaten Konsum ein Teil der induzierten Einkommen in das Ausland abfließt.

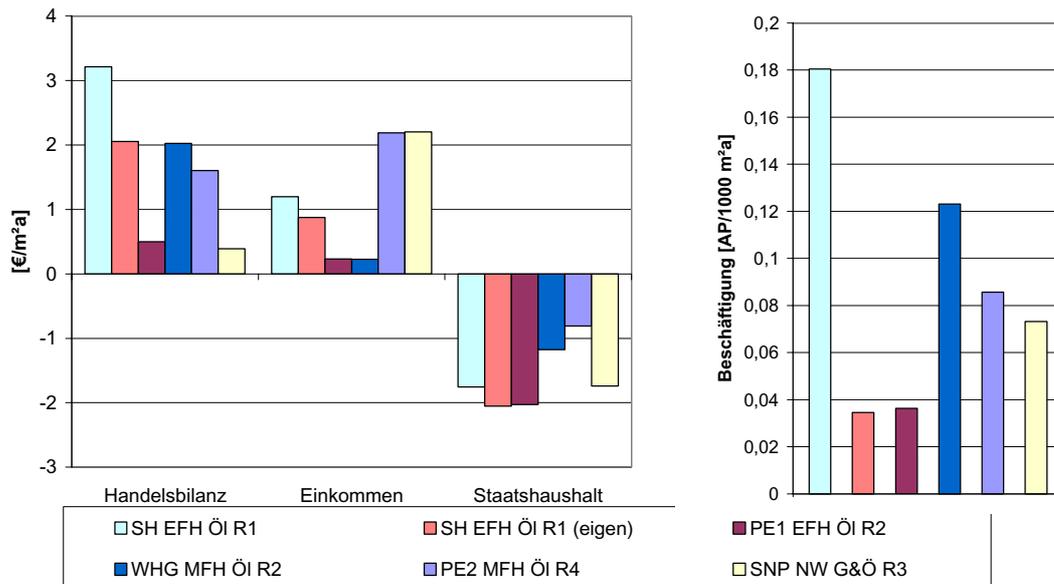
Der gesamtwirtschaftliche Einkommenseffekt ist für den überwiegenden Anteil der Biomasse-Systeme positiv. Am höchsten ist dieser beim Einsatz forstwirtschaftlicher Biomasse kombiniert mit Maßnahmen zur Wärmedämmung (ca. 4€/m<sup>2</sup>a). Leicht negative Auswirkungen treten ausschließlich bei Pellets-Zentralheizungen in Mehrfamilienhäusern in ländlichen Regionen auf (Referenzsystem Öl- oder Gas-Zentralheizung) (ca. -0,6 €/m<sup>2</sup>a).

Die Beschäftigungseffekte sind bei allen betrachteten Anwendungen positiv. Beim Einsatz von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten sind diese jedoch gering. Geringer sind die Beschäftigungseffekte weiters bei der eigenen Bereitstellung des Brennstoffes, da die Beschäftigung durch die Erhöhung des privaten Konsums (billigeres Heizsystem) nicht den Entfall der Arbeitsplätze für die Biomasse-Bereitstellung kompensieren kann.

Bei allen Systemen kommt es zu einer Belastung des Staatshaushaltes, das heißt, dass Staatsausgaben anderweitig reduziert werden müssen. Die Ursache liegt in erster Linie darin, dass Steuereinnahmen aus der Besteuerung fossiler Energieträger entfallen. Der zweite Grund ist die Vergabe von Subventionen. Das Einkommenssteueraufkommen steigt bei den meisten Systemen geringfügig, wobei dies aufgrund der Schaffung von Einkommen in den einkommensschwächeren Klassen beim Einsatz forstlicher Biomasse geringer, beim Einsatz von Sägenebenprodukten und Pellets höher ist.

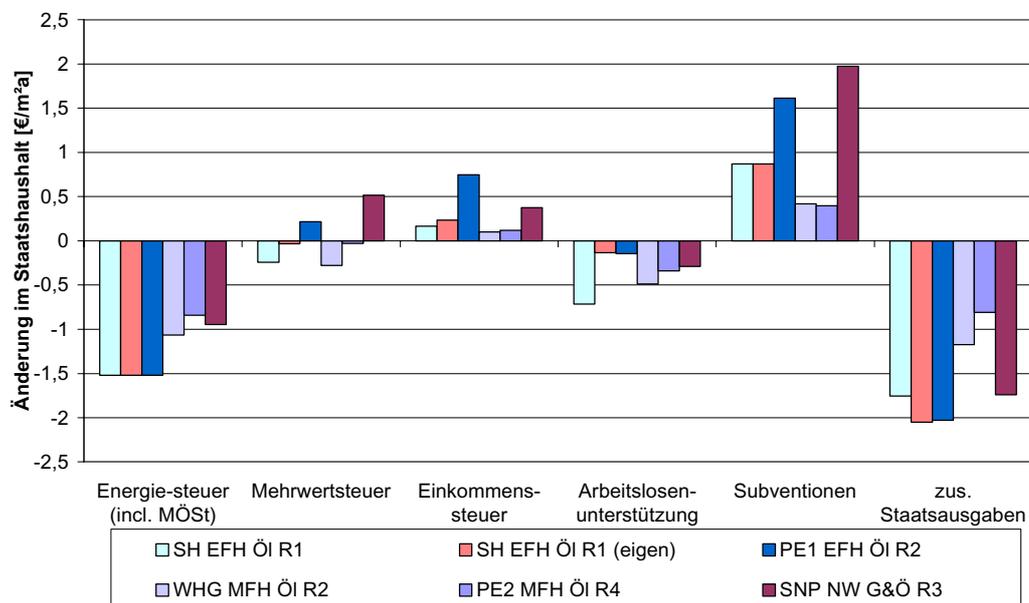
---

<sup>90</sup> vgl. Kapitel 5.3.1



**Abbildung 6-18: Nationalökonomische Kriterien**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und ÖI als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;  
Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.



**Abbildung 6-19: Durch Biomasse-Systeme verursachte Änderungen im Staatshaushalt**

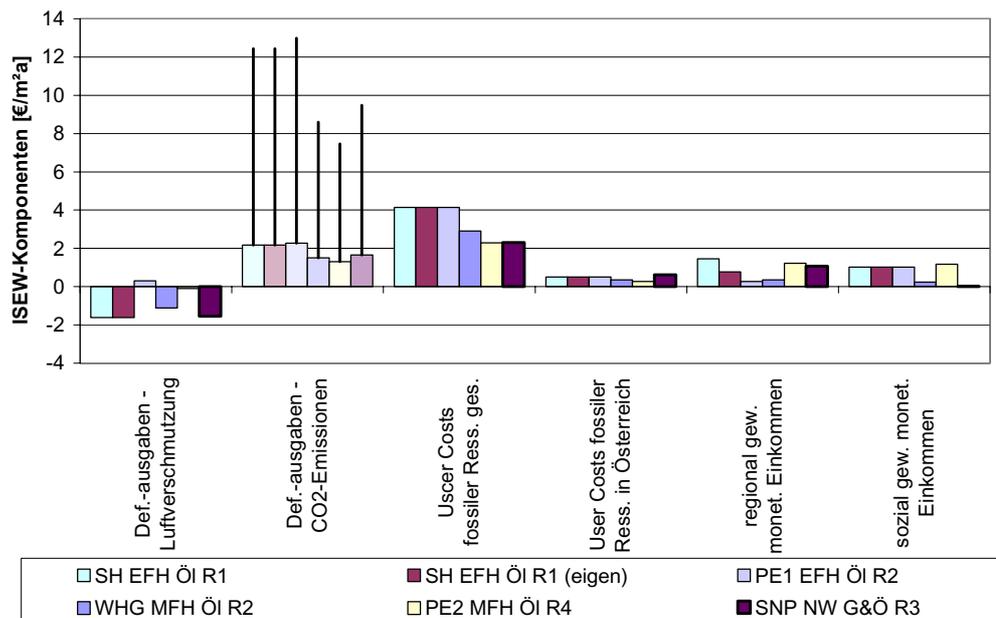
Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und ÖI als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;  
Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Abbildung 6-20 zeigt die Änderung der Komponenten des „Index of sustainable economic welfare“ (ISEW). Daraus ist ersichtlich, dass das Ergebnis in erster Linie von der Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen abhängig ist. Gerade diese unterliegt jedoch der größten Unsicherheit. Der zweitgrößte Beitrag besteht in den User-Costs des Abbaus fossiler Ressourcen. Werden nur die User-costs des Abbaus von fossilen Ressourcen auf österreichischem Staatsgebiet betrachtet, ist dieser Betrag deutlich geringer.

Niedrige Werte des ISEW treten dann auf, wenn hohe Emissionen an Luftschadstoffen nicht durch die Reduktion von nicht nachhaltigem Ressourcenverzehr und Einkommensschaffung kompensiert werden.

Am besten liegen Pellets-Systeme, die kombiniert mit Wärmedämmung eingesetzt werden und Öl-Kessel ersetzen.

Wenn die CO<sub>2</sub>-Reduktion bzw. der gesamte Ressourcenverzehr im ISEW Berücksichtigung finden, so weisen alle Systeme stark positive Werte auf.



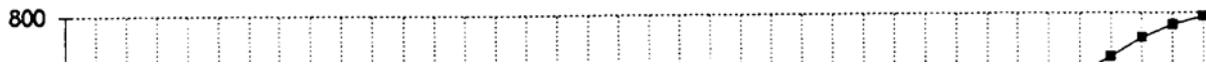
**Abbildung 6-20: Die Änderung des "Index of sustainable economic welfare"**

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; SNP – Sägenebenprodukte; EFH – Einfamilienhaus; ;MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ÖI – Kennzeichnung des Referenzsystems ÖI; G&Ö – Mix aus Gas und Öl als Referenzsystem; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt; (eigen) – eigene Brennstoffbereitstellung;

Zur Erläuterung der Anwendungsfälle siehe Seite 93.

Hochreither et al. führten eine Berechnung des ISEW für Österreich ab 1955 durch. Darin zeigte sich, dass im Gegensatz zum BIP dieser ab 1980 etwa auf konstantem Niveau blieb. Das heißt, dass ab diesem Zeitpunkt die Abschreibungen natürlichen Kapitals,

Defensivkosten, etc. die zusätzlichen Einkommenseffekte kompensierten. Im Gegensatz dazu vermittelt jedoch der Verlauf des BIPs eine stetige Zunahme des Wohlstandes.



**Abbildung 6-21: BIP und ISEW von 1955 bis 1992 nach Hochreither et al. (1994)**

Eine positive Änderung des ISEW bedeutet daher, dass Biomasse einen positiven Beitrag zum Wohlstand eines Landes beiträgt - auch unter Abzug von (potenziellen) Defensivkosten - was bei der alleinigen Betrachtung des BIP nicht geschlossen werden kann.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend, welche Faktoren in welcher Art die volkswirtschaftlichen Indikatoren Handelsbilanz, Einkommen, Beschäftigung, Staatshaushalt sowie den „Index of sustainable economic welfare“ beeinflussen.

**Tabelle 6-5: Anwendungsfälle und Faktoren, die die nationalökonomischen Indikatoren positiv beeinflussen****Entlastung der Handelsbilanz ↗**

Brennstoff	SH, WHG, KHG PE2, PE3
Preisniveau fossil	hoch
Objektart	EFH

**Einkommenseffekt ↗**

Brennstoff	SH, WHG, PE3, KHG PE2
Wärmedämmung	ja
Preisniveau fossil	hoch
Objektart	EFH

**Beschäftigungseffekt ↗**

Brennstoff	SH, WHG, KHG PE3, PE2,
Wärmedämmung	nein
Preisniveau fossil	hoch
Objektart	EFH

**Belastung des Staatshaushaltes ↘**

Referenzsystem	ETH, Gas
Preisniveau fossil	hoch

**Änderung des ISEW ↗**

Brennstoff	PE1, KHG, WHG, SH, PE2, PE3,
Referenzsystem	Öl
Preisniveau fossil	hoch
Wärmedämmung	ja
Objektart	EFH

Abkürzungen: SH – Stückholz; WHG – Waldhackgut; PE1 – Pellets aus Sägenebenprodukten; PE2 – Pellets aus Kurzumtriebshackgut; PE3 – Pellets aus Waldhackgut; SNP – Sägenebenprodukte; KHG - Kurzumtriebshackgut; EFH – Einfamilienhaus; MFH – Mehrfamilienhaus; NW – Nahwärme; ETH - Etagenheizung; R1 – strukturschwache ländliche Region; R2 – ländliche Region; R3 – Kleinstadt; R4 – Großstadt;

## 7 Langfristige strategische Aspekte: Bewertung von Biomasse-Szenarien zur Risikoabsicherung gegen Versorgungsengpässe

### 7.1 Die Preisentwicklung fossiler Energieträger

Neben den im letzten Kapitel quantifizierten volkswirtschaftlichen Aspekten ist schließlich der Aspekt des möglichen Beitrags der Biomasse zur langfristigen Versorgung von Interesse. Es stellt sich daher die Frage, welche strategische Bedeutung eine frühzeitige Forcierung der Nutzung von Biomasse für die Volkswirtschaft haben könnte, unter dem Aspekt verschiedener Annahmen über das Eintreten von „Peak oil“. Abbildung 7-1 zeigt die zwei prinzipiellen Extremfälle.

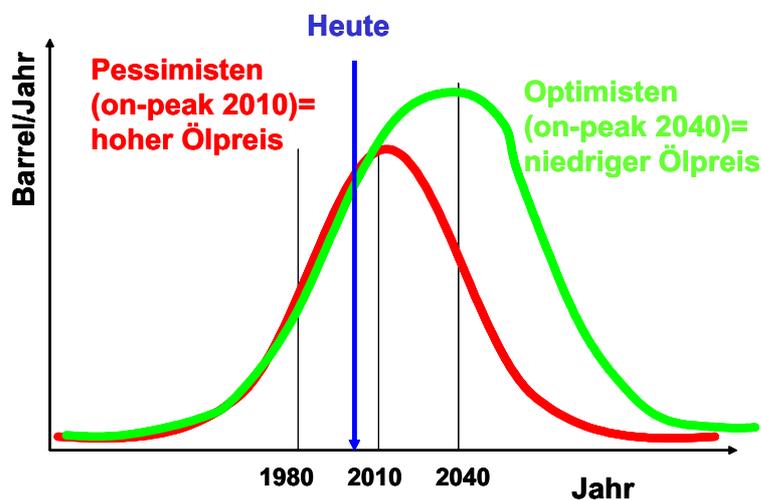


Abbildung 7-1: Zwei Extrem-Positionen hinsichtlich des Eintretens von "Peak-Oil"

Es ist davon auszugehen, dass irgendwann zwischen 2010 und 2040 das Maximum der weltweiten Ölförderung erreicht wird und es, da gleichzeitig die Nachfrage basierend auf dem niedrigen Ölpreisniveau kontinuierlich weiter ansteigt, zu substantiellen Preissteigerungen kommen wird.

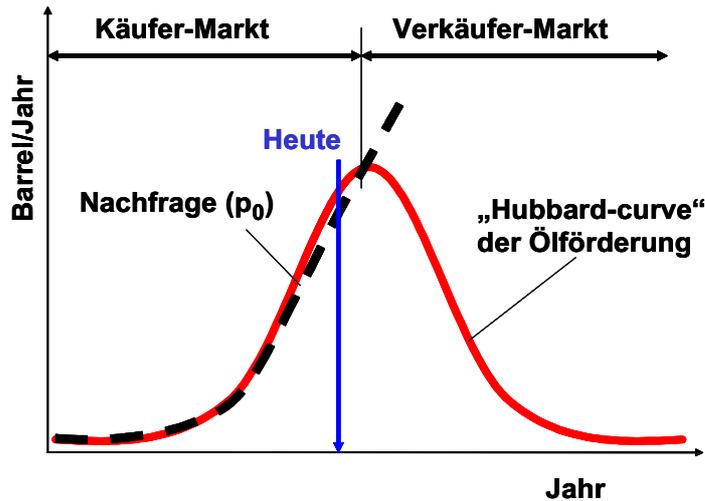


Abbildung 7-2: Der Übergang vom Käufer- zum Verkäufer-Markt zum Zeitpunkt des "Peak-Oil"

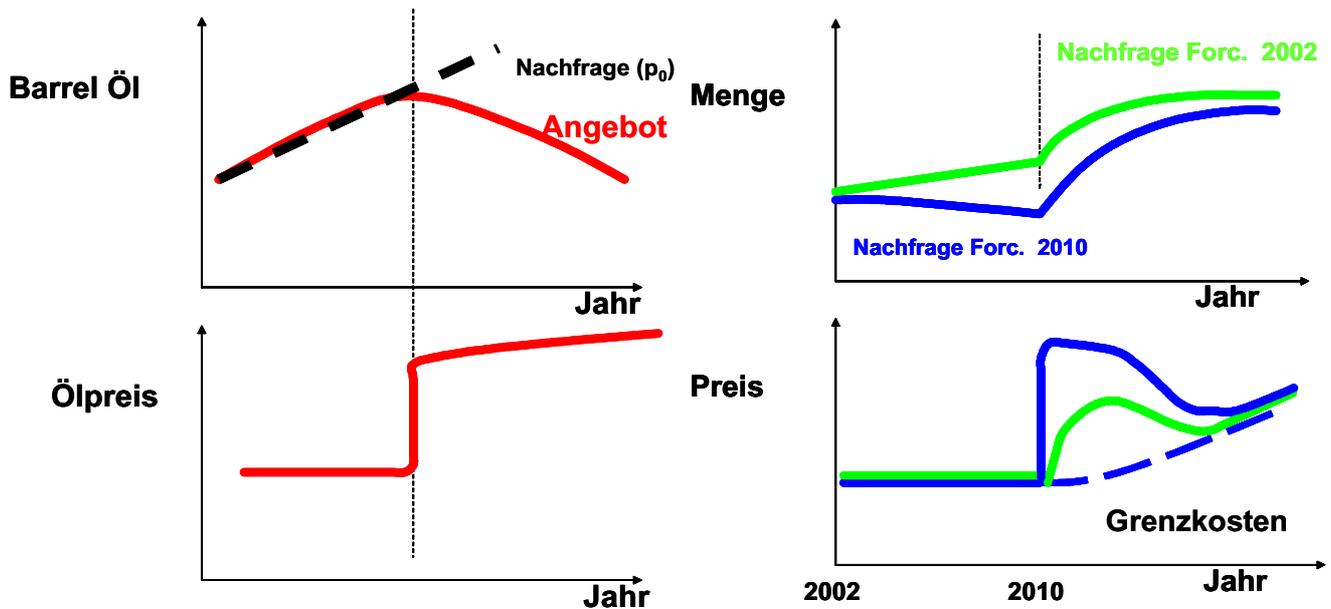


Abbildung 7-3: Mögliche Preisentwicklungen von Öl und Biomasse zum Zeitpunkt "peak-oil"

Wird nun die Biomassenutzung nicht schon frühzeitig forciert<sup>91</sup>, werden auch die Biomasse-Preise durch die dann zu erwartende substanzielle Steigerung der Nachfrage nach Biomasseprodukten sprunghaft ansteigen, und es kommt insgesamt zu einer Belastung der Volkswirtschaft.

<sup>91</sup> Forcierung bedeutet die Implementierung eines Maßnahmenbündels, welches insgesamt die Attraktivität der Biomassenutzung, differenziert nach Anwendungen, erhöht – und zwar entsprechend den in Anhang VIII dokumentierten Faktoren.

## **7.2 Entwicklung von Szenarien der Biomasse-Nutzung**

Die im Folgenden dargestellte Entwicklung von Biomasse-Szenarien verfolgt das Ziel, die Auswirkungen einer Biomasse-Forcierung zu analysieren. Dies wird einerseits hinsichtlich der in Kapitel 5 dargestellten Indikatoren, andererseits aber z.B. auch im Hinblick auf die Ausschöpfung der primärenergetischen Potenziale und deren Implikationen durchgeführt. Randbedingungen für jedes der Szenarien sind die möglichen Öl-Preis-Entwicklungen, die in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Oil-peaks auftreten können, wie im vorigen Kapitel erläutert. Folgende Szenarien werden betrachtet:

- Business-as-usual (BAU): In diesem Szenario bleibt der Öl-Preis bis zum Jahr 2020 nieder (Oil-peak 2040), sodass für die Betreiber und Nutzer kein ökonomischer Anreiz besteht, Biomasse verstärkt einzusetzen. Auch von Seiten der Politik erfolgt keine starke Förderung von Biomasse-Heizsystemen.
- Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010 (AMB 2010): In diesem Szenario kommt es ab dem Jahr 2010 zu einem starken Ausbau der Biomasse-Nutzung. Dies kann einerseits aufgrund eines Ölpreis-Anstiegs erfolgen (Oil-peak 2010), oder durch politische Maßnahmen bei gleichbleibend niedrigerem Öl-Preis (Oil-peak 2040). Beide Fälle werden getrennt behandelt. (s. Anhang VIII)
- Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002 (AMB): In diesem Szenario wird Biomasse durch Förderungen ab sofort stark forciert, wodurch es zu einem Anstieg der Biomasse-Nutzung kommt. Ab 2010 können die Fördermaßnahmen entweder reduziert werden, da es zu einer Öl-Preis-Erhöhung kommt (Oil-peak 2010) oder müssen weitergeführt werden (Oil-peak 2040). Wiederum werden beide Fälle getrennt behandelt. (s. Anhang VIII)

Die Erstellung der Szenarien erfolgt unter der Annahme, dass 5% der Kessel jährlich erneuert werden, d.h., dass die Heizsysteme eine Nutzungsdauer von etwa 20 Jahren aufweisen. Der Tausch der Anlagen erfolgt nach Ersatzfaktoren, die für jeden Energieträger zu bestimmen sind<sup>92</sup>, und angeben, durch welches System das alte ersetzt wird. Berücksichtigung findet im Fall der Einfamilienhäuser auch der Netto-Zubau. Im Fall der Mehrfamilienhäuser wurden Neubauten und Sanierung bzw. der Abbruch von Gebäuden getrennt behandelt, da die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass sich Biomasse-Systeme in neugebauten Mehrfamilienhäusern wesentlich besser durchsetzen als im Sanierungsfall.

Zur Berechnung der Szenarien wurden die Zeitreihen der Heizsystem-Entwicklung herangezogen, um für die Jahre 1982 bis 2001 die jährlichen Neuinstallationen zu erhalten.

---

<sup>92</sup> Die Festlegung der Ersatzfaktoren wird bei der Besprechung der Szenarien weiter unten erläutert.

Betrachtet wurden dabei die Energieträger Stückholz, Hackgut, ab 1997 Pellets, Öl, Gas, Fernwärme, Kohle und Strom, jeweils differenziert nach Ein- und Mehrfamilienhäusern. Auf dieser Basis und mit Hilfe der Ersatzfaktoren können nun für die Jahre 2002 bis 2020 die jährlichen Neuinstallationen jedes Energieträgers, und damit die gesamte Anzahl der jeweiligen Heizsysteme ermittelt werden. Letztere ergibt sich aus dem Bestand des Vorjahres plus Neuinstallationen abzüglich der ersetzten Altanlagen. An dieser Stelle wird noch keine Unterscheidung zwischen den Anlagentypen Einzelofen, Etagen- oder Zentralheizung getroffen.

### 7.2.1 Primärenergiebedarf zur Verstromung von Biomasse

Da neben der Verfügbarkeit des Primärenergie-Potenzials auch der Einsatz desselben in KWK-Anlagen zur Verstromung eine wichtige Randbedingung für die Erstellung und Analyse der Szenarien darstellt, wird an dieser Stelle der Primärenergiebedarf zur Produktion von Strom aus Biomasse in verschiedenen Szenarien ermittelt.

Zwei Szenarien werden hinsichtlich der Stromproduktion aus Biomasse betrachtet:

- „KWK hoch“: 2,5 TWh<sub>el</sub> werden erzeugt. Davon 1 TWh in Sägen, Zellstoff- und Papierindustrie sowie in sonstigen Industriebetrieben<sup>93</sup> und 1,5 TWh in Nah- und Fernwärme<sup>94</sup>. Der gesamt Primärenergiebedarf zur Bereitstellung thermischer sowie elektrischer Energie beträgt 45 PJ/a.
- „KWK nieder“: 1 TWh<sub>el</sub> werden erzeugt. Davon 0,5 TWh in Sägen, Zellstoff- und Papierindustrie sowie in sonstigen Industriebetrieben<sup>95</sup> und 0,5 TWh in Nah- und Fernwärme<sup>96</sup>. Der gesamt Primärenergiebedarf zur Bereitstellung thermischer sowie elektrischer Energie beträgt 19 PJ/a.

Diese Beträge an Primärenergiepotenzial sind bei der Erstellung der Szenarien von dem für Anlagen ohne Wärmeverteilung und daher ohne Stromauskopplung verfügbaren Potenzials in Abzug zu bringen. Darauf wird in Kapitel 7.2.4 zurückgekommen.

Der zeitliche Verlauf des Biomasse-Ausbaus ergibt sich aus dem für das Jahr 2007 zu erreichenden EIWOG-Ziel. Dazu wird voraussichtlich ein Beitrag der Biomasse von etwa 0,7

---

<sup>93</sup> Annahme: 10% der kleinen (<10 MW<sub>BS</sub>), 40% der großen Sägewerke, 15 % der kleinen (<10 MW<sub>BS</sub>), 20% der großen Papier-Industriebetriebe, 5% aller potenziellen Industriebetriebe mit einer Biomasse-KWK-Anlage ausgestattet;

<sup>94</sup> Annahme: 40% der bestehenden Nahwärme-Anlagen werden mit einer KWK-Anlage umgerüstet und 60 % der neu errichteten (0,1 TWh<sub>el</sub>); 39% der Fernwärme-Anlagenleistung wird mit Biomasse befeuert (1,4 TWh<sub>el</sub>)

<sup>95</sup> Annahme: 5% der kleinen (<10 MW<sub>BS</sub>), 20% der großen Sägewerke, 10 % der kleinen (<10 MW<sub>BS</sub>), 15% der großen Papier-Industriebetriebe, 1% aller potenziellen Industriebetriebe mit einer Biomasse-KWK-Anlage ausgestattet;

<sup>96</sup> Annahme: 20% der bestehenden Nahwärme-Anlagen werden mit einer KWK-Anlage umgerüstet und 50 % der neu errichteten (80 GWh<sub>el</sub>); 13% der Fernwärme-Anlagenleistung wird mit Biomasse befeuert (0,4 TWh<sub>el</sub>)

TWh<sub>el</sub> erforderlich sein [vgl. Berger, Haas, Kranzl 2001], wozu Primärenergie von 12,6 PJ benötigt wird.

Die Ehrgeizigkeit des „KWK-hoch“-Szenarios zeigt sich nicht nur darin, dass unter anderem knapp 40% der gesamten derzeitigen Fernwärmeleistung mit Biomasse befeuert werden müsste, sondern auch darin, dass knapp die Hälfte des zusätzlichen Biomasse-Potenzials zur Erreichung dieses Ziels eingesetzt werden müsste. Dies würde auch eine starke Änderung der Struktur der energetischen Biomasse-Nutzung mit sich bringen: Während bis jetzt Kleinanlagen in Einfamilienhäusern dominieren, würde in diesem Szenario der Biomasse-Einsatz in Großanlagen (und vor allem auch in großen Fernwärme-Anlagen) stark an Bedeutung gewinnen, wobei mit Großanlagen hier Anlagen mit über 10 MW Brennstoffwärmeleistung gemeint sind.

### 7.2.2 Business as usual (BAU)

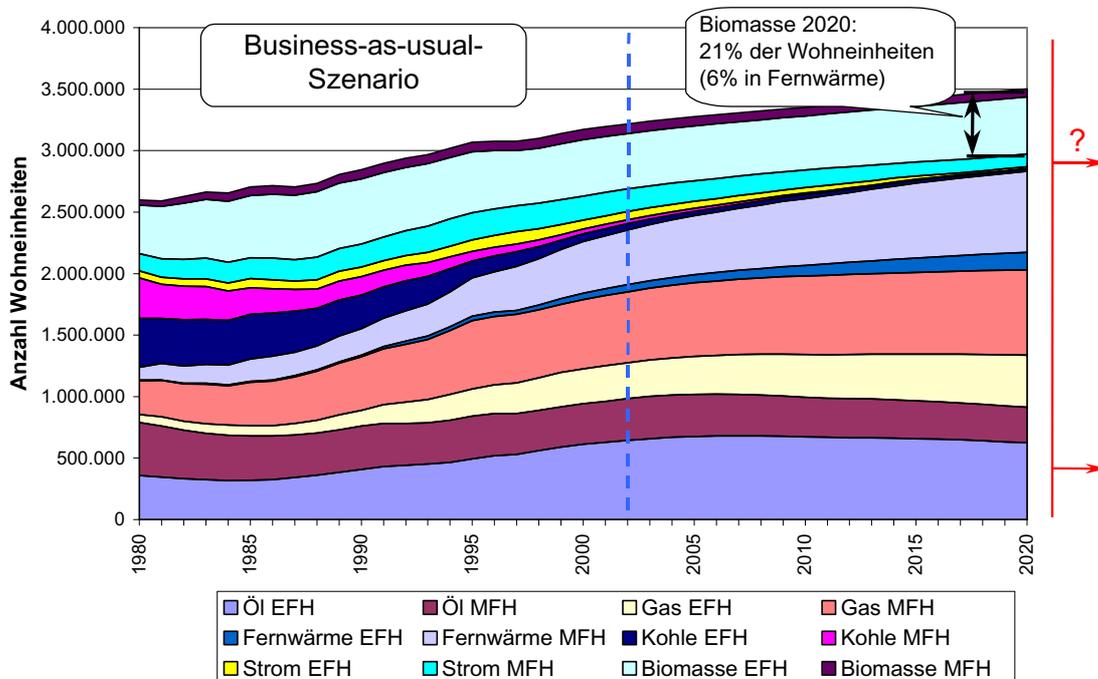
Die Ersatzfaktoren im „BAU-Szenario“ wurden derart festgesetzt, dass folgende Randbedingungen erfüllt sind:

- Grobabstimmung mit „Energieszenarien bis 2020“ [Kratena, Schleicher 2001]: Die Abstimmung erfolgte nach dem energetischen Endverbrauch im WIFO-„Baseline“-Szenario. Da die hier verwendeten Zeitreihen – im Gegensatz zu den WIFO-Daten – auf einer bottom-up Analyse beruhen, ergeben sich zum Teil Abweichungen des historischen Energieverbrauchs. Darum ist es auch nicht möglich, eine exakte Abstimmung der Szenarien zu erreichen. Es wurde daher eine Abgleichung der Differenzen zwischen dem Ausgangswert 2000 und dem Endwert 2020 für jeden Energieträger und den gesamten Endenergiekonsum vorgenommen.
- Stetige, plausible Weiterentwicklung jedes einzelnen Energieträgers ohne sprunghafte Entwicklungen
- Annahmen über den künftigen Stellenwert einzelner Energieträger: So werden beispielsweise die Ersatzfaktoren für Pellets mit der Zeit leicht erhöht, in der Annahme, dass sich die Entwicklung der Pellets-Heizungen, die sich in den letzten Jahren abzeichnete, abgeschwächt fortsetzt.
- Sonstige Konsistenz-Bedingungen (z.B. positive Werte der prognostizierten Neuinstallationen)

Die Werte der Ersatzfaktoren finden sich in Anhang VIII. Dazu ist anzumerken, dass hohe Ersatzfaktoren von einem System zu dem selben (also z.B. der Ersatz von Gas-Kesseln mit Gas-Kesseln) nicht notwendigerweise zu hohen tatsächlichen Neuinstallationen führen

müssen, sondern in der Praxis auch eine höhere Nutzungsdauer als 20 Jahre der Anlagen bedeuten können.

Unter diesen Annahmen ergibt sich das Szenario, wie in Abbildung 7-4 dargestellt.



**Abbildung 7-4: „Business-as-usual“-Szenario (niedriger Ölpreis, keine Förderung der Biomasse bis 2020)**

Bedingt durch die Berechnungs-Methode und die Annahme von 20 Jahren Nutzungsdauer käme es in den ersten Jahren (bis 2004) zu einer relativ hohen Anzahl neu installierter Biomasse-Heizungen (etwa 48.000 Stück pro Jahr). Dies hat seine Ursache im starken Ansteigen der Biomasse-Kessel in den Jahren 1981 bis 1984, die annahmegemäß in den Jahren 2001 bis 2004 ersetzt werden. Da ein kleiner Anteil (ca. 10%) dieser starken Steigerung der Biomasse-Nutzung in den Jahren 1981 bis 1984 auch auf Einzelöfen zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 2-3), dürfte eine geringe Anzahl dieser Anlagen nicht neu installiert, sondern lediglich reaktiviert worden sein. Es dürfte daher eine leichte Überschätzung der Neuinstallationen in den Jahren 1981-1984 vorliegen, was jedoch nichts an dem absoluten erreichten Stand der Biomasse-Nutzung im Jahr 2020 ändert.

Die Zahl der Neuinstallationen sinkt in den Jahren 2006 bis 2010 auf etwa 24.000 und in den Jahren 2011 bis 2020 auf 18.000 Anlagen pro Jahr ab.

Die Zahl der installierten Pellets-Anlagen beträgt in den Jahren bis 2005 etwa 7.000 Anlagen pro Jahr. Da annahmegemäß im „BAU-Szenario“ Pelletkessel in erster Linie alte Biomasse-

Kessel ersetzen, kommt es zu einem Abflauen dieser Zahl bis zum Jahr 2010, bedingt durch die geringe Anzahl neuinstallierter Anlagen zu Beginn der 90er Jahre. Bis 2020 steigt die Anzahl der neuen Pelletkessel jedoch auf 12.000 pro Jahr, sodass 2020 knapp 110.000 Anlagen in Betrieb sind.

Die Gesamtanzahl der mit Biomasse beheizten Wohneinheiten verringert sich von über 540.000 im Jahr 2000 auf etwa 529.000 im Jahr 2020. Der Anteil der mit Biomasse beheizten Wohneinheiten geht damit – unter Berücksichtigung des Netto-Wachstums im Gebäudebestand – auf etwa 15% zurück. Unter der Annahme einer Stromproduktion aus Biomasse in KWK-Anlagen von 1 TWh<sub>el</sub> ergäben sich weitere etwa 100.000 Wohneinheiten, die mit Fernwärme aus Biomasse beheizt sind<sup>97</sup>. Weitere etwa 108.000 Wohneinheiten werden mit Biomasse-Nahwärme beheizt, wodurch sich ein Gesamtanteil von etwa 21% der Biomasse am Raumwärmemarkt ergibt. Diese sind in der obigen grafischen Darstellung jedoch nicht ausgewiesen, da diese auf der Mikrozensus-Systematik der Statistik Austria basiert, wo diese Daten nicht angegeben werden.

### 7.2.3 Szenario „Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010“ (AMB 2010)

Die Randbedingungen für die forcierte BM-Nutzung -Szenarien sind:

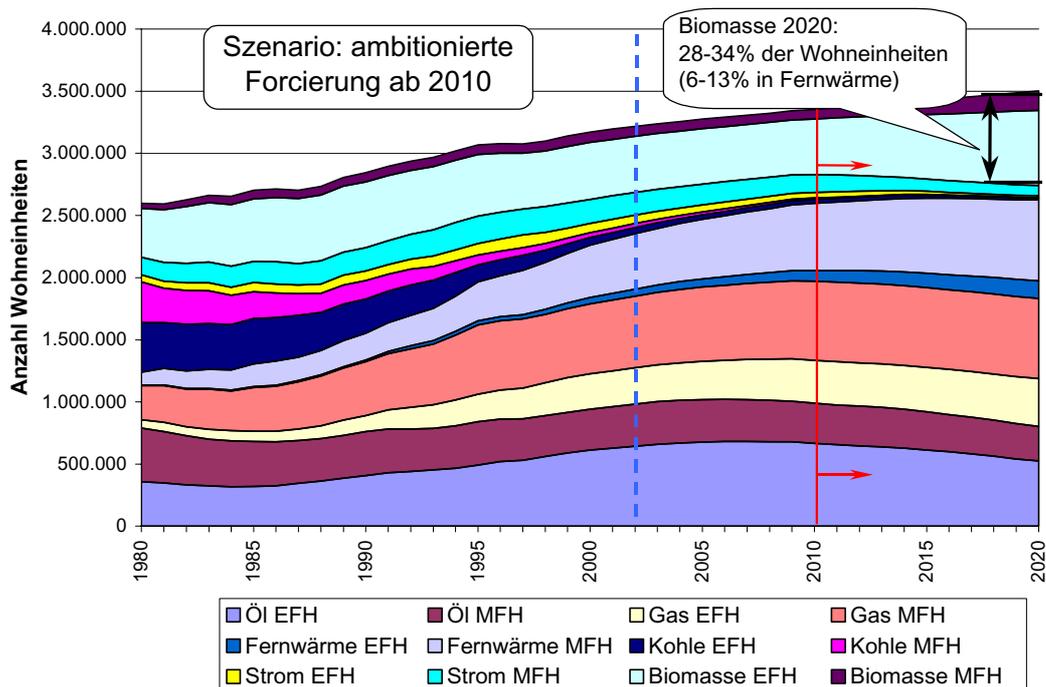
- Das gesamte verfügbare Primärenergiepotenzial:  
Entsprechend den Überlegungen in Kapitel 3 über die nachhaltig nutzbaren, zusätzlichen Potenziale darf für die im Folgenden vorgestellten Szenarien nicht nur der gesamte Primärenergiebedarf die verfügbaren Biomasse-Potenziale nicht überschreiten, sondern dies muss auch für die einzelnen Brennstoff-Fraktionen gelten. Daraus ergeben sich folgende Bedingungen:<sup>98</sup>
  - Die Summe der durch Waldhackgut, Stückholz und Pellets aus Waldhackgut bereitgestellten Energie muss kleiner als das aus dem Wald verfügbare Potenzial sein.
  - Die Summe der durch Pellets aus Kurzumtriebshackgut und Kurzumtriebshackgut bereitgestellten Energie muss kleiner als das Potenzial von Kurzumtriebsflächen sein.
  - Die durch Altholz bereitgestellte Energie muss kleiner als das Potenzial an Altholz sein.
  - Die durch Stroh bereitgestellte Energie muss kleiner als das Potenzial an Stroh sein

---

<sup>97</sup> Erläuterungen zur Stromproduktion aus KWK-Anlagen, sowie deren Implikationen auf den Raumwärmebereich finden sich in Kapitel 3.2 und 7.2.1.

<sup>98</sup> Die entsprechenden Daten finden sich im Detail in Kapitel 3.1.

- Die Summe der durch Pellets aus Sägenebenprodukten und Sägenebenprodukten bereitgestellte Energie muss kleiner als das verfügbare Potenzial an Sägenebenprodukten sein.
- Das voraussichtlich für die Verstromung von Biomasse benötigte Brennstoffpotenzial: Dieses wurde in Kapitel 7.2.1 besprochen und beträgt zwischen 19 PJ/a und 45 PJ/a.
- Realisierbare Anzahl an Biomasse-Neuanlagen:  
Die bisher stärkste Forcierung von Biomasse-Einzelanlagen war in Österreich zu Beginn der 80er Jahre aufgrund des starken Ölpreis-Anstiegs beobachtbar. In den Jahren 1981 bis 1984 betrug die Anzahl der neuinstallierten Anlagen etwa 58.000 pro Jahr mit einem Maximum 1983 von knapp 65.000. Wie oben bereits erwähnt, ist dies nicht ausschließlich auf tatsächlich neu installierte Biomasse-Kessel, sondern zu einem Anteil von etwa 10% auf die Reaktivierung, bzw. Weiterbetreiben alter Öfen zurückzuführen. Eine Zahl im Bereich von etwa 60.000 Anlagen pro Jahr wird daher als Maß dafür angesehen werden, was unter heutigen Voraussetzungen, d.h. ohne einen allzu starken Ausbau von Produktionskapazität etc. in einem ambitionierten Szenario realisierbar ist.



**Abbildung 7-5: Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010" (Ölpreisteigerung und Biomasse-Förderung ab 2010)**

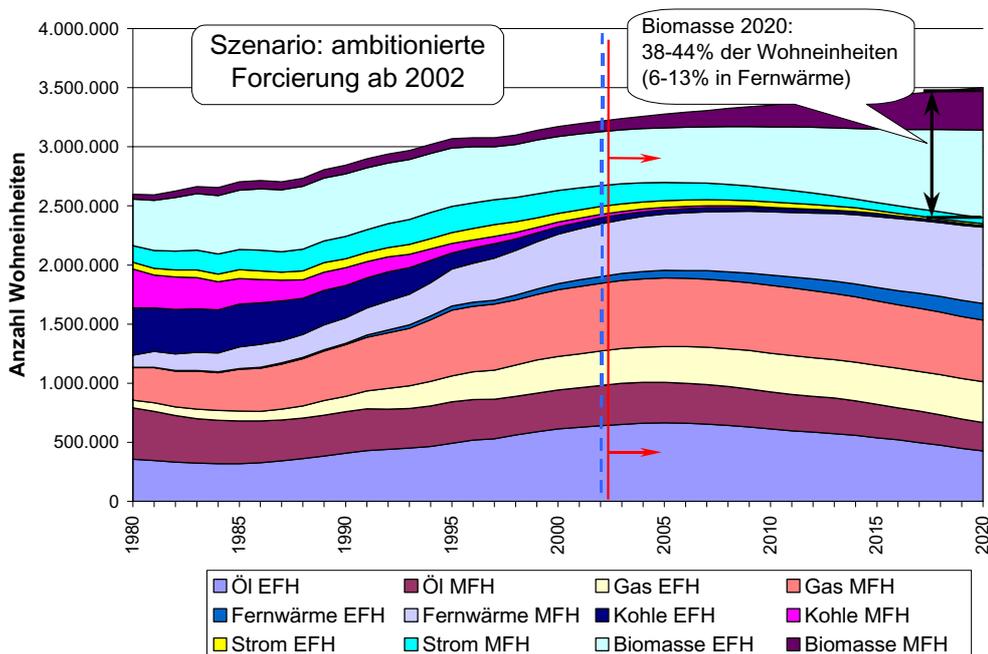
Entsprechend der Annahme verhält sich das Szenario „AMB 2010“ bis zum Jahr 2009 identisch zum „BAU“-Szenario. Dann setzt allerdings eine Biomasse-Forcierung ein. In den Jahren des stärksten Zuwachses (2015 bis 2020) werden knapp 49.000 Neuanlagen pro

Jahr errichtet, sodass die gesamte Anzahl der Biomasse-Heizanlagen auf 760.000 steigt. Die Anzahl der neu installierten Pelletanlagen erreicht im Jahr 2020 die Höhe von 26.000 Anlagen pro Jahr, womit die Anzahl der mit Pellets beheizten Wohnsitze auf insgesamt 270.000 Pelletanlagen steigt.

Der Anteil der Biomasse am Raumwärmemarkt steigt damit auf 22% im Jahr 2020. Unter Berücksichtigung der, im Fall des „KWK hoch“ Szenarios (Stromproduktion aus Biomasse in KWK-Anlagen: 2,5 TWh<sub>el</sub>) mit Fernwärme beheizten Wohnsitze beträgt der Anteil 34%, beim „KWK nieder“ Szenario (1 TWh<sub>el</sub>) 28%.

#### 7.2.4 Szenario „Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002“ (AMB)

Die Randbedingungen für das „AMB“-Szenario sind identisch mit jenen des zuvor dargestellten „AMB 2010“-Szenarios, wenn auch z.B. die Potenzial-Restriktion im Fall einer stärkeren Forcierung größere Bedeutung erlangt. Die Ersatzfaktoren sind ebenfalls identisch mit jenen des AMB-2010-Szenarios, werden aber schon ab 2002 wirksam, und nicht erst ab 2010.



**Abbildung 7-6: Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002"**

Aus denselben Gründen, wie dies in den oben beschriebenen Szenarien erläutert wurde, kommt es in den Jahren bis 2004 zu einem starken Anstieg der Neuanlagen, was nun durch die forcierte Biomasse-Strategie verstärkt wird (59.000 Anlagen pro Jahr). Diese Zahl reduziert sich in den Jahren bis 2010 auf etwa 52.000 Anlagen pro Jahr und erhöht sich im

Zeitraum 2015 bis 2020 auf etwa 60.000 Anlagen pro Jahr. Die Zahl der installierten Pelletsanlagen erhöht sich auf 25.000 im Jahr 2010 und auf über 35.000 im Jahr 2020, sodass 2020 knapp 490.000 Wohnsitze mit Pellets beheizt werden. Insgesamt werden 1,1 Mio. Wohneinheiten mit Biomasse beheizt, was einem Anteil von 31% entspricht bzw. unter Berücksichtigung der Biomasse-KWK-Fernwärme-Anlagen 38% (KWK nieder) oder 44% (KWK hoch).

### **7.3 Vergleich der Szenarien mittels volkswirtschaftlicher Indikatoren**

Für die oben dargestellten Szenarien werden nun die Indikatoren ermittelt, deren Methodik in Kapitel 5 beschrieben wurden. Dadurch soll ein Vergleich dieser Szenarien hinsichtlich volkswirtschaftlicher Kennzahlen ermöglicht werden, um daraus Handlungsempfehlungen hinsichtlich einer möglichen Biomasse-Forcierung abzuleiten.

Die volkswirtschaftlichen Effekte werden für jedes Jahr von 2003 bis 2020 getrennt ermittelt und jeweils die Abweichung eines bestimmten Szenarios vom „BAU“-Szenario dargestellt. Die Fragestellung, die somit beantwortet wird, lautet also: Welche Auswirkungen hat ein bestimmtes Szenario im Vergleich zum „Bau“-Szenario in jedem Jahr<sup>99</sup> bis 2020. Für einige Effekte (Staatshaushalt, Einkommen, ...) wird eine diskontierte Aufsummierung vorgenommen.

Zum Zweck dieser Berechnung werden die Effekte der einzelnen Biomasse-Systeme<sup>100</sup> (d.h. also z.B. Nahwärmanlagen, verschiedene Biomasse-Systeme für Einfamilienhäuser etc.) gemäß den jeweiligen Szenarien aufsummiert.

Dazu ist als zusätzliche Annahme festzulegen, zu welchen Anteilen die einzelnen Energieträger in den unterschiedlichen Regionen eingesetzt werden. Diese Zuteilung erfolgte nach den in Anhang VIII beschriebenen Annahmen.

Weiters wird davon ausgegangen, dass bei Stückholz und Waldhackgut-Anlagen in Einfamilienhäusern, die in ländlichen Regionen situiert sind, der Anteil der Eigenleistung 60% beträgt. Die Nutzerbefragung in [Rohracher et al. 1997] ergab, dass 92% der Nutzer von Biomassekleinanlagen im ländlichen Raum den Brennstoff aus eigenem Wald beziehen. Da zum einen diese Befragung eine relativ kleine Stichprobe zur Verfügung hatte und zum anderen im Zuge einer starken Forcierung mit einer zunehmenden Professionalisierung zu rechnen ist, wurde dieser Wert nach unten revidiert.

---

<sup>99</sup> Es wurde keine Inflationsrate berücksichtigt, die Werte sind daher als reale Werte zu Preisen von 2002 zu interpretieren.

<sup>100</sup> vgl. Abbildung 6-2

In beiden Szenarien - „AMB“ und „AMB 2010“ - werden jeweils zwei verschiedene Preisszenarien<sup>101</sup> betrachtet:

- Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002:
  - Niedriger Öl-Preis (Oil-peak 2040): Es wird mit anhaltend niedrigen Preisen für fossile Energieträger (Ölpreis 31 c/l) und den derzeitigen Biomasse-Preisen gerechnet.
  - Hoher Öl-Preis (Oil-peak 2010): Es wird mit einer Verdopplung des Preisniveaus für fossile Energieträger (Ölpreis 62 c/l) gerechnet. Im Zuge dessen verteuern sich die Biomasse-Brennstoffe anfangs um 50% und sinken dann bis 2020 ab (vgl. Abbildung 7-3 sowie Anhang II).
- Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010:
  - Niedriger Öl-Preis (Oil-peak 2040): Analog zu oben wird mit anhaltend niedrigen Preisen für fossile Energieträger (Ölpreis 31 c/l) und den derzeitigen Biomasse-Preisen gerechnet.
  - Hoher Öl-Preis (Oil-peak 2010): Analog zu oben wird mit einer Verdopplung des Preisniveaus für fossile Energieträger (Ölpreis 62 c/l) gerechnet. Da jedoch die Nachfrage nach Biomasse nicht wie im Szenario „AMB“ bereits ab 2002 langsam aufgebaut wurde, sondern 2010 schlagartig erhöht wird, erhöhen sich die Biomasse-Preise anfangs um 90% und nehmen dann bis 2020 ab (vgl. Abbildung 7-3 sowie Anhang II).

Unter diesen Annahmen ergeben sich für die beiden Szenarien „Biomasse-Forcierung ab 2002“ und „Biomasse-Forcierung ab 2010“ die im folgenden dargestellten Effekte<sup>102</sup>.

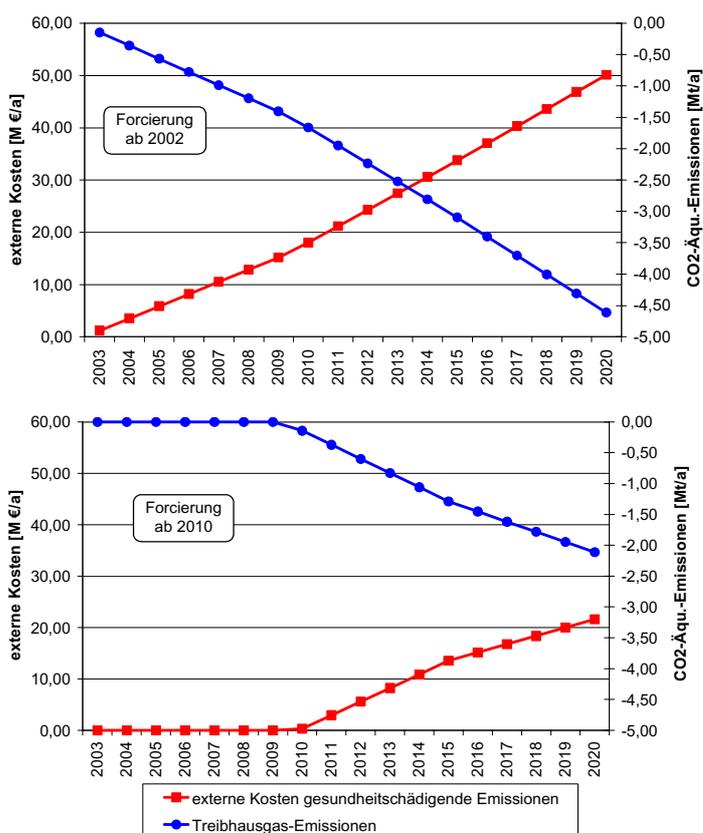
Wird Biomasse ab sofort ambitioniert forciert, so können bis 2020 44% der Wohneinheiten mit Biomasse beheizt werden, dies erfordert einen zusätzlichen Bedarf an Biomasse-Primärenergie von 100 PJ/a. Es werden dabei über 4,5 Mt/a an CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen eingespart und es entstehen externe Kosten durch die Emission von Luftschadstoffen in der Höhe von ca. 50 M€/a. Die mögliche Entwicklung noch schadstoffärmerer Verbrennungstechnologien ist hier jedoch nicht berücksichtigt, ebenso wie die Reduktion von

---

<sup>101</sup> Detaillierte Daten finden sich in Anhang II.

<sup>102</sup> Die Effekte werden ohne Berücksichtigung der KWK-Anlagen analysiert. Es wurde also eine Beschränkung auf Systeme mit ausschließlicher Wärmebereitstellung vorgenommen. Die Anzahl beheizter Wohneinheiten sowie des zusätzlichen Biomasse-Verbrauchs (vgl. Abbildung 7-7) werden jedoch unter der Annahme einer Biomasse-Verstromung im Ausmaß von 2,5 TWh<sub>el</sub> in KWK angegeben, um zu garantieren, dass da nachhaltige Biomasse-Potenzial nicht aufgrund der Anforderungen der Ökostrom-Produktion überschritten wird (vgl. Kapitel 7.2.1).

Emissionen, die auftritt, wenn vermehrt Kleinanlagen durch Großanlagen ersetzt werden.<sup>103</sup> Auch war es in dieser Arbeit nicht möglich, eine differenzierte Bewertung von Emissionen in verschiedenen Regionen (städtischer vs. ländlicher Raum) vorzunehmen. Im Falle einer Forcierung ab 2010 können bis 2020 34% der Wohneinheiten mit Biomasse versorgt werden, dazu wäre Biomasse-Primärenergie im Ausmaß von 70 PJ/a nötig. Die Treibhausgas-Reduktion beträgt dann 2 Mt/a, die externen Kosten durch gesundheitsschädigende Emissionen 20 M€/a.



Forcierung ab 2002	Werte für 2020
Anteil beheizter Wohneinheiten	44%
zus. Biomasse-Verbrauch	100 PJ

Forcierung ab 2010	Werte für 2020
Anteil beheizter Wohneinheiten	34%
zus. Biomasse-Verbrauch	70 PJ

**Abbildung 7-7: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Reduktion von Treibhausgasemissionen und externe Kosten gesundheitsschädigender Emissionen**<sup>104</sup>

Einkommenseffekt, Handelsbilanz, Beschäftigung und das Wohlstandsmaß ISEW entwickeln sich in positiver Weise – im Fall einer Forcierung ab 2002 stärker als bei einer

<sup>103</sup> vgl. die Kommentare in Kapitel 5.2.

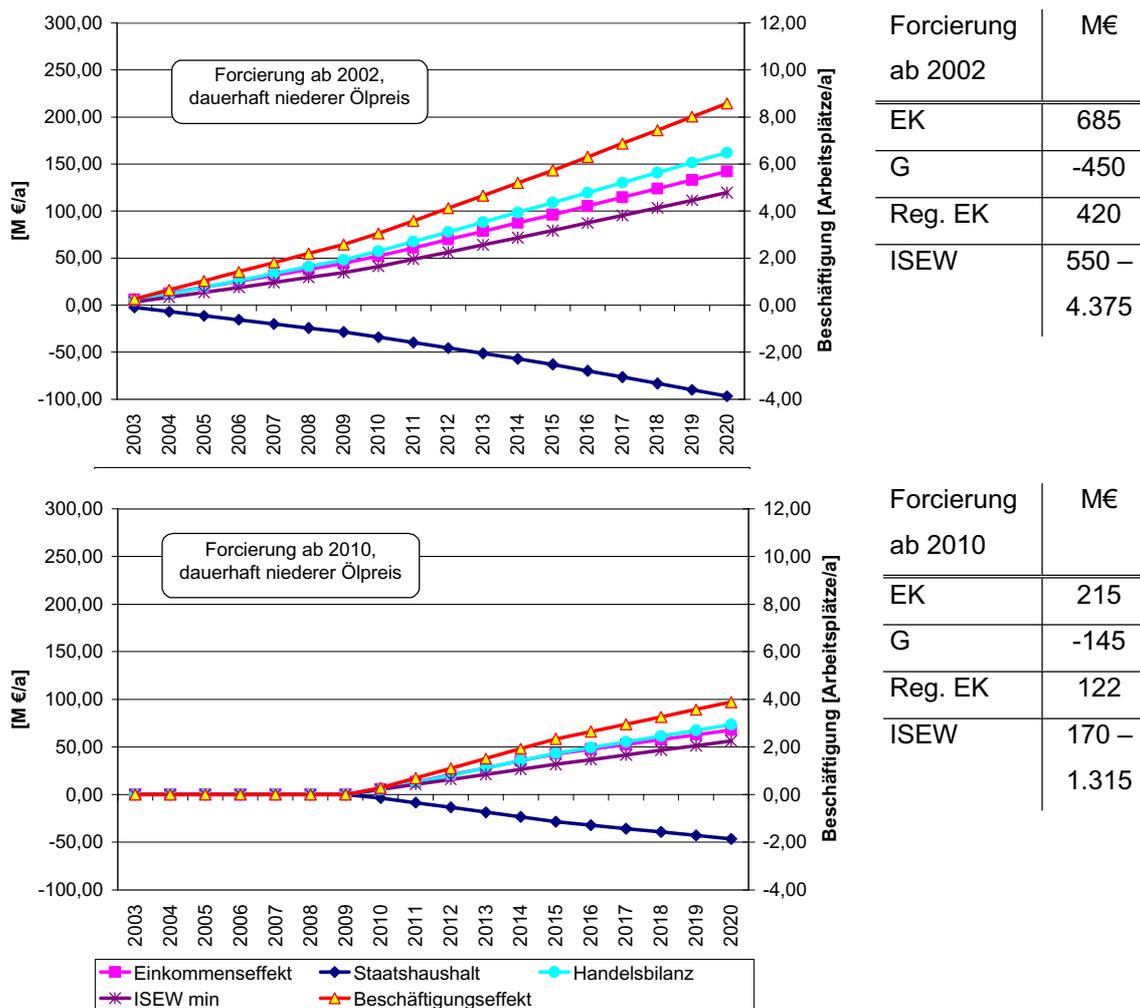
<sup>104</sup> Die angegebenen Werte für den Anteil mit Biomasse beheizter Wohneinheiten beziehen sich auf das Szenario mit einer Biomasse-Verstromung von 2,5TWh<sub>el</sub> und den damit verbundenen Implikationen für den Wärmeabsatz in Biomasse-Fernwärmeanlagen. (Vgl. dazu auch Kapitel 7.2.1). Ohne Berücksichtigung der von diesen Fernwärmeanlagen versorgten Haushalte beträgt der Anteil bei Biomasse-Forcierung ab 2002 38%, im Szenario Forcierung ab 2010 28%.

Forcierung ab 2010 (vgl. Abbildung 7-8). Erkauft wird dies jedoch durch eine Belastung des Staatshaushaltes. Diese resultiert vor allem aus dem Entfall von Energiesteuern (in erster Linie der Mineralölsteuer) und der Vergabe von Subventionen. In der folgenden Abbildung sind diese Effekte dargestellt. Außerdem sind der Einkommenseffekt (EK), die Belastung des Staatshaushaltes (G), der Einkommenseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen (reg. EK) und die Änderung des „Index of sustainable economic welfare“ (ISEW) als verbarwertete Beträge<sup>105</sup> angeführt.

Die dargestellten Werte entsprechen der pessimistischen Annahme, dass relativ hohe Subventionen nötig sind, um das Ziel des ambitionierten Szenarios zu erreichen (vgl. Anhang VI). Ist es möglich, eine Reduktion der benötigten Fördermittel zu erreichen, so bewirkt dies eine Änderung der Indikatoren. Diese wird in Kapitel 7.5 analysiert.

---

<sup>105</sup> Die Diskontierung wurde mit einem Zinssatz von 5% vorgenommen.



**Abbildung 7-8: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Entwicklung volkswirtschaftlicher Indikatoren im Fall eines niederen Ölpreises<sup>106</sup>**

Abkürzungen: EK – Einkommenseffekt; G – Belastung des Staatshaushaltes; Reg. EK – Einkommenseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen; ISEW – Auswirkungen auf den „Index of sustainable economic welfare“;

Die Abdiskontierung der Werte (tabellarische Auflistung) wurde mit einem Zinssatz von 5% vorgenommen.

In der folgenden Abbildung sind die volkswirtschaftlichen Indikatoren dargestellt, die auftreten, wenn es im Jahr 2010 zu einer Ölpreis-Steigerung kommt. Dabei muss hier nochmals betont werden, dass der Ölpreis annahmegemäß keine Auswirkung auf das Ausmaß der Biomasse-Nutzung hat, sondern die Höhe der benötigten Subventionen verändert.<sup>107</sup> Das heißt, dass in jedem Fall das Ziel der Biomasse-Forcierung erreicht wird, allerdings im Fall eines hohen Ölpreises mit geringeren Subventionsmitteln als im Fall eines niedrigen Preises.

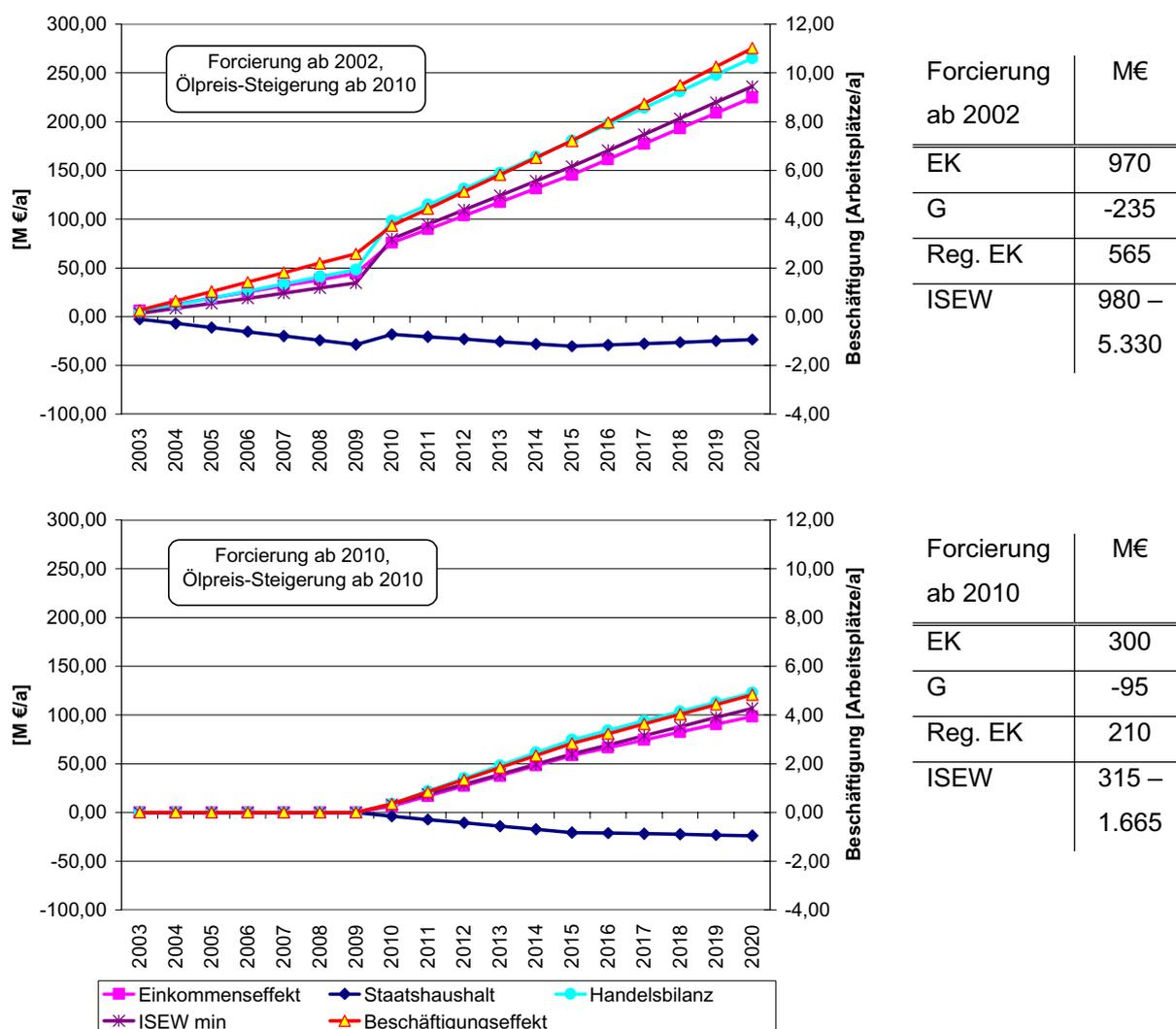
<sup>106</sup> Der Beschäftigungseffekt, der aufgrund des Brennstoff-Bedarfs für die Verstromung in KWK-Anlagen induziert wird, beträgt zusätzlich etwa 5000 bis 6000 Arbeitsplätze.

<sup>107</sup> Vgl. Anhang VI.

Aus der Abbildung ist zu ersehen, dass nun die positiven Wirkungen deutlich stärker auftreten, als bei niedrigem Ölpreis und die Belastung des Staatshaushaltes deutlich sinkt.

Bei etwa identer Belastung des Staatshaushaltes in den Jahren 2015 bis 2020 kommt es bei sofortiger Forcierung zu beinahe doppelt so hohen Einkommens-, Beschäftigungs- und Wohlstandseffekten als bei einer Forcierung im Jahr 2010.

Werden die Belastungen des Staatshaushaltes für die gesamte Periode aufdiskontiert, wird ersichtlich, dass dennoch ein „Preis“ für diese Auswirkungen gezahlt werden muss. Dieser Preis für die deutlich höheren Einkommen, die Beschäftigung, die Stärkung strukturschwacher Regionen, die Reduktion von Treibhausgasen etc. resultiert in erster Linie aus der frühzeitigen (d.h. sofortigen) Biomasse-Forcierung, solange der Ölpreis noch niedrig ist. Dieser Preis ist umso geringer, je früher es zu einer Ölpreis-Steigerung kommt, je stärker diese ausfällt, je stabiler der Biomasse-Preis sich gegenüber dem Ölpreis verhält und je geringer der zur Diskontierung angewendete Zinssatz ist. Dabei ist die Stabilität der Biomasse-Preise wiederum stark von dem Ausbau der Biomasse-Nutzung, dem damit verbundenen Aufbau von Produktionskapazitäten (sowohl für Anlagen als auch für Brennstoffe), sowie von der Effizienz des Biomasse-Einsatzes abhängig.



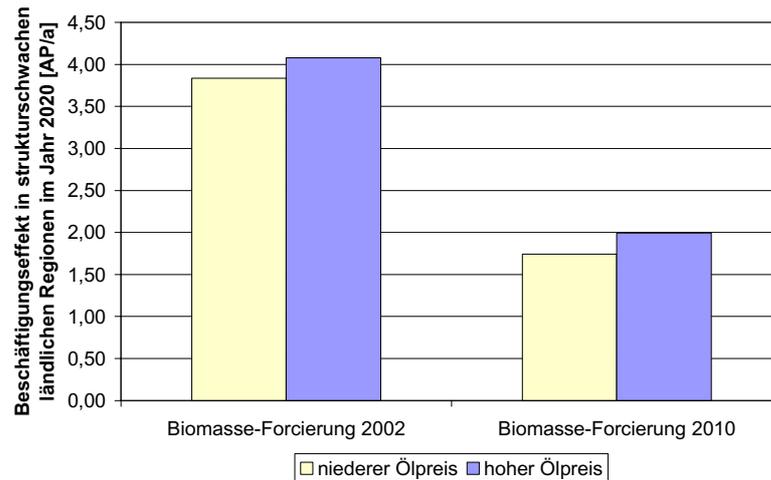
**Abbildung 7-9: Biomasse-Forcierung jetzt oder 2010: Entwicklung volkswirtschaftlicher Indikatoren im Fall einer Ölpreis-Steigerung ab dem Jahr 2010<sup>108</sup>**

Abkürzungen: EK – Einkommenseffekt; G – Belastung des Staatshaushaltes; Reg. EK – Einkommenseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen; ISEW – Auswirkungen auf den „Index of sustainable economic welfare“;

Die Abdiskontierung der Werte (tabellarische Auflistung) wurde mit einem Zinssatz von 5% vorgenommen.

Abbildung 7-10 zeigt, dass ein großer Teil der induzierten Arbeitsplätze in strukturschwachen Regionen auftritt (etwa 4000 Arbeitsplätze von insgesamt 11.000). Es ist dabei eine deutlich geringere Abhängigkeit vom Ölpreis zu beobachten, als beim Einkommenseffekt.

<sup>108</sup> Der Beschäftigungseffekt, der aufgrund des Brennstoff-Bedarfs für die Verstromung in KWK-Anlagen induziert wird, beträgt zusätzlich etwa 5000 bis 6000 Arbeitsplätze. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass der Ölpreis annahmegemäß keine Auswirkung auf das Ausmaß der Biomasse-Nutzung hat, sondern die Höhe der benötigten Subventionen verändert.



**Abbildung 7-10: Biomasse Forcierung jetzt oder 2010: Beschäftigungseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen**

Abbildung 7-11 zeigt die Ausschöpfung des Biomasse-Potenzials im Szenario „Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002“. Es zeigt sich, dass auch im Fall des Szenarios mit hoher Stromproduktion aus Biomasse die Potenzialgrenzen im Jahr 2020 noch nicht völlig ausgeschöpft werden, die unteren Potenzialgrenzen jedoch bereits erreicht werden.

Besonders interessant ist die Entwicklung des Verbrauchs von Sägenebenprodukten, da diese entscheidend für die Perspektiven der boomenden Pellets sind. Als maximales Potenzial wurde die Hälfte der derzeit stofflich genutzten Sägenebenprodukte angenommen. Es ist zu ersehen, dass im Falle einer sofortigen Biomasse-Forcierung dieses Potenzial bis 2020 zu knapp 80% ausgeschöpft sein könnte. Aufgrund der Konkurrenz um diese Biomasse-Fraktionen von Seiten der Papier- und Plattenindustrie ist daher ein Anstieg der Preise von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten wahrscheinlich. Die Auswirkungen einer solchen Preiserhöhung werden in Kapitel 7.5 analysiert.

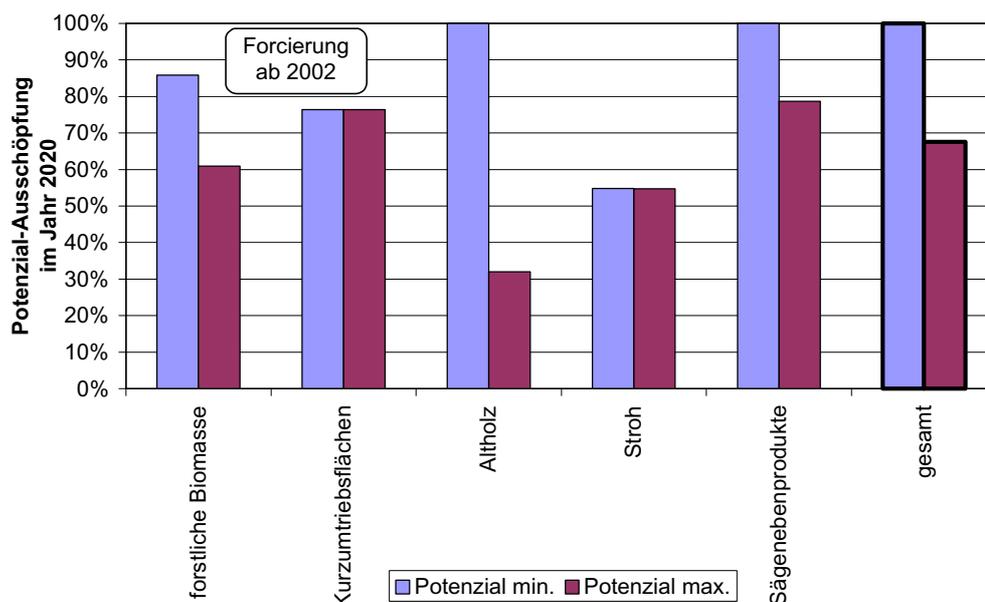


Abbildung 7-11: Biomasse-Potenzialausschöpfung im Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002"<sup>109</sup>

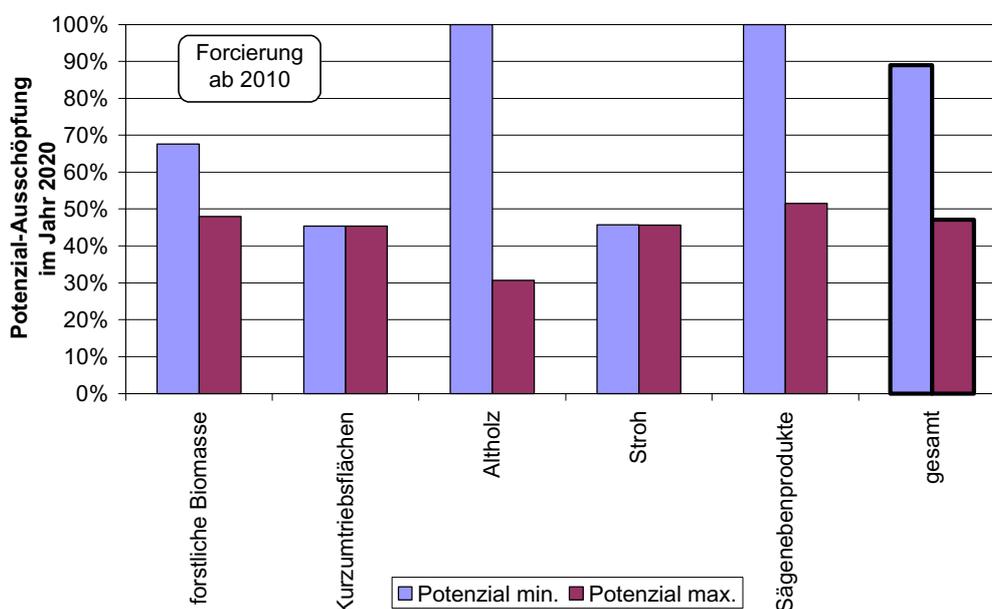


Abbildung 7-12: Biomasse-Potenzialausschöpfung im Szenario "Ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2010"<sup>110</sup>

<sup>109</sup> Die Potenzialausschöpfung wird angegeben unter der Annahme einer Stromproduktion aus Biomasse von 2,5 TWh<sub>el</sub>. (Vgl. Kapitel 7.2.1); zu den Potenzialangaben siehe Kapitel 3.

<sup>110</sup> Die Potenzialausschöpfung wird angegeben unter der Annahme einer Stromproduktion aus Biomasse von 2,5 TWh<sub>el</sub>. (Vgl. Kapitel 7.2.1); zu den Potenzialangaben siehe Kapitel 3.

#### 7.4 Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung

In diesem Kapitel wird analysiert, welche Auswirkungen auf die volkswirtschaftlichen Indikatoren aus einer Kombination von Biomasse mit wärmedämmenden Maßnahmen resultieren.

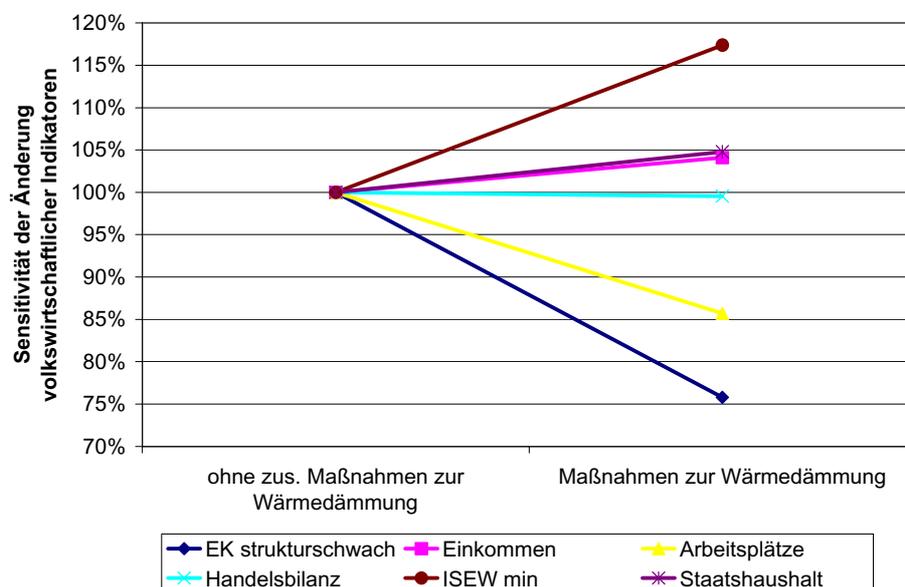
Es wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass lediglich die Option einer Außenwanddämmung besteht, wodurch sich der Energiebedarf des betreffenden Objektes entsprechend verringert.<sup>111</sup>

Abbildung 7-13 zeigt die Änderung der Indikatoren im Jahr 2020 unter der Annahme eines niederen Ölpreises. Die positiven Beschäftigungseffekte, die in den vorigen Kapiteln beschrieben wurden, verringern sich um knapp 15%. Dies hat seine Ursache darin, dass der Beschäftigungseffekt durch Wärmedämmung nicht die dadurch verringerten Beschäftigungsimpulse in der Biomasse-Bereitstellung kompensieren kann.

Auch verringert sich der Einkommenseffekt in strukturschwachen ländlichen Regionen um knapp 25%, da die Einkommen durch Wärmedämmung – anders als bei der Biomasse-Bereitstellung – nicht primär in diesen Regionen generiert werden.

Die negativen Auswirkungen auf den Staatshaushalt verstärken sich in geringem Ausmaß.

Deutlich steigert sich jedoch der positive Effekt auf das Wohlstandsmaß ISEW.

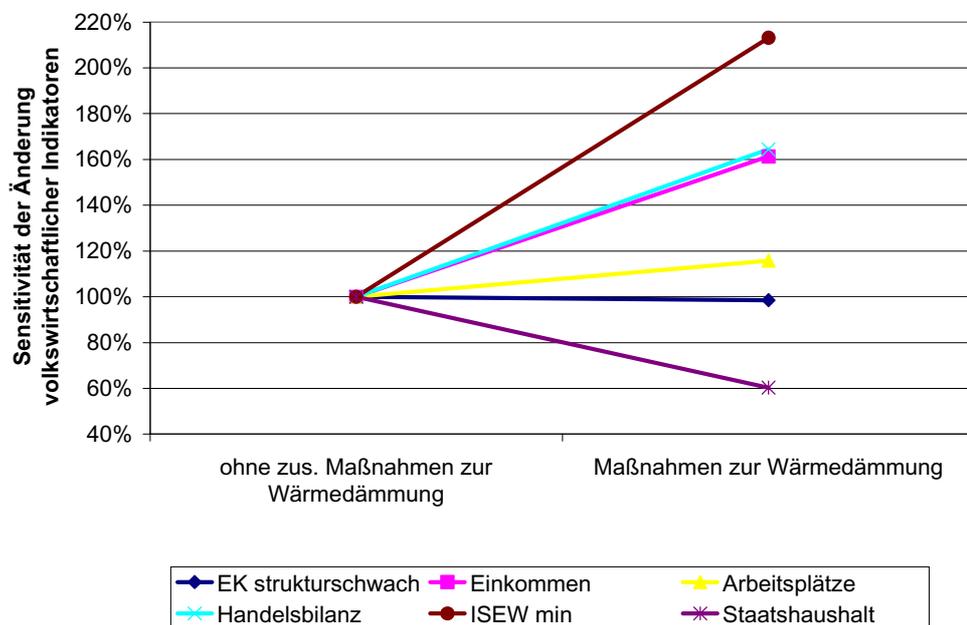


**Abbildung 7-13: Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung auf volkswirtschaftliche Indikatoren bei langfristig niederen Ölpreisen**

<sup>111</sup> siehe Anhang I

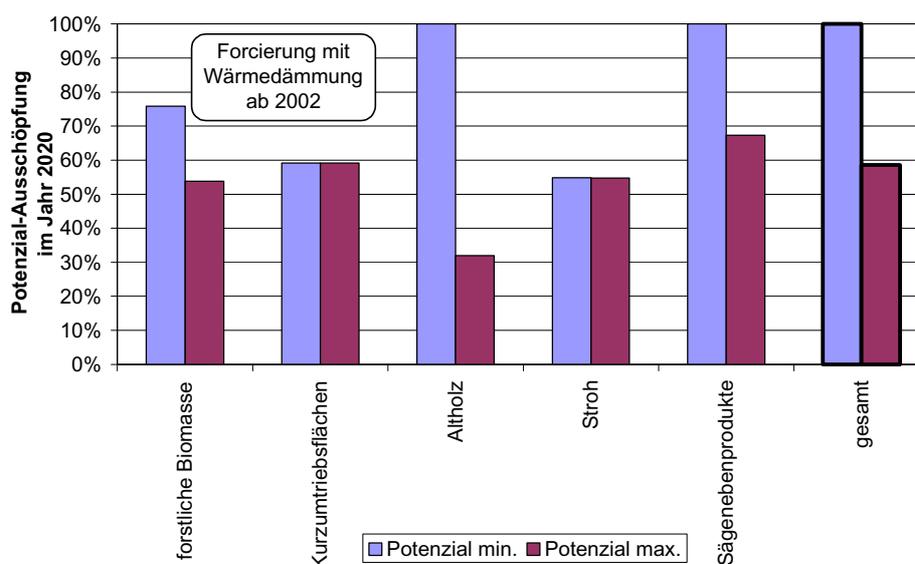
Im Falle eines hohen Ölpreises ergibt sich jedoch ein völlig anderes Bild (Abbildung 7-14). Wenn die Biomasse-Forcierung nun mit Maßnahmen zur Wärmedämmung einhergeht, so verringern sich die negativen Auswirkungen auf den Staatshaushalt um etwa 40%. Die positiven Effekte am Arbeitsmarkt, der Außenhandelsbilanz und den gesamtwirtschaftlichen Einkommen steigern sich beträchtlich, und die Auswirkungen auf den ISEW erfahren mehr als eine Verdopplung. Die Einkommen in strukturschwachen Regionen bleiben annähernd konstant.

Das bedeutet, dass im Falle hoher Ölpreise substantielle Vorteile resultieren, wenn zusätzlich zur Biomasse-Forcierung auch Maßnahmen zur Erhöhung der Gebäudeeffizienz getroffen werden.



**Abbildung 7-14: Auswirkungen der Kombination von Biomasse mit Wärmedämmung auf volkswirtschaftliche Indikatoren bei hohem Öl-Preis**

Abbildung 7-15 zeigt die Potenzial-Ausschöpfung im Jahr 2020 mit Wärmedämmungs-Maßnahmen. Die Ausschöpfung des Rohstoff-Potenzials kann um etwa 10% reduziert werden. Dies ist einerseits für die Ökosysteme, andererseits aber auch für die Preisstabilität der Biomasse-Brennstoffe von Bedeutung. (vgl. auch Schlussfolgerungen - Kapitel 8.3.1)



**Abbildung 7-15: Potenzial-Ausschöpfung bei Forcierung der Biomasse ab 2002 mit Maßnahmen zur Wärmedämmung<sup>112</sup>**

### 7.5 Sensitivitätsanalyse

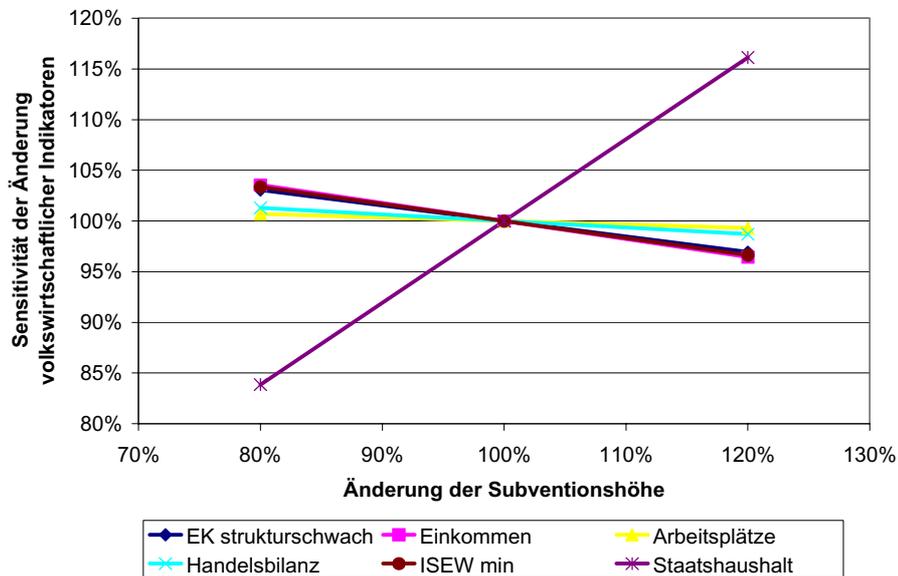
In diesem Kapitel wird die Sensitivität der oben dargestellten Ergebnisse – d.h. der Änderungen bestimmter Indikatoren – bezüglich der Höhe benötigter Subventionen, der Investitionskosten, der Biomasse-Preise sowie der Kosten für Sägenebenprodukte und Pellets analysiert. Die dargestellten Sensitivitäten beziehen sich nicht auf den absoluten Wert des jeweiligen Indikators, sondern auf die in den vorigen Kapiteln berechneten *Änderungen* der jeweiligen Werte.

Gelingt es, das Ziel einer ambitionierten Forcierung der Biomasse mit geringeren Subventionsmitteln zu erreichen, so bewirkt dies eine geringfügige Erhöhung der Einkommens-, Beschäftigungs-, Außenhandelseffekte, sowie eine deutliche Reduktion der Belastung des Staatshaushaltes (siehe Abbildung 7-16).

Vor allem zum Zwecke der besseren politischen Durchsetzbarkeit ist es daher anzustreben, die Fördermittel möglichst gering zu halten. Dies ist möglich durch begleitende Maßnahmen wie Schulungen von Professionisten, Image-Kampagnen, Reduktion von Transaktionskosten zur Informationsbeschaffung, Erhöhung der Markttransparenz etc., oder aber auch durch eine Bindung der Wohnbauförderung an den Einsatz von Biomasse, anderen Erneuerbaren

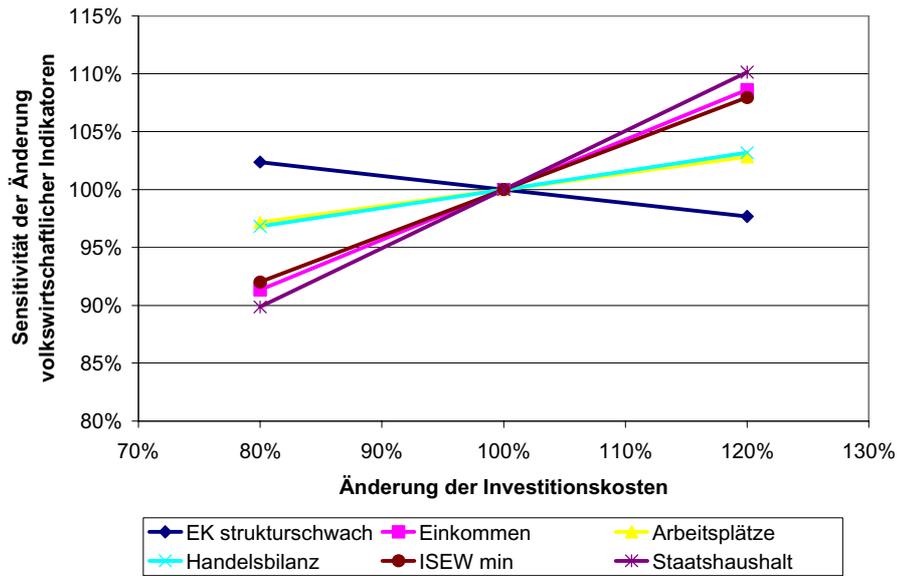
<sup>112</sup> Die Potenzialausschöpfung wird angegeben unter der Annahme einer Stromproduktion aus Biomasse von 2,5 TWh<sub>el</sub>. (Vgl. Kapitel 7.2.1); zu den Potenzialangaben siehe Kapitel 3.

sowie Maßnahmen zur Verringerung des Energiebedarfs, sodass bereits bestehende Fördertöpfe für die Biomasse verstärkt genutzt werden.



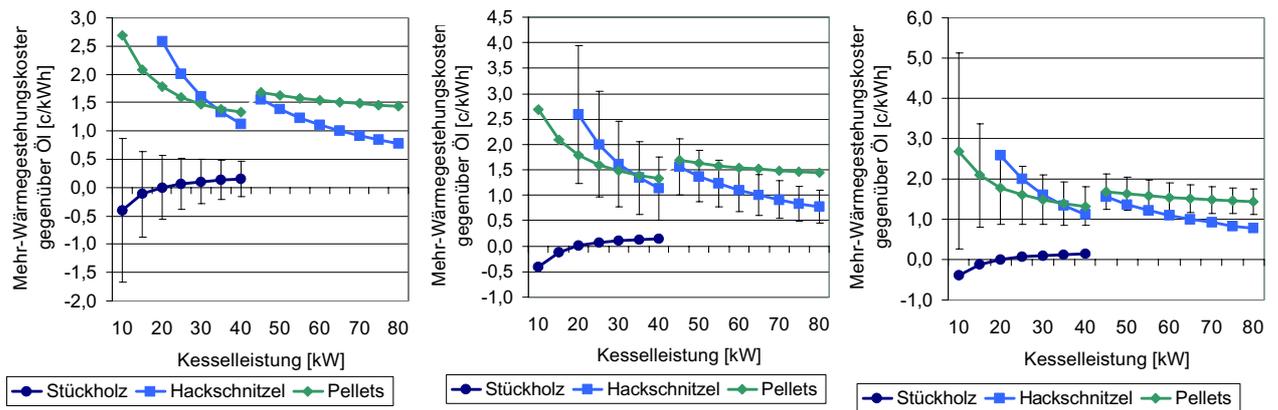
**Abbildung 7-16: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der nötigen Subventionen**

Abbildung 7-17 zeigt die Sensitivität der Änderung der betrachteten Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Investitionskosten. Eine Verringerung der Investitionskosten führt zu höherem privaten Konsum der Haushalte, da diese nun geringere Ausgaben für das Biomasse-Heizsystem tätigen müssen. Da jedoch der Import-Anteil des privaten Konsums höher ist als derjenige der Biomasse-Kessel-Produktion, und andererseits die Einkommen im Sektor „Biomasse-Kessel-Produktion“ sinken, verringern sich sowohl Handelsbilanz- und Beschäftigungseffekt geringfügig, die Änderungen von Einkommen und ISEW etwas stärker. Am stärksten ist die Auswirkung auf die Belastung des Staatshaushalts, da geringere Subventionsmittel zur Verfügung gestellt werden müssen (Annahme eines prozentuellen Investitionszuschusses z.B. bei Nahwärmanlagen).



**Abbildung 7-17: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Investitionskosten**

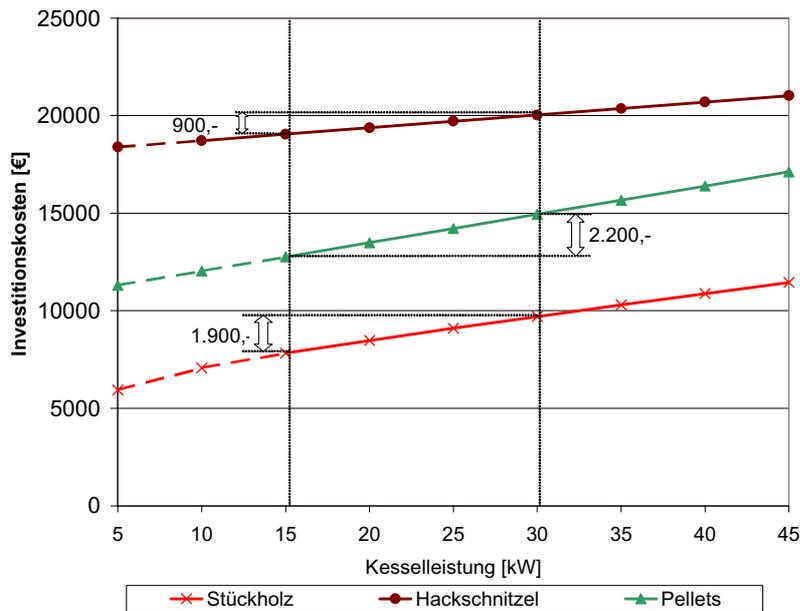
Viel stärker als die volkswirtschaftlichen Werte beeinflusst eine Änderung der Investitionskosten jedoch die betriebswirtschaftliche Attraktivität der Biomasse-Heizsysteme (Abbildung 7-18). Angesichts der Tatsache, dass in der Praxis die spezifischen Investitionskosten um den Faktor 4 schwanken – und nicht wie in der Abbildung um 20% – kommt der Höhe der Investitionskosten bei der praktischen Umsetzung einer Biomasse-Forcierung sehr große Bedeutung zu. Dies ist insbesondere im kleinen Leistungsbereich der Fall, wo der Anteil der Investitionskosten an den Gesamtkosten höher ist, als bei höheren Leistungen.



**Abbildung 7-18: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl hinsichtlich der Höhe der Investitionskosten (Abweichungen um +/- 20%)**

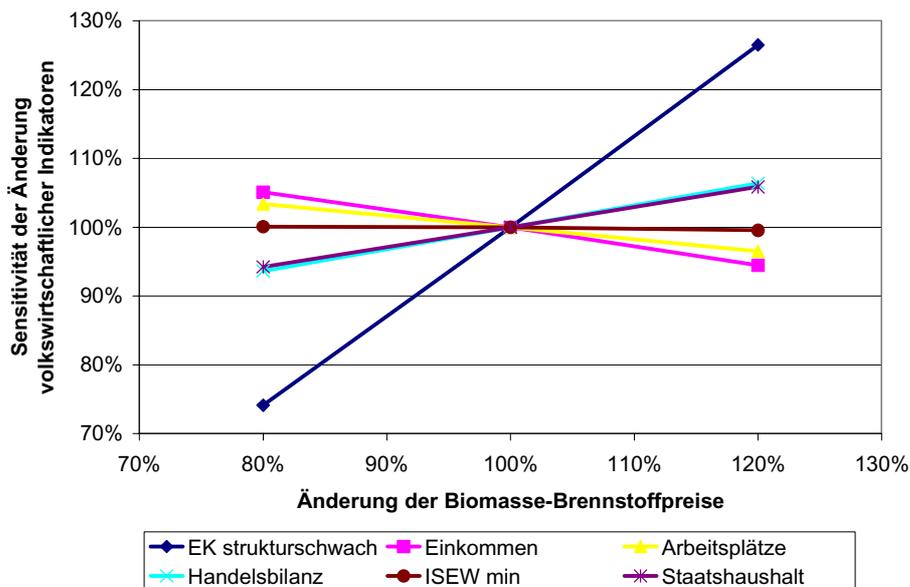
Abbildung 7-19 zeigt, dass alleine durch sparsame Dimensionierung der Biomasse-Anlagen in Einfamilienhäusern beträchtliche Einsparungspotenziale bestehen: Wird statt einer Überdimensionierung um den Faktor zwei<sup>113</sup> im Falle eines Einfamilienhauses mit einer Heizlast von 15 kW ein exakt der Heizlast entsprechender Kessel gewählt, so sind z.B. bei Pelletsanlagen Einsparungen bei den Investitionskosten von 2.200€ (17%) erreichbar.

<sup>113</sup> In Haas, Kranzl 2000 wird ausgeführt, dass Überdimensionierung in vielen Bereichen der Biomasse-Anlagen weit verbreitet ist.



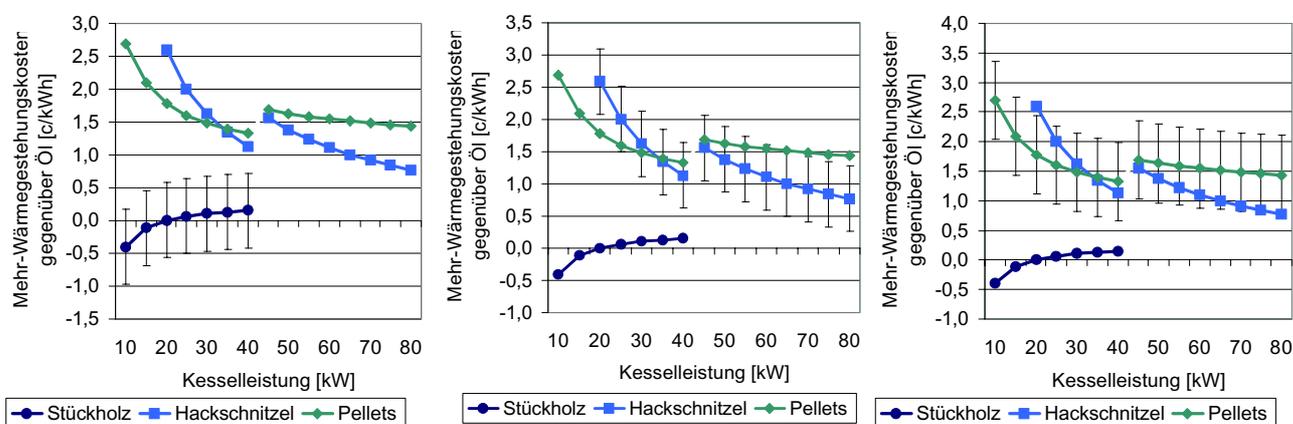
**Abbildung 7-19: Reduktionsmöglichkeiten von Investitionskosten durch sparsame Kesseldimensionierung im Einfamilienhaus-Bereich**

Eine Änderung der Biomasse-Brennstoffpreise verursacht eine starke Reduktion des Einkommenseffektes in strukturschwachen Regionen. Da es bei einer Preisreduktion wiederum zu einer Ausweitung des privaten Konsums kommt, tritt eine geringfügige Änderung bei den Handelsbilanz-Wirkungen, andererseits jedoch auch eine geringe Steigerung des Einkommens- und Beschäftigungseffektes ein. (vgl. Abbildung 7-20)



**Abbildung 7-20: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Biomassepreise**

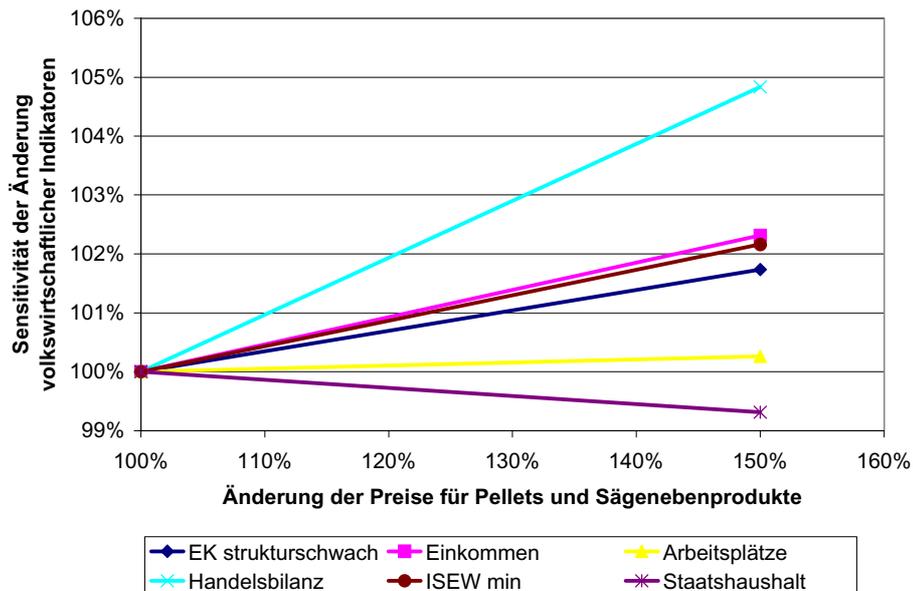
Betriebswirtschaftlich macht sich eine Änderung der Biomasse-Preise insbesondere bei großen Anlagen stärker bemerkbar als in gesamtwirtschaftlicher Sicht und ist von hoher Bedeutung für die tatsächliche Realisierung von Biomasse-Projekten. (vgl. Abbildung 7-21)



**Abbildung 7-21: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl hinsichtlich der Biomassepreise (Abweichungen um +/- 20%)**

Da im Bereich der Sägenebenprodukte und Pellets aus Sägenebenprodukten einerseits die stärkste Konkurrenz besteht und andererseits der Pellets-Markt einen starken Aufschwung erlebt, stellt sich die Frage, welche Auswirkungen eine 50-prozentige Preissteigerung in diesem Segment hat.

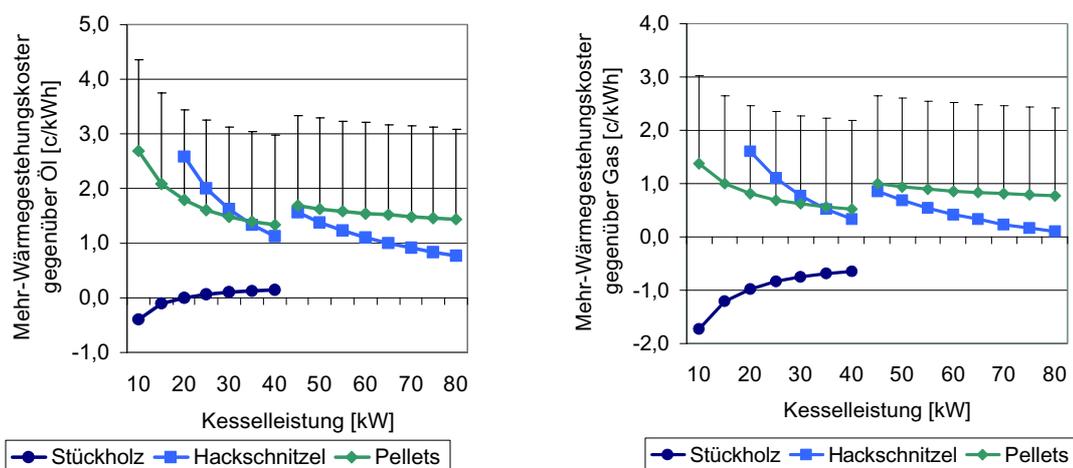
Aufgrund des begrenzten Anteils von Sägenebenprodukten und Pellets an der gesamten Biomasse-Nutzung sind auch die Effekte auf die volkswirtschaftlichen Indikatoren sehr gering.



**Abbildung 7-22: Sensitivität der Änderung volkswirtschaftlicher Indikatoren hinsichtlich der Höhe der Preise von Sägenebenprodukten und Pellets aus Sägenebenprodukten**

Große Auswirkungen hätte eine solche Preiserhöhung allerdings auf die betriebswirtschaftliche Attraktivität von Pellets-Heizanlagen, da bei diesen der Anteil der Brennstoffkosten höher ist als bei anderen Biomasse-Systemen.

Insbesondere besteht die Gefahr, dass Betreiber wie Investoren das Vertrauen in diesen Brennstoff – und allgemein Biomasse – verlieren. Das historisch richtige Argument der höheren Preisstabilität der Biomasse wäre dann nicht mehr vertretbar. Optionen zur Erhöhung der Preisstabilität, besonders am Pellets-Markt, werden daher in den Empfehlungen (Kapitel 8) ausgeführt.



**Abbildung 7-23: Sensitivität der Mehr-Wärmegestehungskosten gegenüber Öl und Gas von Pellets-Anlagen hinsichtlich Brennstoff-Preiserhöhungen (Abweichungen um + 50%)**

### 7.6 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Staaten

Da es sich bei den vorgestellten Indikatoren um volkswirtschaftliche Größen handelt, stellt sich die Frage, inwiefern eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Volkswirtschaften möglich ist, und welche Faktoren hierfür von Bedeutung sind.

Eine Reihe von Parametern des Verfahrens ist spezifisch österreichisch. Dies sind:

- **Steuern:** Die Höhe der Steuern beeinflusst die Ergebnisse in entscheidendem Maße. Während Mehrwertsteuern und Einkommenssteuerprogression von untergeordneter Bedeutung sind, spielt die Höhe der Besteuerung von Energieträgern eine größere Rolle (Hier ist insbesondere die Mineralölsteuer zu erwähnen).
- **Preise:** Die Preise biogener Brennstoffe schwanken zwischen verschiedenen Staaten zum Teil beträchtlich. So ist beispielsweise die Größe und die Unternehmensstruktur der Holzwirtschaft entscheidend sowohl für die Preise forstwirtschaftlicher Produkte, wie auch von Koppelprodukten der Säge- und Holzverarbeitenden Industrie. Die topografische Situation eines Landes, sowie die Struktur des Waldbesitzes beeinflussen ebenfalls die Preise forstlicher Biomasse-Produkte.
- **Biomasse-Potenziale:** Die in einem Staat verfügbaren, nachhaltig nutzbaren Brennstoff-Potenziale stellen eine Schranke für die Möglichkeit einer forcierten Biomasse-Strategie.
- **Beschäftigungsintensität:** Diese Kennzahl für die verschiedenen Sektoren basiert auf österreich-spezifischen Daten. Bei einer Übertragung auf andere Staaten können

sich Veränderungen ergeben – z.B. hinsichtlich der Land- und Forstwirtschaft, wenn ein höherer Automatisierungsgrad gegeben ist als in Österreich.

- Importmultiplikatoren: Diese sind stark von der wirtschaftlichen Struktur eines Landes abhängig. Konkret ist hier auch von Bedeutung, ob Biomasse-Anlagen in der betreffenden Volkswirtschaft produziert werden oder nicht.
- Regionalfaktoren: Bei diesen Parametern ist in erster Linie entscheidend, ob tatsächlich in den strukturschwachen Regionen Biomasse-Potenziale existieren, wie dies in Österreich der Fall ist.
- Inländischer Abbau fossiler Rohstoffe: Für die Ermittlung der unteren Schranke des ISEW ist entscheidend, zu welchem Anteil fossile Rohstoffe importiert werden, und zu welchem Anteil diese aus eigenen Reserven gedeckt werden.

Zur Übertragung der Ergebnisse auf andere Volkswirtschaften sind daher die oben dargestellten Punkte auf ihre Übereinstimmung mit den österreichischen Daten hin zu überprüfen.

## 8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### **8.1 Schlussfolgerungen zu Methodik und Interpretation ökonomischer Bewertungsinstrumente**

Die Ergebnisse der bisherigen Studien zur ökonomischen Bewertung und Beurteilung der Biomasse-Nutzung wurden zum Teil sehr kontroversiell diskutiert. Eine Aufgabe dieser Studie war es, die Ursachen für die Unterschiede in den Ergebnissen bisheriger Arbeiten zu analysieren. Diese sind in Kapitel 4 im Detail dargelegt. Da methodische Aspekte und die unterschiedlichen Interpretationen von Ergebnissen jedoch für die Fragestellungen dieser Arbeit von besonderer Bedeutung sind, wird dieser Punkt hier kurz ausgeführt.

Entscheidend für die richtige Interpretation der Ergebnisse ist die Berücksichtigung und Analyse der getroffenen Annahmen, die wiederum stark von der gewählten Methodik abhängen. Es zeigt sich, dass aus praktischen und empirischen Gründen bei der Wahl einer bestimmten Methode auf gewisse Annahmen – wie z.B. das Vorliegen vollkommener Märkte, das Vernachlässigen von Arbeitslosigkeit etc. im Falle der Kosten-Nutzen-Analyse – nicht verzichtet werden kann.<sup>114</sup> Bei der Interpretation der Ergebnisse – oft durch andere Personen als die Autoren – wird diesen Annahmen dann jedoch zum Teil nicht mehr Rechnung getragen.

Eine weitere Quelle von Missverständnissen ist die Überinterpretation mancher Resultate. Wird beispielsweise das BIP als tatsächliches und einziges Wohlstandsmaß angesehen, so wird hier in einen Indikator mehr hineininterpretiert, als dieser tatsächlich aussagt. Dies hängt zusammen mit dem verständlichen Wunsch von Auftraggebern und Entscheidungsträgern, Ergebnisse in möglichst knapper, punktueller Weise in einem eindimensionalen Parameter zum Ausdruck zu bringen. Dies ist auf diesem Gebiet allerdings grundsätzlich nicht möglich. Die Resultate müssen immer in einem mehrdimensionalen Rahmen dargestellt. Die Gewichtung dieser verschiedenen Dimensionen muss von den Entscheidungsträgern übernommen werden.

Neben Annahmen, die durch die Wahl einer ökonomischen Methode oder eines Modells gegeben sind, ist es unvermeidlich, bei der Wahl bestimmter Parameter ethische Werturteile zu treffen. Insbesondere ist dies beim Zinssatz der Fall, mit dem bei langfristigen Analysen ein Urteil hinsichtlich intergenerationeller Verteilung und Gerechtigkeit getroffen wird. Viele der Voraussetzungen, die für eine hohe positive Diskontrate sprechen, erweisen sich für langfristige Überlegungen als nicht zutreffend. Dies gilt z.B. für die Annahme stetig

---

<sup>114</sup> Eine etwas eingehendere Analyse einiger ökonomischer Instrumente wird in Kapitel 4.4 gegeben.

steigenden Wohlstands, der es rechtfertigen würde, zusätzlichen Nutzen kommender Generationen geringer zu beurteilen als jenen der heutigen Generation.<sup>115</sup>

Die Bestimmung externer Kosten von Emissionen ist immer auch mit der monetären Bewertung von Menschenleben verbunden. In besonderer Weise gilt das für die Beurteilung von Treibhausgasen mittels externer Kosten. So beruhen in der Literatur kursierende Werte, die dem unteren Ende der Bandbreite zuzuordnen sind,<sup>116</sup> darauf, dass Menschenleben in unterentwickelten Staaten geringer zu bewerten sind, als in industrialisierten Staaten. Wenn derartige Werte nun in eine Studie einfließen, so beruht das Ergebnis weiterhin auf dieser in ethischer Hinsicht völlig inakzeptablen Wertung. Dies wird jedoch bei der Interpretation des Ergebnisses oft außer Acht gelassen. Bei der Bewertung von Treibhausgasen ist weiters das Problem der sehr langfristigen Verschiebung von Effekten in die Zukunft gegeben, sodass hier wiederum die Frage der Diskontierung auftaucht, nun allerdings mit der verschärften Fragestellung, ob zukünftige Menschenleben mit derzeitigen gleichzustellen sind oder nicht.

Eine Politik, die sich das Postulat der Gleichheit aller Menschen auf die Fahnen heftet, dann allerdings Entscheidungen trifft, die auf derartigen Werten für externe Kosten beruhen, muss als unglaubwürdig oder inkonsistent beurteilt werden.

Gerade bei der Entscheidungsfindung im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt, aber auch in anderen ökologischen Bereichen, erweist sich das Konzept des „Safe-minimum-standards“, das die Einhaltung gewisser ökologischer Mindestkriterien einfordert, als sinnvoller.<sup>117</sup>

---

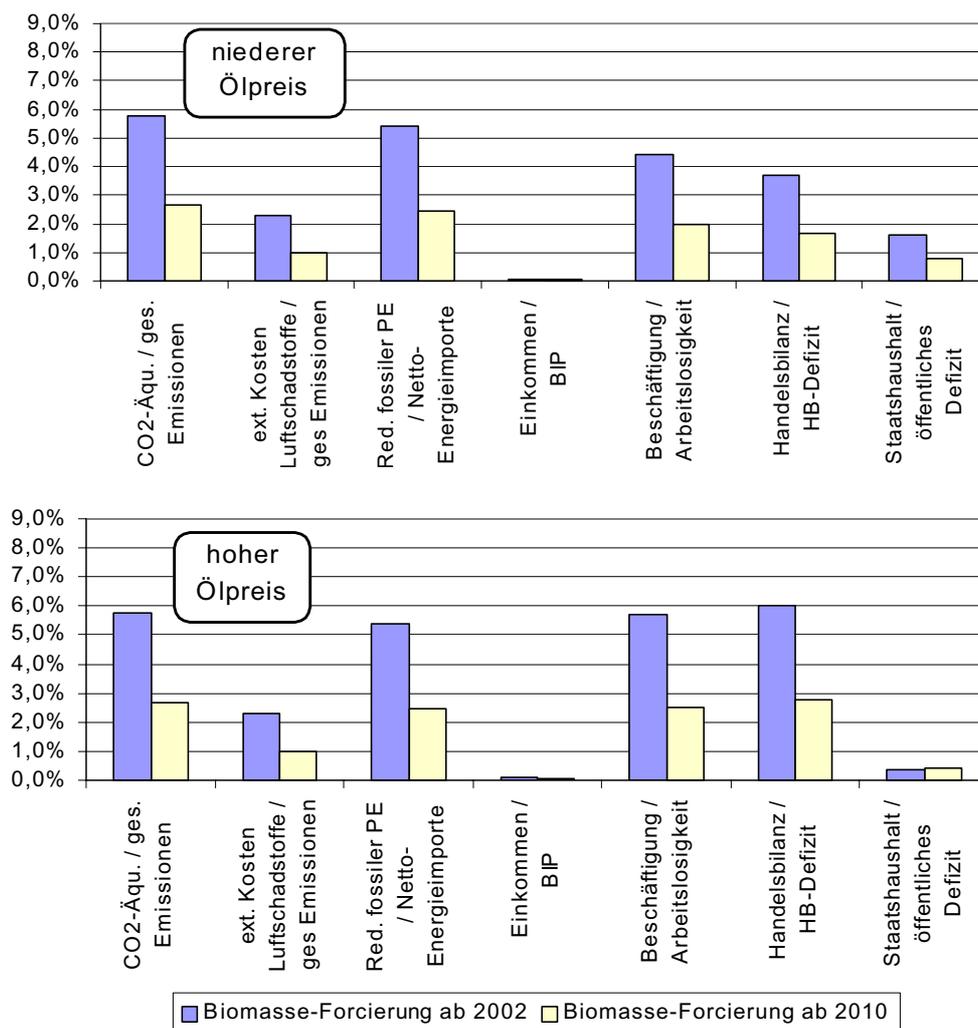
<sup>115</sup> Die Frage der Diskontierung wird in Kapitel 4.4.2 kurz diskutiert.

<sup>116</sup> Vgl. Hohmeyer 1996.

<sup>117</sup> In Kapitel 4.4.3 wird der Frage nachgegangen, welche Probleme bei der Ermittlung externer Kosten der Emission von Treibhausgasen entstehen. Die Grundidee des „Safe-minimum-standards“ ist dort kurz erläutert.

## **8.2 Relevante Kriterien für die politische Diskussion und Entscheidungsfindung**

In Kapitel 7 wurden die Auswirkungen einer forcierten Biomasse-Strategie unter verschiedenen Ölpreis-Szenarien analysiert. Es wurde jedoch keine Gewichtung und Wertung einzelner Indikatoren vorgenommen. An dieser Stelle wird nun eruiert, ob manchen Faktoren höhere Priorität einzuräumen ist und welche Kenngrößen in der politischen Diskussion und Entscheidungsfindung von höherer und welche von geringerer Relevanz sind. Zu diesem Zweck wurden die volkswirtschaftlichen Indikatoren des Jahres 2020, die für die Szenarien „Biomasse-Forcierung ab 2002“ und „Biomasse-Forcierung ab 2010“ in Relation zum „Business-as-usual-Szenario“ berechnet wurden, auf Größen bezogen, die es erlauben sollen, die gesamtwirtschaftliche Relevanz eines Wertes abzuschätzen.



**Abbildung 8-1: Bedeutung der Indikatoren im Jahr 2020 – dargestellt als Relation zu gesamtwirtschaftlichen Größen<sup>118</sup>**

Abkürzungen: CO<sub>2</sub>-Äqu. – Emission von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten; Red. fossiler PE – Reduktion des Verbrauchs fossiler Primärenergie; HB - Handelsbilanz

<sup>118</sup> Folgende Größen wurden als Bezugsgrößen gewählt:

Indikator	Bezugsgröße
Reduktion von Treibhausgasen	Gesamte Emissionen an CO <sub>2</sub> -Äquivalenten [Mt/a] in Österreich (2000). Quelle: UBA
Externe Kosten gesundheitsschädigender Emissionen	Mit externen Kosten gewichtete Emissionen (2000). Quelle: UBA (zu externen Kosten siehe Anhang III)
Reduktion des Verbrauchs fossiler Brennstoffe	Netto-Energie-Importe (2001). Quelle: Statistik Austria
Einkommenseffekt	Brutto-Inlandsprodukt (2001). Quelle: Statistik Austria
Beschäftigungseffekt	Anzahl der Arbeitslosen (2001). Quelle: Statistik Austria
Entlastung der Handelsbilanz	Handelsbilanz-Defizit (2001). Quelle: Statistik Austria
Belastung des Staatshaushaltes	Öffentliches Defizit (Mittel über 1990 bis 20001). Quelle: Statistik Austria
ISEW	Keine Bezugsgröße möglich

Die Wahl der Bezugsgrößen muss dabei als kritischer Aspekt angesehen werden. Während einige nämlich absolute Größen sind (wie z.B. die Treibhausgasemissionen), sind andere nur Differenzen (so stellt z.B. das Handelsbilanzdefizit die Differenz von Ein- und Ausfuhr dar). Unter Berücksichtigung dieses Umstandes lässt sich dennoch die Größenordnung einiger Effekte abschätzen (vgl. Abbildung 8-1).

Relativ hohe gesamtwirtschaftliche Relevanz ist bei folgenden Indikatoren gegeben:

- Die Emission von Treibhausgasen kann um ca. 6% verringert werden.
- In etwas geringerem Ausmaß reduziert sich der gesamte österreichische Verbrauch fossiler Brennstoffe.
- Das Handelsbilanz-Defizit könnte – in Abhängigkeit vom Ölpreisniveau – um 3,7% bis 6% verringert werden.

Diese drei Punkte haben einen Aspekt gemeinsam, nämlich jenen der Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern. Das heißt, dass in der politischen Diskussion um die Biomasse das Argument der Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen, von hoher Relevanz ist, da diese nicht nur mit Preisschwankungen – und damit Unsicherheit – behaftet ist, sondern auch mit weltweiten Abhängigkeiten und Krisenpotenzialen. Weiters umfasst die Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen auch die bereits erläuterten Aspekte der Versorgungssicherheit sowie der Preisstabilität und ist damit mit einem geringeren ökonomischen Risiko verbunden.

Nicht zuletzt ist bei den oben genannten drei Indikatoren auch die Tatsache der Endlichkeit fossiler Ressourcen mit einzuschließen und damit die nachhaltige Nutzungsmöglichkeit der Biomasse zu betonen.

- Die Auswirkung auf die Arbeitslosenzahl ist etwas geringer – sie könnte durch eine Biomasse-Strategie um 4,4 bis 5,7% verringert werden.

Bedeutender als der gesamtwirtschaftliche Effekt ist hier jedoch die hohe Anzahl der Arbeitsplätze, die in strukturschwachen, ländlichen Regionen geschaffen werden. Zu beachten ist weiters, dass für diese Arbeitsplätze keine hohen Qualifikationen benötigt werden und diese daher den unteren Einkommensklassen zuzuordnen sind. Dies kann positiv (Schaffung von Arbeitsplätzen für Menschen mit schlechten Chancen am Arbeitsmarkt) oder negativ (keine Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze) interpretiert werden.

- Die externen Kosten, die aus der Emission gesundheitsschädigender Luftschadstoffe resultieren, steigen um etwa 2,3%.

In der vorliegenden Studie wurde nicht zwischen Emissionen in unterschiedlich dicht bebauten Gebieten unterschieden. Für die Bewertung und richtige Interpretation ist

dies jedoch durchaus von Bedeutung: Während Systeme mit höheren Emissionen (Stückholz-Kessel) im ländlichen Raum nur geringe Auswirkungen auf Gesundheit und Ökosysteme haben, ist dies im Falle einer starken Verbreitung in dicht verbautem Gebiet anders zu bewerten. Naturgemäß ist die Bedeutung von Stückholzkesseln im urbanen Raum jedoch gering – und wird es vermutlich auch bleiben. Dennoch ist im städtischen Gebiet der Reduktion von Schadstoff-Emissionen mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Die Nutzung der Biomasse sollte hier in größeren Anlagen mit entsprechenden Vorrichtungen zur Verbrennungsoptimierung und Schadstoffreduktion sowie in Form von Pellets-Anlagen erfolgen. Im ländlichen Raum hingegen ist dieses Argument von geringerer Relevanz.

- Die Biomasse-Forcierung führt – in Abhängigkeit vom Ölpreis – zu einer Erhöhung des öffentlichen Defizits von etwa 0,4% - 1,6%. Dies ist einerseits auf die zusätzlichen Ausgaben für die Subventionierung der Biomasse zurückzuführen und andererseits auf die verringerten Einnahmen aus der MÖST durch die Öleinsparung.
- Die geringsten relativen Auswirkungen ergeben sich beim Einkommenseffekt. Dieser beträgt etwa 0,1% des BIP (2001). Hier muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Bezugsgröße einen absoluten Wert darstellt, und nicht, wie bei Staatshaushalt, Handelsbilanz oder Beschäftigung, eine Differenz.

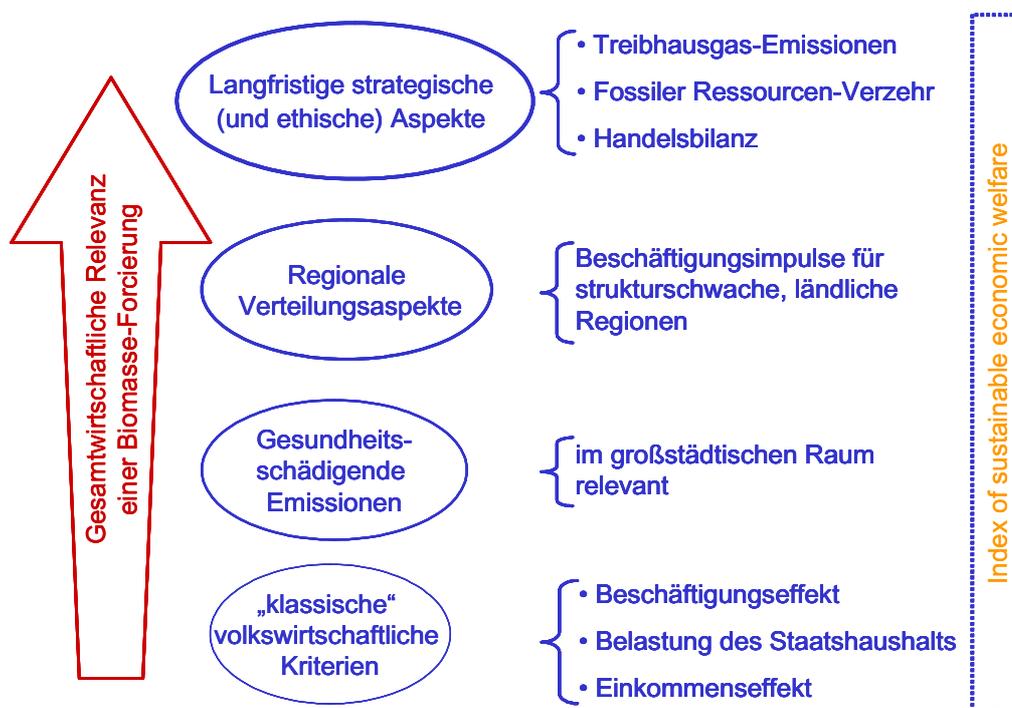
Bei der Betrachtung der regionalen Verteilung zeigt sich, dass strukturschwache, ländliche Regionen in geringerem Ausmaß von den Einkommens-Effekten profitieren als von den Beschäftigungsimpulsen. Das heißt, dass der Zuwachs an Einkommen weder gesamtwirtschaftlich, noch hinsichtlich der regionalen Effekte von großer Relevanz ist.

- Bezüglich des ISEW ist es nicht möglich, eine echte Vergleichsbasis zu definieren, da der Index von keiner amtlichen Stelle berechnet und publiziert wird. Bezogen auf das BIP (2001) beträgt die Änderung etwa 0,1% bis 0,6% - in Abhängigkeit vom Ölpreis und der Bewertung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie vom nicht nachhaltigen Ressourcen-Verbrauch. Aus Abbildung 6-21 ist ersichtlich, dass das BIP etwa seit 1980 substantiell vom Verlauf des ISEW abweicht, der ab diesem Zeitpunkt konstant blieb, während das BIP weiter anstieg. 1992 betrug das BIP knapp das Doppelte des ISEW. Es ist anzunehmen, dass sich im Verlauf der 90er Jahre diese Kluft weiter vergrößert hat, sodass die Änderung des ISEW durch eine forcierte Biomasse-Strategie bezogen auf den tatsächlichen Gesamtwert des ISEW in Österreich etwa das Zwei- bis Dreifache des oben angegebenen Prozentsatzes annehmen dürfte und damit im Bereich von 0,2 bis 1,8% liegt.

Wie in Kapitel 6.4 erläutert, ist es jedoch mit einer Unzahl von zum Teil fragwürdigen

Annahmen verbunden, eine einzige Kennzahl zur Beurteilung heranzuziehen, weshalb hier nochmals betont wird, dass auch der ISEW von den Autoren nicht als einziges und tatsächliches Maß der Wohlstandssteigerung angesehen wird.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Reihung der Indikatoren nach deren gesamtwirtschaftlicher Relevanz (Abbildung 8-2).



**Abbildung 8-2: Gesamtwirtschaftliche Relevanz verschiedener Indikatoren zur Beurteilung einer Biomasse-Forcierung**

### 8.3 Technologische Perspektiven

In diesem Kapitel wird dargelegt, welche Perspektiven sich in technischer und ökonomischer Sicht für verschiedene Technologien ergeben und welche Konsequenzen aus einzelnen Technologien folgen. Dabei wird unterschieden zwischen Umwandlungstechnologien (Effizienz der Biomasse-Nutzung, Niedrigenergiehäuser und Biomasse-Verstromung) sowie Brennstoff-Technologien.

### 8.3.1 Umwandlungstechnologien

#### Effizienz der Biomasse-Nutzung – Wärmedämmung

Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz sind in der gesamten Energiekette unabdingbar. Bei der Gebäudehülle bestehen derzeit die höchsten Ineffizienzen und damit Einsparpotenziale. Insbesondere bei kleinen Anlagen kann jedoch durch eine sparsame Dimensionierung der Kessel, ein intelligentes Lastmanagement sowie Regelungseinrichtungen ebenfalls eine Effizienzsteigerung und damit Reduktion des Primärenergieeinsatzes erreicht werden. Höhere Effizienz der Biomasse-Nutzung ist insbesondere aus den folgenden Gründen von entscheidender Bedeutung:

- Bleibt die Effizienz der Gebäude und der Kessel auf dem derzeitigen Stand, so können aufgrund der Beschränkung des Primärenergiepotenzials etwa 35% der Wohneinheiten mit Biomasse beheizt werden.<sup>119</sup> Gelingt es jedoch, den Energieverbrauch von derzeit durchschnittlich über 200 kWh/Wohneinheit auf etwa 100 kWh zu senken, so könnten über 70% der Wohneinheiten mit Biomasse versorgt werden - beziehungsweise könnte ein bedeutend höherer Anteil des Primärenergiepotenzials zur Verstromung zur Verfügung stehen, wenn die Nachfrage nach Biomasse am Raumwärmemarkt nicht diesem hohen Anteil entsprechen sollte. Das heißt, dass Biomasse für einen deutlich größeren Anteil an Wohneinheiten bereitgestellt werden könnte, wenn die Nutzung effizient in Verbindung mit Wärmedämmung erfolgt. Weiters ist daraus zu ersehen, dass ein entscheidender Schritt zu einer Ökologisierung der Wärmebereitstellung insgesamt nicht alleine mit Biomasse zu erreichen ist. Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle sowie die aktive und passive Nutzung von Solarenergie müssen mit der Biomasse-Nutzung kombiniert werden. Das Angebot an kompakten, standardisierten Biomasse-Solar-Kombi-Systemen ist jedoch noch äußerst gering. Speziell für den Bereich der Niedrigenergiehäuser besteht hier ein beträchtliches Defizit.
- Im Szenario einer ambitionierten Biomasse-Forcierung werden bis 2020 letztendlich zusätzlich etwa 100 PJ pro Jahr an Biomasse benötigt. Wird diese Forcierung nun an eine Erhöhung der Gebäudeeffizienz gekoppelt, sodass der Energiebedarf bei Einfamilienhäusern um durchschnittlich 60 kWh/m<sup>2</sup>a und bei Mehrfamilienhäusern um 40 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt wird,<sup>120</sup> so senkt sich der Primärenergiebedarf auf etwa 87 PJ/a. Das heißt, dass entweder eine größere Anzahl an Wohnungen direkt mit Biomasse beheizt werden kann, oder ein höherer Betrag für die Verstromung von Biomasse zur Verfügung steht und damit zusätzlich Wohnungen mit „Ab“-Wärme beheizt werden können, oder aber knappe Ressourcen – wie z.B. Bracheflächen –

---

<sup>119</sup> Annahme einer Stromproduktion von 1 TWh<sub>el</sub>, Biomasse-Primärenergiepotenzial ca. 100 PJ

auch anders als zur Bereitstellung von Energieholz genutzt werden können. Dies führt einerseits zu Ressourcenschonung und anderen ökologischen Vorteilen und andererseits zu einer Entspannung der Lage auf den besonders „umkämpften“ Biomasse-Märkten (z.B. am Sektor der Sägenebenprodukte).

- Wie in Kapitel 7.1 ausgeführt, ist im Falle einer Ölpreis-Steigerung mit einer zumindest temporären Kopplung der Biomassepreise an den Ölpreis zu rechnen. Das Ausmaß dieser Bindung ist zum einen vom Grad des frühzeitigen Ausbaus der Biomasse (und damit deren Produktionskapazitäten) abhängig. Zum anderen ist die Preis-Bindung aber umso geringer, je geringer die Nachfrage (und vor allem die dann zu erwartende sprunghafte Nachfrage-Steigerung) nach Biomasse ist – das heißt je höher die Effizienz der Biomasse-Nutzung im Fall steigender Ölpreise ist. Das bedeutet, dass Maßnahmen zur Wärmedämmung und sonstiger Effizienzerhöhungen auch eine preisstabilisierende Wirkung am Biomasse-Brennstoffmarkt haben.
- Im Falle einer Ölpreissteigerung erhöhen sich auch die betrachteten volkswirtschaftlichen Indikatoren, wenn Biomasse mit Wärmedämmung kombiniert zum Einsatz kommt. Nur bei langfristig niedrigen Energiepreisen können Maßnahmen zur Erhöhung der Gebäudeeffizienz die positiven Effekte der Biomasse etwas abschwächen.<sup>121</sup> Es zeigt sich also auch hier, dass die Erhöhung der Effizienz – insbesondere bei der Gebäudehülle – auch die Funktion der Absicherung gegen negative gesamtwirtschaftliche Auswirkungen von Energiepreis-Steigerungen erfüllt.

### Niedrigenergiehäuser: Implikationen für Nahwärmenetze und Einzelanlagen

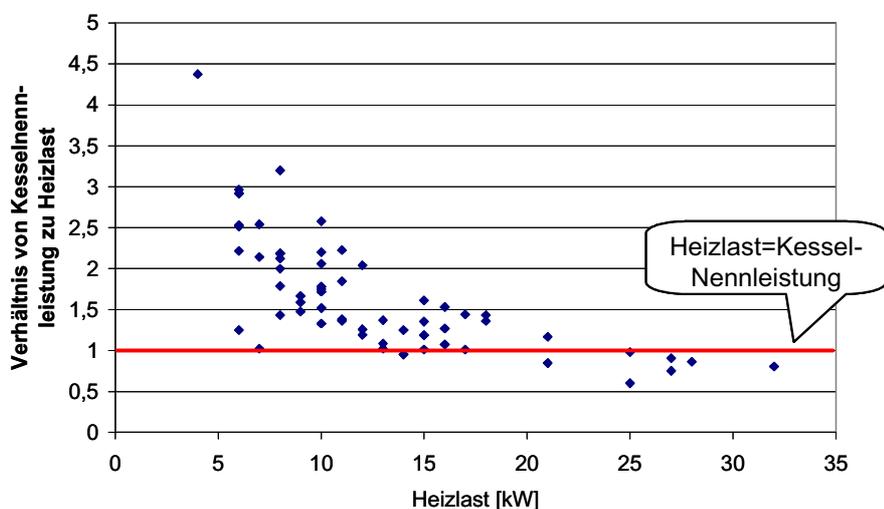
Im Neubau ist in Zukunft mit sinkenden spezifischen Energieverbräuchen zu rechnen. Dem geringen Energiebedarf von Niedrigenergie-Einfamilienhäusern sind Biomasse-Heizungen nur zum Teil gewachsen. Der Entwicklung von Biomasse-Heizsystemen mit einer Nennleistung von 2-5 kW muss daher noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Abbildung 8-3 zeigt das Verhältnis von Kesselnennleistung zu Heizlast einiger Pellets-Anlagen, die in den vergangenen Jahren installiert wurden. Es zeigt sich, dass es im Bereich kleiner Heizlasten praktisch immer zu Überdimensionierungen kam. Dies hat nicht nur negative Auswirkungen auf die Emissionen (vgl. Abbildung 6-12), sondern auch auf die Investitionskosten (vgl. Abbildung 7-19) – und diese wirken sich wiederum auf die benötigten Subventionsmittel aus.

---

<sup>120</sup> vgl. Anhang I

<sup>121</sup> vgl. Kapitel 7.5

Das Ziel muss also sein, integrierte Heizsysteme für kleine Heizlasten, die Biomasse und Solarnutzung bei minimalen Zusatzstrombedarf vereinen, in standardisierten, gängigen Produkten anzubieten.



**Abbildung 8-3: Dimensionierung von Pellet-Kesseln**

Quelle: Haas, Kranzl 2000

Im ländlichen Raum bewirkt die steigende Effizienz der Gebäudehüllen geringere Wärmedichten als bisher, wodurch sich die Zahl jener Versorgungsgebiete, in denen die Errichtung von größeren Nahwärmenetzen als sinnvoll beurteilt werden kann, weiter einschränkt, wenn hohe Netzverluste und ein unwirtschaftlicher Betrieb verhindert werden sollen. Eine Entwicklung der Netze in Richtung Großanlagen und eine Ausdehnung auf dichter besiedelte Gebiete ist daher wahrscheinlich und sinnvoll.

### Biomasse-Verstromung

Ein möglichst hoher gesamtenergetischer Wirkungsgrad ist auch im Bereich der Verstromung nötig, um eine Verknappung des Rohstoffs Biomasse zu verhindern. Die alleinige Verstromung z.B. durch Zufeuerung in bestehenden Kraftwerken ohne KWK ist daher nicht zielführend. Vielmehr ist durch Biomasse-KWK eine möglichst hohe Ausnutzung der Primärenergie anzustreben.

Dies bedingt allerdings einen Einsatz der Biomasse in jenen Größenkategorien, in denen KWK möglich ist. Da zumindest derzeit keine marktreifen Lösungen für den kleinen Leistungsbereich (unter 500 kW<sub>BS</sub>) existieren und sich Großanlagen sowohl hinsichtlich der Kosten als auch des elektrischen Wirkungsgrades als günstiger erweisen, ergeben sich

Anlagengrößen über 10 MW<sub>BS</sub>.<sup>122</sup> Dies ist einerseits in industriellen Anlagen mit entsprechendem Wärmebedarf und andererseits in großen Nahwärme- bzw. Fernwärmeanlagen zu erreichen.

Um den Erfordernissen der Ökostromproduktion Rechnung zu tragen, ist es daher unerlässlich, dass

- Biomasse auch in großen Fernwärmeanlagen mit KWK zum Einsatz kommt,
- Biomasse auch in Industriebetrieben mit entsprechendem Wärmebedarf (auch außerhalb der Holz-Branche) verstromt wird und
- daher für den Bereich der kleineren Einzelanlagen ein entsprechend geringeres zusätzliches Primärenergie-Potenzial zur Verfügung steht.

Falls jedoch die technische und ökonomische Entwicklung von KWK-Anlagen sehr kleiner Leistung (bis unter 100 kW<sub>BS</sub>) bis zur Marktreife möglich ist, könnten sich allerdings auch völlig neue Dimensionen der dezentralen Stromerzeugung aus Biomasse ergeben, die derzeit noch nicht absehbar sind. (Brennstoffzellen

### 8.3.2 Brennstofftechnologien

Die Berechnung der Szenarien ergab, dass bezüglich des gesamten Brennstoff-Potenzials bis 2020 nicht mit Engpässen zu rechnen ist. Hinsichtlich einiger Brennstoff-Fraktionen ist dies jedoch anders. Da die Perspektiven der einzelnen Biomasse-Brennstoffe durchaus unterschiedlich sind, sind Verschiebungen innerhalb des Biomasse-Mix zu erwarten. Die Entwicklung jedes Brennstoffes ist von den Faktoren Nachfrage, Angebot, technische Entwicklung und staatliche Eingriffe abhängig, die jeweils wiederum über Preise und andere Parameter miteinander gekoppelt sind. Im Folgenden werden für einige Biomasse-Brennstoffe diese Faktoren beschrieben und Folgerungen für den künftigen Brennstoff-Mix gezogen:

---

<sup>122</sup> vgl. Kapitel 3.2

### Stückholz

Die Nachfrage im Stückholz-Bereich ist derzeit sinkend. Ein nicht unbedeutender Teil der derzeitigen Stückholz-Anlagen (ca. 18%) sind veraltete Einzelöfen, die schrittweise ersetzt werden. Weiters wurde zu Beginn der 80er Jahre eine große Anzahl von Stückholzkesseln im Zuge der Ölpreissteigerung in Betrieb genommen, die voraussichtlich in naher Zukunft ebenfalls ausgetauscht werden. Aufgrund von Komfortüberlegungen werden diese oft nicht mehr durch Stückholz, sondern andere Heizsysteme ersetzt.

Andererseits stellen Stückholz-Kessel die kostengünstigste Biomasse-Heizung dar – insbesondere, wenn die Möglichkeit billigen oder kostenlosen Brennstoffbezugs besteht. Dennoch dürften die Mehrkosten eines komfortableren Heizsystems von Seiten der Nutzer offensichtlich in Kauf genommen werden, wie die Entwicklung der vergangenen Jahre zeigt.<sup>123</sup>

Sowohl im „Business-as-usual“ Szenario als auch im Szenario „Biomasse-Forcierung ab 2002“ erreicht der Verbrauch an forstlicher Biomasse bei weitem nicht die Potenzial-Grenze. Das heißt, dass zumindest mittelfristig keine Beschränkung aufgrund des verfügbaren Potenzials auftritt und daher das Angebot nicht aufgrund des Potenzials als begrenzt angesehen werden muss.

Stückholzkessel weisen die höchsten Emissionen unter Biomasse-Kleinanlagen auf. Die Emissionen konnten jedoch im letzten Jahrzehnt deutlich reduziert werden, sodass eine starke Verbesserung der Situation eingetreten ist. Die Messwerte in der Praxis können jedoch immer noch deutlich von den Prüfstandergebnissen abweichen. Vorrangig muss daher die Entwicklung von Stückholzkesseln sein, die sich gegenüber Wartungs- und Bedienungsmängeln robust verhalten und auch bei ungünstiger Bedienung, Wartung und Brennstoffwahl geringe Emissionen aufweisen.

Insgesamt weist der Trend in die Richtung, dass der Anteil von Stückholz am Biomasse-Mix abnehmen wird. Tatsache ist, dass die Potenziale, mit denen es zu den derzeitigen Kosten möglich ist, Pellets zu produzieren, nur für maximal 19% der derzeitigen Stückholzkessel – das entspricht in etwa dem derzeitigen Anteil an Einzelöfen – ausreichen. Gelingt es also nicht, den rückläufigen Trend bei Stückholzkesseln umzukehren, ist dies mit einem Ersatz von Stückholz Pellets oder durch fossile Brennstoffe verbunden. Dies wiederum führt zu den in Kapitel 6 dargestellten negativen Effekten bei CO<sub>2</sub>-Emissionen, Abhängigkeit vom Ausland, regionaler Entwicklung, Beschäftigung etc.

---

<sup>123</sup> vgl. Abbildung 2-3

### Pellets

Die rasant steigenden Verkaufszahlen von Pellet-Kesseln deuten darauf hin, dass die Nachfrage nach Pellets stark zunehmen wird.<sup>124</sup> Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Pellets den Kunden-Bedürfnissen – insbesondere Bequemlichkeit, Sauberkeit, geringem Zeitaufwand, etc. – gut entsprechen.

Das günstige Rohstoff-Angebot ist allerdings stark beschränkt. Müssen zur Pelletierung auch Sägenebenprodukte in hohem Ausmaß zum Einsatz kommen, die derzeit stofflich genutzt werden, ist mit Preiserhöhungen von Sägenebenprodukten und Pellets zu rechnen. Müssen allerdings andere Rohstoffe herangezogen werden, so wird dies nicht nur eine Verteuerung, sondern auch geringere Primärenergieeffizienz (vgl. Abbildung 6-13) zur Folge haben.

Pellets sind insofern der hochwertigste Brennstoff, als sie das Potenzial besitzen, der Biomasse neue Chancen im Einfamilienhaus-Sektor zu eröffnen. Zu einem Preisniveau, das das heutige nicht deutlich übersteigt, können sie allerdings nur zu einem Ausmaß von maximal 8 PJ (ca. 500.000 t/a, das entspricht 3% aller Wohneinheiten bzw. 6% aller Einfamilienhäuser)<sup>125</sup> bereitgestellt werden – wenn nicht neue technologische Perspektiven der Pelletierung entwickelt werden.

Ein sparsamer Einsatz von Pellets genau dort, wo andere Biomasse-Fractionen zu geringe Attraktivität aufweisen, ist daher Voraussetzung dafür, dass die Brennstoff-Bereitstellung weiterhin zu den derzeitigen günstigen Bedingungen erfolgen kann.

Die Anwendung von Pellets ist daher nur in Kleinanlagen zu fördern! In Großanlagen ist der Einsatz anderer Biomasse-Brennstoffe zu forcieren.

Weiters ist die Entwicklung von günstigen Technologien zur Pelletierung sowie der Einsatz neuer Rohstoffe (z.B. Stroh, unbehandeltes Altholz etc.) zur Pelletierung voranzutreiben. Das Ziel dieser Entwicklung muss darin liegen, weiterhin den hohen Qualitätsstandards zu entsprechen und gleichzeitig die Energieeffizienz der gesamten Bereitstellungskette zu maximieren. Ist eine Trocknung des Rohstoffes nötig, so ist zu diesem Zweck der Einsatz von Solarenergie zu forcieren (vgl. Abbildung 6-13).

---

<sup>124</sup> Vgl. Kapitel 2

<sup>125</sup> Dies beruht auf der Annahme, dass maximal die Hälfte der derzeit stofflich genutzten Sägenebenprodukte für energetische Nutzung zur Verfügung steht. Die Hälfte dieses Potenzials wird direkt energetisch genutzt, die andere Hälfte pelletiert.

### Altholz - Kaskadische Biomasse-Nutzung

Die Nachfrage nach Altholz ist in erster Linie von Großanlagen zu erwarten, die einerseits besonders auf günstigen Brennstoff angewiesen sind und andererseits die entsprechenden Vorkehrungen zur Reduktion von Schadstoff-Emissionen ermöglichen.

Sollte die technologische Entwicklung es zu geringen Kosten ermöglichen, unbehandeltes Altholz in größerem Ausmaß z.B. zu pelletieren, ist auch von dieser Seite eine Nachfrage zu erwarten.

Aus der Sicht der Ressourceneffizienz ist die kaskadische Biomasse-Nutzung die effizienteste Variante. Um zu gewährleisten, dass genügend unbehandeltes Altholz zur Verfügung steht, sind hierfür geeignete Richtlinien für die stoffliche Nutzung festzulegen. Diese sollen bewirken, dass eine verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse eine spätere energetische Nutzung möglichst problemlos ermöglicht. In diesem Sinne darf der stoffliche Einsatz von Biomasse nicht als Konkurrenz zur energetischen Verwendung gesehen werden. Beide stellen verschiedene Schritte in der Nutzungskette ein- und desselben Rohstoffes dar.

Weiters sind die Entwicklung und der Aufbau geeigneter logistischer Konzepte zur Sammlung, Trennung und Aufbereitung von Altholz zu intensivieren.

### Kurzumtriebshackgut

Im Business-as-usual-Szenario ist die Anpflanzung von Kurzumtriebswäldern nicht nötig, um den Primärenergie-Bedarf an Biomasse zu decken. Nur im Falle einer starken Forcierung kann es in der Zeit etwa ab 2010 von Bedeutung werden, neue Biomasse-Ressourcen zu erschließen. Auch aufgrund ökologischer Überlegungen ist der Einsatz anderer Biomasse-Brennstoffe und insbesondere jener von Altholz und sonstigen Reststoffen (wie z.B. Stroh) zu bevorzugen.

Es ist jedoch zu beachten, dass gewisse Vorlaufzeiten dieser Technologie (Aufbau von Know-how, Wachstumszeiten etc.) Berücksichtigung finden müssen.

### Rationelle, ökologische Erntetechnologien

Der Einsatz mechanisierter, rationeller Erntetechnologien ist in Österreich bei weitem nicht so weit verbreitet wie in anderen Staaten mit hohem Waldanteil - insbesondere Skandinavien. Die Gründe liegen zum einen in der topographischen Struktur Österreichs und zum anderen in der Waldbesitz-Struktur sowie dem geringen Organisationsgrad der Kleinwald-Besitzer.

Eine kostengünstigere Biomasse-Ernte könnte hingegen sehr zur Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Waldhackgut – insbesondere in Großanlagen – beitragen und im Zuge dessen auch den Bedarf an Subventionsmitteln reduzieren.

Entscheidend ist hier allerdings die Wahrung der ökologischen Verträglichkeit, sodass die Nachhaltigkeit der Biomasse-Nutzung nicht nur hinsichtlich ihrer Erneuerbarkeit, sondern auch hinsichtlich des Verbleibs der entscheidenden Nährstoffe im Wald gewährleistet bleibt.

### Stroh

Der Einsatz von Stroh stellt aus Sicht der Ressourceneffizienz eine der sinnvollsten Varianten dar, da Stroh als ein Nebenprodukt anfällt. Insbesondere auch aus der Sicht der Einkommens- und Arbeitplatzeffekte in ländlichen Regionen kann Stroh als günstiger Brennstoff angesehen werden. Als Hemmnis musste bisher der – im Vergleich zu anderen Brennstoffen – ungünstigere und anspruchsvollere Verbrennungsvorgang angesehen werden.

Zur Forcierung dieses Brennstoffs stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl. Einerseits der weitere Aufbau von Know-how bezüglich der Stroh-Verbrennung in Großanlagen (Nah- und Fernwärme). Andererseits könnte aber auch die Pelletierung von Stroh neue Möglichkeiten in Kleinanlagen eröffnen, wenn die Verbrennung in herkömmlichen Pellets-Kesseln im Zuge der entsprechenden technologischen Entwicklung ermöglicht wird.

### Sägenebenprodukte

Sägenebenprodukte stellen bereits heute ein sehr knappes Biomasse-Sortiment dar, da sie als typisches Koppelprodukt in der Sägeindustrie anfallen und die Preise daher gering sind. Es besteht Konkurrenz zwischen der stofflichen Nutzung in der Papier- und Plattenindustrie einerseits und der energetischen Nutzung andererseits (vgl. Kapitel 3.1). Im Zuge eines weiterhin starken Anstiegs der Pellets-Produktion sowie der direkten energetischen Nutzung von Sägenebenprodukten ist mit einer Preiserhöhung zu rechnen. Sollte der energetische Verbrauch derzeit stofflich genutzter Sägenebenprodukte stark ansteigen, so ist zu erwarten, dass die neue Preisbasis in etwa dem Preis von Faser- und Schleifholz entsprechen wird, das in der Papier- und Plattenindustrie als Ersatz für die derzeit billigeren Sägenebenprodukte Verwendung findet.

### Waldhackgut

Nah- und Fernwärmanlagen sowie sonstige Großanlagen setzen aufgrund der wirtschaftlichen Gegebenheiten in erster Linie billige Brennstoff ein. Dies sind Rinde und Sägenebenprodukte, Abfälle aus dem Holzverarbeitenden Gewerbe etc.. Waldhackgut wird in erster Linie von denjenigen Anlagenbetreibern eingesetzt, die eigenen Wald besitzen (bäuerliche Genossenschaften, Forstbetriebe oder Gemeinden mit gemeindeeigenem Wald). Der Preis für diesen Brennstoff ist – vor allem aufgrund des Arbeitsaufwandes – relativ hoch.

Das zu geringe Ausmaß der Durchforstung, das in Österreichs Wäldern registriert werden muss, ist daher vor allem durch das zu geringe Preis-Niveau, das für Hackgut geboten wird bedingt. Der Einsatz von Waldhackgut bietet gegenüber den billigeren Brennstoffen jedoch auch noch andere Vorteile. Insbesondere ist hier die Förderung strukturschwacher ländlicher Regionen zu sehen. Die Schaffung von Arbeitsplätzen in jenen Regionen ist bei Waldhackgut etwa 10-mal so hoch wie bei Sägenebenprodukten, der gesamtstaatliche Beschäftigungseffekt immerhin noch dreimal so hoch. Möglichkeiten zur Förderung der Nutzung von Waldhackgut sind in Kapitel 8.4.9.7 angeführt.

### Neue Brennstoff-Entwicklungen?

Die Technologie der Pelletierung hat der Biomasse-Nutzung einen enormen Auftrieb verliehen, da so Kundenbedürfnisse wie Komfort und Bequemlichkeit befriedigt werden können, denen bisher mit biogenen Brennstoffen nur bedingt Rechnung getragen wurde. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass die derzeit praktizierte Form der Pelletsproduktion tatsächlich den Endpunkt der Entwicklung darstellte. Die Forschung im Bereich der Biomasse-Brennstoffe ist daher intensiv weiterzuführen. Falls sich dabei wieder ein System der Verdichtung und Pressung von biogenen Rohstoffen – ähnlich wie bei der Pelletierung – herauskristallisieren sollte, wären die folgenden Anforderungen von hoher energiepolitischer Bedeutung:

- Verarbeitung bisher problematischer, allerdings günstiger Brennstoff-Fractionen wie Altholz, Stroh, Rinde etc.
- Einsetzbarkeit auch feuchter Brennstoffe (z.B. frisch geerntetes Hackgut)
- Hohe primärenergetische Effizienz der Bereitstellung
- Ökologische Verträglichkeit

### Brennstoff-Logistik

Im Zuge einer ambitionierten Biomasse-Strategie wird der Organisation der Brennstoff-Logistik zunehmende Bedeutung zukommen. Folgenden Anforderungen muss diese gerecht werden:

- Es muss garantiert werden, dass die Umweltbelastung durch Transporte minimiert wird.
- Es muss – speziell für große Anlagen – eine just-in-time-Lieferung sichergestellt werden, um Lagerkosten gering halten zu können.
- Es muss bei Kleinanlagen eine verlässliche und termingerechte Brennstoff-Lieferung gewährleistet werden.
- Es muss bei der Lagerung die Erhaltung bzw. – wenn möglich – die Erhöhung der Brennstoffqualität als Ziel verfolgt werden.
- Logistikzentren können gleichzeitig auch die Funktion der Qualitätskontrolle erfüllen.

#### 8.3.3 Weitere Aspekte hinsichtlich des Bedarfs an Technologie und Forschung

- Die technologische Weiterentwicklung von Biomasse-Anlagen sollte verstärkt unternehmensübergreifend – in Clustern gebündelt – stattfinden. Die bisherigen Initiativen sind weiter zu intensivieren und auszuweiten.
- Echtes Marketing im Sinne von Marktforschung und Ausrichtung der Produktion nach den Kundenbedürfnissen erfolgte bis jetzt in unzureichendem Ausmaß. Da viele Produzenten zu klein sind, um solch eine intensive Erkundung des Marktes zu verfolgen, kann dies auch nur gebündelt in Clustern erfolgen und sollte entsprechend von der öffentlichen Hand im Zuge einer Biomasse-Forcierung unterstützt werden.

## **8.4 Effiziente Optionen für staatliche Eingriffe**

### 8.4.1 Zur Rechtfertigung staatlicher Eingriffe

Eine wesentliche Fragestellung dieser Studie ist, ob und inwiefern Maßnahmen von Seiten der öffentlichen Hand nötig, gerechtfertigt und empfehlenswert sind, um den Einsatz von Biomasse zu forcieren.

Aus den Ergebnissen von Kapitel 6.1 folgt, dass derzeit die ökonomische Attraktivität nicht ausreicht, um ohne staatliche Eingriffe eine Erhöhung des Biomasse-Anteils am Raumwärmemarkt zu erreichen. Wenn also der gesellschaftliche und politische Wille besteht, die Nutzung fossiler Brennstoffe zu Gunsten von Biomasse zu reduzieren, so sind dafür durch die öffentliche Hand Maßnahmen zu setzen, die die ökonomische Konkurrenzfähigkeit der Biomasse gewährleisten.

In Kapitel 7.3 wurde dargelegt, mit welchen Auswirkungen im Fall einer forcierten Biomasse-Strategie zu rechnen ist.

Kurz zusammengefasst sind für das Szenario einer sofortigen Biomasse-Forcierung – in Abhängigkeit davon, ob es im Jahr 2010 zu einer Ölpreis-Steigerung kommt oder nicht – für das Jahr 2020 folgende positive Effekte zu erwarten, die hier entsprechend ihrer gesamtwirtschaftlichen Relevanz gereiht sind<sup>126</sup> (siehe Abbildung 8-4) :

- Reduktion von Treibhausgasen (um ca. 5,8%)
- Reduktion des Verbrauchs fossiler Brennstoffe (um ca. 5,4%)  
Damit ist größere Versorgungssicherheit im Sinne von Preisstabilität, Verringerung des Risikos, Unabhängigkeit von Krisenherden, etc. verbunden. Letzteres drückt sich auch aus in der
- Entlastung des Handelsbilanz-Defizits (um 3,7% bis 6%)
- Beschäftigungsimpulse in strukturschwachen ländlichen Regionen (ca. 4000 Arbeitsplätze)  
Dies ist mit regionalen Einkommenseffekten gekoppelt, die über den Zeitraum 2003 bis 2020 verbarwertet 420 bis 565 M€ betragen.
- Gesamtstaatlicher Beschäftigungseffekt (Reduktion der Arbeitslosenzahl – bezogen auf 2001 – um 4,4% bis 5,7%)
- Einkommenseffekt (0,08% bis 0,11% des BIP; 685 bis 970 M€ verbarwertet im Zeitraum 2003 bis 2020)
- Der Wohlstand, gemessen im „Index of sustainable economic welfare“, würde durch diese forcierte Biomasse-Strategie etwa um 0,2% bis 1,8% erhöht werden (verbarwertet im Zeitraum 2003 bis 2020: 550 M€ bis 5.330 M€).

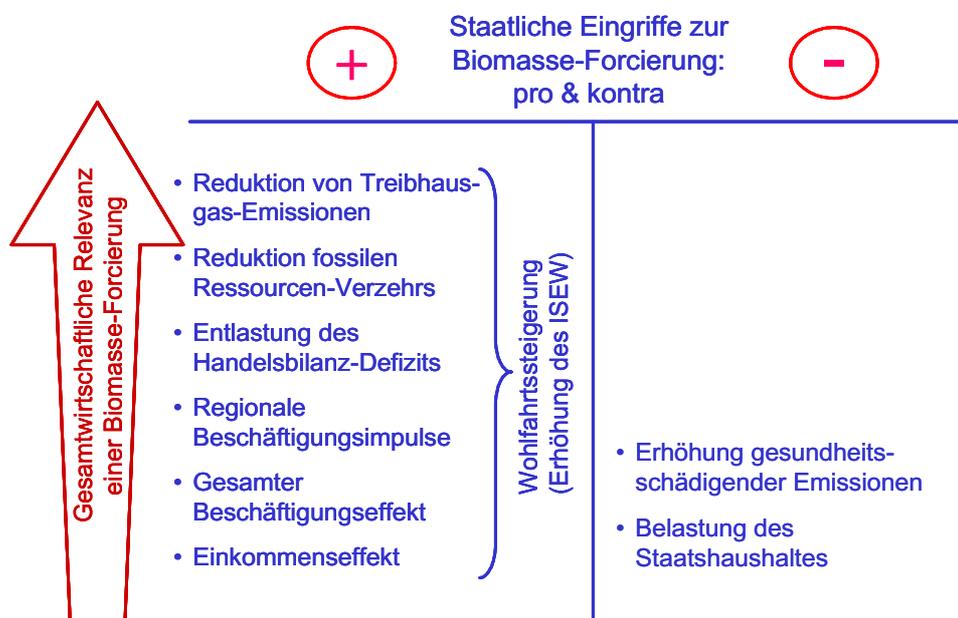
Die negativen Effekte einer Biomasse-Forcierung sind:

- Erhöhung gesundheitsschädigender Emissionen (um ca. 2,3%)  
Hier ist insbesondere die Unterscheidung zwischen ländlichen und städtischen Einsatzgebieten zu beachten sowie der technische Fortschritt. Beides konnte in dieser Studie nicht explizit berücksichtigt werden.
- Belastung des Staatshaushaltes (um ca. 0,4% bis 1,6% des öffentlichen Defizits, gemittelt über die Jahre 1990 bis 2001; verbarwertet über die Jahre 2003 bis 2020: 235 M€ bis 450 M€)  
Diese Belastung ist aufgrund des Entfalls von Energiesteuern auf fossile Energieträger (v.a. MÖST) sowie durch den Förderungsbedarf (für den Fall, dass

---

<sup>126</sup> Vgl. Kapitel 8.2

Subventionen als Maßnahme zur Biomasse-Forcierung gewählt werden und nicht z.B. CO<sub>2</sub>-Steuern) gegeben. Selbst wenn keine Subventionen vergeben werden, da dies aufgrund eines hohen Ölpreis-Niveaus nicht nötig ist, würde der Entfall der Steuern zu einer Belastung des Staatshaushaltes führen.



**Abbildung 8-4: Staatliche Eingriffe zur Biomasse-Forcierung: pro & kontra**

Das Aufrechnen der negativen gegen die positiven Effekte ist prinzipiell unmöglich und bleibt daher letztlich eine Frage des politischen Willens und Abwägens. Folgende Punkte sind dabei jedoch zu beachten:

- Die Analyse in Kapitel 8.2 zeigt, dass die gesamtwirtschaftliche Relevanz der negativen Effekte (Emissionen und Staatshaushalt) geringer ist als die der positiven Effekte (Treibhausgase, fossiler Ressourcen-Verbrauch, Handelsbilanz, regionale Beschäftigungsimpulse).
- Die Belastung des Staatshaushaltes wurde unter der pessimistischen Annahme ermittelt, dass relativ hohe Förderungsmittel zur Verfügung gestellt werden müssen (vgl. Kapitel 7.5). Möglichkeiten zur Reduktion der benötigten öffentlichen Ressourcen werden weiter unten beschrieben.
- Die höchsten Belastungen des Staatshaushaltes entstehen in Zeiten eines niedrigen Ölpreis-Niveaus – die geringsten Belastungen des Staatshaushaltes und höchsten Nutzeffekte jedoch in Zeiten eines hohen Ölpreis-Niveaus. Das heißt, dass die Belastungen primär dann auftreten, wenn der gesamtwirtschaftliche Output höher ist. In Zeiten hohen Ölpreises, wenn es zu erhöhten gesamtwirtschaftlichen Problemen

kommt, bewirkt der Einsatz von Biomasse jedoch die höheren Nutzeffekte und geringeren Belastungen des Staatshaushaltes.

- Angesichts der Vielzahl unterschiedlichster positiver Effekte, die aus dem Ersatz fossiler Brennstoffe durch Biomasse resultieren, ist der Finanzbedarf von Seiten der öffentlichen Hand als relativ gering anzusehen.
- Die Ergebnisse sind in hohem Maße davon abhängig, wann und in welchem Ausmaß der Ölpreis steigt (darüber, dass er steigt, herrscht weitestgehende Einigkeit unter Experten). Gerade unter Berücksichtigung der jüngsten geopolitischen Entwicklungen in der Golfregion wird wieder deutlich, wie labil der derzeitige Ölpreis zu beurteilen ist.
- Die Ergebnisse sind weiters davon abhängig, wie stark die Biomasse-Preise auf eine Ölpreis-Steigerung reagieren. Eine Verschiebung der Biomasse-Forcierung würde zu einer höheren und plötzlicheren Nachfragesteigerung zum Zeitpunkt der Ölpreis-Steigerung führen, der die Biomasse-Produktionskapazitäten nicht gewachsen wären. Dadurch ist eine stärkere Preissteigerung zu erwarten, als im Falle eines frühzeitigen Ausbaus.
- Österreich ist derzeit (2002) weit davon entfernt, den Verpflichtungen, die im Rahmen des Kioto-Protokolls zu erfüllen sind, tatsächlich nachzukommen. Biomasse kann einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen liefern.

Die Frage, welche Bedeutung dem Treibhauseffekt und dem Verbrauch endlicher Ressourcen beigemessen wird, hängt vor allem von ethischen Überzeugungen ab.<sup>127</sup> Die Wertschätzung, die kommenden Generationen sowie jenen Teilen der Weltbevölkerung, die von der Erderwärmung am stärksten betroffen sind, zugestanden wird, das Prinzip der Verantwortung und der Vorsicht gegenüber dem sensibelsten und umfassendsten ökologischen System – dem Weltklima – sind die in dieser Frage letztlich entscheidenden Werte.

### 8.4.2 CO<sub>2</sub>-Steuer versus Subventionen

Bisher wurde dargelegt, inwiefern staatliche Maßnahmen zur Forcierung der Biomasse-Nutzung gerechtfertigt sind. Die Frage, welche Art von Maßnahmen dies sein können und sollen, wurde dabei noch ausgeklammert und wird nun hier behandelt.

Im Wesentlichen geht es darum, die Konkurrenzfähigkeit der Biomasse gegenüber fossilen Heizsystemen zu gewährleisten. Diese ist derzeit vor allem aufgrund der mangelhaften

Internalisierung externer Effekte nicht gewährleistet. Das bedeutet, dass die Besteuerung fossiler Energieträger nicht im vollen Ausmaß den Kosten der Treibhausgasemissionen und des nicht nachhaltigen Ressourcenverzehr Rechnung trägt. Daher stellt eine CO<sub>2</sub>-Steuer den direktesten Weg und die „first-best-solution“ dar, um der Kostenwahrheit einen Schritt näher zu kommen und ein korrektes Preisniveau für Energiedienstleistungen zu gewährleisten.

Die positiven Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Steuer wurden in der Studie des WIFO „Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft“<sup>128</sup> anhand eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells beschrieben. Diese Effekte auf die Beschäftigung und Wertschöpfung werden verstärkt, wenn die entsprechenden Steuereinnahmen für Biomasse-Subventionen zweckgewidmet werden.

In der politischen Realität zeigt sich, dass CO<sub>2</sub>-Steuern zwar immer wieder diskutiert werden, aber eine Umsetzung zumindest kurzfristig alles andere als wahrscheinlich ist. Daher kann als „second-best-solution“ auch mittels Förderungen eine Konkurrenzfähigkeit der Biomasse erreicht werden. Im Gegensatz zur Besteuerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen können damit jedoch eine Reihe von Problemen einhergehen, von denen einige im Folgenden kurz beschrieben sind:

- Durch die Subventionierung von Energiedienstleistungen kommt es zu einer nicht korrekten Preisbildung, d.h. Energiedienstleistungen sind billiger als dies bei voller Kostenwahrheit der Fall wäre. Das Signal für die Knappheit und damit den Wert der Energie ist daher zu niedrig und führt zu ineffizientem Einsatz und Verschwendung von Primär-Energie (verursacht durch ineffiziente Allokation von energiesparenden Investitionsmaßnahmen und dem Einsatz von Energie).
- Die Vergabe von Subventionen birgt die Gefahr einer Preiserhöhung von Seiten der Hersteller in sich.
- Subventionen können zu ungewollten Verzerrungen führen. So wird beispielsweise von Seiten der Papier- und Plattenindustrie der Vorwurf laut, die Subventionen für Biomasse-Anlagen – und damit für den Einsatz von Sägenebenprodukten – verzerre den Markt auf diesem Rohstoff-Segment.

Falls und solange eine CO<sub>2</sub>-Steuer oder eine anders geartete Verteuerung fossiler Energieträger jedoch nicht Realität wird, sind Subventionen dennoch eine geeignete Maßnahme zur Gewährleistung von ökonomischer Konkurrenzfähigkeit erneuerbarer Energieträger. Um die oben erläuterten Problemfelder, die sich im Zuge von Förderungen

---

<sup>127</sup> vgl. Kapitel 4.4.3

<sup>128</sup> Pichl et al 1999. vgl. auch Anhang IX-4

ergeben können, abzuschwächen, ist eine effiziente Gestaltung der Förderkriterien und –programme nötig. Richtlinien hierfür sind im Folgenden ausgeführt:

### 8.4.3 Zur Wahl anreizkompatibler Subventionsverfahren

Bei der Gestaltung von Förderprogrammen ist es nötig, zur Bestimmung der an einen konkreten Förderwerber auszubehandelnden Mittel, Bezugsgrößen zu wählen, die in den Richtlinien festzuschreiben sind. Dabei müssen die zuständigen politischen Entscheidungsträger berücksichtigen, dass mit der Wahl dieser Bezugsgrößen ein bestimmter Anreiz verbunden ist. Dieser darf den Zielen des Förderprogramms nicht entgegengesetzt sein.

Im Folgenden werden kurz einige mögliche und übliche Bezugsgrößen angeführt und die damit verbundenen Anreizwirkungen besprochen:

- Subventionsvergabe als prozentueller Investitionszuschuss [€/€]:

Die Bezugsgröße „Investitionskosten“ ist in einer Vielzahl von Förderprogrammen realisiert. Sie hat den Vorteil, relativ einfach und klar durchschaubar zu sein. Auch erscheint es für einen Außenstehenden leicht zu beurteilen, ob das Ausmaß der Förderung hoch oder niedrig ist.

Es besteht jedoch ein verringerter Anreiz zu Kosteneffizienz, da jede Erhöhung der Investitionskosten – sei es aufgrund von Überdimensionierung, oder aufgrund mangelnden Preisvergleichs – zu einem gewissen Teil durch die Subvention abgeglichen wird. Der Druck zur Kostenreduktion wird dadurch verringert, was wiederum den Bedarf an Subventionsmitteln erhöht.

- Subventionsvergabe als Betrag je kW installierter Anlagenleistung [€/kW]:

Der Vorteil einer realen statt einer monetären Bezugsgröße ist, dass nicht mehr direkt eine Verringerung des Anreizes zu Kostenreduktion gegeben ist. Es ist jedoch zu bemängeln, dass hier ein direkter Anreiz zu Überdimensionierung der Anlagen gegeben ist – was wiederum den Bedarf an Subventionsmitteln erhöht. Da das Problem der Überdimensionierung bei verschiedensten Formen der Biomasse-Nutzung auftritt<sup>129</sup>, sollte man sich dieser Anreizwirkung besonders bewusst sein.

- Subventionsvergabe als Betrag je verbrauchter Energieeinheit [€/kWh]:

Bei dieser Variante entfällt sowohl der Anreiz zu Überdimensionierung der Anlagen als auch jener zu Kostenerhöhung. Es verringert sich dabei jedoch der Anreiz zu sparsamem Umgang mit dem Brennstoff Biomasse. Überdies entstehen Probleme

---

<sup>129</sup> vgl. z.B. Abbildung 8-3

bei der Administration, da jährliche Subventionszahlungen nötig wären und dies den bürokratischen Aufwand deutlich erhöhen würde.

- Subventionsvergabe als Betrag je versorgter Leistungseinheit (Heizlast) [€/kW]:  
Sowohl der administrative Aufwand als auch der Anreiz zu erhöhtem Energieverbrauch durch das Benutzerverhalten reduzieren sich hier im Vergleich zu der zuletzt dargestellten Variante. Was bleibt, ist jedoch der verringerte Anreiz zu effizienz erhöhenden Maßnahmen an der Gebäudehülle. Ein sparsamer Einsatz sowohl der Biomasse-Ressourcen wie auch der öffentlichen Mittel ist damit ebenfalls nicht garantiert.
- Subventionsvergabe als Betrag je versorgter Wohnfläche [€/m<sup>2</sup>]:  
Da nicht angenommen werden kann, dass die Bauträger *aufgrund* der Biomasse-Förderung Gebäude mit höheren Nutzflächen errichten, stellt diese Form der Förderung eine relativ anreizkompatible Variante dar.
- Subventionsvergabe als Fixbetrag [€]:  
Diese Vergabe von Förderungen als einheitlicher Betrag, der für alle Förderwerber in gleicher Höhe ausbezahlt wird, bietet den Vorteil der äußerst einfachen Administration. Selbstverständlich ist dieses System nur bei sehr gleichwertigen Förderobjekten möglich – z.B. bei Stückholzkesseln in Einfamilienhäusern.  
Aus der Sicht der Effizienz der eingesetzten Mittel muss man aber – im Vergleich zur letztgenannten Variante – anmerken, dass entweder Förderwerber mit kleinen Wohneinheiten mehr Förderung erhalten, als sie eigentlich benötigen würden (um die ökonomische Konkurrenzfähigkeit der Biomasse zu gewährleisten) oder aber dass sich für Förderwerber mit großen Wohneinheiten Biomasse trotz der Subvention als nicht rentabel erweisen könnte.
- Subventionsvergabe als Betrag je versorgter Wohneinheit oder Gebäude [€/WE]:  
Diese Form der Subventionsvergabe stellt ebenfalls ein geeignetes Verfahren dar, wenn eine Versorgung mehrerer Wohneinheiten oder Gebäude gegeben ist, wie beispielsweise bei Mehrfamilienhäusern oder Mikronetzen.

**Tabelle 8-1: Anreizwirkungen verschiedener Bezugsgrößen zur Vergabe von Subventionen**

Subventionsvergabe als:	Negative Anreizwirkung
Prozentueller Investitionszuschuss [€/€]	Geringere Sparsamkeit und dadurch Überdimensionierung etc.
Betrag je installierter Anlagenleistung [€/kW]	Überdimensionierung
Betrag je verbrauchter Biomasse-Energieeinheit [€/kWh]	Verringerter Anreiz zu Energie-Einsparungen
Betrag je versorgter Leistungseinheit (Heizlast) [€/kW]	Verringerter Anreiz zu Wärmedämmung
Betrag je versorgter Wohnfläche [€/m <sup>2</sup> ]	keine negativen Anreizwirkungen
Fixbetrag [€]	keine negativen Anreizwirkungen
Betrag je versorgter Wohneinheit oder Gebäude [€/WE]	keine negativen Anreizwirkungen

Die bisher vorgestellten Bezugsgrößen bezogen sich auf das Antragsverfahren. Daneben existiert mit dem Ausschreibungsverfahren jedoch auch eine effiziente Förderungsform. Durch den Wettbewerb unter den Förderungswerbern kann der Anreiz zu sparsamen, effizienten Anlagen geschaffen werden. Ein Problem, das sich jedoch ergibt, ist die zeitliche Verzögerung, mit der die Förderungswerber konfrontiert sind. Weiters sind Ausschreibungsverfahren nur für große Anlagen sinnvoll einsetzbar, die gut vergleichbar sind und von denen eine genügend hohe Anzahl an Förderwerbern innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraums an der Ausschreibung teilnimmt.

Weitere Anreize – z.B. zu effizienzsteigernden Maßnahmen – können mittels Prämien geschaffen werden. Diese können beispielsweise für bestimmte Brennstoffe (Waldhackgut) oder Regelungseinrichtungen (Lambda- oder CO-Sonde) oder die Kombination mit anderen erneuerbaren Energieträgern vergeben werden. Letzteres sowie eine umfassende Integration von Erneuerbaren auch mit Effizienzmaßnahmen in der Gebäudehülle kann jedoch sinnvoller im Rahmen der Wohnbauförderung erreicht werden. Dies wird im nächsten Kapitel behandelt.

#### 8.4.4 Biomasse- und Wohnbauförderung

Die Verknüpfung der Förderung von Biomasse-Systemen mit Anreizen zu Wärmedämmung und der aktiven und passiven Nutzung von Solarenergie in Richtung ganzheitlicher Konzepte ist anzustreben. Dies führt zu folgenden Vorteilen:

- Steigerung der Fördereffizienz. Mehrere nebeneinander existierende Förderprogramme führen zu einer unübersichtlichen Situation und geringen Transparenz für die Förderwerber, woraus ein geringerer Erfolg der Förderprogramme und der damit verfolgten Ziele resultiert.
- Ein entscheidender strategischer und ökologischer Nutzen besteht in der Erhöhung der primärenergetischen Effizienz der Biomasse-Nutzung. Dies ist nicht nur mit geringeren Emissionen und Ressourcenschonung, sondern auch mit einer Erhöhung der Preisstabilität der Biomasse-Brennstoffe verbunden (vgl. Kapitel 8.3.1). Die Nutzeffekte, die sich durch die Kombination von Wärmedämmung und Biomasse-Einsatz – insbesondere in Zeiten hoher Ölpreise – ergeben, sind in Abschnitt 7.4 beschrieben.
- Durch die Bindung bestehender Fördermittel an den Einsatz von Biomasse und anderen erneuerbaren Energieträgern können deutliche Reduktionen hinsichtlich der Höhe der zur Verfügung zu stellenden öffentlichen Mittel erzielt werden. In Abbildung 7-16 sind die Nutzeffekte dargestellt, die sich aus einer Verringerung der eingesetzten öffentlichen Mittel ergeben: Gelingt es, z.B. die Subventionsmittel für Biomasse durch teilweise Bindung der Mittel aus der Wohnbauförderung um 20% zu reduzieren, so verringert sich dadurch die Belastung des Staatshaushaltes um 16%, während sich alle anderen volkswirtschaftlichen Indikatoren – wenn auch nur geringfügig – verbessern.

Aus diesen Gründen ist eine Integration der Biomasse-Förderung in die Wohnbauförderung zu befürworten. Ein bisher durchgeführtes Beispiel ist die Bindung des Erhalts der Wohnbauförderung an erneuerbare Energieträger in der Steiermark. Auch die Punkte-Regelung in Analogie zum Salzburger Modell hat sich als günstige Variante herausgestellt, mit der sowohl bauökologische und wärmedämmende Maßnahmen als auch die Solarenergienutzung etc. mit dem Einsatz von Biomasse als ein Gesamt-Paket in optimaler Weise gefördert werden können.

### 8.4.5 Regionale Differenzierung von Förderungen

Entsprechend der Charakteristika verschiedener Typen von Regionen ergeben sich Unterschiede hinsichtlich des optimalen Energieträger- und Anlagen-Mix und damit auch der effizienten Gestaltung von Fördersystemen.

### Großstadt:

Entscheidende Charakteristika der Großstadt sind die höhere Sensibilität bezüglich gesundheitsschädigenden Emissionen und die hohe Wärmedichte.

Daraus ergibt sich einerseits, dass sich die Emissionen von Kleinanlagen – und insbesondere von Stückholzanlagen – stärker auswirken als in ländlichen Gebieten. Andererseits spielen diese aufgrund des geringeren Anteils von Einfamilienhäusern und der schwereren Verfügbarkeit von Stückholz schon von Natur aus eine geringere Rolle. Die Förderung von Stückholzkesseln ist daher an strenge Qualitätskriterien zu binden und es sind Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen<sup>130</sup> zu fordern.

Der Schwerpunkt der Entwicklung muss auf größeren Anlagen liegen. Dies sind einerseits Systeme in größeren Mehrfamilien- und Reihenhäusern, die am Stadtrand situiert sind und nicht an Fernwärme angeschlossen sind. Hier sind Systeme mit Hackgut-Einsatz zu fördern. Pellets sollten aus Effizienzgründen hingegen in erster Linie in Einfamilienhäusern forciert werden.

Andererseits kommt aber – auch aus Sicht der Ökostrom-Erfordernisse – großen Fernwärmeanlagen mit KWK sehr große Bedeutung zu. Dabei sind in erster Linie die logistischen Erfordernisse zu berücksichtigen. Gelingt es, hier intelligente Lösungen zu entwickeln, stellt der Einsatz von Biomasse-Fernwärme im städtischen Bereich die bedeutendste Entwicklungsschiene dar.

Altholz könnte als Brennstoff besondere Bedeutung erlangen.

- Erstens ist das Altholz-Aufkommen (bezogen auf die Flächeneinheit) im dichtverbauten Gebiet höher als im ländlichen Raum. Daher ist es leichter, ein entsprechendes Sammel-System einzuführen und dieses direkt mit den Anlagen zur energetischen Verwertung zu koppeln.
- Zweitens ist der nötige Aufwand der Brennstoff-Aufbereitung geringer, wenn dieser in Großanlagen verfeuert wird. Die Anforderungen an die Reinheit des Brennstoffs sowie die Kosten der Weiterverarbeitung sind weit höher, wenn Altholz in kleineren Anlagen genutzt werden soll.
- Drittens sind bei Großanlagen die Möglichkeiten zur Rauchgasreinigung höher, was – ungeachtet neuer Technologien der stofflichen Biomasse-Nutzung – im Falle verunreinigter Altholz-Fractionen Bedeutung erlangt.
- Viertens fließt beim Einsatz von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse ein Großteil der Einkommen in andere Regionen ab und auch die Beschäftigungseffekte werden primär in den ländlichen Regionen induziert.

---

<sup>130</sup> Diese Maßnahmen sind in Kapitel 8.4.9.1 detaillierter ausgeführt.

Aus Sicht der Großstadt besteht also in der Nutzung von Altholz die Möglichkeit, einen Biomasse-Brennstoff einzusetzen, bei dem Einkommens- und Arbeitsplatzeffekte nicht nur in anderen Regionen resultieren.

### Kleinstadt:

Prinzipiell gelten ähnliche Prioritäten wie im Fall der Großstadt, allerdings mit folgenden Adaptionen:

- Die Bedeutung von Fernwärmeanlagen mit gleichzeitiger Biomasse-Verstromung in KWK ist auch in den meisten kleineren Städten gegeben, wobei hier der Vorteil der geringeren logistischen Probleme mit dennoch hohen Wärmedichten verknüpft werden kann.
- Die Emissionssituation ist im allgemeinen nicht von so hoher Relevanz wie in der Großstadt. Der Förderung von Stückholzkesseln ist daher ein größerer Stellenwert einzuräumen.
- Der Anteil der Einfamilienhäuser ist größer als in der Großstadt. In diesem Bereich sind Biomasse-Kleinanlagen auf der Basis von Stückholz und Pellets in Kombination mit der aktiven und passiven Nutzung von Solarenergie zu forcieren. Von besonderer Wichtigkeit ist die gleichzeitige Subvention von effizienzfördernden Maßnahmen wie Wärmedämmung.
- Die Brennstoffbeschaffung ist im Allgemeinen leichter und mit geringerem Transportaufwand – als etwa in Großstädten – aus angrenzenden Regionen zu bewältigen. Dies wirkt sich auch hinsichtlich der Einkommens- und Beschäftigungseffekte günstig aus.

### Ländliche Region

Aufgrund geringerer Wärmedichten, der deutlich größeren Bedeutung von Einfamilienhäusern, der regional verfügbaren Rohstoffe sowie des geringeren Schadstoff-Imissionsniveaus ergeben sich einige Abweichungen:

- Die Emission gesundheitsschädigender Luftschadstoffe ist im allgemeinen von geringerer Bedeutung als in der Stadt. Damit ist hier das Argument, dass Großanlagen den Kleinanlagen aufgrund geringerer Emissionen vorzuziehen sind, weniger relevant. Die Einhaltung von Qualitätskriterien insbesondere bei Stückholzheizungen sollte dennoch weiterverfolgt werden – insbesondere auch, um das Image dieser Heizungsform zu verbessern.
- Den Hauptanteil der Wohnsitze nehmen im ländlichen Raum Einfamilienhäuser ein. In diesem Bereich sind Biomasse-Kleinanlagen auf der Basis von Stückholz und Pellets in Kombination mit der aktiven und passiven Nutzung von Solarenergie zu

forcieren. Von besonderer Wichtigkeit ist die gleichzeitige Subvention von effizienzfördernden Maßnahmen wie Wärmedämmung.

- Der Einsatz von Biomasse in Mehrfamilienhäusern, Reihenhäusern, öffentlichen Gebäuden bzw. Gewerbebetrieben stellt im Allgemeinen die kostengünstigste Alternative dar. Als Brennstoff ist hier Hackgut zu forcieren, während der Einsatz von Pellets aus Effizienzgründen vor allem auf Einfamilienhäuser beschränkt werden sollte.
- Contracting-Modelle (z.B. bei Mikro-Netzen) bieten den Nutzern größtmöglichen Komfort. Dementsprechende Initiativen von Land- und Forstwirten sind durch professionelle Marketing-Maßnahmen u.Ä. zu fördern.
- Nahwärmanlagen sollten dort forciert werden, wo tatsächlich genügend hohe Wärmedichten vorliegen, sodass die entsprechenden Wärmebelegungswerte des Netzes erreicht werden – auch unter Berücksichtigung möglicher Wärmedämmungen und entsprechender Reduktion des Wärmebedarfs bei den angeschlossenen Objekten. Wo dies aufgrund der Siedlungsstruktur nicht möglich ist, muss die Verbreitung von Mikro-Netzen oder Biomassekleinanlagen vorangetrieben werden.

### Strukturschwache ländliche Region

Die Situation in strukturschwachen ländlichen Regionen (d.h. Regionen, die von Land- und Forstwirtschaft dominiert werden und einen geringen Anteil an Gewerbe und Industrie aufweisen) ist ähnlich wie in den übrigen ländlichen Regionen, es gelten jedoch folgende Ergänzungen:

- Der Nutzeffekt durch die geschaffenen Arbeitsplätze und Einkommen ist in diesen Regionen besonders hoch.
- Ob es gelingt, diesen Impuls weiter für die regionale Entwicklung zu nützen, hängt im Wesentlichen davon ab, inwiefern der Anteil der privaten Konsum-Ausgaben, die in der Region verbleiben, erhöht wird. Da regionale Arbeitsplätze geschaffen werden und damit der Pendleranteil verringert werden kann, verursacht die Biomasse-Nutzung auch tatsächlich einen solchen Impuls, der jedoch durch begleitende Regional-Entwicklungsprogramme unterstützt und ausgeweitet werden muss.
- Da Beschäftigungseffekte vor allem Arbeitsplätze in den unteren Einkommensklassen induzieren, muss als zusätzliches Ziel angestrebt werden, auch die höher qualifizierten Arbeitsplätze, die in der Biomasse-Produktionskette auftreten, in der Region anzusiedeln. Darunter fallen beispielsweise Planer, Kesselhersteller und Installateure.
- Der Nutzen für die betreffenden Regionen ist am höchsten, wenn Biomasse-Anlagen direkt in der Region errichtet werden und aus der Umgebung mit Brennstoff versorgt

werden. Zusätzliche Chancen können aber auch im Biomasse-„Export“ in andere Regionen liegen.

Zusammenfassend sind die Prioritäten für die einzelnen Typen von Regionen in der folgenden Tabelle dargestellt:

**Tabelle 8-2: Prioritäten bei der künftigen Biomasse-Forcierung**

		Ein-familienhaus	Mikro-netze	Nah-wärme	Mehr-familienhaus	Fern-wärme
Stückholz	Ländlicher Raum	↑				
	Städtischer Raum	↗				
Pellets	Ländlicher Raum	↑				
	Städtischer Raum	↗				
Hackgut, Stroh <sup>131</sup>	Ländlicher Raum		↑	↗	↗	
	Städtischer Raum			↗	↑	↑
Altholz	Ländlicher Raum					
	Städtischer Raum					↑

↑ hohe Bedeutung für Subventionsprogramme

↗ geringere Bedeutung

<sup>131</sup> Unter Hackgut werden hier sowohl Wald- als auch Kurzumtriebshackgut, sowie Sägenebenprodukte und Abfälle aus der holzverarbeitenden Industrie verstanden.

### 8.4.6 Entscheidende Begleitmaßnahmen für Subventionsprogramme

#### Energieberatung

Im Fall von Kleinanlagen soll die Förderung an eine Energieberatung gebunden sein. Dies ist aus mehreren Gründen von Vorteil. Zum einen werden die betreffenden Personen für den Bereich Energie sensibilisiert. Zum anderen ist es dadurch aber auch möglich, direkt auf die richtige Konzeption des Heizsystems (z.B. über die Bestimmung der Heizlast) einzuwirken. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die Energieberatung auch tatsächlich vor der Entscheidung für die Installation eines bestimmten Kesseltyps erfolgt.

Folgende Punkte müssen im Rahmen der Energieberatung behandelt werden:

- Im Rahmen der Heizlastberechnung sollte auch eine Empfehlung einer Kesselnennleistung abgegeben werden. Dies sollte gekoppelt werden mit der Information über die durch Überdimensionierung auftretenden zusätzlich entstehenden Kosten (vgl. Abbildung 7-19) sowie auch die ökologischen Probleme.
- Im Fall eines Stückholzkessels sollte das minimal nötige Pufferspeichervolumen nach EN 303-5 ermittelt werden und als Untergrenze für die Größe des zu installierenden Speichers empfohlen werden.
- Im Sinne einer Erhöhung der Kostentransparenz wäre es sinnvoll, die Kosten für einige verschiedene Biomasse-Heizsysteme (eventuell auch mit und ohne Überdimensionierung) beispielhaft durchzurechnen und dem Kunden als ungefähren Richtwert mitzuteilen. Eventuell wäre auch die Information über Vor- und Nachteile konkret am Markt befindlicher Kesseltypen möglich.
- Die Kunden sollten während der Beratung über die Verpflichtung zur Einschulung auf die Biomasse-Anlage durch den Hersteller (bzw. des Installateurs) informiert werden. Dadurch könnte der betreffende Kunde motiviert werden, die Informationen über die richtige Bedienung verstärkt aktiv einzufordern, sodass Fehlbedienungen aufgrund unzureichender Informationen minimiert werden.
- Da in der Praxis mangelnde Wartung der Anlagen festgestellt werden musste, könnte dieser Punkt auch angesprochen werden. Generell erscheint es überhaupt entscheidend für einen sinnvollen Betrieb, dass das Bewusstsein für die richtige Bedienung und Wartung der Anlage (auch in Bezug auf die Brennstoffe) geweckt wird.
- Dem Kunden sollte eine Liste zertifizierter Installateure übergeben werden. Dadurch soll einerseits den Professionisten ein Anreiz gegeben werden, die Zertifizierung als Biomasse-Vertrauens-Installateur und damit auch die entsprechenden Schulungen vorzunehmen, und andererseits soll ein besserer Standard erreicht werden, wenn die Biomasse-Heizanlagen von qualifizierten Fachkräften ausgelegt und montiert werden.

### Ausbildung und Schulung entscheidender Akteure

Entscheidende Bedeutung für die Verbreitung und Auslegung von Biomasse-Heizungen kommt den Installateuren zu. Diese haben teilweise kein Interesse daran, Biomasse-Heizungen zu installieren, da dazu zum einen ein anderes Know-how nötig ist, das sich nur anzueignen lohnt, wenn ein genügend hoher Absatz zu erwarten ist. Zum anderen sind aber auch die Handelsspannen bei Biomasse-Heizungen geringer als bei Öl- oder Gasheizungen. Dieses Argument wird vor allem in der Literatur immer wieder als ausschlaggebend angeführt.<sup>132</sup>

Jedoch selbst wenn die Bereitschaft zur Installation von Biomasse-Anlagen besteht und dementsprechende Aufträge angenommen werden, fehlt in vielen Fällen die Erfahrung mit modernen Biomasse-Kesseln, was Auswirkungen auf die Auslegung, die Montage und die Inbetriebnahme hat.

Es wäre daher äußerst wichtig, Installateur-Schulungen anzubieten, in denen das nötige Know-how vermittelt wird und deren Abschluss garantiert, dass die Konzeption und Installation der Anlagen ordnungsgemäß ausgeführt wird. Weiters soll dadurch auch die nötige Motivation bei Installateuren geweckt werden, sodass diese als Biomasse-Promotoren fungieren können. Der Abschluss einer solchen Schulung sollte ein Zertifikat sein, das Kunden garantiert, dass dieser Installateur ein Fachmann im Bereich von Biomasse-Heizungen ist. Zertifizierte Installateure müssten dann auch laufend mit weiteren Informationen versorgt werden. Dieses Zertifikat müsste an verschiedene Anreize gebunden sein, um vor allem jene Installateure zur Teilnahme zu motivieren, die der Biomasse bisher eher reserviert gegenüber stehen. Ein möglicher Anreiz wäre beispielsweise die geeignete öffentliche Bekanntmachung der zertifizierten Installateure, sodass an Biomasse-Heizungen interessierte Kunden einfachen Zugang zu qualifizierten Professionisten haben.

Auch die Ausbildung muss ein weiterer Ansatzpunkt sein. Bereits in der Lehrzeit müsste die Ausbildung auf Biomasse-Heizungen erfolgen, um schon möglichst früh mit dieser Heizungsform bekannt und vertraut zu werden und – wenn möglich – auch eine emotionale Bindung aufzubauen.

Im Hinblick auf die Qualität und die Bedienung der Anlagen könnte entsprechend den geforderten laufenden Kontrollen den Kaminkehrern eine wichtige Rolle zukommen. Auch hier ist Schulung und Information bereits während der Ausbildung (Lehrzeit, ...) von großer Bedeutung.

---

<sup>132</sup> vgl. z.B.: Rohracher, Harald, Jürgen Suschek-Berger, Günther Schwärzler: Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr. – Wien 1997. S. 86 f.

### Öffentlichkeitsarbeit und Begleitmaßnahmen

Entscheidend für den effizienten Einsatz von Fördermitteln ist eine breit angelegte professionelle Informationskampagne über die Förderung und die wichtigsten Informationen zum richtigen Einsatz von Biomasse-Heizsystemen. Besonders bedeutend erscheint es dabei, auf die Wichtigkeit der Energieberatung vor der Entscheidung für ein bestimmtes Heizsystem hinzuweisen, da während der Beratung wichtige weiterführende Informationen geboten werden, die zu umfangreich für einen übersichtlich gestalteten Folder sind.

Im Folgenden sind einige Vorschläge angeführt, welche Kampagnen durchgeführt werden könnten und welche Informationen sie verbreiten sollten:

- Umstieg Öl/Gas auf Biomasse

Adressatenkreis: bisherige beziehungsweise potenzielle Nutzer fossiler Energieträger

- Welche technischen Adaptionen sind konkret notwendig und möglich? (z.B. Brennstofflager, Möglichkeiten eines Pelletsbrenners in einem Ölkessel, ...)
- Welche Kosten entstehen? (Anführen von Kostenbeispielen)
- Welche Förderungen existieren?
- Bedeutung der Energieberatung vor der Entscheidung für ein bestimmtes Heizsystem
- Liste zertifizierter Installateure

- Heizen mit Biomasse

Adressatenkreis: interessierte, potenzielle Biomasse-Heizer

- Bedeutung der Energieberatung vor der Entscheidung für ein bestimmtes Heizsystem
- Welche Kosten entstehen? (Anführen von Kostenbeispielen)
- Welche Kostenreduktionspotenziale können bei sparsamer Dimensionierung ausgeschöpft werden?
- Welche Förderungen existieren?
- Liste zertifizierter Installateure

- Förderungen für Biomasse

Adressatenkreis: alle, die vor der Entscheidung für ein neues Heizsystem stehen

- Ökologischer Nutzen der Biomasse
- Welche Heizsysteme werden gefördert?
- Welche Beträge werden als Förderung ausbezahlt?

- Betonung der Förderung von Hausanschlüssen an Nahwärmanlagen zur Erhöhung der Akzeptanz von derartigen Versorgungssystemen
- Bedeutung der Energieberatung vor der Entscheidung für ein bestimmtes Heizsystem

Weiters könnte ein Wettbewerb ausgeschrieben werden, in dem der ökologisch einwandfreie Betrieb (niedrige Emissionen) sowie die optimale Konzeption und richtige Auslegung der Anlage (Einbeziehung der gesamten Gebäudequalität, Nutzung von Solar aktiv/passiv) mit einem entsprechenden Preisgeld prämiert und öffentlichkeitswirksam vergeben wird, sodass nicht nur eine Motivation für die Betreiber, sondern auch für den betroffenen Kesselhersteller (bzw. Installateur) ein positiver Werbeeffekt entsteht.

Im Rahmen des Projektes „at:sd“ wurde ein ähnlicher Wettbewerb für innovative Energiespar-Häuser ausgeschrieben, wobei die Sieger auf der Welser Energiesparmesse ausgezeichnet wurden.

All diese Aktionen und öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen könnten in einem „Jahr der Biomasse“ koordiniert werden, um die Mittel effizient, zielgerichtet und vor allem konzentriert einzusetzen. Solch eine Promotion-Initiative müsste professionell gestaltet werden und von Slogans begleitet werden, die etwa lauten könnten: „Die Ölquellen sind erschöpft, Holz ist noch verfügbar“ oder „Was Sie schon immer über Biomasse wissen wollten, sich aber nicht zu fragen trauten, ...“ oder „Sie haben keinen eigenen Wald. Aber: Haben Sie eine eigene Ölquelle?“

### 8.4.7 Maßnahmen zur Erhöhung der Markttransparenz

Biomasse-Brennstoffe werden – vor allem im Bereich der Kleinanlagen – traditionell auf informellen Märkten gehandelt. Vor allem im ländlichen Gebiet ist die Brennstoff-Beschaffung wenig institutionalisiert. Dies bringt mit sich, dass die Transaktionskosten, um Kostenvergleiche anzustellen, für die Käufer relativ hoch sind. Biomasse-Börsen, die von den Landwirtschaftskammern eingerichtet wurden, erfüllen im Großen und Ganzen immer noch lediglich den Zweck der Adressvermittlung. Ein positives Beispiel einer Biomasse-Börse wurde aber beispielsweise mit der Internet-Plattform ABEX<sup>133</sup> geschaffen.

Die Erhöhung der Markttransparenz stellt eine wesentliche Aufgabe dar, da der potenzielle Betreiber genauso einfach, verlässlich und – mittels einfach herzustellender Preisvergleiche – kostengünstig Brennstoffe beziehen können muss, wie dies für fossile Brennstoffe der Fall ist.

---

<sup>133</sup> [www.abex.at](http://www.abex.at)

Am Markt für Biomasse-Kleinanlagen existiert eine relativ große Anzahl an Anbietern. Kostenvergleiche werden durch unterschiedliche Anlagenparameter, verschiedene Ausstattung sowie unklare Zurechnung einzelner Kostenkomponenten zu den Gesamtkosten (z.B. der Brennstoff-Beschickung oder der Regelungseinrichtung) potenziellen Käufern nicht leicht gemacht. Diese sind daher meist auf einseitige Informationen von Herstellern oder Installateuren angewiesen. Im Bereich der Pellet-Kessel veröffentlichte die EVA bereits Marktübersichten, die einen Kostenvergleich deutlich erleichtern. Derartige Publikationen – auch für Stückholzkessel bzw. kombinierte Biomasse-Solar-Kompaktsysteme – stellen im Sinne eines erhöhten Wettbewerbs eine äußerst zweckmäßige Maßnahme dar, die nicht nur der besseren Information potenzieller Nutzer, sondern auch erhöhtem Wettbewerb, in der Folge Kostenreduktionen und damit einer weiteren Verbreitung, dient.

Da Wohnbauträger meist mit fossil befeuerten Anlagen jahrelange Erfahrungen aufweisen, mit biogenen jedoch nicht, stellen die Transaktionskosten im Zuge der nötigen Kostenvergleiche beim Einholen von Angeboten, beim Aufbau des entsprechenden Know-hows sowie des Bekanntwerdens mit neuen Partnern aus dem Heizungsbau starke Hemmnisse dar. Die öffentliche Hand kann dieses deutlich verringern, wenn sie dafür sorgt, dass Wohnbauträger mit gezielten, gut aufbereiteten Informationen versorgt werden. Diese müssen vollständige Marktübersichten im entsprechenden Leistungsbereich, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Fördermöglichkeiten sowie technische Informationen enthalten.

### 8.4.8 Öffentliche Gebäude

Der Anteil der mit Biomasse beheizten öffentlichen Gebäude liegt im Bundesbereich bei 0,4% und im Landesbereich bei 0,5%<sup>134</sup> und ist damit deutlich niedriger als der gesamtösterreichische Gebäudeschnitt. Der vermehrte Einsatz von Biomasse in öffentlichen Gebäuden könnte jedoch einen starken Impuls im Sinne einer Marktaufbereitung für Mehrfamilienhäuser darstellen. Entscheidend für eine Umsetzung dieses Vorhabens ist eine Änderung der Wirtschaftlichkeitsberechnung: Die Einbeziehung externer Kosten würde den Entscheidungsprozess in Richtung erneuerbarer Energie und Energieeffizienz lenken. Weiters ist die gezielte Information der relativ geringen Anzahl an Entscheidungsträgern, die für die öffentlichen Heizanlagen auf Bundes- und Landesebene zuständig sind, zu forcieren.

---

<sup>134</sup> Rakos, Hackstock 2000

### 8.4.9 Zur effizienten Gestaltung von Subventionsprogrammen

Aufgrund organisatorischer, administrativer Hemmnisse ist in einigen Bundesländern das parallele Bestehen von Wohnbau- und Biomasseförderung zu beobachten. Weiters bestehen auch in einigen Gemeinden von den Förderprogrammen des Bundes und der Länder unabhängige Subventionen für Biomasse und andere erneuerbare Energieträger. Daher wird im Folgenden sowohl nach Anlagentypen und Brennstoffen als auch regional differenziert auf einige konkrete Punkte zur effizienten Gestaltung von Förderungen eingegangen.

#### 8.4.9.1 Biomassekleinanlagen – Stückholzheizungen

Für potenzielle Stückholzheizer sind die Investitionskosten – und damit auch die Förderhöhe – im Allgemeinen nicht das entscheidende Kriterium. (Obwohl für Stückholzheizungen die geringsten Förderungen gewährt werden, betrifft diese Art der Biomassenutzung die weitaus größte Anzahl der Förderfälle.) Der ausschlaggebende Faktor ist vielmehr die Brennstoffversorgung. Wenn der Zugang zu Stückholz leicht ist (eigener Wald, Versorgung über Freunde, Verwandte, Nachbarn, gemeindeeigener Wald, ...), dann ist das ein sehr starkes Argument für eine Stückholzheizung. Im umgekehrten Fall fällt die Entscheidung eher zugunsten eines anderen Heizsystems aus. Die Förderung hat daher folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Ausgleich der Komforteinbußen und des zeitlichen Aufwandes, der den Nutzern durch die Bedienung der Anlage entsteht
- Signalwirkung hinsichtlich des Nutzens des CO<sub>2</sub>-neutralen, regional verfügbaren, nachhaltigen Energieträgers
- Einbindung der Betreiber in qualitätssichernde Maßnahmen wie Energieberatung, Abnahmeprüfung, Informationen bezüglich eines schadstoffarmen Betriebs etc.

Dafür ist ein Betrag von etwa 1.100 € bis 1.700 € geeignet, der bei der Ausstattung mit einer effizienten Verbrennungsregelung (z.B. Lambda- oder CO-Sonde) und einer automatischen Zündung variieren kann.

In der Praxis können bei Stückholzkesseln Mängel – vor allem bezüglich der Schadstoffemissionen – auftreten<sup>135</sup>, da eine große Bandbreite hinsichtlich der Anlagenqualität vorliegt. Das Auftreten hoher Schadstoffemissionen ist insbesondere auf folgende Faktoren zurückzuführen: mangelhafte Ausführung und Montage, mangelhafte Einstellung und Inbetriebnahme, mangelhafte Einschulung der Betreiber und in der Folge

---

<sup>135</sup> vgl. Matt 1998

mangelhafte Bedienung, fehlende regelmäßige Kontrolle der Anlagen sowie ungünstige Auslegung und Dimensionierung des Heizsystems.

Von Seiten der subventionsvergebenden Stelle können diese Faktoren mit folgenden Mitteln reduziert werden:

- Bindung der Förderung an eine Abnahmeprüfung und die Vorlage des Abnahmeprotokolls: Eine standardisierte Überprüfung von Stückholzkesseln, die mit einem zeitlichen Aufwand von lediglich etwa 15 Minuten die Montage- und Abnahmekosten nicht stark erhöht und dennoch ein gewisses Mindestmaß an Qualitätssicherung garantiert, bietet das Prüfverfahren nach ÖN M 7510-4 „Überprüfung von Heizungsanlagen für feste Brennstoffe mit einer Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW“. Die Durchführung dieser Prüfung soll bewirken, dass der sorgfältigen Montage und Inbetriebnahme ein größeres Augenmerk geschenkt wird und so der Kessel vom Betreiber einwandfrei eingestellt entgegengenommen werden kann. Der finanzielle Aufwand rechtfertigt den dadurch erreichbaren Nutzen, neben der Verbesserung der Luftqualität aufgrund besserer Emissionswerte auch eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung zu erreichen, und führt zu keiner deutlichen Erhöhung der Kosten für Stückholzanlagen.
- Einschulung der Betreiber: Installateure und Kesselhersteller müssen motiviert werden, die Betreiber über die ordnungsgemäße Bedienung der Anlagen in Kenntnis zu setzen. Es muss aber auch das Bewusstsein der Kunden geschärft werden, dass die Effizienz und der ökologisch einwandfreie Betrieb nur bei sachgemäßer Bedienung gewährleistet sind.
- Wartung: Es könnte die Einführung eines Wartungsschecks überlegt werden, den die Förderwerber zusammen mit der Förderung erhalten und der bei zuständigen Professionisten gegen eine ordnungsgemäße Wartung der Anlage eingetauscht wird. Diese Vorgangsweise wurde für den Bereich der Kachelöfen von den Autoren der Studie „Die Rolle der Kachelöfen im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzeptes“ vorgeschlagen.<sup>136</sup> Auch das Vorliegen eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller oder Installateur als Fördervoraussetzung könnte in Erwägung gezogen werden.
- Laufende Kontrollen und ein Service der Anlagen: Diesbezüglich wird auf die Überprüfung gemäß ÖN M 7510-4 und auf die dort festgelegten Prüfungsintervalle (bis 26 kW alle 2 Jahre, ab 26 kW jedes Jahr) verwiesen. Als kritisch erweist sich der

---

<sup>136</sup> Adensam, Heidi, Hannes Gaisenberger, Harald Rohrer, Thomas Schiffert, Jürgen Suschek-Berger: Die Rolle der Kachelöfen im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzeptes. Zwischenbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr. – Wien 1999.

administrative Aufwand, da eine Terminvereinbarung mit den Benutzern notwendig ist. Dies ist nicht zu vermeiden, da in der Norm das Vorliegen des „bestimmungsgemäßen Betriebs“ gefordert wird.

- Lambda-Regelung oder eine gleichwertige Form der Verbrennungsregelung (CO-Sonde, Kontrolle der Feuerraumtemperatur): Die Messungen an Stückholzanlagen<sup>137</sup> in der Praxis ergaben, dass Anlagen, die über solch eine Regelungseinrichtung verfügen, tendenziell bessere Werte aufweisen als jene ohne. Insbesondere unter ungünstigen und nicht optimalen Verbrennungsbedingungen können bessere Emissionswerte garantiert werden.

Es besteht die Möglichkeit, die Mehr-Kosten, die durch eine Lambda-Regelung entstehen, als Prämie zusätzlich zu fördern (etwa 300€). Im städtischen Gebiet könnte es aufgrund der sensibleren Emissions-Situation sinnvoll sein, die Vorlage einer solchen Regelungseinrichtung zwingend an den Erhalt der Förderung zu binden.

Falls sich nach einer geraumen Zeit herausstellen sollte, dass die überwiegende Mehrheit der Anlagen mit diesen Optionen ausgestattet ist, sollte die Zusatzförderung reduziert beziehungsweise wieder eingestellt werden.

Die Erhöhung für Lambda-Regelungen über die Standardförderung hinaus soll auch das Ziel verfolgen, die Sensibilität der Förderwerber hinsichtlich dieser Technologien zu erhöhen und so eine größere Marktverbreitung zu erreichen.

- Dimensionierung und Pufferspeicher: In [Haas, Kranzl 2000] wurde ausführlich auf die derzeitige Praxis der Überdimensionierung von Stückholzkesseln eingegangen. Diese kann nicht isoliert von der Auslegung des Pufferspeichers gesehen werden. Wird zu einem großen Kessel auch ein ausreichend großer Pufferspeicher gewählt, so kann ein einwandfreier Betrieb gewährleistet werden, und der Kunde genießt den Vorteil eines höheren Komforts. Ohne den geeigneten Pufferspeicher ergeben sich jedoch ungünstige Verbrennungsbedingungen, die nicht zuletzt zu höheren Emissionen führen. Es sollte daher der Erhalt der Förderung an die Auslegung des Pufferspeichers entsprechend EN 303-5 „Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW“ gebunden werden.

---

<sup>137</sup> vgl. Matt 1998

### 8.4.9.2 Biomassekleinanlagen – Kachelöfen und Pellets-Kaminöfen als Ganzhausheizung

Kachelöfen und Pellets-Kaminöfen werden als Ganzhausheizung zahlenmäßig in nur geringem Ausmaß gefördert. Dies ist sicherlich auch deshalb der Fall, weil dieses Heizsystem praktisch nur in Niedrigenergiehäusern möglich und sinnvoll ist. Auch die Technik der Wärmeverteilung ist hier noch nicht so weit verbreitet wie bei Zentralheizungskesseln. Um in diesem Bereich ein stärkeres Signal zu setzen, ist eine Förderung für Kachelöfen als Hauptheizsystem mit Wärmeverteilung von zumindest 2.200 € als Investitionszuschuss gerechtfertigt.

### 8.4.9.3 Biomassekleinanlagen – Hackschnitzel

Der Einsatz von Hackschnitzelheizungen im Einfamilienhausbereich beschränkt sich schon derzeit im Großen und Ganzen auf den landwirtschaftlichen Bereich, wo Hackschnitzel billig aus eigenem Wald bereitgestellt werden können. Angesichts der sinkenden Heizlasten dürfte die Bedeutung von Hackgut-Heizungen als Kleinanlage noch weiter abnehmen. Daher ist es sinnvoll, die Förderung von Hackgutanlagen in Einfamilienhäusern schrittweise zu reduzieren. Als primäre Einsatzgebiete von Hackschnitzel-Systemen sollten größere Anlagen (Mehrfamilienhäuser, öffentliche Gebäude, Gewerbe, Mikro-Netze, Nahwärmanlagen) forciert werden.

Zur Vermeidung von Überdimensionierung wird empfohlen, in den Richtlinien zu fordern, dass die Nennwärmeleistung des Hackgutkessels die Heizlast um nicht mehr als 10% überschreiten darf. Sollte das aufgrund der Heizlast nicht möglich sein, ist ein Kessel mit einer Nennleistung von unter 16 kW zu wählen.

### 8.4.9.4 Biomassekleinanlagen – Pellets

Pellet-Kessel haben neben den emissions- und feuerungstechnischen Vorteilen den Vorzug des höheren Komforts und damit einer größeren Akzeptanz und stellen insofern das innovativere und zukunftssträchtigere Heizsystem dar. Diese Vorzüge mit einer höheren Förderung abzugelten und den Entwicklungsschub zu unterstützen, erscheint sinnvoll – vor allem angesichts der höheren Investitionskosten.

Eine schrittweise Reduktion der Förderung, auch unter dem Aspekt der zu erwartenden rasanten Entwicklung am Pelletsmarkt, als Anreiz für Kostenreduktionen und Effizienz der Anlagenproduktion ist empfehlenswert. Bei niedrigen Ölpreisen sind jedoch nach wie vor etwa 3.000 € Investitionszuschuss nötig, um ökonomische Konkurrenzfähigkeit zu erreichen. In Anbetracht der – bei geringeren Subventionsbeträgen – derzeit boomenden Entwicklung dürfte jedoch eine gewisse „Willingness-to-pay“ von Seiten der Nutzer vorhanden sein.

### 8.4.9.5 Die Versorgung mehrerer Wohneinheiten und Mikronetze

Die Förderung von Anlagen, die mehrere Wohneinheiten versorgen, wird in den einzelnen Bundesländern derzeit sehr uneinheitlich geregelt. Wenn nicht eine Integration dieser Förderobjekte in die Wohnbauförderung erfolgt, besteht die Möglichkeit, diese mittels eines einheitlichen Modells zu fördern, das einerseits für Wohnbauträger von Mehrfamilienhäusern und andererseits auch im Bereich der Mikronetze einen deutlichen Anreiz bietet. Solch ein Modell sollte einen Fixbetrag je versorgtem Gebäude (etwa 1.500 €) und einen je versorgter Wohneinheit (etwa 600 €) als Förderung vorsehen.

### 8.4.9.6 Nah- und Fernwärmeanlagen

Die derzeitige Art der Subventionsvergabe – ein von den Investitionskosten abhängiger, prozentueller Investitionszuschuss – fördert in ihrer Konzeption und unter Berücksichtigung des Anreizschemas nicht die richtige Dimensionierung und ist daher grundsätzlich als problematisch anzusehen.

Nur durch die sorgfältige und kompetente Projektbegleitung hinsichtlich der Einhaltung ökonomischer sowie technischer Effizienzkriterien, und entsprechend sparsam vergebenen Förderbeträgen kann ein guter Anlagenstandard gewährleistet werden. Im Gegensatz dazu ist festzustellen, dass dort, wo in der Vergangenheit diese Kontrollfunktion zu wenig ausgeübt wurde, zum Teil massive Mängel auftraten.

Nur unter der Voraussetzung, dass eine kompetente Projektbegleitung garantiert werden kann, kann die Förderung in Form eines Investitionszuschusses weitergeführt werden, da so eine individuelle Berücksichtigung aller projektspezifischen Gegebenheiten möglich ist. Eine Unterscheidung zwischen landwirtschaftlichen und sonstigen Anlagen erscheint nicht sinnvoll. Zur Förderung des Einsatzes von Waldhackgut bieten sich auch Alternativen zur erhöhten Investitions-Förderung für landwirtschaftlich betriebene Anlagen (siehe unten).

Auf die im Zuge der Fördervergabe zu berücksichtigenden technischen und ökonomischen Standards wird nun kurz eingegangen:

Die starke Streuung entscheidender Planungsparameter führte dazu, dass 1999 das ÖKL-Merkblatt „Technisch-wirtschaftliche Standards für Biomasse-Fernheizwerke“ entwickelt wurde. In diesem sind Richtlinien zur Auslegung der Heizzentrale enthalten, Richtwerte für die anzustrebenden Kesselvolllaststunden, die Größe des Brennstofflagers und des Wärmeverteilnetzes, spezifische Kosten sowie eine Erläuterung zur Wirtschaftlichkeitsberechnung. Mit diesem wurden die wesentlichen Standards festgeschrieben und die Qualität der Neuanlagen entscheidend verbessert.

Bei jeder neuen Anlage, die auch im Sommer zur Warmwasser-Bereitung im Einsatz ist, sollte die Installation einer Solaranlage geprüft werden. Die etwas höheren Investitionskosten können unter entsprechenden Bedingungen durch das bessere Image der Anlage sowie die geringeren Investitionskosten wettgemacht werden.

Bei Anlagen ab einer Größe von etwa 2 MW soll der Einsatz einer Kraft-Wärme-Kopplung geprüft werden.

Weiters kann es sinnvoll sein, Nahwärmeanlagen als Logistikzentren für Biomasse einzusetzen.

Auch die Frage der Tarifstruktur ist entscheidend für den ökonomischen Erfolg der Anlagen. Hier ist insbesondere auf ein Einheben eines Grundpreises zu achten.

Die Förderung von Hausanschlüssen hat vor allem den Zweck, im Zuge der Planung der Anlagen und während der Diskussionsphase in der Gemeinde die Stimmung für die Nahwärme zu verbessern und potenzielle Abnehmer zu motivieren, ihr Haus an die Anlage anzuschließen. Die Beschränkung der Förderung auf das erste Jahr der Anlage kann bewirken, dass unschlüssige Personen nicht abwarten, sondern eine rasche Entscheidung für die Nahwärme treffen.

### 8.4.9.7 Waldhackgut

Da Waldhackgut regionale Wertschöpfung, ökologischen Nutzen und landwirtschaftliches Einkommen induziert,<sup>138</sup> ist es sinnvoll, diesen Brennstoff zu fördern. Dies ist über mehrere Instrumente möglich:

- Erhöhung des Investitionszuschusses für diejenigen Anlagen, bei denen Waldhackgut zu einem bestimmten Prozentsatz zum Einsatz kommt
- Investitionsförderung für Einrichtungen von Hackgut-Versorgern (Logistik-Einrichtungen, forstwirtschaftliche Maschinen, ...)
- Förderung des Waldhackguteinsatzes je kWh (oder je Srm) versorgerseitig

Alle Maßnahmen bedürfen eines gewissen administrativen Aufwandes, da es nötig ist, zumindest stichprobenartig Überprüfungen durchzuführen, ob tatsächlich das angegebene Waldhackgut zum Einsatz kommt. Zudem haben die Anlagenbetreiber eine Aufstellung zur Erfassung des Brennstoffeinsatzes zu führen.

---

<sup>138</sup> vgl. Kapitel 8.3.2

Bei den Investitionszuschüssen ist zu bemängeln, dass der Brennstoffmarkt nicht belebt wird und der Bezug zwischen Brennstoffeinsatz und erhaltener Subvention nur indirekt gegeben ist. Bei Investitionszuschüssen für Genossenschaften besteht wiederum die Gefahr der einmaligen Anschaffung von überdimensionierten Maschinen und Anlagen, mit denen dann allerdings nicht die erwarteten Waldhackgutmengen produziert werden können.

Die versorgerseitige Förderung des Waldhackguteinsatzes, die in der Form vonstattengehen könnte, dass Waldhackgutversorger zu Jahresende aufgrund ihres Jahresabschlusses eine Förderung je kWh oder je Srm (ca. 5€/Srm)<sup>139</sup> erhalten, gewährleistet hingegen, dass nur für tatsächlich eingesetztes Waldhackgut Fördermittel vergeben werden. Die Höhe der Förderung muss so bestimmt werden, dass Waldhackgut auch für diejenigen Anlagenbetreiber, die derzeit lediglich Rinde und andere Sägenebenprodukte einsetzen, ökonomisch interessant wird.

Da diese Vorgangsweise mit einem gewissen Administrationsaufwand verbunden ist, müsste die Förderung an das Vorliegen von Lieferverträgen gebunden sein. Auf deren Basis könnte dann der Förderbetrag errechnet werden, der den Lieferanten auszubezahlen ist. Um den bürokratischen Aufwand zu minimieren, ist es möglich, diesen Betrag verbarwertet auf mehrere Raten (etwa alle zwei bis drei Jahre) auszubezahlen.

### 8.4.9.8 Altholz

Hinsichtlich der Förderung der Altholz-Nutzung ist es aus längerfristiger Sicht nötig, die stoffliche Nutzung der Biomasse derart zu gestalten, dass ohne aufwendige Nachbehandlung am Ende der Lebensdauer des Produktes eine energetische Verwertung möglich ist. Das heißt, dass sowohl Richtlinien und gesetzliche Maßnahmen als auch finanzielle Anreize zu setzen sind, die eine derartige Form des stofflichen Biomasse-Einsatzes fördern.

Weiters muss die öffentliche Hand den Aufbau einer entsprechenden Sammel-Logistik mit Einrichtungen zur Weiterverarbeitung zu energetisch verwertbaren Brennstoffen unterstützen.

### 8.4.9.9 Ansprechen neuer Zielgruppen

Um Öl- und Gasheizungen für Biomasse zu gewinnen, genügt nicht nur eine allgemeine Biomasse-Förderung, sondern es bedarf maßgeschneiderter Programme, um diese

---

<sup>139</sup> Dabei darf ein bestimmter Wassergehalt nicht überschritten werden.

Gruppen gezielt ansprechen zu können. Dies kann ein Umstiegsfördermodell sein, analog zu den Kesseltausch-Impulsprogrammen – allerdings mit der Modifikation, dass alle Kessel gegen moderne Biomasse-Kessel ausgetauscht werden. Dieses Programm müsste durch breite Information – etwa unter dem Motto „Umstieg von Öl auf Pellets“ – gestützt werden, so dass den Adressaten klar gemacht wird, welche technischen Adaptionen und Maßnahmen konkret notwendig sind, welche Kosten anfallen, welche Förderungen existieren, etc. Dadurch könnte bei dieser Gruppe die Akzeptanz geschaffen werden, die die Voraussetzung für einen effizienten Einsatz von Fördermitteln darstellt.

### **Schlussfolgerung**

Zentraler Nutzen ist strategisch (Versorgungssicher)

- Reduktion der Einnahmen aus MÖST
- Ausgaben für Subventionen
- + führt zu innerösterr. Einkommen
- + Entlastung der HB effekten

## Referenzen

- Adensam, Heidi, Susanne Geißler: Optimierung der Förderstrategie für Biomasse-Kleinanlagen. Bericht zum Projekt im Auftrag der Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol und Vorarlberg. – Wien 1997.
- Adensam, Heidi, Harald Rohrer, Jürgen Suschek-Berger, Thomas Schifft: Kachelöfen im nachhaltigen Energiekonzept. – Wien 2000.
- Adensam, Heidi, Helmut Haberl: Raumwärmeszenarien für Österreich. Entwicklung eines volkswirtschaftlich optimalen Maßnahmenbündels zur Realisierung von CO<sub>2</sub> – Sparpotentialen im Raumwärmebereich. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten. – Wien 1998.
- Austropapier: Papier aus Österreich. Die österreichische Papierindustrie 1980 bis 1999.
- Awerbuch, Shimon: A Market-Based Approach to Estimating the Cost-of-Electricity From Renewable and Fossil Sources. IEA-Working Party on Renewable Energy Technologies 3-5 October 2001, Vienna.
- Awerbuch, Shimon: Investing in Photovoltaics: risk, accounting and the value of new technology. – In: Energy Policy 28 (2000) pp 1023-1035.
- Awerbuch, S., Deehan, W.: Do consumers discount the future correctly? A market-based valuation of residential fuel switching. – In: Energy Policy Vol. 23 pp 57-69 1995.
- Baum, Herbert, Klaus Esser, Karl-Josef Höhnscheid: Volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen des Verkehrs. Forschungsarbeiten aus dem Straßen- und Verkehrswesen. Heft 108. hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln. – Bonn 1998.
- Bayer, Kurt: Konzept einer Umweltdefensivkostenrechnung für Österreich. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familien vergebenen Projekts „Neue Wege zur Messung des Sozialprodukts“. – Wien Oktober 1992.
- Bentzen, Jan, Valdemar Smith: Regional income effects and renewable fuels. – In: Energy policy Vol. 25 No. 2 pp 185-191. 1997.
- Berger, M., Kranzl L.: Perspektiven für Biomasse-Verstromung in KWK in Österreich. Tagungsbeitrag zur Internationalen Energiewirtschaftstagung 2001. – Wien 2001.
- Berger M., Haas R., Kranzl L.: Strategien zur weiteren Forcierung erneuerbarer Energieträger in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des EU-Weißbuches für erneuerbare Energien und der Campaign for take-off. Im Auftrag von BMWA und BMLFUW. – Wien 2001.
- Biemayr, Peter: Einflußparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte. Eine empirisch-ökonomische Analyse. Dissertation an der TU-Wien. 1998.
- Binder, Susanne: Erfolg für Biomasse-Ausschreibung. In: Ökopunkt. Das Fachmagazin für Umweltförderung. 3/99. Hrsg.: Österreichische Kommunalkredit AG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie.
- Böhringer, Christian: Bedeutung wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Energiebereich. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband vom 20. November 1997. Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. VIa. S. 25.
- Böhringer, Christoph: Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen Analyse: theoretische Grundlagen und empirische Anwendung. Frankfurt am Main 1996.
- Brenndörfer M., Dreiner K., Kaltschmitt M., Sauer N.: Energetische Nutzung von Biomasse – Potentiale, Technik, Kosten. Arbeitspapier 199 hrsg. vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., - Darmstadt 1994

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Europakonferenz für nachwachsende Rohstoffe. Ergebnisbericht. – Gmunden 1998.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Grüner Bericht. Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1999. – Wien 2000.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Österreichischer Waldbericht 1999. – Wien 2001.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft: Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Zieles. (Klimastrategie 2000-2008/2012). – Wien 2000.
- Bundesministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Bericht über die soziale Lage. Datenband. – Wien 1999.
- Clement, Werner, Thomas Schröck u.a.: Bioenergie-Cluster Österreich. Langfassung. Hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Abt. II/1. – Wien 1998.
- Cobb, C., Cobb J.: The green national product. A proposed index of sustainable economic welfare. – Lanham 1994.
- Daly, Herman E.: Wirtschaft jenseits von Wachstum. Die Volkswirtschaftslehre nachhaltiger Entwicklung. Verlag Anton Pustet Salzburg, München 1999.
- Dissemond, Hermann: Stroh – ein nachwachsender Rohstoff für die energetische Nutzung. Strohaufkommen, Strohverwertung und frei verfügbares Strohpotenzial aus der Sicht der Raum- und Umweltplanung. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien. – Wien 1994.
- Donnerer, O. et. al.: Arbeitsplätze durch Wärmedämmung. Innovative Energiespar-Initiativen auf Gemeindeebene. Tagungsband. – Weiz 1997.
- ECOTEC Research & Consulting Ltd. Et al.: The Impact of Renewables on Employment and Economic Growth. Altener Programme of the Directorate-General on Energy of the European Commission. 1998. Download am 20.11.00 unter <http://wire.ises.org>
- Energieverwertungsagentur: Mikronetze. Gebäudeübergreifende Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis. Tagungsband vom Oktober 1997.
- ETSU: Report on EU Member States Bio-energy Policies, Support Mechanisms and Markets, ETSU, January 1999
- Europäische Kommission: Weißbuch für Energie. Energy for the future: renewable sources of energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. 1997.
- Europäische Kommission: DIRECTIVE 2001/77/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. – Brüssel 2001.
- Europäische Kommission: Halbzeitbewertung der gemeinsamen Agrarpolitik. Brüssel 2002.
- Eurosolar: Neue Arbeitsplätze durch erneuerbare Energien. Kongress über die wirtschaftlichen Chancen der ökologischen Wende. Konferenzband – Heidelberg 2000.
- Fehrer, Rudolf (BMLFUW): schriftliche Mitteilung über Brachflächen in den einzelnen Bundesländern aufgrund der Agrarstatistik am 20.6.2000.
- Fischer, Doris: Ökologische und regionalökonomische Bedeutung der Nutzung von Biomasse für den ländlichen Raum mit Fallbeispielen aus dem Bezirk Freistadt, OÖ. Diplomarbeit an der Universität Wien. – Wien 1999.
- Friedrich, R. u.a.: Externe Kosten der Stromerzeugung. – Frankfurt/M. 1989.
- Gabriel, Josef: Auswertung der Fernwärmestatistik von Biomassefeuerungsanlagen in Österreich 1995. Hrsg. vom Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen der Wirtschaftskammer Österreich. – Wien 1995.
- Geissler, Susanne et al.: Grundlagen für die Erstellung von Biomassebewirtschaftungskonzepten auf der Basis einer Nutzungsoptimierung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr. – Wien 1998.

- Groß, Adolf: Förderprogramm Nutzung der Biomasse zu energetischen Zwecken. Evaluation Förderung Kleinanlagen (Pufferspeicher-Nachrüstung, händisch beschickte Holzheizanlagen, automatische Hackschnitzelheizanlagen). Unveröffentlicht. – Bregenz 1996.
- Groscurth, Helmuth-Michael et al.: Total Costs and Benefits of Biomass in Selected Regions of the European Union. Biocosts - Final Report. – Mannheim 1998.
- Haas, Johannes: Bewertungskatalog für kleine zentrale Holzheizungen. Kurzfassung. Hrsg. Energieinstitut Vorarlberg. – Dornbirn 1998.
- Haas, Johannes, Roger Hackstock: Brennstoffversorgung mit Biomassepellets. Untersuchungen über die Voraussetzungen für einen verstärkten Einsatz von Biomassepellets in Holzzentralheizungen. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr. – Wien 1998.
- Haas, R. et al.: Nachhaltige Energieversorgungsperspektiven für die Region Lungau. – Wien 2000.
- Haas, R., Kranzl, L.: Evaluierung der Vorarlberger Biomasseförderung. Endbericht. – Wien 2000.
- Haas, R., Kranzl, L.: Strategien zur energetischen Nutzung des Potentials an fester Biomasse in Österreich. Tagungsbeitrag zum Zehnten Symposium Energie aus Biomasse. – Staffelsee 2001.
- Haas, R. et al.: The relevance of static vs dynamic cost curves for deriving effective promotion strategies for RES-E. 2002.
- Haberl, Helmut, Susanne Geissler: Cascade utilization of biomass: strategies for a more efficient use of a scarce resource. – In: Ecological Engineering 16 (2000) S. 111 – 121.
- Haberl, H., Erb, K., Krausmann, F.: How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995. In: Ecological Economics 38 (2001) pp. 25-45.
- Haberl, H. et al.: Dokumentation der Szenarien "Biomasse-Metabolismus und Landnutzungsänderung" 1995-2020. Beitrag zum 2. Zwischenbericht zum Projekt "Rohstoff Landschaft". Bericht an das bm:bwk. - Wien 2001.
- Hahn, B. (Hrsg.): Tagungsbeiträge zum 2. Europäischen Expertenforum Holzpellets. – Salzburg 2001.
- Hampicke, Ulrich: Ökologische Ökonomie. Individuum und Natur in der Neoklassik. Natur in der ökonomischen Theorie: Teil 4. Westdeutscher Verlag. – Opladen 1992.
- Hanley, Nick, Spash, Clive L.: Cost-Benefit Analysis and the environment. – 1993.
- Hanusch, Horst: Nutzen-Kosten-Analyse. 2. überarbeitete Auflage. Verlag Franz Vahlen – München 1994.
- Hartmann, Hans, Arno Strehler: Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern aus ökologischer, ökonomischer und technischer Sicht. Abschlußbericht für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. – Münster 1995.
- Herzog, Matthias: Psychologische und ökonomische Aspekte bei der Förderung von regenerativen Energieträgern. Diplomarbeit an der Universität Wien. – Wien 1996.
- Hillring, Bengt: Price formation on the Swedish woodfuel market. – In: Biomass and Bioenergy 17 (1999) pp 445-454.
- Hochreiter, H., Obermayr B., Steiner K., Stockhammer E.: Der Index of sustainable Economic Welfare (ISEW). Eine empirische Studie zur Entwicklung des Wohlstandes in Österreich von 1955 bis 1992. Diplomarbeit an der Wirtschaftsuniversität Wien.- Wien 1994.
- Hohmeyer, O.: Soziale Kosten des Energieverbrauchs. – Berlin, Heidelberg 1989.
- Hohmeyer, O.: Externe Kosten möglicher Klimaveränderungen – Grenzen und Schwierigkeiten von Kostenschätzungen. – In: VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996.S. 107-120 – Düsseldorf 1996.
- Hufmann, Martin, Klaus Meiners: Externe Kosten in der Energieversorgung und ihre Bedeutung für die Versorgungsstruktur des Raumwärmebereichs. Dortmunder Beiträge zur Raumplanung 63. hrsg. vom Institut für Raumplanung. Universität Dortmund. – Dortmund 1993.
- Jonas, Anton, Herbert Haberer: Zahlenmäßige Entwicklung der modernen Holz- und Rindenfeuerungen in Österreich. Gesamtbilanz 1984-1998. – St. Pölten 2001.

- Jonas, Anton: Erhebung der Biomasse-Nahwärmanlagen. unveröffentlicht. – St. Pölten 2001.
- Jungmeier, G., F. Golja, J. Spitzer: Der technologische Fortschritt bei Holzfeuerungen. Ergebnisse einer statistischen Analyse der Prüfstandsmessungen der BLT Wieselburg von 1980-1998. hrsg. Vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, - Wien 1999 a.
- Jungmeier, G., Canella L., Spitzer J, Stiglbrunner, R.: Treibhausgasbilanz der Bioenergie. Vergleich der Treibhausgasemissionen aus Bioenergie-Systemene und fossilen Energiesystemen. Endbericht. – Graz 1999 b.
- Jungmeier, G., Spitzer J.: Kosten der Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen mit Bioenergie-Systemen. Beitrag zur Internationalen Energiewirtschaftstagung 2001 an der TU-Wien. – Wien 2001.
- Kaltschmitt, Martin, Guido A. Reinhardt (Hrsg.): Nachwachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Verlag Vieweg. – Stuttgart und Heidelberg 1997.
- Keel, Andreas: Arbeitsplätze durch Biomassenutzung. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband vom 20. November 1997. Inhaltliche Gestaltung, Organisation: Dipl. Ing. Dr. Adolf Groß, Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. VIa.
- Keppler, J.H.: Neue Ansätze bei der Internalisierung externer Kosten: Die internationale Perspektive. – In: VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996. – Düsseldorf 1996.
- Knoflacher, M. et al.: Ökologischer Vergleich der Energieträger Erdgas, Heizöl, Holz und Kohle im Raumwärmebereich. Studie des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf im Auftrag der OMV Aktiengesellschaft. – Wien 1997.
- Könighofer, Kurt: Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf (Niedrigenergiewohnhaus und -bürobau). – Graz 2001.
- Kopetz, Heinz: Energiepolitik als Beschäftigungsfaktor. – In: Beschäftigungspotenziale im ländlichen Raum. 27. Internationales Symposium. Ökosoziales Forum Österreich. – Brunn am Gebirge 1998.
- Kopetz, H.: Mit Bioenergie in das neue Jahrhundert. Puchberger Erklärung. Hrsg. vom Österreichischen Biomasse-Verband. – Wien 2000.
- Kosz, Michael et al.: Wärmedämmung: Rentabilität, Beschäftigungseffekte, Klimaschutz. Eine betriebs- und volkswirtschaftliche Analyse. – Springer Verlag Wien 1996.
- Kranzl, Lukas: Strategien zur Erhöhung der Subventionseffizienz bei Biomasse-Nahwärmanlagen. Diplomarbeit an der TU-Wien. – Wien 1999.
- Kratena, K., Schleicher, S.: Energieszenarien bis 2020. Im Auftrag von BMWA und BMLFUW. – Wien 2001.
- Kratena, Kurt: Ermittlung und Bewertung von Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband. Inhaltliche Gestaltung, Organisation: Dipl. Ing. Dr. Adolf Groß, Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. Via. – Bregenz 1997.
- Kratena et al.: Das Toronto-Technologieprogramm – Österreichischer Klimabeirat. – Wien 1997.
- Krewitt, W., Friedrich, R.: Gesundheitsschäden durch Luftschadstoffe – Kritische Diskussion der Ansätze zur Quantifizierung und Bewertung. In: VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996. S. 121– Düsseldorf 1996.
- Kwant, Ir.K.W.: European Financial Guide. Renewable Energy. Focus on Biomass. – 1998.
- Lauer, M., Waupolitsch, M.: Energiebedarfsdeckung nach einem Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger – Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel Österreichs. Stufe I: Grobanalyse. – Graz 1995.
- Lauer.doc
- Lechner, H., Mayer J., Pierrard R.: Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung. Studie der E.V.A. im Auftrag des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung. Endbericht. – Wien 1998.
- Lechner, H., Mayer J., Pierrard R.: Erläuternde Bemerkungen zur E.V.A.-Studie „Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung“. – Wien 1998.

- Lehmann, Harry: Ein solares Energieversorgungskonzept für Europa. – In: Eurosolar: Neue Arbeitsplätze durch erneuerbare Energien. Kongress über die wirtschaftlichen Chancen der ökologischen Wende. Konferenzband – Heidelberg 2000.
- Lemons, J: Atmospheric carbon dioxide: environmental ethics and environmental facts. 1983
- Madlener, Reinhard, Hayley Myles: Modelling Socio-Economic Aspects of Bioenergy Systems: A survey prepared for IEA Bioenergy Task 29. – 2000. [www.eihr.hr/Task29.htm](http://www.eihr.hr/Task29.htm) am 26.4.2001.
- Marutzky, Rainer, Klaus Seeger: Energie aus Holz und anderer Biomasse. Grundlagen, Technik, Emissionen, Wirtschaftlichkeit, Entsorgung, Recht. DRW-Verlag – Leinfelden-Echterdingen 1999.
- Matt, Josef: Die Überprüfung automatisch beschickter Holzheizungen. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg. Band 38. hrsg.: Amt der Vorarlberger Landesregierung. – Bregenz 1998.
- Matt, Josef: Erste Erfahrungen mit Schadstoffemissionen an modernen Stückholzkesseln. Unveröffentlicht. – Bregenz 1999.
- Meyer, Bettina: Ökologisch kontraproduktive Subventionen im Energiebereich. Ansätze zum Gegensteuern mit ökologischen Steuerreformen. Dokumentation zum Vortrag im Rahmen des ÖKOBÜRO-Workshops „Umweltschädigende Investitionen und Förderungen mit Klimarelevanz“ – Wien 2000.
- Meyer, B., Bockermann, A., Ewerhart G., Lutz Chr.: Modellierung der Nachhaltigkeitslücke. Eine umweltökonomische Analyse. Physica Verlag – Heidelberg 1998.
- Neubarth, J., Kaltschmitt M.: Erneuerbare Energien in Österreich. Springer Wien - New York 2000.
- Nitsch, Joachim: Strategien für den Wechsel zu Erneuerbaren Energien – Ein Szenario. In: Neue Arbeitsplätze durch erneuerbare Energien. Kongress über die wirtschaftlichen Chancen der ökologischen Wende. Konferenzband. Eurosolar-Verlag. Heidelberg 2000.
- Obernberger, Ingwald: Nutzung fester Biomasse in Verbrennungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens aschebildender Elemente. 3. korrigierte Auflage. – Graz 1998. S. 58.
- Obernberger, Ingwald, Alfred Hammerschmid: Dezentrale Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien. Potenzial, Einsatzgebiete, technische und wirtschaftliche Bewertung. – Graz 1999.
- O.Ö. Energiesparverband: Biomasse - Technologien in Österreich. Studie im Auftrag der Europäischen Kommission. – Linz: 1995.
- O.Ö. Energiesparverband et. al.:Branchenenergiekonzept für die Sägeindustrie. (Zusammenfassung siehe Energiekennzahlen und Energiesparpotentiale in der Sägeindustrie)
- ÖNORM M 7132. Energiewirtschaftliche Nutzung von Holz und Rinde als Brennstoff. Begriffsbestimmungen und Merkmale. – Wien 1998.
- Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung: Nahwärme aus Biomasse. ÖKL – Merkblatt Nr. 59. 2. Auflage. – Wien 1997.
- Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung: Technisch-wirtschaftliche Standards für Biomasse – Fernheizwerke. ÖKL – Merkblatt Nr. 67. – Wien 1999.
- Padinger, Reinhard: Regelungstechnik für die Hausheizung der Zukunft. Untersuchungen zur Regelung von Biomasse-Feuerungen zur emissions- und effizienzoptimierten Beheizung von Wohn- und Bürobauten. Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft. Graz, 2001.
- Pichl, Claudia, Wilfried Puwein, Ingwald Obernberger u.a.: Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft. Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich. – Wien 1999.
- Pindyck, Robert S.: Irreversibilities and the Timing of Environmental Policy. Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge 2000.
- Pfaffenberger, W., Kemfert C. und Scheele U.: Arbeitsplatzeffekte von Energiesystemen. – Frankfurt 1996.

- Piringer, M. et al.: Nachwachsende Rohstoffe. Neue Produkte und Technologien im Rahmen natürlicher Kreisläufe. Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. – Wien 2000.
- Pischinger, Sammer, Schneider: Volkswirtschaftliche Kosten – Wirksamkeitsanalyse von Maßnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. Im Auftrag des BMUJF.- Graz 1998.
- Putz, Siegfried: Der Wald und seine Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der österreichischen Sägeindustrie. Diplomarbeit an der Wirtschaftsuniversität Wien. – Wien 1996.
- Rainer, N., Kolleritsch, E.: Input-Output-Multiplikatoren 1976, 1983, 1990. – In: Statistische Nachrichten 7/1999 S. 601.
- Rakos, Christian: Entwicklungstrends bei Biomasse Nahwärmanlagen in Österreich in Abhängigkeit von der Anlagenleistung. Unveröffentlichtes Manuskript. – Wien 2000.
- Rakos, Christian: Evaluation der Salzburger Biomasseförderung. Endbericht. – Wien 1998.
- Rakos, Christian: Marktperspektiven für Pelletöfen. – Wien 2000.
- Rakos, Christian, Roger Hackstock: Untersuchungen zum Einsatz von Holz als Energieträger am Wärmemarkt. Im Auftrag des Vereins zur Förderung der Bioenergie in Österreich.- Wien 2000.
- Rathbauer, Josef: Biomassepotenzialabschätzung für Österreich im Jahr 2010. – In: Nachwachsende Rohstoffe. Mitteilungsblatt der Fachbereichsarbeitsgruppe. Nr. 17-September 2000. S. 9 f.
- Renn, O.: Externe Kosten und nachhaltige Entwicklung. – In: VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996. S. 23 ff. – Düsseldorf 1996.
- Riege-Wcislo, W.: Bewertung externer Kosten in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des statistischen Bundesamtes – Konzept und erste Ergebnisse. – In: VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996. S. 157-172 – Düsseldorf 1996.
- Ritter M., Raberger B.:Emissionen österreichischer Großfeuerungsanlagen 1990-1998. Wien, November 1999 (UBA-Berichte; BE-164)
- Ritter M., König G.: Technische Grundlagen für die Bewertung des Erfolges der nach dem Luftreinigungsgesetz für Kesselanlagen getroffenen Maßnahmen. – Wien, Dezember 1997. (UBA-Berichte BE-100).
- Ritter, Manfred et al.: Aktualisierung der Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1999. Hrsg.: Umweltbundesamt GmbH. – Wien 2001.
- Rohracher, Harald, Jürgen Suschek-Berger, Günther Schwärzler: Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr. – Wien 1997
- Schandl, Andreas: Auswirkungen von Betriebsansiedlungen auf den Haushalt der Standortgemeinde. Diplomarbeit an der TU-Wien. – Wien 1993
- Schauer, Kurt: Ein nachhaltiges Energiesystem für Österreich mit Solartechnologien und Biomasse: Technologien – Potenziale – Bewertung – Umsetzbarkeit – Kosten – Maßnahmen. Dissertation an der Technischen Universität Graz. – Graz 1994.
- Schauer, Kurt: Moderne Holzheizungen. Neue Technologien – neue Marktchancen. Hrsg. Landesenergieverein Steiermark. Graz 1999.
- Scheer, Hermann: Das unterschätzte Potenzial der Biomasse und deren Rolle im künftigen Energiemix. – In: Solarzeitalter 1/01 S. 37 ff.
- Schnitzer, Hans: Solare Energieversorgung für Österreich. Institut für Verfahrenstechnik der TU-Graz – Graz 1995.
- Schönbäck, Wilfried, Heidelinde Adensam und Michael Kosz: Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Endbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr – Wien: 1996.
- Schönbäck, Wilfried: Korrekturen zu Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Beitrag zur Tagung „Highlights der Biomasseforschung“ am 27.11.1997 im Naturhistorischen Museum in Wien,

- gemeinsam veranstaltet vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Energieverwertungsagentur und Österreichischem Biomasse – Verband.
- Schwarzbauer, P.: Long-term Supply and Demand projections for wood products in Austria. A contribution to the study "European Timber Trends and Prospects: Into the 21<sup>st</sup> Century"; Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, Bd. 27. – Wien 1996.
- Schwarzbauer, P.: Skriptum zur Vorlesung Marktlehre an der Universität für Bodenkultur. – Wien 2000.
- Skopetz, Harald: Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich. Diplomarbeit an der TU-Wien. – Wien 2001.
- Starzer, O., Rakos, C., Sedmidubsky, A.: Österreichspezifische Aufbereitung der Ergebnisse des Thermie B-Projekts BIO-COST: „Auswirkungen von nationalen Biomasse-Rahmenbedingungen auf Investitionskosten von Biomasseheizwerken“. Endbericht. – Wien 2000.
- Statistik Österreich: Integrierte Lohn- und Einkommensteuerstatistik 1996. Beiträge zur österreichischen Statistik Heft 1.329. – Wien 2000.
- Statistik Österreich: Lohnsteuerstatistik 2000,
- Statistik Österreich: Standardisierte Brutto-Jahreseinkommen der unselbständigen Erwerbstätigen nach ausgewählten Branchen 1999.
- Statistik Österreich: Selbständig Erwerbstätige (Steuer- und Hüllfälle) mit schwerpunktmäßigen Jahreseinkünften aus Gewerbebetrieb 1997.
- Statistik Österreich: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. 2001
- Statistik Österreich: Veränderung der Beschäftigten in den Gemeinden:
- Statistik Österreich: Wohnungserhebung des Mikrozensus 1990-1997.
- Steinmüller, H., Pollak, M.: Beschäftigungseffekte Bioenergie – Kurzstudie im Auftrag der PRÄKO. Endbericht. – Wien 1997.
- Starzer, O., Rakos, C., Sedmidubsky, A.: Österreichspezifische Aufbereitung der Ergebnisse des Thermie B-Projekts BIO-COST: „Auswirkungen von nationalen Biomasse-Rahmenbedingungen auf Investitionskosten von Biomasseheizwerken“. Endbericht. – Wien 2000.
- Stockinger, Hermann und Ingwald Obernberger: Technoökonomische Analyse von Biomasse – Nahwärmanlagen. – Graz 1998.
- Strehler, Arno: Biomasse als Energieträger in Europa. – In: Energieverwertungsagentur: Mikronetze. Gebäudeübergreifende Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis. Tagungsband vom Oktober 1997.
- Umwelt und Prognose-Institut Heidelberg e.V.: Ökologische und soziale Kosten der Umweltbelastung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1989. – Heidelberg, 1991.
- Unger, Georg: Anwendung der Portfolio-Theorie zur Auswahl optimaler Primärenergieträgerportfeuillees in der Energiewirtschaft. Diplomarbeit an der WU-Wien. – Wien 1983.
- VDI- Gesellschaft für Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr. Tagung Stuttgart, 5./6. März 1996. – Düsseldorf 1996.
- Voraberger, Herbert: Energie aus Biomasse. Eine betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Bewertung. Studien zur Umweltsystemwissenschaft Nr 6. Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz. – Graz 2000.
- Weißbacher, Jürgen: Volkswirtschaftliche Effekte der Biomassenutzung. Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz. – Graz 1999.
- Winkler-Rieder, Waltraud: Biomasse und Klima. Studie im Auftrag des WWF Österreich mit Unterstützung der ABB Österreich. ÖAR Regionalberatung GmbH. – Wien 1993.
- Winkler-Rieder, Waltraud, Eva Mayrhuber: Wege zur Umsetzung regionaler Nachhaltigkeitskonzepte, Unterstützung und Beschreibung der Entwicklung in Kautzen als Beispiel für erfolgreiche Energie- und Umweltmaßnahmen. – 1996.

Wolschek, Sophie: Kosten-Nutzen-Analyse und volkswirtschaftliche Kostenvergleichsrechnung als Bewertungsmethoden für Biomasse-Nahwärmenetze. Fallbeispiel: betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung eines Biomasse-Mikronetzes. Diplomarbeit an der TU-Wien. – Wien 1999.

Worch, Barbara: Die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse im Umweltbereich. Dissertation an der Universität Bremen. – Darmstadt 1996.

Wörgetter, M., Mang, R. et al.: Nachwachsende Rohstoffe in Österreich. Die Rolle nachwachsender Rohstoffe in Österreichs Land- und Forstwirtschaft. Erstellt im Rahmen des Projekts "Agrarzukunft Österreich- Bauern mit Zukunft" Ergebnis des Arbeitskreises "Nachwachsende Rohstoffe". Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. – Wien 1998.

## Anhang I. ökon. techn. und strukturelle Basisdaten Biomasse- und fossile Referenzsysteme

**Tabelle I-1: Gebäude-Daten**

	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus/öff. Gebäude
Energieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a] (*)	200	140
Energieverbrauch nach Wärmedämmung [kWh/m <sup>2</sup> a]	140	100
mittlere Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]	120	80; 10 WE
Heizlast (pro Wohnung) [kW]	16	7,5
Heizlast nach Wärmedämmung (pro Wohnung) [kW]	11,2	5,3

(\*) Quelle: Biermayr 1998, Skopetz 2001

**Tabelle I-2: Biomasse-Systeme (Einfamilienhäuser)**

	Stückholz-Zentralheizung	Stückholz-Zentralheizung mit Wärmedämmung	Pellet-Zentralheizung	Pellet-Zentralheizung mit Wärmedämmung	Hack-schnitzel-Zentralheizung	Hack-schnitzel-Zentralheizung mit Wärmedämmung
Leistung [kW]	25	20	20	15	25	20
Investitionskosten [€](*)	8.720	14.680	13.520	19.110	17.660	23.690
Betriebskosten [€/a]	112					

Quelle: Haas, Kranzl 2000; Schneider 2000; eigene Analysen und Erhebungen

Alle Kosten incl. MWSt.;

(\*)Die Kosten umfassen Kessel, Pufferspeicher, Regelung, Anschlüsse und Armaturen, Brennstoffaustragung und Lager (ohne Baukosten), Montage. Nicht inkludiert sind Elemente, die bei Biomasse- und Referenzsystem identisch sind, d.h. das z.B. das Wärmeverteilsystem.

Bei den Investitionskosten der Stückholz-Heizung wurde eine nach Ö-Norm optimierte Pufferspeicher-Auslegung angenommen.

Für die Kosten der Dämmung wurde eine Außenwanddämmung mit 10 cm Dämmstoff angenommen.

**Tabelle I-3: Biomasse-Systeme (Mehrfamilienhäuser)**

	Hackschnitzel-Zentralheizung	Hackschnitzel-Zentralheizung mit Wärmedämmung	Pellet-Zentralheizung	Pellet-Zentralheizung mit Wärmedämmung
Leistung [kW]	80	55	80	55
Investitions-kosten [€] (*)	23.330	56.320	22.240	53.200
	16023+66*P <sub>K</sub>		10583+145*P <sub>K</sub>	
Betriebskosten [€/a]	3% der Investitionskosten			
Kosten Wärmedämmung [€]	35000			

Quelle: Haas, Kranzl 2000; eigene Analysen und Erhebungen

Alle Kosten incl. MWSt.;

(\*)Die Kosten umfassen Kessel, Pufferspeicher, Regelung, Anschlüsse und Armaturen, Brennstoffaustragung und Lager (ohne Baukosten), Montage. Nicht inkludiert sind Elemente, die bei Biomasse- und Referenzsystem identisch sind, d.h. das z.B. das Wärmeverteilsystem.

Für die Kosten der Dämmung wurde eine Außenwanddämmung mit 10 cm Dämmstoff angenommen.

**Tabelle I-4: Biomasse-Systeme (Netze)**

	Mikro-Netz	Nahwärme	Fernwärme
Netzlänge [m]	120	ländlich1: 2.000 ländlich2: 1.800 Kleinstadt: 1.500	15.000
beheizte Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]	1.000	15.000	300.000
Anschlussleistung/Kesselleistung (Biomasse) P <sub>A</sub> /P <sub>K</sub>	1	1,2	2,5
Spitzenlastkessel Öl/Gas	nein	ja	ja
Art der versorgten Objekte	50 % EFH 50% MFH/öff. Geb.	ländlich1: 50% EFH 50% MFH/öff. Geb. ländlich2: 33% EFH 67% MFH/öff. Geb. Kleinstadt: 25% EFH 75% MFH/öff. Geb.	10% EFH 90% MFH/öff. Geb.
Investitionskosten [€] (*)	13.400+55*P <sub>K</sub> +310*I	71.000+520*P <sub>K</sub> +310*I	
Betriebskosten [€/a]	3% der Investitionskosten		

Quelle: Haas, Kranzl 2000; Obernberger 1999; eigene Analysen und Erhebungen

Alle Kosten incl. MWSt.;

(\*)Die Kosten umfassen Heizzentrale, Netz, Bauliche Maßnahmen. Nicht inkludiert sind Elemente, die bei Biomasse- und Referenzsystem identisch sind, d.h. die Wärmeverteilsysteme in den angeschlossenen Objekten.

**Tabelle I-5: Fossile und elektrische Referenzsysteme**

	Öl-Zentralheizung		Gas-Zentralheizung		Gas-Etagenheizung	Strom-Etagenheizung
	EFH	MFH	EFH	MFH		
Leistung [kW]	17	80	17	80	8	8
Investitions-kosten [€] (*)	7.470	8.830	7.994	10.060	6.413	0
Betriebskosten [€/a]	118	3% der IK	197	3% der IK	197	12

Quelle: Haas, Kranzl 2000; eigene Analysen und Erhebungen

Alle Kosten incl. MWSt.;

(\*)Die Kosten umfassen Kessel, Pufferspeicher, Regelung, Anschlüsse und Armaturen, Brennstoffaustragung und Lager (ohne Baukosten), Montage. Nicht inkludiert sind Elemente, die bei Biomasse- und Referenzsystem identisch sind, d.h. das z.B. das Wärmeverteilsystem.

Bei den Investitionskosten der Stückholz-Heizung wurde eine nach Ö-Norm optimierte Pufferspeicher-Auslegung angenommen.

Für die Kosten der Dämmung wurde eine Außenwanddämmung mit 10 cm Dämmstoff angenommen.

Anwendungsbereiche der Referenz-Energieträger:

- Öl-Zentralheizung: in allen Gebäudetypen und Regionen
- Gas-Zentralheizung: in allen Gebäudetypen; nicht in strukturschwachen Regionen (Annahme: kein Gasversorgungsgebiet)
- Etagenheizung (Mix aus Strom (30%) und Gas (70%)): nur in Mehrfamilienhäusern; nicht in strukturschwachen Regionen (Annahme: kein Gasversorgungsgebiet)

## Anhang II. Basisdaten zur betriebswirtschaftlichen Analyse

**Tabelle II-1: Brennstoffpreise [c/kWh]**

Brennstoff	ATS/Einheit	Heizwert	c/Einheit	Szenario 1
Stückholz				2,87
Waldhackgut				2,54
Pellets aus SNP				3,31
Pellets aus WHG				3,77
Pellets aus KHG				4,58
Sägenebenprodukte				1,24
Kurzumtriebshackgut				2,30
Altholz				0,17
Stroh				1,79
Öl				3,10
Gas				3,66
Strom				9,40

**Tabelle II-2: Ermittlung der Kosten aus Abbildung 6-8: Brennstoff- und Wärmegestehungskosten von Biomasse Systemen im Vergleich mit Öl in Abhängigkeit vom Öl-Preisniveau und der angenommenen Annuität**

	Brennstoffpreis [c/kWh]	Jahresnutzungsgrad $\eta_N$	Betriebskosten [c/kWh]	laufende Kosten [c/kWh]	Anteil laufende Kosten	Investitionskosten [€]	Ann. Investitionsfaktor	Investitionskosten [€/kWh]	Anteil Investitionskosten	Wärmegestehungskosten [€/kWh]
Stückholz	2,87	0,70	0,47	4,57	61%	8.720	0,08	2,91	39%	7,47
Pellets-SNP	3,31	0,75	0,47	4,88	52%	13.520	0,08	4,51	48%	9,39
Waldhackgut	2,54	0,75	0,47	3,85	40%	17.660	0,08	5,89	60%	9,74
Waldhackgut (NW)	2,54	0,75	2,04	5,43	50%	1.428.000	0,08	5,44	50%	10,87
SNP (NW)	1,24	0,75	2,04	3,69	40%	1.428.000	0,08	5,44	60%	9,13
Waldhackgut Mikronetz	2,54	0,75	1,11	4,50	60%	62.715	0,08	2,96	40%	7,46

Quelle: Haas, Kranzl 2000; eigene Analysen und Erhebungen

Alle Kosten incl. MWSt.;

Die Investitionskosten umfassen Kessel, Pufferspeicher, Regelung, Anschlüsse und Armaturen, Brennstoffaustragung und Lager (ohne Baukosten), Montage. Nicht inkludiert sind Elemente, die bei Biomasse- und Referenzsystem identisch sind, d.h. das z.B. das Wärmeverteilsystem.

Bei den Investitionskosten der Stückholz-Heizung wurde eine nach Ö-Norm optimierte Pufferspeicher-Auslegung angenommen.

Der Annuitätenfaktor wird in der im Hauptteil angegebenen Grafik variiert (0,08 bzw. 0,11).

**Tabelle II-3: Preisentwicklung von fossilen und biogenen Energieträgern**

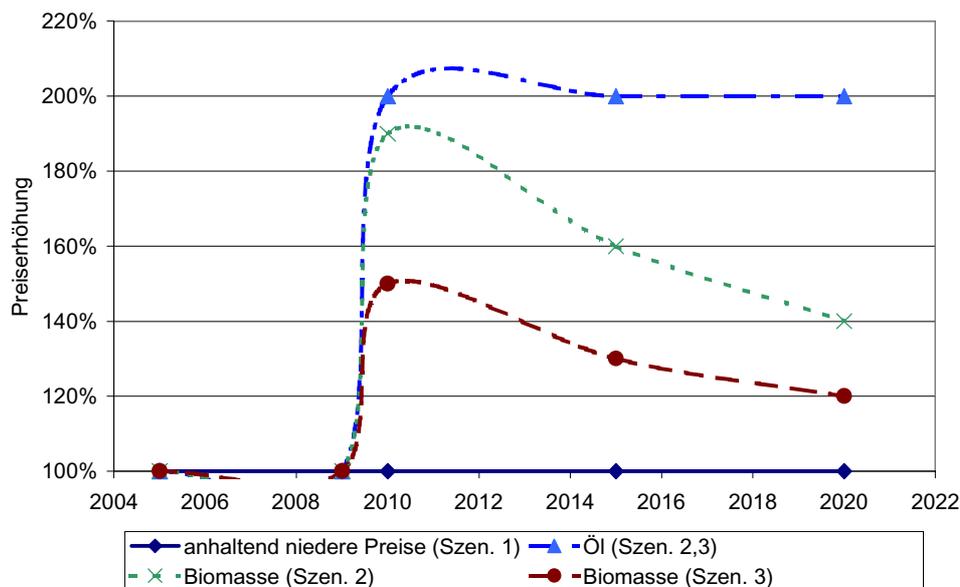
Preiserhöhung um den Faktor:		2005	2009	2010	2015	2020
Szenario 1	fossil	1	1	1	1	1
	biogen	1	1	1	1	1
Szenario 2 (Forcierung ab 2010)	fossil	1	1	2	2	2
	biogen	1	1	1,9	1,6	1,4
Szenario 3 (Forcierung ab 2002)	fossil	1	1	2	2	2
	biogen	1	1	1,5	1,3	1,2

Szenario 1: Preise für Biomasse und fossile Energieträger nieder

Szenario 2: Preise für Biomasse und fossile Energieträger steigen im Jahr 2010 an

Szenario 3: Preise für Biomasse und fossile Energieträger steigen im Jahr 2010 an, die Preisbindung der Biomasse an das Niveau fossiler Energieträger ist jedoch geringer ausgeprägt

Es wird also, je nach Szenario, ein zeitlicher Verlauf der Brennstoff-Kosten gemäß der folgenden Abbildung zugrundegelegt:



**Abbildung II-1: Preisentwicklung von fossilen und biogenen Energieträgern**

Als Parameter zur Berechnung der Wärmegestehungskosten werden alternativ die folgenden Werte eingesetzt:

Diskontierung:  $r=5\%$  bzw.  $7\%$

Nutzungsdauer: 20 bzw. 15 Jahre

Daraus resultieren die Annuitätenfaktoren 0,08 bzw. 0,11.

Investitions- und Betriebskosten siehe Anhang I.

**Tabelle II-4: Preisindizes von verschiedenen Energieträgern und Arbeitskosten**

Jahr	Heizöl	Energieholz	Strom	Arbeitskosten	Baukosten
1979	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1980	1,426	1,238	1,167	1,054	1,08
1981	2,056	1,327	1,276	1,129	1,177
1982	2,195	1,222	1,479	1,211	1,274
1983	2,144	1,152	1,458	1,273	1,335
1984	2,228	1,14	1,427	1,328	1,339
1985	2,34	1,222	1,427	1,399	1,466
1986	1,798	1,289	1,427	1,47	1,524
1987	1,204	1,263	1,406	1,521	1,557
1988	1,081	1,241	1,365	1,556	1,625
1989	0,954	1,214	1,333	1,616	1,683
1990	1,431	1,198	1,333	1,741	1,76
1991	1,405	1,213	1,354	1,807	1,838
1992	1,036	1,167	1,354	1,985	1,929
1993	1,036	1,06	1,438	2,002	2,017
1994	0,921	1,025	1,438	2,072	2,091
1995	0,839	1,085	1,438	2,14	2,163
1996	1,011	1,05	1,49	2,193	2,256
1997	1,029	1,031	1,542	2,233	2,256
1998	0,791	1,06	1,542	2,303	2,306
1999	0,976	1,07	1,542	2,36	2,354
2000	1,767	1,023	1,411	2,409	2,408

Quelle: Jonas, NÖLLWK 2002

## Anhang III. Emissionsdaten

**Tabelle III-1: Emissionsfaktoren**

Emissionsfaktoren [kg/MWh]	Öl (Heizöl EL)	Gas	Waldhackgut	Stückholz	Pellets (SNP)	Pellets (KHG)	Pellets (WHG)	SNP	Altholz	Stroh	KHG
CO <sub>2</sub> – Äqu.	400	297	37,2	32,5	18,4	80,2	65,3	32,5	32,1	36,3	76,6
SO <sub>2</sub>	0,563	0,016	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,636	0,293
CO	0,215	0,166	1,631	3,661	0,468	0,468	0,468	1,631	1,631	0,858	1,631
NO <sub>x</sub>	0,265	0,234	0,679	0,675	0,342	0,742	0,726	0,679	0,679	0,372	0,679
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,085	0,029	0,945	1,107	0,007	0,009	0,047	0,945	0,945	0,088	0,945
Staub	0,033	0,01	0,458	0,418	0,09	0,064	0,078	0,458	0,458	0,072	0,458

Die Daten zu den Treibhausgasemissionen stammen von [Jungmeier et al. 1999 b], für Pellets von [Pölz 2000]. Für Nahwärmanlagen wurden die Treibhausgasemissionen um 60% erhöht (vgl. Jungmeier et al. 1999 b).

Die Emissionsfaktoren für Öl, Gas, Waldhackgut, Stroh wurden GEMIS 4.0 entnommen.

Die Emissionsfaktoren (mit Ausnahme von SO<sub>2</sub>) für Stückholz und Pellets aus Sägenebenprodukten stammen von [Jungmeier et al 1999 a], wobei die 75% Quartil-Werte von Prüfstandsmessungen moderner Anlagen eingesetzt wurden, für Pellets aus Kurzumtriebshackgut und Waldhackgut von [Pölz 2000].

Abkürzungen: SNP – Sägenebenprodukte; KHG – Kurzumtriebshackgut; WHG - Waldhackgut

**Tabelle III-2: externe Kosten von Emissionen**

Schadstoff	c/kg
CO <sub>2</sub> –Äqu. (*)	2,5 – 14,5
SO <sub>2</sub>	366
CO	13
NO <sub>x</sub>	459
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	366
Staub	369

(\*) Die substantiellen methodischen Probleme, die sich bei der Bestimmung externer Kosten von Treibhausgasemissionen ergeben, werden im Hauptteil der Arbeit besprochen.

Die angegebenen Werte für die externen Kosten stammen auf [UPI 1991].

## Anhang IV. Daten zur Analyse der regionalen Verteilaspekte

Die Darstellung der regionalen Verteilung von Einkommen und Arbeitsplätzen wurde in Kapitel 6 auf die Grundzüge beschränkt. Unter Berücksichtigung der Unterscheidung der Region der Anwendung und sonstigen Regionen, sowie der sektoralen Aufgliederung und anderen Details, ergibt sich folgende Darstellung der regionalen Einkommensverteilung:

### Gleichung IV-1: regionale Einkommenseffekte in der Region der Biomasse-Anwendung

$$\Delta Y_{reg}^j = \left\{ \left[ \sum_i [y_i^j \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref})] - y_{pr}^j \cdot (1 - sp) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) + \Delta y_{pr} C_{pr}^{BM,j} \right] \frac{1}{1 + t_M} + r_G^j (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G \right\} (1 - t_E) M^j$$

### Gleichung IV-2: regionale Einkommenseffekte in den Region außerhalb der Biomasse-Anwendung

$$\Delta Y_{reg}^j = \left\{ \left[ \sum_i [g_i^j (1 - y_i^{Anw} - y_i^{ausl}) \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref})] - g^j (1 - sp) \cdot (1 - y_{pr}^{Anw} - y_{pr}^{ausl}) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) - g^{Anw} \Delta y_{pr}^{Anw} C_{pr}^{BM,Anw} \right] \frac{1}{1 + t_M} + r_G^j (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G \right\} (1 - t_E) M^j$$

Gleichung IV-2 beschreibt, wie die Anteile der Einkommen, die nicht in der Region der Anwendung verbleiben, in die anderen inländischen Regionen abfließen. Die Faktoren  $g_i^j$  werden jeweils so normiert, dass die Summe der Werte der Regionen, die außerhalb der Anwendung liegen, eins ergibt. Sie betragen für alle Sektoren mit Ausnahme von Land- und Forstwirtschaft  $g^1=0$ ;  $g^2=0,05$ ;  $g^3=0,4$ ;  $g^4=0,55$ . Das heißt, dass in der strukturschwachen ländlichen Region (R1) keine Einkommen, aus anderen Sektoren als der Land- und Forstwirtschaft generiert werden, wenn diese nicht die Region der Anwendung ist, in die ländlichen Regionen (R2) fließen 5% ab, in die Kleinstädte 40% und die Großstädte 55%. Die Werte orientieren sich dabei an dem Verbleib der privaten Ausgaben in der Region. Diese Methode der Festsetzung muss letztlich als unbefriedigend betrachtet werden, es war jedoch mit den verfügbaren Mitteln nicht möglich, diese Werte auf eine fundiertere Basis zu stellen. In der Argumentation um die regionalökonomische Bedeutung der Biomasse dreht es sich jedoch in erster Linie um die ländlichen Regionen. Daher kann die Genauigkeit der Werte als ausreichend eingestuft werden, weil insbesondere strukturschwache Regionen dadurch charakterisiert sind, außerhalb der Sektoren Land- und Forstwirtschaft keine

ausgeprägten und starken Industrie- und Gewerbebetriebe aufzuweisen und daher auch nicht in der Lage sind, entsprechende Güter in andere Regionen „exportieren“ zu können. Für die Land- und Forstwirtschaft gelten folgende Werte  $g^1=0,45$ ;  $g^2=0,45$ ;  $g^3=0,1$  ;  $g^4=0$ . Das heißt, dass 90% der land- und forstwirtschaftlichen Güter aus ländlichen Regionen (R1 und R2) stammen, 10% aus Kleinstädten (und deren unmittelbarem Umfeld) und 0% aus den Großstädten.

Bei der Betrachtung der regionalen Einkommenseffekte in der dargestellten Form, wird nicht zwischen Haushalts- und Unternehmereinkommen unterschieden. Das heißt, dass implizit eine Gleichsetzung erfolgt, was bedingt, dass entweder die Unternehmen entsprechend kleinstrukturiert oder aber die unternehmerischen Einkommen zum Großteil als Gehälter ausbezahlt werden.

Gegenüber der Darstellung im Hauptteil der Arbeit wurde nun auch die Berücksichtigung der Sparrate dargestellt: Bei einer Änderung der Ausgaben für das Heizsystem ändern sich das Haushaltsbudget und damit die entsprechenden Ausgaben für privaten Konsum. Dies geschieht jedoch nicht uneingeschränkt, sondern abgedämpft durch die Sparrate, die entsprechend dem Mittel der vergangenen Jahre mit 9% angesetzt wurde. Kommt es also zu einer Verringerung der Ausgaben für das Heizsystem sparen die Haushalte 9% dieser Summe, und der Rest wird für privaten Konsum ausgegeben. Ist das Gegenteil der Fall, dann kommt es umgekehrt nach dieser Annahme zu einem Zurückgreifen auf Sparguthaben in der Höhe von 9%, und der Rest der Zusatzkosten wird durch eine Einschränkung des privaten Konsums finanziert.

Zur Ermittlung der Multiplikatoren  $M^j$  müssen folgende Überlegungen angestellt werden: Von einem Euro, der an Einkommen in einer Region generiert wird, fließt ein Teil an „Importe“ ( $m$ ) in andere Regionen und das Ausland ab. Ein anderer Teil muss an Steuerleistungen (Einkommenssteuer ( $t_E$ ), Mehrwertsteuer ( $t_M$ )) abgeführt werden und schließlich sparen die Haushalte einen Teil ihrer Einkommen ( $sp$ ). Von dem Rest werden jedoch wiederum Einkommen in der Region generiert, von denen ein Teil an andere Regionen und das Ausland abfließt, usw.

Der Multiplikator ergibt sich daher als Summe der folgenden Reihe:

**Gleichung IV-3: Ermittlung der Einkommensmultiplikatoren**

$$M = \sum_n (1 - m)^n (1 - sp)^n \left( \frac{1 - t_E}{1 + t_M} \right)^n = \frac{1}{1 - (1 - m)(1 - sp) \frac{1 - t_E}{1 + t_M}}$$

In Tabelle IV-1 sind die entsprechenden Parameter und Ergebnisse der Multiplikatoren für die Regionen 1-4 dargestellt.

**Tabelle IV-1: Ermittlung der Einkommensmultiplikatoren**

	R1	R2	R3	R4
Importquote	0,94	0,90	0,61	0,33
Einkommens-Steuersatz	0,16	0,16	0,16	0,16
Mehrwertsteuer	0,2	0,2	0,2	0,2
Sparrate	0,09	0,09	0,09	0,09
Multiplikator	1,04	1,07	1,33	1,76

Als regionale Importquote wurde jene des privaten Konsums angenommen.

Der Einkommens-Steuersatz wurde für alle Regionen mit dem Mittel des österreichischen Wertes angenommen. (Quelle: Statistik Austria: integrierte Lohn- und Einkommenssteuerstatistik)

Die Parameter  $y_i^j$  ergeben sich dabei aus  $y_i^j = y_i^{reg} \cdot r_i^j$ . In Tabelle IV-2 sind die regionalen Anteile der Einkommen  $y_i^{reg}$  angeführt. Diese geben an, welcher Anteil der Einkommen eines Sektors in derselben Region verbleibt. In Tabelle IV-3 sind die Regionalfaktoren  $r_i^j$  angegeben. Diese geben an, welcher Anteil der nachgefragten Güter aus einem Sektor direkt aus der Region bezogen wird.

Analog zur Einkommens-Verteilung kann die regionale Verteilung der Beschäftigung folgendermaßen angeschrieben werden:

**Gleichung IV-4: regionale Beschäftigungseffekte in der Region der Anwendung**

$$\Delta B_{reg}^j = \left[ \sum_i [b_i y_i^j \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref})] - b_{pr} y_{pr}^j (1 - sp) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) + b_{pr} \Delta y_{pr}^j C_{pr}^{BM,j} \right] \frac{1}{1 + t_M} + b_G r_G^j (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G (1 - t_E) + b \Delta Y^j \frac{M^j}{M^j - 1}$$

**Gleichung IV-5: regionale Beschäftigungseffekte in den Region außerhalb der Anwendung**

$$\Delta B_{reg}^j = \left\{ \left[ \sum_i b_i [g_i^j (1 - y_i^{Anw} - y_i^{ausl}) \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref})] - b_{pr} g^j (1 - sp) \cdot (1 - y_{pr}^{Anw} - y_{pr}^{ausl}) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) - b_{pr} g^{Anw} \Delta y_{pr}^{Anw} C_{pr}^{BM,Anw} \right] \frac{1}{1 + t_M} + b_G r_G^j (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G (1 - t_E) + b \Delta Y^j \frac{M^j - 1}{M^j} \right\}$$

**Tabelle IV-2: Beschäftigungsintensitäten und Multiplikatoren nach Wirtschaftssectoren und Endnachfragekategorien**

Sektor	Beschäftigungsintensität [AP/Mio € ](*)	Importmultiplikator [] ( $y_i^{ausl}$ )(**)	Regionaler Anteil der Einkommen [] ( $y_i^{reg}$ ) (***)
Forstwirtschaft	35,09	0,04	0,56
Landwirtschaft	37,15	0,12	0,42
Biomasse-Aufbereitung (Pelletierung)	17,20	0,11	0,13
Biomasse-Handel	21,47	0,07	0,37
Brennstoff-Bereitstellung fossil	7,70	0,44	0,03
Energieversorger	6,74	0,1	0,22
Ingenieurbüros/Planer	10,05	0,08	0,49
Installateure	21,47	0,15	0,46
Anlagenproduktion Biomasse / fossil	17,20	0,07 / 0,29	0,25
Baugewerbe	17,75	0,18	0,34
Sägeindustrie	17,20	0,11	0,13
Plattenindustrie	17,20	0,25	
Papier- und Zellstoffindustrie	3,03	0,25	
Privater Konsum	16,79	0,25	0,17
Öffentlicher Konsum	16,79	0,05	

(\*) Quelle: Statistik Austria, Jonas 1997, BMLF 1999, eigene Analysen;

Da die Daten der Statistik Austria nur für unselbständig Beschäftigte vorliegen, war deren Verwendung in den Sektoren Forst- und Landwirtschaft nicht zielführend. Im Sektor „Forstwirtschaft“ wird daher auf Basis von in der Literatur [Jonas 1997] angeführten Arbeitsstunden je Srm Waldhackgut und einem in Zukunft zu erwartenden erhöhten Mechanisierungsgrad der Beschäftigungseffekt ermittelt. Zu besseren Vergleichbarkeit wurde hier mit dem entsprechenden Brennstoff-Preis die Beschäftigungsintensität [AP/Mio,€] angegeben.

Die Daten für den Sektor „Landwirtschaft“ stammen aus [BMLF 1999] und wurden anhand der in der Landwirtschaft beschäftigten Jahresarbeitskräfte sowie dem Endproduktionswert im Jahr 1998 ermittelt.

Die Beschäftigungsintensität des Sektors „Brennstoff-Bereitstellung fossil“ wurden aus dem Geschäftsbericht der OMV 2000 abgeleitet.

Die Beschäftigungsintensität für den Sektor „Ingenieurbüros/Planer“ wurde anhand der Integrierten Lohn- und Einkommenssteuerstatistik ermittelt. [Statistik Österreich 2000]

Die Daten für den Sektor „Papier- und Zellstoffindustrie“ stammen aus den Jahresberichten der Austropapier „Papier aus Österreich“.

Die Beschäftigungsintensitäten der übrigen Sektoren wurden anhand der jeweiligen Umsätze und Beschäftigten ermittelt, wobei hinsichtlich der Zuteilung zu den Wirtschaftssectoren folgendermaßen vorgegangen wurde:

Biomasse-Handel und Installateure: Sektor Handel und Instandhaltung

Energieversorger: Sektor Energie- und Wasserversorgung

Anlagenproduktion, Sägeindustrie und Plattenindustrie: Sektor Sachgütererzeugung

Privater und öffentlicher Konsum: Mittel über alle Sektoren

Da privater und öffentlicher Konsum kein Güteraufkommen sondern –verwendung darstellen, wurden diese in obiger Tabelle abgesetzt dargestellt. Nur um die Übersichtlichkeit zu wahren, wurden deren Kenwerte gemeinsam mit den Kategorien des Güteraufkommens in eine Tabelle zusammengefasst.

(\*\*)Quelle: Statistik Austria 1999. Es wurden die Importmultiplikatoren der veröffentlichten Input-Output-Multiplikatoren der verschiedenen Sektoren herangezogen (Input-Output-Multiplikatoren 1976, 1983, 1990 – In: Statistische Nachrichten 7/1999 S. 601 ff; Tab. 4). Bei der Zuteilung der Sektoren auf Gütergruppen wurde folgendermaßen vorgegangen:

Forstwirtschaft: Forstwirtschaftliche Güter

Landwirtschaft: Landwirtschaftliche Güter

Biomasse-Aufbereitung: Säge-, Fräs- und Hobelwaren

Biomasse-Handel: Einzelhandelsspannen

Brennstoff-Bereitstellung fossil: Erdöl- und Erdgas-Produkte

Energieversorgern: Elektrizität

Ingenieurbüros/Planer: Technische Dienstleistungen

Installateure: Reparatur und Montage von elektrotechnischen Erzeugnissen

Anlagenproduktion: Kühl- und wärmetechnische Apparate; im Falle der Biomasse-Anlagen wurde der Importmultiplikator mit 25% des Wertes für fossile Anlagen angesetzt, da Biomasse-Anlagen zu einem deutlich höheren Anteil in Österreich erzeugt werden als fossil befeuerte.

Baugewerbe: Ausbau- und Bauhilfsgewerbeleistungen

Sägeindustrie: Säge-, Fräs-, und Hobelwaren

Plattenindustrie, Papier- und Zellstoffindustrie: Bei der Behandlung dieser beiden Sektoren geht es ausschließlich um die Ermittlung, welche Mengen an Biomasse importiert werden, wenn die österreichischen Potenziale an Sägenebenprodukten verbraucht sind. Es wird hier der Wert 0,25 für den Importmultiplikator angesetzt. Das heißt, dass die Sägenebenprodukte, die die Industrie benötigt –in dem Fall dass die österreichischen Potenziale nicht ausreichen –, zu 25% importiert werden, der Rest jedoch aus anderen inländischen Biomasse-Fractionen abgedeckt wird.

Privater Konsum: Endnachfragekategorie Privater Konsum

Öffentlicher Konsum: Endnachfragekategorie Öffentlicher Konsum

(\*\*\*) Quelle: Statistik Austria 1999.

Die Zuteilung der Sektoren erfolgte analog zu den Importmultiplikatoren.

Zur Bestimmung der regionalen Anteile der Einkommen (d.h. jener Anteil der Einkommen der in derjenigen Region verbleibt, in der die Wirtschaftstätigkeit stattfindet) wurde angenommen, dass ausschließlich die Bruttoentgelte für unselbständige Arbeit regionale Einkommen darstellen, diese jedoch zur Gänze. Unter der Voraussetzung, dass Pendler vernachlässigt werden können, werden die regionalen Anteile also eher unterschätzt.

Abweichungen von dieser Methode wurden in den folgenden Fällen vorgenommen:

In der Land- und Forstwirtschaft stellen die Bruttoentgelte für unselbständige Arbeit nur einen relativ kleinen Anteil der tatsächlichen durch Arbeitsleistung erbrachten Einkommen und können daher nicht herangezogen werden. Es wurde daher angenommen, dass 2/3 der Wertschöpfung in der Region verbleibt.

**Tabelle IV-3: Regionalfaktoren**

Sektor	R1	R2	R3	R4
Forstwirtschaft	0,8	0,8	0,2	0,0
Landwirtschaft	0,7	0,7	0,2	0,0
Biomasse-Aufbereitung (Pelletierung)	0,0	0,5	0,5	0,0
Biomasse-Handel	0,0	0,7	0,8	0,9
Brennstoff-Bereitstellung fossil	0,0	0,0	0,8	0,9
Energieversorger	0,0	0,0	0,8	1,0
Ingenieurbüros/Planer	0,0	0,0	0,8	0,8
Installateure (Biomasse / fossil)	0,0 / 0,0	0,3 / 0,9	0,9 / 0,9	0,9 / 0,9
Anlagenproduktion	0,0	0,5	0,5	0,5
Baugewerbe	0,5	0,7	0,8	0,8
Sägeindustrie	0,0	0,8	0,8	0,0
Plattenindustrie	0,0	0,4	0,3	0,0
Papier- und Zellstoffindustrie	0,0	0,4	0,3	0,0
Privater Konsum (*)	0,06	0,1	0,4	0,7
Öffentlicher Konsum (**)	0,25	0,25	0,25	0,25

(\*) Quelle: [Schandl 1993]

(\*\*) Hier wird unterstellt, dass die öffentlichen Ausgaben in gleicher Weise in alle Regionen fließen, insbesondere unter dem Aspekt der Förderprogramme für strukturschwache Regionen.

Die Definition und Charakterisierung der vier Typen an Regionen – strukturschwache ländliche Region (R1), ländliche Region (R2), Kleinstadt (R3), Großstadt (R4) – erfolgt mittels Regionalfaktoren  $r_i^j$ . Diese geben an, zu welchem Anteil Güter eines Sektors  $i$  direkt aus dieser Region  $j$  bezogen werden. 1 minus dem jeweiligen Faktor ergibt den „Importanteil“ der Güter dieses Sektors für die jeweilige Region.

## Anhang V. Daten zur Analyse der sozialen Verteilaspekte

Ähnlich wie bei der Analyse der regionalen Verteilaspekte wurden auch hier im Hauptteil die formalen Darstellungen auf die Grundzüge beschränkt. Mit Berücksichtigung der sektoralen Aufgliederung lauten die Gleichungen für die soziale Einkommens- und Beschäftigungsverteilung:

### Gleichung V-1: Soziale Einkommensverteilung

$$\Delta Y_{soz}^k = \left\{ \left[ \sum_i \left[ s_i^k (1 - y_i^{ausl}) \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref}) \right] - s_{pr}^k (1 - sp)(1 - y_{pr}^{ausl}) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) \right] \frac{1}{1 + t_M} + s_G^k (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G \right\} (1 - t_E^k) + s_{pr}^k \sum_j \Delta Y_{reg}^j \frac{M^j - 1}{M^j}.$$

### Gleichung V-2: Soziale Verteilung von Beschäftigungseffekten

$$\Delta B_{soz}^k = \left\{ \left[ \sum_i \left[ b_i s_i^k (1 - y_i^{ausl}) \cdot (C_i^{BM} - C_i^{ref}) \right] - b_{pr} s_{pr}^k (1 - sp)(1 - y_{pr}^{ausl}) \cdot (C^{BM} - C^{ref} - S^{BM}) \right] \frac{1}{1 + t_M} + b_G s_G^k (1 - y_G^{ausl}) \cdot \Delta G \right\} (1 - t_E^k) + b_{pr} s_{pr}^k \sum_j \Delta Y_{reg}^j \frac{M^j}{M^j - 1} \left\{ \frac{\bar{w}}{w} \right\}$$

**Tabelle V-1: Sozialfaktoren und mittlere Einkommen**

Sektor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Land- und Forstwirtschaft	0,115	0,108	0,123	0,118	0,101	0,094	0,097	0,127	0,087	0,030
Biomasse-Aufbereitung (Pelletierung)	0,003	0,039	0,051	0,054	0,067	0,095	0,122	0,134	0,186	0,250
Biomasse-Handel	0,042	0,072	0,078	0,095	0,103	0,092	0,083	0,097	0,165	0,171
Brennstoff-Bereitstellung fossil	0,002	0,004	0,022	0,034	0,038	0,051	0,087	0,199	0,221	0,341
Energieversorger	0,005	0,014	0,015	0,017	0,020	0,028	0,042	0,085	0,233	0,541
Ingenieurbüros/Planer	0,002	0,154	0,022	0,020	0,020	0,022	0,027	0,043	0,101	0,588
Installateure (Biomasse / fossil)	0,042	0,072	0,078	0,095	0,103	0,092	0,083	0,097	0,165	0,171
Anlagenproduktion	0,003	0,039	0,051	0,054	0,067	0,095	0,122	0,134	0,186	0,250
Baugewerbe	0,003	0,015	0,053	0,060	0,083	0,162	0,189	0,134	0,177	0,125
Säge- Platten, und Papierindustrie	0,003	0,039	0,051	0,054	0,067	0,095	0,122	0,134	0,186	0,250
Privater Konsum (*)	0,003	0,039	0,051	0,054	0,067	0,095	0,122	0,134	0,186	0,250
Öffentlicher Konsum (**)	0,068	0,082	0,092	0,091	0,077	0,069	0,069	0,088	0,161	0,205
Mittlere Brutto-Jahres-Einkommen [k€/a]	8,0	11,3	14,8	17,6	20,0	22,6	25,6	29,5	37,0	49,9

Quelle: Statistik Austria: Standardisierte Brutto-Jahreseinkommen der unselbständig Erwerbstätigen nach ausgewählten Branchen 1999 in Schilling (Lohnsteuerstatistik) und eigene Analysen

In der Lohnsteuerstatistik sind für ausgewählte Branchen die Anzahl der Beschäftigten nach Einkommensdezilen angegeben. Damit ist die Einkommensverteilung innerhalb jeder

Branche gegeben, indem angeführt wird, welchen Betrag ein bestimmter Anteil der Beschäftigten in einer Branche höchstens verdient. Für den hier verfolgten Zweck ist es aber nötig, die Verteilung jeder Branche auf die gegebene gesamte Einkommensverteilung zu beziehen. Das heißt, dass angegeben werden muss, welcher Anteil der Beschäftigten innerhalb einer Branche weniger verdient als einen bestimmten Betrag, der z.B. das erste Dezil und damit die erste Einkommensklasse – die sich nun nicht nur auf die jeweilige Branche, sondern auf die gesamte Einkommensverteilung bezieht – charakterisiert. Diese Umrechnung wird durchgeführt, indem polynomische Regressionsgleichungen 4. Grades für die Einkommensverteilung jeder Branche gebildet werden. Diese haben die Form:

$$Y_i^k = f(x^k)$$

Dabei ist  $Y_i^k$  das maximale Einkommen eines Dezils  $k$  in der Branche  $i$  und  $x^k$  der Anteil der Beschäftigten in diesem Dezil in %. Aus dieser Gleichung lässt sich nun der Anteil der Beschäftigten  $x^k$  ermitteln, der weniger als das maximale Einkommen  $Y^k$  eines Dezils  $k$  der gesamten Einkommensverteilung bezieht. Aus  $x^k - x^{k-1}$  erhält man nun den Anteil der Beschäftigten, der genau in einer bestimmten Einkommensklasse liegt. Um nun den Anteil der Einkommen einer Branche  $i$ , der in eine bestimmte Einkommensklasse  $k$  fließt ( $s_i^k$ ) zu

ermitteln, wird der Anteil der Beschäftigten mit dem Faktor  $\frac{\bar{w}^k}{w}$  (Verhältnis der mittleren Einkommen der Klasse  $k$  zum gesamten mittleren Einkommen) multipliziert.

Aufgrund der Datenlage konnte nur die Verteilung der unselbständigen Einkommen herangezogen werden. Dadurch musste eine gewisse Verzerrung in Kauf genommen werden, die jedoch für alle Sektoren in gleichem Maße zutrifft.

## Anhang VI. Daten zur Analyse der Auswirkungen auf die Staatsausgaben

**Tabelle VI-1: Besteuerung von Energieträgern**

Sektor	Öl	Erdgas	Strom
Steuersatz	6,9 c/l	0,4 c/kWh	0,7 c/kWh

Quelle: Homepage der EVA Stand Jänner 2002; Öl: Mineralölsteuer; Erdgas: Erdgasabgabe; Strom: Elektrizitätsabgabe,

**Tabelle VI-2: Einkommensteuersätze**

Sektor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittel
Einkommens- Steuersatz	1%	3%	5%	7%	9%	11%	13%	16%	19%	29%	16%

Quelle: Statistik Austria 2000: integrierte Lohn- und Einkommensteuerstatistik und eigene Analysen

Der Faktor  $a^{\text{Alos}}$  wird mit 50% eingeschätzt. Das heißt, dass für 50% der geschaffenen Arbeitsplätze tatsächlich keine Arbeitslosenunterstützung gezahlt würde, da der Beschäftigungseffekt zu einem großen Anteil in der Land- und Forstwirtschaft auftritt, wo die geschaffenen Einkommen zum Teil als Zusatzeinkommen angesehen werden. Die Ausgaben je Arbeitslosem betragen 7.930€/a (vgl. Österreichische Bundesregierung: Bericht über die soziale Lage 1999.)

Für die betrachteten Anwendungsfälle wurden zwei Haupt-Szenarien an Subventionen angenommen. Dabei wurde nicht davon ausgegangen, dass die Subventionen die Mehrkosten exakt ausgleichen, da das für jede der fossilen Referenzanlagen verschiedene Subventionsbeträge erfordern würde, was in der Praxis nicht möglich ist. Daher wurden Beträge angenommen, die der derzeitigen Subventionspraxis zumindest in einigen Bundesländern in etwa entsprechen.

Die Angaben in % der Investitionskosten sind als faktisch ausbezahlte Förderbeträge zu verstehen, *unabhängig davon, ob die Förderung als Bezugsgröße tatsächlich die Investitionskosten oder eine andere Größe (wie etwa beheizte Wohnfläche) zugrunde legen.* Es wurden bewusst relativ hohe Werte angenommen, die somit ein Negativ-Szenario repräsentieren – dass nämlich zur Erreichung des Ambitionierten Szenarios über die begleitenden Maßnahmen hinaus, die im letzten Kapitel der Studie beschrieben sind, auch hohe finanzielle Zuschüsse erforderlich sind. In der Sensitivitätsanalyse werden daher auch die Auswirkungen analysiert, die aus einer Abweichung der erforderlichen Subventionshöhen von den angegebenen Werten resultieren.

- Pellets- und Hackgutheizungen: 10% / 25% Investitionszuschuss
- Stückholzheizungen: 1.100 € / 1.800 € Zuschuss
- Nahwärmanlagen (Waldhackgut, Stroh): 30% / 45% Investitionszuschuss
- Nahwärmanlagen (Reststoffe): 30% / 35% Investitionszuschuss

Gemäß Anhang I wird eine Preiserhöhung fossiler und biogener Brennstoffe in zwei Szenarien angenommen. In diesen Szenarien weichen auch die Subventionshöhen von den obigen Werten ab. In der folgenden Tabelle ist die Höhe der Subventionen für die verschiedenen Szenarien angegeben. Die Bezeichnungen „Förderungen 1“ und „Förderungen 2“ beziehen sich auf die oben dargestellten Haupt-Szenarien. Prozentsätze bezeichnen Zuschüsse in Prozent der Investitionskosten.

**Tabelle VI-3: Subventionshöhen in verschiedenen Szenarien**

		2005	2010	2015	2020
Szen.1: niedere Preise	Forcierung ab 2002	Förderungen 2			
	Forcierung ab 2010	Förderungen 1	Förderungen 2		
Szen.2: ab 2010 Preissteigerung (Forcierung ab 2010)		Förderungen 1	Förderungen 2	Stückholz:0 Pellets, Hackgut: 15% Nahwärme:30%	Stückholz:0, Pellets, Hackgut: 10% Nahwärme: 20%
Szen.3: ab 2010 Preissteigerung (Forcierung ab 2002)		Förderungen 2	Stückholz: 0 Pellets, Hackgut: 10% Nahwärme: 20%		Stückholz:0 Pellets, Hackgut: 0 Nahwärme: 15%

## Anhang VII. Daten zur Ermittlung des ISEW

Die externen Kosten zur Bewertung von Emissionen finden sich in Anhang III.

**Tabelle VII-1: User-costs des nicht nachhaltigen Ressourcen-Verzehrs**

Sektor	Öl	Erdgas
Zinssatz	1%	1%
Nutzungsdauer [a]	50	150
User-Costs-Rate []	0,6	0,22

Da es sich um einen langfristigen Betrachtungshorizont handelt, wird gemäß den Überlegungen zur Wahl des Diskontsatzes in Kapitel 4.4.2 ein geringer Zinssatz von 1% gewählt.

Die Gewichtungsfaktoren für die regionale Verteilung  $v_{reg}^j$  wurden folgendermaßen gewählt: R1: 1,2; R2: 1; R3: 1; R4: 0,9. Die Festsetzung dieser Faktoren auf eine mit Daten fundierte Basis zu stellen ist mit hohem Aufwand verbunden. Da der Interpretation des ISEW jedoch nicht allzu viel Bedeutung beigemessen wird, wurde eine relativ schwache Gewichtung zu Gunsten der strukturschwachen ländlichen Region (R1) gewählt.

Die Gewichtungsfaktoren für die soziale Gewichtung der Einkommen im ISEW wurde gemäß folgender Gleichung entsprechend der vorhandenen Steuerprogression gewählt. Dies impliziert, dass die derzeit existente Steuerprogression dem gesellschaftlichen Willen und Optimum der Umverteilung entspricht.

**Gleichung VII-1: Ermittlung der sozialen Gewichtungsfaktoren**

$$v_{soz}^k = \frac{1 - t_E^k}{\sum_k (1 - t_E^k)}$$

## Anhang VIII. Parameter zur Erstellung der Szenarien

**Tabelle VIII-1: Ersatzfaktoren für Business-as-usual-Szenario (BAU) – Einfamilienhaus**

	Pellets	Stückholz	Hackgut	Öl	Gas	Fernwärme	Kohle	Strom
Pellets	80,00%	8,00%-27,00%	10,00%-29,00%	0,74%	0,07%	0,00%	44,40%	3,70%
Stückholz	5,00%	65,00%	10,00%	0,25%	0,03%	0,00%	15,00%	1,25%
Hackgut	1,00%	2,00%	60,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,60%	0,05%
Öl	11,76%	21,00%-5,04%	16,80%-0,84%	69,00%	6,00%	0,00%	8,00%	63,75%
Gas	1,40%	2,50%-0,60%	2,00%-0,10%	26,70%	74,90%	0,00%	1,00%	7,50%
Fernwärme	0,70%	1,25%-0,30%	1,00%-0,05%	3,00%	18,75%	100,00%	0,50%	3,75%
Kohle	0,00%	0,00%	0,00%			0,00%	30,00%	0,00%
Strom	0,14%	0,25%-0,06%	0,20%-0,01%	0,30%	0,25%	0,00%	0,50%	20,00%

Brennstoffe in den Spalten werden durch Brennstoffe in den Zeilen mit dem jeweiligen Faktor ersetzt. Sind zwei Werte angegeben, erfolgt eine lineare Änderung über der Zeit von 2002 bis 2020 vom Ausgangs- zum Endwert.

Annahme über Neubau und Abriss von Gebäuden: Netto-Zubau erfolgt mit denjenigen Heizsystemen, die dem Stand des jeweiligen Jahres entsprechen (durch Netto-Zubau erfolgt also keine Verschiebung in den Anteilen der Heizsysteme).

**Tabelle VIII-2: Ersatzfaktoren für Business-as-usual-Szenario (BAU) – Mehrfamilienhaus**

	Pellets	Stückholz	Hackgut	Öl	Gas	Fernwärme	Kohle	Strom	Neubau
Pellets	80,00%	0,50%- 19,50%	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	0,60%	80,00%
Stückholz	0,00%	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hackgut	5,00%	1,00%	80,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,40%	0,40%	5,00%
Öl	10,35%	16,22%- -3,11%	6,90%	50,00%	6,00%	0,00%	15,60%	24,50%	10,35%
Gas	3,00%	4,70%- 0,90%	2,00%- 2,00%	42,00%	75,00%	0,00%	4,80%	7,00%	3,00%
Fernwärme	1,50%	2,35%- 0,45%	1,00%	7,50%	18,75%	100,00 %	2,40%	3,50%	1,50%
Kohle	0,00%	0,00%	0,00%			0,00%	75,00%	0,00%	0,00%
Strom	0,15%	0,24%- 0,04%	0,10%	0,50%	0,25%	0,00%	1,20%	64,00%	0,15%

Brennstoffe in den Spalten werden durch Brennstoffe in den Zeilen mit dem jeweiligen Faktor ersetzt. Sind zwei Werte angegeben, erfolgt eine lineare Änderung über der Zeit von 2002 bis 2020 vom Ausgangs- zum Endwert.

Annahme über Zubau und Abriss von Gebäuden: Mit den Abbruch-Gebäuden werden Heizsysteme entfernt, die dem Stand 20 Jahre vor dem jeweiligen Jahr entsprechen. Der Neubau erfolgt nach den unten angegebenen Werten.

**Tabelle VIII-3: Ersatzfaktoren für Szenario „ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002“ (AMB) – Einfamilienhaus**

	Pellets	Stückholz	Hackgut	Öl	Gas	Fernwärme	Kohle	Strom
Pellets	80,00%	8,00%-27,00%	10,00%-29,00%	14,80%-28,86%	11,10%-25,16%	0,00%	44,40%	11,10%-25,16%
Stückholz	5,00%	65,00%	10,00%	5,00%-9,75%	3,75%-8,50%	0,00%	15,00%	3,75%-8,50%
Hackgut	1,00%	2,00%	60,00%	0,20%-0,39%	0,15%-0,34%	0,00%	0,60%	0,15%-0,34%
Öl	11,76%	21,00%-5,04%	16,80%-0,84%	50,00%-31,00%	6,00%	0,00%	8,00%	55,25%-39,10%
Gas	1,40%	2,50%-0,60%	2,00%-0,10%	26,70%	60,00%-41,00%	0,00%	1,00%	6,50%-4,60%
Fernwärme	0,70%	1,25%-0,30%	1,00%-0,05%	3,00%	18,75%	100,00%	0,50%	3,25%-2,30%
Kohle	0,00%	0,00%	0,00%			0,00%	30,00%	0,00%
Strom	0,14%	0,25%	0,20%	0,30%	0,25%	0,00%	0,50%	20,00%

Brennstoffe in den Spalten werden durch Brennstoffe in den Zeilen mit dem jeweiligen Faktor ersetzt.

Annahme über Neubau und Abriss von Gebäuden: Netto-Zubau erfolgt mit denjenigen Heizsystemen, die dem Stand des jeweiligen Jahres entsprechen (durch Netto-Zubau erfolgt also keine Verschiebung in den Anteilen der Heizsysteme).

Keine Änderung beim Ersatz von Biomasse-Kesseln im Vergleich zum BAU-Szenario, aber mit der Zeit zunehmende Erhöhung der durch Biomasse-Systeme ersetzten Energieträger Öl, Gas und Strom.

**Tabelle VIII-4: Ersatzfaktoren für Szenario „ambitionierte Biomasse-Forcierung ab 2002“ (AMB) – Mehrfamilienhaus**

	Pellets	Stückholz	Hackgut	Öl	Gas	Fernwärme	Kohle	Strom	Neubau
Pellets	80,00%	0,50%-19,50%	10,00%	3,00%-14,40%	3,00%-14,40%	0,00%	3,00%	3,00%-14,40%	80,00%
Stückholz	0,00%	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hackgut	5,00%	1,00%	80,00%	2,00%-9,60%	2,00%-9,60%	0,00%	2,00%	2,00%-9,60%	5,00%
Öl	10,35%	16,22%-3,11%	6,90%	45,00%-26,00%	6,00%	0,00%	22,75%	35,00%	10,35%
Gas	3,00%	4,70%-0,90%	2,00%	42,00%	70,00%-51,00%	0,00%	7,00%	10,00%	3,00%
Fernwärme	1,50%	2,35%-0,45%	1,00%	7,50%	18,75%	100,00%	3,50%	5,00%	1,50%
Kohle	0,00%	0,00%	0,00%			0,00%	60,00%	0,00%	0,00%
Strom	0,15%	0,24%-0,04%	0,10%	0,50%	0,25%	0,00%	1,75%	45,00%-26,00%	0,15%

Brennstoffe in den Spalten werden durch Brennstoffe in den Zeilen mit dem jeweiligen Faktor ersetzt. Sind zwei Werte angegeben, erfolgt eine lineare Änderung über der Zeit von 2002 bis 2020 vom Ausgangs- zum Endwert.

Annahme über Zubau und Abriss von Gebäuden: Mit den Abbruch-Gebäuden werden Heizsysteme entfernt, die dem Stand 20 Jahre vor dem jeweiligen Jahr entsprechen. Der Neubau erfolgt nach den unten angegebenen Werten.

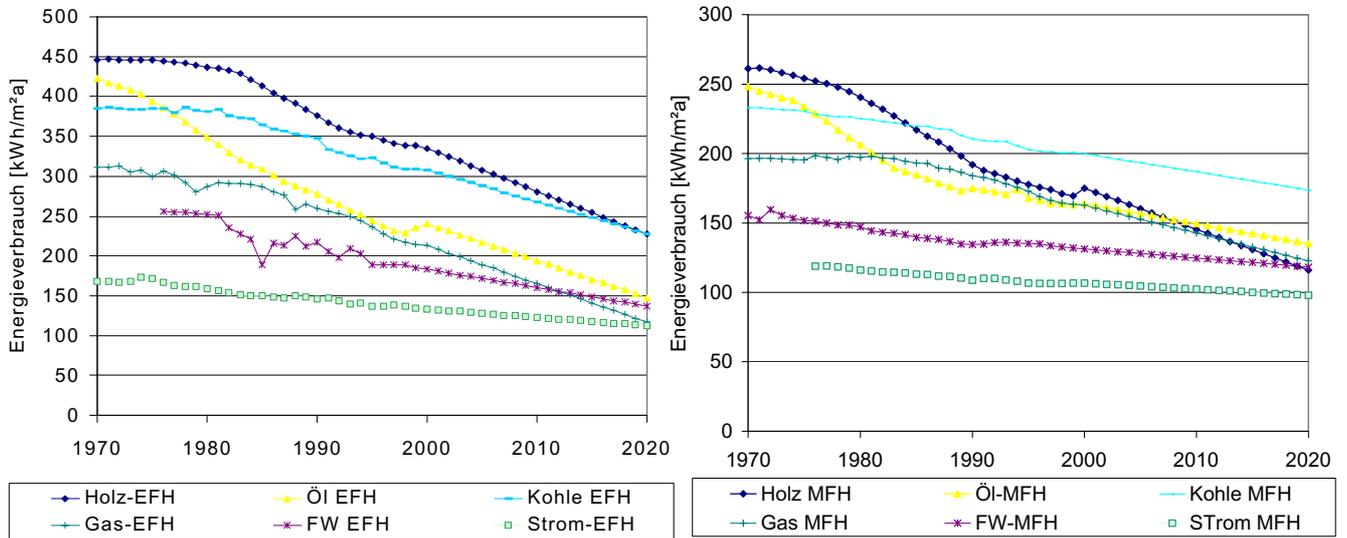
Keine Änderung beim Ersatz von Biomasse-Kesseln im Vergleich zum BAU-Szenario, aber mit der Zeit zunehmende Erhöhung der durch Biomasse-Systeme ersetzten Energieträger Öl, Gas und Strom, sowie Erhöhung des Biomasse-Einsatzes im Neubau.

Im Szenario „Biomasse-Forcierung ab 2010“ gelten bis zum Jahr 2009 die Ersatz-Faktoren des BAU-Szenarios, dann jene des AMB-Szenarios.

**Tabelle VIII-5: Verteilung von Biomasse-Systemen ist auf verschiedene Regionen**

	Einfamilienhaus			Mehrfamilienhaus	
	Hackgut	Pellets	Stückholz	Hackgut	Pellets
Ländlich, strukturschwach	50%	5%	40%	35%	5%
Ländlich	50%	15%	40%	35%	10%
Kleinstadt		70%	20%	20%	40%
Großstadt		10%		10%	45%
Summe:	100	100	100	100	100

Bezüglich der Energieverbräuche der Objekte wurde für das Business-as-usual-Szenario angenommen, dass sich die Änderungsraten der letzten 15 Jahre für die einzelnen Heizsysteme fortsetzen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



**Abbildung VIII-1: Entwicklung der Energieverbräuche von Wohnobjekten nach Energieträgern**

Quelle: Skopetz 2001, eigene Analysen

## Anhang IX. –Bisherige Studien

### 1. *Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung (Schönbäck et al. 1996)*

1996 entstand am Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik der Technischen Universität Wien unter der Leitung von Univ. Prof. Schönbäck die Studie „Ökonomische Evaluation der Biomasse-Nutzung“<sup>140</sup> im Auftrag der Bundesministerien für Wissenschaft und Kunst, sowie für Umwelt und Familie. Die Autoren gingen der Fragestellung nach, ob die für Biomasse-Nahwärmeversorgungssysteme „gewährten Förderungen gerechtfertigt und effizient sind, oder ob energie- und umweltpolitische Ziele durch andere Förderungen effizienter erreicht werden könnten“<sup>141</sup>.

Zu diesem Zweck wurde eine solche Biomasse-Nahwärmanlage – die 1991 errichtete Bioenergie Reichenthal – detailliert untersucht. Die Anlage ist mit einem 1,5 MW Biomasse-Kessel ausgestattet und versorgt über ein Netz von 2100 m 48 Abnehmer mit insgesamt 1,325 MW Anschlussleistung. In der Anlage werden über 90% Sägenebenprodukte und weniger als 10% Waldhackgut verheizt. Der Jahresnutzungsgrad wird mit 55% angegeben.

Im Zuge einer hierarchischen Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde im ersten Schritt eine betriebswirtschaftliche und in einem zweiten Schritt eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. Weiters wurden im Rahmen einer Input-Output-Analyse Wertschöpfungs-Beschäftigungs- und Steuereffekte betrachtet.

Folgende Effekte fanden in der Kosten-Nutzen-Analyse Berücksichtigung<sup>142</sup>:

- interne Kosten der Errichtung und des Betriebs;
- externe Kosten der Errichtung und des Betriebs (SO<sub>2</sub>-, CO-, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-, Staub-, NO<sub>x</sub>-, CO<sub>2</sub>-Emissionen);
- Brennstoff- und Betriebskostensparnis bei den Abnehmern;
- Investitionskostenersparnis bei den Abnehmern;
- Zeitersparnis bei den Abnehmern;
- Ersparnis an Emissionskosten (Ersatz von Altanlagen) (SO<sub>2</sub>, CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, Staub, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>)
- Erhöhung der Versorgungssicherheit (nicht monetarisiert)
- Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit (nicht monetarisiert)

---

<sup>140</sup> Schönbäck, Wilfried, Heidelinde Adensam und Michael Kosz: Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Endbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr – Wien: 1996.

<sup>141</sup> Ibid. S. 1.

<sup>142</sup> Ibid. S. 97.

Pekuniäre Effekte wie z.B. die Entlastung der Handelsbilanz werden in der KNA nicht berücksichtigt, wenn sie auch einen bedeutenden volkswirtschaftlichen und energiepolitischen Effekt darstellen können.

Sowohl in der betriebswirtschaftlichen, wie in der volkswirtschaftlichen Analyse wurde ein realer Zinssatz von 4% und ein Betrachtungszeitraum von 50 Jahren gewählt. Die Zeitersparnis, die den Wärmeabnehmern aufgrund des Anschlusses entsteht, wurde mit täglich 15 Minuten angenommen und mit 60,- öS pro Stunde bewertet. Die Bewertung von Emissionen wurde anhand der externen Kosten folgendermaßen vorgenommen<sup>143</sup>:

**Tabelle IX-1: Bewertungsfaktoren für Schadstoffe aus der Studie „Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung“**

Schadstoff	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Staub	CO	CO <sub>2</sub>
Bewertung [S/t]	72.800,-	40.600,-	58.100,-	42.000,-	1.800,-	350,-

Die betriebswirtschaftliche Analyse ergibt, dass die Nahwärmanlage trotz Förderung über einen Planungshorizont von 50 Jahren einen negativen Kapitalwert von -740.000,- aufweist. Die interne Verzinsung beträgt 3,1%. Das Ergebnis reagiert relativ sensitiv auf die Höhe der Investitionskosten, des Wärmepreises und des Jahresnutzungsgrades.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ergibt sich ein Barwert von etwa 2,3 Mio öS und ein interner Zinssatz von 4,86%. Das Ergebnis reagiert sensitiv auf die Wahl des Zinssatzes, die Höhe der Investitionskosten, die Annahme bezüglich der ersparten Zeit bei den Abnehmern, die Bewertung der ersparten externen Effekte aufgrund geringerer Emissionen und eine Erhöhung der Brennstoffkosten.

Die unter diesen Annahmen errechneten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten betragen 500 S/t CO<sub>2</sub>-Emission.

In der am Ende der Arbeit durchgeführten Input/Output Analyse kommen die Autoren zu folgenden Ergebnissen:

Ein Betrag von 1 Mio. öS, der in die Errichtung der Bioenergie-Reichenthal investiert wurde, induziert:

- eine primäre und sekundäre inländische Wertschöpfung von 622.000,- öS,
- fiskalische Rückflüsse aus primärem und sekundärem Steueraufkommen von 241.000,- öS
- und einen Beschäftigungseffekt von 0,9 Personenjahren.

<sup>143</sup> Schönbäck, Wilfried, Heidelinde Adensam und Michael Kosz: Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Endbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr – Wien: 1996. S. 106 f.

In diesen Ergebnissen ist die Verdrängung von Investitionen in Einzelheizanlagen bereits berücksichtigt.<sup>144</sup>

Durch den Betrieb der Bioenergie-Reichenthal entsteht ebenfalls inländische Wertschöpfung und Beschäftigung, die zum Zweck besserer Vergleichbarkeit, hier auf den Brennstoffeinsatz bezogen wird.

- Die induzierte primäre inländische Wertschöpfung beträgt etwa 235,- öS je MWh Primärenergie.
- An primärem Beschäftigungseffekt wird etwa 0,25 Personenjahre je GWh Primärenergie induziert.

Sekundäre Effekte aufgrund des Betriebs wurden nicht berücksichtigt.<sup>145</sup>

Zur besseren Vergleichbarkeit der Studien wurden diese Werte unter Berücksichtigung eines Annuitätenfaktors zu einer Größe zusammengefasst. Daraus ergibt sich eine Wertschöpfung von 1,3 Mrd. öS/TWh und ein Beschäftigungseffekt von 750 AP/TWh.

Von der in der Arbeit angeführten Schlussfolgerung, dass eine Unterstützung von Biomasse-Nahwärmesystemen unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten gerechtfertigt ist,<sup>146</sup> distanzierte sich Prof. Schönbäck später, da die Förderwürdigkeit nur dann gegeben sei, wenn keine effizienteren Systeme zur Erreichung der angestrebten umwelt- und energiepolitischen, sowie volkswirtschaftlichen und regionalökonomischen Ziele existieren, was wiederum in dieser Studie nicht gezeigt wurde.<sup>147</sup>

In der Studie wurden einige Aspekte aller fünf Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bewertung betrachtet:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:
  - monetäre und nicht monetäre Aspekte der Endnutzung,
  - Energiedienstleistung
  - Brennstoffbereitstellung
- Ökologische Auswirkungen
  - Luftschadstoffe (gesundheitsschädigend)
  - klimarelevante Emissionen
- Nationalökonomische Kriterien
  - Beschäftigung (im Rahmen der I/O-Analyse)

---

<sup>144</sup> Schönbäck, Wilfried, Heidelinde Adensam und Michael Kosz: Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Endbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr – Wien: 1996. S. 142.

<sup>145</sup> Ibid. S. 106 f.

<sup>145</sup> ibid S. 145.

<sup>146</sup> Ibid. S. 146.

- Wertschöpfung (im Rahmen der I/O-Analyse)
- Auswirkungen auf den Staatshaushalt (im Rahmen der I/O-Analyse)
- Verteilungsaspekte
  - Regionale Verteilungsaspekte (im Rahmen der I/O-Analyse)
- Langfristige, strategische Aspekte
  - Handelsbilanz (erwähnt, jedoch als pekuniärer Effekt nicht in der KNA berücksichtigt)
  - Versorgungssicherheit (nicht monetarisiert)

## **2. Vergleichende Bewertung verschiedener Heizsysteme und Brennstoffe zur Heizenergieversorgung (Lechner et al. 1998)**

1998 stellte die Energieverwertungsagentur die Studie „Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung“ unter der Leitung von Mag. Lechner fertig. Im Auftrag des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung wurden Rahmenbedingungen und Entwicklungsperspektiven des Raumwärmemarktes sowie Aspekte der Versorgungssicherheit untersucht und eine ökologische und ökonomische Bewertung verschiedener Energieträger vorgenommen. Außerdem wurde ein Fallbeispiel analysiert. Als geographische Systemgrenze wurde Österreich festgelegt.

Um die Versorgungssicherheit verschiedener Brennstoffe zu quantifizieren, wird auf das Maß der „Reichweite“ zurückgegriffen. Dieser Wert gibt jenen Zeitraum an, in dem es möglich ist, mit dem vorhandenen Brennstoff-Potential den gesamten Raumwärmebedarf Österreichs – ohne Berücksichtigung von Steigerungsraten des Verbrauchs – zu decken. Dieser Wert liegt gemäß dieser Studie für Holz bei 30 bis 47 Jahren, für Erdöl bei 42, für Erdgas bei 65, für Uran bei 79 und Kohle bei 234 Jahren.

Untersuchungsgegenstand sind im ersten Teil der Studie die in Österreich gängigsten Energieträger, die jeweils in Heizwerken, in Zentralheizungen und in Einzelöfen eingesetzt werden können. Diese Kombinationsmöglichkeiten werden nun in der Studie nach verschiedenen Gesichtspunkten gereiht. Einerseits nach dem Umweltbelastungsindex, der die Emissionen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO und Staub in eine Größe integriert, anschließend nach den durch die Emissionen verursachten externen Kosten, wobei drei Szenarios bezüglich der Bewertungshöhe der Emissionen angenommen wurden. Da Öl und Gas der Mineralöl- bzw. der Erdgassteuer unterliegen, was als Internalisierung der entstehenden externen Effekte bewertet werden kann, erfolgt zuletzt eine Reihung der Energieträger und Heizsysteme nach

---

<sup>147</sup> Schönböck, Wilfried: Korrekturen zu Ökonomische Evaluation der Biomassennutzung. Beitrag zur Tagung „Highlights der Biomasseforschung“ am 27.11.1997 im Naturhistorischen Museum in Wien, gemeinsam veranstaltet vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Energieverwertungsagentur und Österreichischem Biomasse – Verband.

den nicht internalisierten Schadenskosten. Diese stellen die eigentlich externen Kosten im Sinne der ökonomischen Definition dar.

**Tabelle IX-2: Die externen Kosten von Emissionen [öS/t] nach Lechner (1998)<sup>148</sup>**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	CO	Staub	CO <sub>2</sub>
Hohe Schäden	97.440	123.760	104.580	3.600	84.000	700
Basisszenario	40.600	72.800	58.100	1.800	42.000	350
Niedrige Schäden	24.500	37.100	28.000	810	7.000	0

Als Emissionswerte wurden die durchschnittlichen Werte des österreichischen Anlagenbestandes mit dem Stand von 1995 herangezogen. Als Bewertung kamen die Werte der externen Kosten aus Tabelle IX-2 zur Anwendung.

Die Ergebnisse der Reihung nach den erläuterten Kriterien ist im Anhang detailliert dargestellt.

Während bei der Reihung nach dem Umweltbelastungsindex und unter Annahme niedriger Schadenskosten – in beiden Fällen erfolgt keine Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen – die Energieträger Gas und Heizöl extra leicht vor den biogenen Energieträgern zu liegen kommen, ändert sich das Ergebnis unter Annahme der Basis Schadenskosten bzw. der hohen Schadenskosten. Hier liegen die meisten biogenen Energieträger vor den fossilen. Werden die nicht internalisierten Schadenskosten als Kriterium herangezogen, so liegen nur im Fall der hohen Schadenskosten die biogenen Energieträger vor Heizöl.

Am Ende der Studie wird als Fallbeispiel ein tatsächlich errichtetes Biomasse-Nahwärmeversorgungssystem mit einer fiktiven dezentralen Wärmeversorgung auf der Basis von Heizöl extra leicht verglichen. Die Nahwärmanlage wurde 1994 errichtet und versorgt über ein Netz von 5000 Meter 98 Abnehmer mit einer gesamten Anschlussleistung von 5,7 MW. Die Anlage verfügt über zwei Biomasse-Kessel mit 4 und 1,5 MW Leistung.

Die beiden Varianten wurden nun betriebswirtschaftlich aus der Sicht der Abnehmer, betriebswirtschaftlich aus der Sicht des Nahwärmebetreibers sowie volkswirtschaftlich in einer Kostenvergleichsrechnung analysiert. Berücksichtigt wurden dabei für den betriebswirtschaftlichen Vergleich die internen Investitions- und Betriebskosten und für den volkswirtschaftlichen Vergleich die um die Steuern verminderten (da Steuern pekuniäre Transfers darstellen) Investitions- und Betriebskosten sowie die nicht internalisierten

<sup>148</sup> Lechner, H., Mayer J., Pierrard R.: Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung. Studie der E.V.A. im Auftrag des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung. Endbericht. – Wien 1998. S. 119.

Schadenskosten aufgrund von Emissionen. Als Emissionsfaktoren wurden wiederum die durchschnittlichen österreichischen Werte nach Stanzel (1995) herangezogen. Die Bewertung dieser Faktoren erfolgt nach Tabelle IX-2. Die sich daraus ergebenden volkswirtschaftlichen Kosten wurden mit einer Diskontrate von 5% über einen Zeitraum von 30 Jahren verbarwertet.

Aus der Sicht der Haushalte sind die Kosten der Biomasse-Nahwärme in etwa gleich hoch wie die Kosten einer dezentralen HEL-Versorgung. Dies ändert sich zu Gunsten der Heizöl-Variante, wenn nur ein Teil der baulichen Maßnahmen für eine Ölheizung erforderlich sind, und wenn auch die Großabnehmer miteinbezogen werden.

Die Wirtschaftlichkeit für den Nahwärmebetreiber ist gegeben, der break even point liegt bei 21 Jahren. Allerdings ist das Ergebnis stark von der Wahl des Diskontsatzes abhängig.

Die ermittelten volkswirtschaftlichen Kosten der Biomasse liegen im Basisszenario um 64% über der HEL-Variante, im Fall der „hohen Schäden“ reduziert sich dieser Betrag auf 40%.

Da die Studie heftig diskutiert wurde, wurden von der E.V.A. „Erläuternde Bemerkungen“ zu der Arbeit erstellt. Darin wurde unter anderem eine Neuberechnung des volkswirtschaftlichen Kostenvergleichs vorgenommen, in dem die aufgrund der Steuern internalisierten Kosten nicht von den Schadenskosten abgezogen wurde. Dies erscheint vor allem deshalb sinnvoll, da die internen Kosten ohnehin bereits um ebendiesen Steuerbetrag (aufgrund des pekuniären Charakters) reduziert wurden. Dadurch verringert sich der volkswirtschaftliche Kostenvorteil der HEL-Variante auf etwa 30%, der im Fall der „hohen Schäden“ weiter abnimmt. Weiters weisen die Autoren darauf hin, dass „für die Vergleiche durchschnittliche Emissionsdaten des österreichischen Bestandes der jeweiligen Heizsysteme verwendet wurden. Deshalb [...] sind weitere Untersuchungen anhand von Marktdaten bzw. Informationen über realisierte Projekte wünschenswert.“<sup>149</sup>

Folgende Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bewertung fanden Berücksichtigung:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:
  - monetäre Aspekte der Endnutzung,
  - Energiedienstleistung
- Ökologische Auswirkungen
  - Luftschadstoffe (gesundheitsschädigend)
  - klimarelevante Emissionen (in Szenario „niedrige Schäden“ keine Berücksichtigung)
- Langfristige, strategische Aspekte

---

<sup>149</sup> Lechner, H., Mayer J., Pierrard R.: Erläuternde Bemerkungen zur E.V.A.-Studie „Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung“. – Wien 1998. S. 2.

- Versorgungssicherheit (wird diskutiert; nicht monetarisiert)

In der folgenden Tabelle sind einige Ergebnisse der Studie im Detail dargestellt.

**Tabelle Anhang IX-3: Reihung der Energieträger/Heizsysteme bezüglich verschiedener Kriterien nach Lechner (1998)<sup>150</sup>**

Abkürzungen: UBI Umwelt-Belastungsindex, HW Heizwerk; EO Einzelofen, ZH Zentralheizung, HEL Heizöl extra leicht, SH Scheitholz, HG tr Hackgut trocken (25%), HG fe Hackgut feucht (35%), Heizöl l. Heizöl leicht, Br. Briketts, KO Kachelofen, Steink. Steinkohle;

UBI [Stanzel]	UBI [Ebericht]	Schadenskosten niedrig	Schadenskosten Basis	Schadenskosten hoch	nicht int. Schadensk. niedrig	nicht int. Schadensk. Basis	nicht int. Schadensk. hoch
Gas HW, EO	HEL EO	Gas	HG tr HW	HG tr HW	HEL	Gas HW	HG tr HW
HEL EO	Gas	Flüssiggas	HG tr ZH	HG tr. ZH	Erdgas	HEL	Erdgas
Gas ZH	HEL ZH, HW	HEL	Rinde HW	Rinde HW	Flüssiggas	Gas EO, ZH	HG tr. ZH
HEL HW, ZH	SH ZH	HG tr HW	SH ZH	HG fe HW	Heizöl	Flüssiggas EO	Rinde HW
SH ZH	SH EO	HG tr ZH	Holz-Br. ZH	SH KO	HG tr. HW	HG tr HW	HG fe ZH
SH EO	HG tr. HW	HG fe HW	HG fe ZH	Gas HW	HG tr. ZH	Flüssiggas ZH	SH ZH
HG tr. HW	Heizöl l. ZH	Heizöl leicht	HG fe HW	Stroh HW	HG fe HW	HG tr ZH	Holz Br. ZH
HG tr. ZH	HG tr. ZH	HG fe ZH	SH KO	Gas EO, ZH	HG fe ZH	Rinde HW	HEL
Heizöl	Heizöl l. HW	SH ZH	Gas HW	Stroh ZH	SH ZH	SH ZH	Flüssiggas EO
HG fe ZH	HG fe ZH	Holz-Br. ZH	Stroh HW	Flüssiggas	Holz-Br. ZH	Holz-Br. ZH	HG fe HW
HG fe HW	HG fe HW	Rinde HW	Gas EO, ZH	Heizöl	Rinde HW	HG fe ZH	Flüssiggas ZH
Kohle	Kohle	SH KO	Stroh ZH	Kohle HW	SH KO	HG fe HW	SH KO
		Stroh HW	Flüssiggas	K. Br. ZH, EO	Stroh HW	SH KO	Stroh HW
		Stroh ZH	Heizöl	Kohle ZH	Stroh ZH	Stroh HW	Stroh ZH
		Heizöl	Kohle HW, ZH	SH –EO	Kohle	Stroh ZH	Heizöl
		Kohle	SH EO	Holz-Br. EO	Holz-Br. EO	Heizöl	Kohle ZH, HW
		SH-EO	Holz-Br. EO	Kohle EO		Kohle HW, ZH	SH EO
		Holz-Br. EO	Steink. EO			SH EO	Holz-Br. EO
						Holz-Br. EO	Kohle EO
						Steink. EO	

### 3. Bioenergie-Cluster Österreich (Clement et al. 1998)

Unter der Projektleitung von Thomas Schröck entstand 1998 am Industriewissenschaftlichen Institut die Studie „Bioenergie-Cluster Österreich“. Diese war von den Bundesministerien für Land- und Forstwirtschaft, für Umwelt, Jugend und Familie, für wirtschaftliche Angelegenheiten und für Wissenschaft und Verkehr in Auftrag gegeben worden. Sie setzt

<sup>150</sup> Lechner, H., Mayer J., Pierrard R.: Vergleich von Energieträgern und Heizsystemen zur Raumwärmeversorgung. Studie der E.V.A. im Auftrag des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung. Endbericht. – Wien 1998. S. 107 f., 122 ff., 129 ff.

sich insofern von den anderen in diesem Kapitel vorgestellten Studien ab, als die Zielsetzung nicht primär in der Erhebung der volkswirtschaftlichen Effekte bestand, sondern auch eine umfassende Darstellung des Bioenergie-Marktes, seiner möglichen wirtschaftlichen Potentiale sowie der Ausarbeitung von Maßnahmeempfehlungen einschloss. Damit bildet die eigentlich volkswirtschaftliche Analyse nur einen Teilbereich der Arbeit.

Betrachtet wurden als Segmente des Bioenergie-Marktes Anlagenhersteller (Klein- und Großanlagen), Biodiesel, Biogas, Consulter, Fernwärmenetze und industrielle Anlagenbetreiber. In diesen Bereichen wurde eine umfassende Datenerhebung betriebswirtschaftlicher und technischer Kennzahlen, sowie vorhandener Kooperationen mit anderen Akteuren und Hemmnisse erfasst.

Auf Basis dieser Daten – und unter Abschätzung des durch die Fragebögen erfassten Marktanteils – wurde für jedes dieser Segmente Umsatzvolumen, Beschäftigte, Vorleistungsquote (in- und ausländisch) u.ä. erhoben. Aufgrund dieser Basis wurde die direkte Wertschöpfung und Beschäftigung in den einzelnen Bereichen ermittelt. Indirekte Wertschöpfungseffekte errechneten die Autoren mit Hilfe der erhobenen Vorleistungsquote, der Bereichszählung 1995, der Produktions- und Güterkonten sowie der I/O-Tabelle der Statistik Österreich. Mittels Multiplikatoren wurden induzierte Wertschöpfungseffekte abgeschätzt. Aus der indirekten Wertschöpfung ergaben sich – mit Hilfe von Beschäftigungsmultiplikatoren – die indirekten Beschäftigungseffekte.

Aufgrund dieser Ergebnisse ergibt sich für das Jahr 1997 eine gesamte (d.h. direkte, indirekte und induzierte) Wertschöpfung von etwa 10,2 Mrd. öS. Etwa 2/3 entfällt dabei auf die Biomassekleinanlagen und mehr als die Hälfte auf den Primärsektor, d.h. in erster Linie auf die Bereitstellung biogener Energieträger durch die Land- und Forstwirtschaft. Anzumerken ist, dass im Segment Biogas keine Wertschöpfungseffekte für die Land- und Forstwirtschaft generiert werden, da „die eingesetzten Rohstoffe monetär nicht bewertbar“<sup>151</sup> sind, und die Bereitstellung zumeist durch den Betreiber selbst erfolgt.

Die Beschäftigung im Bereich Bioenergie betrug 1997 insgesamt (d.h. mit Berücksichtigung indirekter und induzierter Effekte) 21.900 Arbeitsplätze. Knapp 80% der direkten und indirekten Beschäftigung liegen im Primärsektor vor, über 90% davon im Bereich der Kleinanlagen. Im Segment Biogas wird im Primärsektor keine Beschäftigung ausgewiesen, da sich die Berechnung an der Ermittlung der Wertschöpfung orientiert.

---

<sup>151</sup> Clement, Werner, Thomas Schröck u.a.: Bioenergie-Cluster Österreich. Langfassung. Hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Abt. II/1. – Wien 1998. S. 190.

Im Anschluss an diese volkswirtschaftlichen Überlegungen untersuchten die Autoren segmentweise Stärken und Schwächen, sowie Maßnahmenempfehlungen und Möglichkeiten zur engeren Kooperation im Rahmen eines Clusters.

Den Abschluss der Studie bildet eine Szenarioanalyse, in der für drei Annahmen (business as usual, best case, worst case) die Wertschöpfung und Beschäftigungsentwicklung bis 2008 prognostiziert wird. Während im best case die Wertschöpfung auf etwa 19 Mrd. öS und die Beschäftigung auf 43.000 Arbeitsplätze steigt, reduziert sich diese im worst case-Szenario auf 9 Mrd. öS bzw. 19.000 Arbeitsplätze.

In der Studie Bioenergie-Cluster werden folgende Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bewertung betrachtet:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:
  - Monetäre Aspekte der Endnutzung
  - Energiedienstleistung
  - Brennstoffbereitstellung
  - Anlagenhersteller
- Nationalökonomische Effekte
  - Beschäftigung
  - Wertschöpfung
  - Auswirkungen auf bestimmte Branchen

#### **4. Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse (Pichl et al. 1999)**

Das WIFO erstellte zusammen mit BIOS und dem Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Graz im Auftrag der Wirtschaftskammer im Jahr 1999 die Studie „Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft. Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse“. Nach einer Übersicht über die Stellung erneuerbarer Energien in Österreich im ersten Kapitel findet sich in Kapitel zwei der Kern der Arbeit, die „Modellgestützte makroökonomische Evaluierung des vermehrten Einsatzes von Energie aus Biomasse“.

Untersuchungsgegenstand sind die wesentlichsten Technologien der Biomassenutzung und deren mögliche Kombination mit verschiedenen Biomasse-Brennstoffen.

Als Modellansatz dient die allgemeine Gleichgewichtsanalyse – die Erweiterung der I/O-Analyse durch die Einbeziehung preisabhängiger, flexibler Input-Koeffizienten. Die Beziehungen der Volkswirtschaft werden dabei in Form von Gleichgewichten auf den Märkten der Produktionsfaktoren, der Güter- und Dienstleistungen sowie von Vorleistungen dargestellt. Durch einen Preis-Anpassungsmechanismus wird die Übereinstimmung von

Angebot und Nachfrage erreicht, lediglich am Arbeitsmarkt wird aufgrund des Bestehens von Arbeitslosigkeit nicht der Lohnsatz, sondern die Menge eingesetzter Arbeitskräfte variiert. Angenommen wird, dass eine Technologie dann eingesetzt wird, wenn der Gesamtpreis der Energiebereitstellung aus dieser Technologie höchstens gleich hoch wie der aus einer fossilen Referenz-Technologie ist. Dies bewirkt eine Nachfrageerhöhung in jenen Sektoren, die diese Technologie bereitstellen, und eine Nachfragesenkung in jenen Sektoren, die die substituierte Technologie beliefert hätten. Jede dieser Mengenänderung bewirkt eine Preisänderung auf den entsprechenden Märkten. Aufgrund der Maastricht-Kriterien wird angenommen, dass in den Budgets der öffentlichen Haushalte wenig Spielraum existiert. Daher müssen Förderungen für Biomasse aus Mehreinnahmen (z.B. höhere Steuereinnahmen aufgrund einer Gesamt-Produktionserhöhung) oder einer Reduktion der Staatsnachfrage finanziert werden. Weiters wird die Leistungsbilanz langfristig als nicht variabel angesehen. Dem Modell liegen Annahmen eines Nachfrage- und Angebotspotentials zugrunde, das jedoch hinsichtlich der konkurrierenden Nachfrage aus der Papier- Zellstoff- und Plattenindustrie differenziert zu sehen ist.

Positive Beschäftigungs- und BIP-Effekte entstehen dann, wenn für die jeweilige Technologie hohe Biomasse-Potentiale zur Verfügung stehen und hohe Arbeitsintensitäten auftreten. Liegen die Biomassekosten über der Referenztechnologie, sodass hohe Subventionen nötig sind, entsteht allerdings ein dämpfender Effekt auf die Volkswirtschaft, der unter Umständen den expansiven Effekt, der aufgrund der Arbeitsintensität der Biomasetechnologie entsteht, aufheben kann.

Im einzelnen wird dieses System auf alle betrachteten Technologien angewandt. Unter der Annahme, dass der Staat so hohe Förderungen gewährt, dass die Biomasse gerade konkurrenzfähig in Bezug auf die Referenztechnologie ist, werden die Auswirkungen auf den zusätzliche Biomasse-Einsatz, gesamtwirtschaftliche Indikatoren (Beschäftigung und BIP), CO<sub>2</sub>-Emissionen, Budgetstruktur (lohnbasierte Einnahmen, Förderungen für Biomasse, Staatsnachfrage, Netto-Kosten der Biomasse-Strategie), Außenhandel (Bereich Energie) und zusätzliche Energiebereitstellung aus Biomasse (Wärme, Treibstoff, Elektrizität) analysiert.

Im Anschluss werden anhand des Modells die Effekte einer CO<sub>2</sub>-Steuer analysiert.

Der Berechnung der Gesamt-Kosten zur Energiebereitstellung aus den verschiedenen Technologien wurde ein Zinssatz von 6,84% (10-Jahresschnitt der österreichischen Sekundärmarktrendite) zugrunde gelegt. Der Beobachtungszeitraum ist 20 Jahre. Die Stromeinspeisetarife wurden für Kleinanlagen mit 1,- öS/kWh und für Großanlagen mit 60g/kWh angenommen.

Die bei einer verstärkten Nutzung von Biomasse auftretenden makroökonomischen Effekte sind in Tabelle IX-4 dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde eine Beziehung auf die Energiebereitstellung durch Biomasse vorgenommen.

**Tabelle IX-4: Volkswirtschaftliche Effekte der Förderung von Biomasse nach Pichl et al. 1999**

Erläuterungen: Agenda: inkludiert die entsprechend der Agenda 2000 festgelegten Flächenprämien, um die sich die Kosten des Rapsanbaus reduzieren; unter Netto-Kosten sind die im Budget der öffentlichen Haushalte wirksamen Effekte zusammengefasst;

Art der Nutzung	Absolute Effekte			Energiebereitstellung			Relative Effekte			
	Besch. BIP [AP]	Netto- Kosten [%]	Netto- Kosten [Mio öS]	Treib- stoff [TWh]	Elektri- Wärme [TWh]	Wärme [TWh]	Besch. BIP [AP/TWh]	Subv.- bed. [%/TWh]	Netto- Kosten [g/kWh]	
<b>Einzelhaus und Mikronetze</b>										
Scheitholz	1719	0,023	-229			1,210	1421	0,019	0	-19
Pellets Industrie	1085	0,001	117			1,210	897	0,001	19	10
Pellets LW	11108	-0,087	3558			6,730	1651	-0,013	61	53
WHG	2635	-0,135	2850			8,907	296	-0,015	28	32
<b>kleine KWK</b>										
KWK LW Biogas	393	-0,012	320		0,806	1,493	171	-0,005	11	14
KWK Klärgas	332	0,007	-34		0,120	0,222	972	0,021	0	-10
KWK Deponiegas	261	0,005	-27		0,094	0,174	974	0,019	0	-10
KWK Rapsöl (Agenda)	45	-0,021	412		0,404	0,674	42	-0,019	31	38
KWK AME	264	0,002	12		0,066	0,110	1499	0,011	29	7
<b>Nahwärmeanlagen</b>										
NW IHG	1507	0,019	-165			2,003	752	0,009	0	-8
NW WHG	8666	0,027	928			8,556	1013	0,003	20	11
NW Rinde	208	0,004	-20			0,315	660	0,013	0	-6
NW Pellets (Ind)	1819	0,018	-47			1,578	1153	0,011	17	-3
NW Pellets (LW)	14181	-0,015	2907			6,730	2107	-0,002	64	43
NW Stroh	96	-0,046	907			2,722	35	-0,017	25	33
<b>Stromproduktion in großen KWK</b>										
KWK IHG	-356	-0,018	316		0,286		-1244	-0,063	91	110
KWK WHG	-770	-0,098	1955		1,222		-630	-0,080	140	160
KWK Rinde	-56	-0,002	37		0,045		-1244	-0,044	64	82

Es ist deutlich erkennbar, dass in erster Linie bei der Förderung derjenigen Technologien, die keinen (bzw. nur einen geringen) Förderbedarf aufweisen, ein positiver Beitrag zum Budget und zum BIP zu erwarten ist. Das sind Scheitholz, KWK aus Klär- und Deponiegas sowie Nahwärme aus Industriehackgut und Rinde.

Mit Ausnahme der KWK aus Rinde und IHG sind jedoch überall positive Beschäftigungseffekte zu verzeichnen.

In Tabelle IX-5 sind die Ergebnisse des Modells bei Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer dargestellt. Bei einer Einhebung von 10g/kg und der Verwendung der Mittel zur Förderung von Biomasse werden nur die Technologien eingesetzt, die bereits in der Ausgangssituation

betriebswirtschaftlich rentabel sind: Scheitholz, Nahwärme aus IHG, Rinde und WHG, KWK aus Klär- Deponie- und Biogas und Altmethylester. Bei einer Steuer von 20g/kg kommen zusätzlich Nahwärme aus Stroh und Rapsmethylester (bei einer Flächenprämie entsprechend Agenda 2000) zum Einsatz. Da angenommen wird, dass das Potential einer Technologie voll ausgeschöpft wird, bevor die nächst teurere Verwendung findet, scheinen einige Biomasse-Brennstoffe hier nicht auf (z.B. Pellets).

**Tabelle IX-5: Effekte einer CO<sub>2</sub>-Steuer nach Pichl et al. 1999**

Erläuterungen: 10g/kg bedeutet eine CO<sub>2</sub>-Steuer in dieser Höhe. Das eingenommene Geld kommt nicht der Biomasse zugute, sondern wird zum „Stopfen von Budgetlöchern“ verwendet. 10 g/kg +Förderung+Kapazitätseffekte bedeutet, dass aus den Mitteln der CO<sub>2</sub>-Steuer Biomasse gefördert wird. Weiters sind hier auch Kapazitätseffekte (wie z.B. der Ausbau von Fernwärmenetzen) berücksichtigt.

Steuerbetrag	Absolute Effekte			Energiebereitstellung			Relative Effekte		
	Besch. BIP		Netto-Kosten [Mio öS]	Treib- stoff [TWh]	Elektri- zität [TWh]	Wärme [TWh]	Besch. BIP		Netto-Kosten [g/kWh]
	[AP]	[%]					[AP/TWh]	[%/TWh]	
10g/kg	3531	0,011	-4,118	0,000	0,214	3,981	842	0,003	-982
10 g/kg + Förderung + Kapazitätseffekte	17751	0,182	-3,398	0,200	1,019	14,030	1164	0,012	-223
20 g/kg	3100	-0,042	-1,758	0,200	0,214	3,981	705	-0,010	-400
20 g/kg + Förderung + Kapazitätseffekte	18565	0,099	-4,646	1,425	1,019	16,752	967	0,005	-242
30g/kg	2787	-0,111	-2,417	1,671	0,214	3,981	475	-0,019	-412
30 g/kg + Förderung + Kapazitätseffekte	16029	0,096	-5,003	1,425	1,019	16,752	835	0,005	-261

Es zeigt sich, dass die Auswirkungen auf das Budget in allen Fällen der CO<sub>2</sub>-Besteuerung positiv sind, und das BIP steigt, sofern die Mittel für die Förderung von Biomasse eingesetzt werden. Durch dieses Ergebnis bekommt diese Studie vor allem für die Gestaltung von Maßnahmen für die Verbreitung von Biomasse Bedeutung: Werden die Subventionen für Biomasse aus einer CO<sub>2</sub>-Steuer finanziert, zeigen sich stärkere positive Effekte als bei alleiniger Einführung einer der beiden Maßnahmen.

Die Autoren weisen darauf hin, dass das BIP in seiner traditionellen Definition ausgewiesen wird. Das heißt, dass externe Kosten – z.B. aus CO<sub>2</sub>-Emissionen – nicht berücksichtigt wurden.

In den weiteren Abschnitten der Studie werden Entwicklungslinien für Biomasse-Technologien, eine Abschätzung des dynamischen Impulses auf den österreichischen Anlagenbau und industrienaher Dienstleistungsunternehmen, sowie das Angebot an pflanzlicher Biomasse und die Transportfrage erläutert.

Folgende Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bewertung finden in der Studie Berücksichtigung:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:

- monetäre Aspekte der Endnutzung
- Ökologische Auswirkungen
  - klimarelevante Emissionen
- Nationalökonomische Effekte
  - Beschäftigung
  - Wertschöpfung
  - Auswirkungen auf bestimmte Branchen
  - Auswirkungen auf den Staatshaushalt
  - Handelsbilanz

In der folgenden Tabelle sind einige Ergebnisse der Studie im Detail dargestellt.

**Tabelle Anhang-IX-6: Ergebnisse der WIFO-Studie „Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft“**

Art der Nutzung	Absolute Effekte			Energiebereitstellung			Relative Effekte			
	Besch. BIP		Netto-Kosten	Treibstoff	Elektrizität	Wärme	Besch. BIP		Subv.-bed.	Netto-Kosten
	[AP]	[%]	[Mio öS]	[TWh]	[TWh]	[TWh]	[AP/TWh]	[%/TWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Einzelhaus und Mikronetze										
Scheitholz	1719	0,023	-229			1,210	1421	0,019	0	-19
Pellets Industrie	1085	0,001	117			1,210	897	0,001	19	10
Pellets LW	11108	-0,087	3558			6,730	1651	-0,013	61	53
WHG	2635	-0,135	2850			8,907	296	-0,015	28	32
kleine KWK										
KWK LW Biogas	393	-0,012	320		0,806	1,493	171	-0,005	11	14
KWK Klärgas	332	0,007	-34		0,120	0,222	972	0,021	0	-10
KWK Deponiegas	261	0,005	-27		0,094	0,174	974	0,019	0	-10
KWK Rapsöl (Agenda)	45	-0,021	412		0,404	0,674	42	-0,019	31	38
KWK Rapsöl	-606	-0,055	985		0,404	0,674	-562	-0,051	72	91
KWK RME (Agenda)	-43	-0,029	558		0,405	0,674	-40	-0,027	43	52
KWK RME	-658	-0,061	1116		0,404	0,674	-611	-0,057	83	104
KWK AME	264	0,002	12		0,066	0,110	1499	0,011	29	7
Nahwärmeeinrichtungen										
NW IHG	1507	0,019	-165			2,003	752	0,009	0	-8
NW WHG	8666	0,027	928			8,556	1013	0,003	20	11
NW Rinde	208	0,004	-20			0,315	660	0,013	0	-6
NW Pellets (Ind)	1819	0,018	-47			1,578	1153	0,011	17	-3
NW Pellets (LW)	14181	-0,015	2907			6,730	2107	-0,002	64	43
NW Stroh	96	-0,046	907			2,722	35	-0,017	25	33
Stromproduktion in großen KWK und Zufeuerung										
KWK IHG	-356	-0,018	316		0,286		-1244	-0,063	91	110
KWK WHG	-770	-0,098	1955		1,222		-630	-0,080	140	160
KWK Rinde	-56	-0,002	37		0,045		-1244	-0,044	64	82
KWK Pellets (Ind)	-214	-0,019	363		0,225		-950	-0,084	155	161
KWK Pellets (LW)	1290	-0,114	2689		0,961		1342	-0,119	270	280
Zufeuerung IHG	-3133	-0,147	2504		1,030		-3042	-0,143	192	243
Zufeuerung WHG	-8563	-0,756	14426		4,400		-1946	-0,172	279	328
Zufeuerung Rinde	-483	-0,020	318		0,162		-2983	-0,123	144	196
Zufeuerung Pellets (Ind)	-2032	-0,144	2687		0,811		-2504	-0,177	305	331
Zufeuerung Pellets (LW)	5323	-0,829	18711		3,461		1538	-0,240	510	541
Biotreibstoffe										
AME	487	0,010	0	0,200			2435	0,050	5	0
RME (Agenda)	751	-0,010	560	1,225			613	-0,008	19	46
RME (Hybridraps Agenda)	1076	0,000	470	1,472			731	0,000	7	32
RME (ohne KPfIA)	229	-0,040	1180	1,225			187	-0,033	58	96

### 5. **Biocosts (Großcurth et al. 1998)**

„Total Costs and Benefits of Biomass in Selected Regions of the European Union“ lautet der volle Titel des Projekts Biocosts, das 1998 im Rahmen des Joule III-Programms abgeschlossen wurde. Unter der Koordination von Helmut-Michael Großcurth vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung analysierten zehn europäische Forschungsinstitutionen anhand von Fallstudien die Kosten und ökologischen Auswirkungen verschiedener Biomasse-Technologien. Das Ziel war, eine umfassende Darstellung der ökonomischen und ökologischen Effekte der energetischen Biomasse-Nutzung vorzunehmen.

Dabei wurden 6 KWK-Anlagen in Schweden, Portugal, Dänemark, Großbritannien und Deutschland sowie die Produktion von Rapsmethylester in Deutschland und die von „Ethyl tertiär butyl ether“ in Frankreich zu Transportzwecken untersucht. Die Anlagen weisen elektrische Leistungen von 0,22 bis 9 MW und thermische Leistungen von 0,22 bis 27 MW auf. Als Biomasse-Brennstoffe kommen Waldhackgut, Kurzumtriebshackgut, Biogas, und Rapsöl zum Einsatz.

Neben einer Darstellung der technischen und betriebswirtschaftlichen Daten wurde eine Untersuchung der Emissionen vorgenommen und Auswirkungen auf Biodiversität, Boden, Wasser und Landschaftsbild qualitativ diskutiert. Indirekte Emissions- und Beschäftigungseffekte wurden mittels eines I/O-Modells bestimmt. Die gesundheitsgefährdenden Schadstoffemissionen wurden monetär bewertet. Unter der Annahme von jeweils relevanten fossilen Referenztechnologien wurden die CO<sub>2</sub> -Reduktionen bestimmt und aus den internen und externen Kosten CO<sub>2</sub> -Vermeidungskosten ermittelt. Um die Auswirkungen verschiedener Standorte auszublenken, wurden die entsprechenden Werte auch unter der Annahme ermittelt, dass sich die Anlagen in Lauffen (Deutschland) befinden.

Die Autoren diskutieren ausführlich, warum sie das Instrument der Kosten-Nutzen-Analyse und der externen Kosten für den Fall des Klimaschutzes als nicht geeignet ansehen. Der Grund ist vor allem in Fragen der intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit zu sehen, die einer Reihe von Unsicherheiten und ethischen Bewertungen unterliegen. Daraus resultieren auch die enormen Bandbreiten externer Kosten klimarelevanter Emissionen in der Literatur. „Strong sustainability“ stellt im Gegensatz dazu nach Ansicht der Autoren das angemessene Konzept zur Bewertung klimarelevanter Effekte dar.

Sowohl die Brennstoff-Produktion, als auch die eigentliche Energie-Umwandlung, sowie die Entsorgung etwaiger Reststoffe etc. werden behandelt. Die Schwerpunkte der ökologischen Analyse sind:

- Auswirkung von Luft-Schadstoffemissionen auf die menschliche Gesundheit
- Auswirkungen von Treibhausgasen auf das Klima

- Auswirkungen der Brennstoff-Produktion auf die lokale Biosphäre
- Auswirkungen auf das Landschaftsbild (v.a. da dadurch Widerstand in der Bevölkerung zu befürchten ist)

Die beiden letzten Punkte werden nicht quantitativ untersucht. An Emissionen wurden VOC, CO, NO<sub>x</sub>, Staub, SO<sub>2</sub> und klimarelevante Emissionen analysiert.

Zur Berechnung der Kosten der Energieproduktion wurde ein Zinssatz von 5% angenommen.

Zwei der betrachteten Fälle sind unter den derzeitigen Rahmenbedingungen betriebswirtschaftlich rentabel, (Wirbelschicht in Schweden und der Einsatz von Waldhackgut in einer portugiesischen Plattenfabrik) eine Anlage wird durch die Internalisierung der externen Kosten der Luftschadstoffe (ohne CO<sub>2</sub>) rentabel (Einsatz von Kurzumtriebshackgut in einer portugiesischen Plattenfabrik) und die restlichen Anlagen weisen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten etwa in der Höhe der von ExternE angegebenen Schadenskosten-Bandbreite von 207 – 578 öS/t CO<sub>2</sub> (15-42 ECU/t). Eine Ausnahme stellt der Einsatz von Rapsöl in einer deutschen KWK mit deutlich höheren Kosten dar.

Während im Fall SO<sub>2</sub> Biomasse immer einen Vorteil gegenüber den fossilen Referenztechnologien aufweist, ist die Lage bei den anderen Luftschadstoffen eher unklar. Bei den betrachteten Anlagen zeigt sich ein Vorteil gegenüber Kohle und Öl, nicht aber bei Gas. Insbesondere bei NO<sub>x</sub> sehen die Autoren Handlungsbedarf bei der Errichtung neuer Anlagen.

Die Beschäftigungseffekte liegen bei den meisten Anlagen etwa im Bereich von 0,5 bis 2,5 h/MWh (310 – 1560 AP/TWh).

Marktkonforme Anreize sollten in Zukunft stärker eingesetzt werden, um Biomasse zu fördern. Die Höhe von Steuern und Subventionen soll sich dabei aufgrund der bestehenden Unsicherheiten nicht nach der Höhe der externen Kosten, sondern entsprechend dem „Standard-price-approach“ nach den mit der Maßnahme verfolgten Zielen.

In der Biocosts-Studie werden folgende Dimensionen der volkswirtschaftlichen Bewertung analysiert:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte:
  - Monetäre Aspekte der Endnutzung
  - Energiedienstleistung
- Ökologische Auswirkungen
  - Luftschadstoffe (gesundheitsschädigend)
  - klimarelevante Emissionen
  - (Eutrophierung/Versäuerung von Wasser und Boden)
  - (Biodiversität)

- (Ressourcenverzehr)
- (Landschaftsbild)
- Nationalökonomische Effekte
  - Beschäftigung

## 6. *Andere österreichische Arbeiten zu volkswirtschaftlichen Aspekten der Biomasse*

In diesem Abschnitt sind Arbeiten zusammengefasst, die entweder nur einen Teilaspekt einer volkswirtschaftlichen Bewertung analysieren, oder aufgrund ihres geringeren Umfangs hier nur kurz Erwähnung finden sollen.

Im Auftrag der Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern führten Steinmüller und Pollak 1997 eine Kurzstudie über die Beschäftigungseffekte von Nahwärmeanlagen in Abhängigkeit des eingesetzten Brennstoffes durch.<sup>152</sup>

Aufgrund des finanziellen bzw. zeitlichen Aufwandes für die Errichtung und den Betrieb der Anlagen und der Branchenkennzahlen, die die Betriebsleistung bezogen auf die Personalkosten angeben, sowie einer Annahme von 1600 jährlichen Arbeitsstunden werden die Beschäftigungseffekte eruiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle IX-7 dargestellt.

**Tabelle IX-7: Arbeitsplatzeffekte nach Steinmüller/Pollak (1997)**

	h/MWh	AP/TWh
Nahwärme/Waldhackgut	4,56	2850
Nahwärme/Stroh	1,05	656
Nahwärme/Kurzumtriebsholz	2,2	1375
Biogas	1,31	819

Die insgesamt, bei einer Nutzung eines Potentials von etwa 20 TWh entstehenden Beschäftigungseffekte werden mit 58.300 Arbeitsplätzen angegeben.

Im Rahmen der Marktstudie „Biomasse-Technologien in Österreich“ ermitteln die Autoren bei Realisierung eines Biomasse-Potentials von 39 TWh einen Beschäftigungseffekt von 10.000 bis 15.000 Dauerarbeitsplätzen. Das entspricht etwa 0,41 bis 0,62 h/MWh oder 256 bis 385

<sup>152</sup> Steinmüller, H., Pollak, M.: Beschäftigungseffekte Bioenergie – Kurzstudie im Auftrag der PRÄKO. Endbericht. – Wien 1997.

Arbeitsplätze/TWh. Auf die Berechnungsannahmen und –methodik wird von den Autoren nicht eingegangen.

Heinz Kopetz fasste 1998 vier Studien zu Beschäftigungseffekten durch erneuerbare Energien zusammen.<sup>153</sup> In der Studie der Universität Linz wird ein Plan entworfen, in dem Arbeitslose in den Bereichen Solarenergie, Photovoltaik, Wärmedämmung und Forstwirtschaft (einschließlich Holz als Energiequelle) ausgebildet werden. Die Finanzierung der Schulung und Reintegration in den Arbeitsmarkt soll durch eine CO<sub>2</sub>-Steuer in der Höhe von 125 öS/t CO<sub>2</sub> finanziert werden. Im Bereich Wärmedämmung kommen die Autoren auf eine Beschäftigung von 21.100 Arbeitsplätzen bei einer Einsparung von 7,4 TWh fossilen Energieträgern (2834 AP/TWh), im Bereich Solarkollektoren auf 19.500 Arbeitsplätze und 6,1 TWh ersetzter fossiler Energie (3196 AP/TWh) und im Bereich Holz auf 10.100 Arbeitsplätze mit 24,2 TWh ersparter fossiler Energie (417 AP/TWh).

Die zweite von Kopetz zitierte Studie ist die in diesem Abschnitt bereits besprochene Studie von Steinmüller und Pollak (1997). Im „Toronto-Technologieprogramm“ werden 34 Maßnahmen zum Klimaschutz bewertet, wovon einige (7,8 TWh) Biomasse betreffen. Durch die entstehenden Technologieinvestitionen rechnen die Autoren mit 12.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen (1538 AP/TWh).

In „Das österreichische Biomasseprogramm“ des Biomasseverbands wird ein Plan für die Nutzung eines im Zeitraum von 8 Jahren zur Verfügung stehenden Biomassepotentials von etwa 17 TWh vorgestellt. Aufgrund dieses Programms rechnen die Autoren mit 30.000 Arbeitsplätzen (1765 AP/TWh).

Kopetz folgert daher, dass bei einer konsequenten Realisierung von Maßnahmen im Umweltbereich eine zusätzliche Beschäftigung von 30.000 bis 50.000 Personen möglich ist.

Andreas Keel<sup>154</sup> ermittelte Beschäftigungseffekte der Errichtung von 2200 Hackschnitzelanlagen mit einer mittleren Kesselleistung von 500 kW in der Schweiz (das bedeutet einen Energieeinsatz von etwa 790 GWh). Diese Maßnahme würde je 370 Arbeitsplätze in der Holzwirtschaft, der Investitionsgüterproduktion (z.B. Holzhacker) und zur Produktion der Heizanlagen generieren. Weitere 110 Arbeitsplätze entstünden im Service-Bereich. Unter der Annahme eines Arbeitsplatzmultiplikators von 1,5 zur Abschätzung der

---

<sup>153</sup> Kopetz, Heinz: Energiepolitik als Beschäftigungsfaktor. – In: Beschäftigungspotentiale im ländlichen Raum. 27. Internationales Symposium. Ökosoziales Forum Österreich. – Brunn am Gebirge 1998.

<sup>154</sup> Keel, Andreas: Arbeitsplätze durch Biomassenutzung. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband vom 20. November 1997. Inhaltliche Gestaltung, Organisation: Dipl. Ing. Dr. Adolf Groß, Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. VIa.

indirekte Beschäftigungseffekte, ergeben sich insgesamt etwa 1100 Arbeitsplätze (1392 AP/TWh). Mit Hilfe einer Analyse der Hackschnitzelkette, sowie der Ölkette wird gezeigt, dass im ersten Fall etwa doppelt so viele Arbeitsplätze geschaffen werden wie im zweiten. Die Zusatzkosten aufgrund der höheren Investitions- und Brennstoffkosten belaufen sich auf jährlich 90 Mio. Franken.

Der Autor betont, dass der Einsatz von Biomasse-Heisanlagen nicht die Spannungen am Arbeitsmarkt zu lösen im Stand sein kann, jedoch einen bescheidenen Beitrag *auch* zu diesem Problem liefern kann.

Als entscheidendes Kriterium zur Bewertung erneuerbarer Energieträger zieht Kurt Schauer<sup>155</sup> den Flächenbedarf [m<sup>2</sup>/MJ] heran. Das Ergebnis hängt stark von der Ausgestaltung des Biomasse-Prozesses ab, sodass eine einfache, pauschale Aussage bezüglich der Priorität eines bestimmten Energieträgers nicht möglich ist.

Sophie Wolschek diskutiert und vergleicht in ihrer Diplomarbeit<sup>156</sup> die Studien „Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung“ (Schönbäck 1996) und „Vergleichende Bewertung verschiedener Heizsysteme“ (E.V.A. 1998).

An der E.V.A. Studie werden vor allem jene Aspekte kritisiert, die in den von der E.V.A. herausgegebenen „Erläuternden Bemerkungen“ korrigiert wurden<sup>157</sup>.

Bei der Diskussion der Kosten-Nutzen-Analyse in „Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung“ kommt die Autorin zu dem Ergebnis, dass der Nutzeffekt „Zeitersparnis“ zu hoch bewertet wurde, was aus Knoflacher et al.<sup>158</sup> abgeleitet wurde. Dies ist insofern von Relevanz, als die Sensitivität des Ergebnisses gegenüber diesem Parameter von den Autoren als groß angegeben wurde.

Als Ursache für die verschiedenen Ergebnisse der beiden Studien werden folgende Faktoren genannt:

- Die Verschiedenartigkeit der betrachteten Anlagen.

---

<sup>155</sup> Schauer, Kurt: Ein nachhaltiges Energiesystem für Österreich mit Solartechnologien und Biomasse: Technologien – Potentiale – Bewertung – Umsetzbarkeit – Kosten – Maßnahmen. Dissertation an der Technischen Universität Graz. – Graz 1994.

<sup>156</sup> Wolschek, Sophie: Kosten-Nutzen-Analyse und volkswirtschaftliche Kostenvergleichsrechnung als Bewertungsmethoden für Biomasse-Nahwärmenetze. Fallbeispiel: betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung eines Biomasse-Mikronetzes. Diplomarbeit an der TU-Wien. – Wien 1999.

<sup>157</sup> vgl. Kapitel 2

<sup>158</sup> Knoflacher, M. et al.: Ökologischer Vergleich der Energieträger Erdgas, Heizöl, Holz und Kohle im Raumwärmebereich. Studie des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf im Auftrag der OMV Aktiengesellschaft. – Wien 1997.

- Die Auswahl der direkten, indirekten, realen und intangiblen Effekte: Während in Schönböck (1996) die Zeitersparnis und die Versorgungssicherheit (letztere jedoch nicht monetarisiert) als Nutzeffekte bewertet wurden, ist dies bei E.V.A. (1998) nicht der Fall.
- Die Emissionsfaktoren basieren in Schönböck (1996) auf Messungen an der Anlage, bei E.V.A. (1998) wurden jedoch Literaturwerte herangezogen.
- Die Diskontrate wird von Schönböck (1996) mit 4% und 50 Jahren Planungszeitraum angenommen, bei E.V.A. (1998) mit 5% und 30 Jahren.
- Die Betriebskosten der Nahwärmanlage steigen bei Schönböck (1996) mit zunehmendem Alter der Anlage, während sie bei E.V.A. (1998) als konstant angenommen werden.

Die abschließende Fallstudie, bei der die Kosten einer existierenden Nahwärmeversorgung auf Basis von Biomasse mit der auf Basis von HEL verglichen werden, ergibt unter der Annahme von 2,5% realem Zinssatz und 30-jährigem Planungszeitraum ein von der Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen abhängiges Ergebnis: Während bei der Annahme von 350,- öS/t CO<sub>2</sub> HEL geringere Kosten aufweist, als Biomasse, ergeben sich mit 870,- öS bzw. 2000,- öS/t CO<sub>2</sub> geringere Kosten bei Errichtung und Betrieb einer Biomasse-Nahwärmanlagen.

In seiner Diplomarbeit „Volkswirtschaftliche Effekte der Biomassenutzung“ errechnet Jürgen Weißbacher mittels einer I/O-Analyse die volkswirtschaftlichen Effekte einer Umstellung aller Ölheizungen auf Biomasse innerhalb der nächsten 20 Jahre. Demnach müssten jährlich etwa 3400 Stückholz-, 8500 Hackschnitzel- und 220.000 Pelletsanlagen installiert werden. Daraus würde ein jährlicher zusätzlicher Produktionswert von 60 Mrd. öS und ein Wertschöpfungseffekt von 28 Mrd. öS entstehen, wobei die Verluste in der erdölverarbeitenden Industrie vor allem durch Gewinne in der Holzverarbeitenden Industrie und der Forstwirtschaft wettgemacht und übertroffen werden. Auf die Beschäftigung wirkt sich die Substitution der Ölheizungen durch Biomasse mit 29.000 Arbeitsplätzen aus. Die Zahlungsbilanz verbessert sich um 23 Mrd. öS aufgrund der reduzierten Ölimporte.

Betrachtet wurden in dieser Arbeit nicht die Effekte durch den Konsum- und Investitionskreislauf und die Subventionsvergabe durch den Staat.

Die Literatur der ökologischen Aspekte der Biomassenutzung ist umfangreich. Da eine genaue Diskussion dieser Arbeiten den hier zur Verfügung stehenden Rahmen sprengen

würde, werden hier nur einige Beispiele für life-cycle-Analysen angegeben, ohne jedoch genauer auf diese einzugehen:

- Resch, G.: Life cycle inventory of a biomass fired combined heat and power plant. Technical University of Graz. In: Biomass and Bioenergy 1997 Vol. 80.
- Stockinger H., Obernberger I.: Life cycle analysis of district heating with biomass. In: Proc. of the 10<sup>th</sup> European Bioenergy Conference. – Würzburg 1998.
- Jungmeier, Resch, Spitzer: Environmental burdens over the entire life cycle of a biomass CHP plant. In: Biomass and Bioenergy 1998 Vol 15.
- Meister, Franz: Life Cycle Umweltbilanz von österreichischen Heizsystemen. Tagungsbeitrag zur Fachtagung und Kooperationsbörse Erneuerbare Energieträger. – St. Pölten 2000.

## **7. Sonstige Studien volkswirtschaftlicher Aspekte im Energiebereich**

Kosz et al. untersuchten 1996 im Rahmen einer hierarchischen Wirtschaftlichkeitsrechnung die ökonomischen Effekte von Wärmedämmungsmaßnahmen.<sup>159</sup> Neben einer betriebswirtschaftlichen Analyse wurden in der gesamtstaatlichen Untersuchung eine volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse, eine klimapolitische Zielerreichungsanalyse, sowie eine volkswirtschaftliche Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steueraufkommensanalyse durchgeführt. Die monetäre Bewertung der Emissionen erfolgte analog zu Schönböck (1996). Neben der betriebs- und volkswirtschaftlichen Rentabilität werden auch CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten angegeben. Soll das Toronto-Ziel der Haushalte zur Gänze mittels Wärmedämmung abgedeckt werden, so ergeben sich Kosten von 1540 öS/t und 1643 öS/t CO<sub>2</sub>.

Das Forschungszentrum Seibersdorf<sup>160</sup> verglich 1997 im Auftrag der OMV die ökologischen Auswirkungen von Erdgas, Heizöl, Holz und Kohle jeweils in Kombination mit den Heizanlagen Einzelofen, Etagen- und Zentralheizung sowie Hackschnitzelheizwerke. Dabei wurden für jeden dieser Energieträger die Faktoren Flächenbeanspruchung, Materialeinsatz, Energieeinsatz, Emissionen in die Luft und Wasser sowie Abfälle analysiert und den folgenden Indikatorgruppen zugeordnet: Flächenbedarf, Energiebedarf, Treibhauseffekt, Bildung photochemischer Oxidantien (Ozonvorläufer C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> und NO<sub>x</sub>), Versauerung (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Eutrophierung (NO<sub>x</sub>), Abfälle, Humantoxizität, Ökotoxizität, Beeinträchtigung der

---

<sup>159</sup> Kosz, Michael et al.: Wärmedämmung: Rentabilität, Beschäftigungseffekte, Klimaschutz. Eine betriebs- und volkswirtschaftliche Analyse. – Springer Verlag Wien 1996.

Artenvielfalt. Die Gruppe Ozonvorläufer, fand in die Gesamtbewertung nur zu je 50% Eingang, da im ersten Fall die Bedeutung insofern eingeschränkt ist, als die Bildung von Ozon starker Sonneneinstrahlung bedarf, die aber während der Heizperiode nicht auftritt. Auch die Gruppen Human- und Ökotoxizität wurden nur zu 50% berücksichtigt, da die Gefährdungen insbesondere durch Unfälle auftreten.

Die Gegenüberstellung aller Brennstoff-Heizungskombinationen ergibt, dass Erdgas am günstigsten liegt, Stückholz etwas nur geringfügig günstiger als Heizöl und in einigem Abstand Stein- und Braunkohle. Die Wahl des Heizsystems wirkt sich nur geringfügig aus, da einerseits die Emissionen nur in einige wenige Indikatorgruppen einfließen und andererseits der Materialaufwand für Etagen- und Zentralheizungen größer ist als bei Einzelöfen.

Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, dass beim Emissionsverhalten von Holzheizungen sich stark differierende Aussagen in Abhängigkeit vom Heizsystem ergeben, die sich aber offensichtlich aufgrund der vorgenommenen Gewichtung nicht stark auf das Ergebnis auswirken.

Abschließend wurden in einer Szenarioanalyse ausschließlich moderne Anlagen einander gegenübergestellt. Dies hat zur Auswirkung, dass die Holzheizungen deutlich besser als Ölheizungen zu liegen kommen, da im Fall der Öl- und Gasheizungen die Optimierungspotentiale stärker ausgeschöpft sind als bei Holzheizungen.

Die volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen des Verkehrs wurden unter anderem 1998 von Baum et al. untersucht.<sup>161</sup> Diesbezügliche Analysen sind für den Raumwärmebereich insofern von Relevanz, als hier Maßstäbe zur Bewertung von Zeit ermittelt wurden, die wiederum herangezogen werden können, wenn der Zeitaufwand für die Bedienung und Wartung einer Heizanlage monetär bewertet werden soll. Dies war beispielsweise in Schönböck (1996) der Fall.<sup>162</sup>

In der Studie „Kosten-Nutzen-Relationen von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion bei der Nutzenergieart Raumwärme und Warmwasser“ untersuchte das Ökologie-Institut 1996 im Auftrag des Wirtschaftsministeriums die volkswirtschaftliche Kosteneffizienz von

---

<sup>160</sup> Knoflacher, M. et al.: Ökologischer Vergleich der Energieträger Erdgas, Heizöl, Holz und Kohle im Raumwärmebereich. Studie des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf im Auftrag der OMV Aktiengesellschaft. – Wien 1997.

<sup>161</sup> Baum, Herbert, Klaus Esser, Karl-Josef Höhnscheid: Volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen des Verkehrs. Forschungsarbeiten aus dem Straßen- und Verkehrswesen. Heft 108. hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln. – Bonn 1998.

<sup>162</sup> Schönböck, Wilfried, Heidelinde Adensam und Michael Kosz: Ökonomische Evaluation der Biomassenutzung. Endbericht. Hrsg. vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr – Wien: 1996. S. 116.

Technologie- und staatlichen Förderungsmaßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Die AutorInnen unterschieden dabei zwischen den Fällen Ein- und Mehrfamilienhäusern und jeweils zwischen Neubau und Sanierung. Für jeden der vier Bereiche wurde eine Reihe von Maßnahmen wie z.B. Fernwärmeausbau, Wärmedämmung, Substitution von E-Heizungen, Brennwertkessel und Hackschnitzelheizungen unterschieden. Die Methodik zur Bewertung von Maßnahmenkombinationen bestand darin, für jeden Fall die Einsparungspotentiale und deren Kosten in einem Koordinationssystem aufzutragen. Nach Stoff (1995) können durch Ermittlung der konvexen unteren Grenze all dieser Punkte die kostenoptimalen Maßnahmenpakete gefunden werden. Da zur Berechnung der Kosten nicht nur die internen Kosten der Errichtung und des Betriebes (zur Berechnung wurde ein Zinssatz von 4% und eine Nutzungsdauer von 15 Jahren angenommen) herangezogen wurden, sondern auch die externen Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen (bewertet mit 2000 öS/t CO<sub>2</sub>), stellt das Verfahren eine Kombination aus dem Konzept der Conserved-Energy-Supply-Curve und dem der Kosten-Nutzen-Analyse dar.

Der Fernwärmeausbau wurde bei allen Varianten betrachtet und als die kostengünstigste Variante zur CO<sub>2</sub>-Reduktion identifiziert. Im Energieträger-Mix der Fernwärme wurden 25% Biomasse angenommen. Das angenommene Potential für Fernwärme aus Biomasse beträgt zusätzlich etwa 220 GWh/a, was rückblickend als zu gering bezeichnet werden muss, da dieses im Vergleich zu 1996 bereits derzeit realisiert ist. (vgl. Abbildung 4-10)

Der Energieträger Biomasse wurde sonst nur im Fall von Einfamilienhäusern in Form von Hackschnitzelheizungen betrachtet. Im Bereich Neubau zählen Hackschnitzelheizungen zum kostengünstigsten Maßnahmenpaket, sobald ein CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential von mehr als 1500 t/a erschlossen werden soll. Im Bereich Sanierung von EFH ist dies erst ab einem angestrebten Einsparpotential von mehr als 170.765 t/a der Fall.

Im Rahmen der Tagung „Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor“ sprach sich Christian Böhringer in seinem Referat „Bedeutung wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Energiebereich“ dafür aus, dass Förderprogramme für Energieeinsparung oder regenerative Energien aus umweltpolitischen Gesichtspunkten gerechtfertigt werden müssen. „Ein zweckentfremdeter Einsatz energiepolitischer Instrumente für andere Bereiche der Wirtschaftspolitik ist typischerweise wenig effizient.“<sup>163</sup> Zur Untermauerung führt er vier Beispiele an:

- Die deutschen Steinkohlesubventionen
- Förderprogramme für Energieeinsparung und Regenerative Energien

---

<sup>163</sup> Böhringer, Christian: Bedeutung wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Energiebereich. In: Innovative Energienutzung als Beschäftigungsfaktor. Tagungsband vom 20. November 1997. Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. VIa. S. 25.

- Unilaterale Energie/CO<sub>2</sub>-Steuern und Steuerbefreiungen für die Industrie
- Ökologische Steuerreform

In allen Fällen zeigt der Autor, dass das wirtschaftspolitische Instrumentarium entweder kontraproduktiv (im ersten Fall), oder aber nur sehr wenig zielgenau wirkt. Da jedes politische Ziel, sein eigenes Instrument benötigt, kann nicht erwartet werden, dass die Energiepolitik die Arbeitsmarktlage entlasten könne.

Hufmann und Meiners stellen 1993 verschiedene Ansätze zur Ermittlung externer Kosten vergleichend gegenüber.<sup>164</sup> Konkret wurden drei Studien (Hohmeyer 1989<sup>165</sup>, Friedrich 1989<sup>166</sup>, UPI 1991<sup>167</sup>) analysiert, deren Ergebnissen in Tabelle IX-8 und Tabelle IX-9 zusammengefasst sind.

**Tabelle IX-8: Gegenüberstellung der externen Kosten in den Bereichen Umwelt und Gesundheit in öS/kg Schadstoff (Preise 1991) nach Hohmeyer (1989), Friedrich (1989) und UPI (1991)**

Schadstoff [öS/kg]	Hohmeyer untere Var.	Hohmeyer obere Var.	Friedrich	UPI
NO <sub>x</sub>	12,46	62,51	12,88	63,14
VOC	10,01	49,91	10,29	50,33
SO <sub>2</sub>	10,01	49,98	10,29	50,4
CO	0,07	0,49	0,07	0,49
Staub	10,08	50,26	10,36	50,75

<sup>164</sup> Hufmann, Martin, Klaus Meiners: Externe Kosten in der Energieversorgung und ihre Bedeutung für die Versorgungsstruktur des Raumwärmebereichs. Dortmunder Beiträge zur Raumplanung 63. hrsg. vom Institut für Raumplanung. Universität Dortmund. – Dortmund 1993.

<sup>165</sup> Hohmeyer, O.: Soziale Kosten des Energieverbrauchs. – Berlin, Heidelberg 1989.

<sup>166</sup> Friedrich, R. u.a.: Externe Kosten der Stromerzeugung. – Frankfurt/M. 1989.

<sup>167</sup> Umwelt und Prognose-Institut Heidelberg e.V.: Ökologische und soziale Kosten der Umweltbelastung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1989. – Heidelberg, 1991.

**Tabelle IX-9: Vergleich der externen Kosten des Ressourcenverzehr in öS/kWh nach Hohmeyer (1989), Friedrich (1989) (Preise 1991)**

Energieträger	Hohmeyer	Friedrich
Erdöl	0,931	0,215
Erdgas	0,597	0,094
Steinkohle	0,053	0,001
Braunkohle	0	0

Die weitere Literatur der Externalitäten im Energiebereich ist sehr umfassend. Beispielhalber seien hier nur einige wichtige Werke angeführt:

- Infrac, Prognos: Die vergessenen Milliarden – Externe Kosten im Energie- und Verkehrsbereich. – Bern 1996.
- Infrac, Prognos: Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich. – Bern 1994.
- Europäische Kommission: ExternE. Externalities of Energy. 1995, 1997
- Rennings: Externe Kosten der Energieversorgung und ihre Bedeutung im Konzept einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. 1995.
- Jilek, Karner, Rass: Externe Kosten im Energiebereich.
- VDI-Gesellschaft Energietechnik: Externe Kosten von Energie-Versorgung und Verkehr. – Düsseldorf 1996.

Als entscheidendes Kriterium zur Bewertung erneuerbarer Energieträger zieht Kurt Schauer<sup>168</sup> (1994) den Flächenbedarf [m<sup>2</sup>/MJ] heran. Das Ergebnis hängt stark von der Ausgestaltung des Biomasse-Prozesses ab, sodass eine pauschale Aussage bezüglich der Priorität eines bestimmten Energieträgers nicht möglich ist.

<sup>168</sup> Schauer, Kurt: Ein nachhaltiges Energiesystem für Österreich mit Solartechnologien und Biomasse: Technologien – Potentiale – Bewertung – Umsetzbarkeit – Kosten – Maßnahmen. Dissertation an der Technischen Universität Graz. – Graz 1994.