

Thorsten Henss

# **Fernwärme aus Biomasse und kommunale Nachhaltigkeit**

Eine wirtschaftswissenschaftliche Analyse



Thorsten Henss

# **FERNWÄRME AUS BIOMASSE UND KOMMUNALE NACHHALTIGKEIT**

Eine wirtschaftswissenschaftliche Analyse

*ibidem*-Verlag  
Stuttgart

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

## **Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Coverbild: © Stihl024 / PIXELIO

∞

ISBN-13: 978-3-8382-5898-0

© *ibidem*-Verlag  
Stuttgart 2008

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und elektronische Speicherformen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in or introduced into a retrieval system, or transmitted, in any form, or by any means (electronical, mechanical, photocopying, recording or otherwise) without the prior written permission of the publisher. Any person who does any unauthorized act in relation to this publication may be liable to criminal prosecution and civil claims for damages.

## Danksagung

Das Zustandekommen dieser umfangreichen Studie wurde erst durch die Unterstützung und Mithilfe einer Vielzahl von Personen ermöglicht, denen ich an dieser Stelle meinen Dank zum Ausdruck bringen möchte.

Ich bedanke mich in besonderer Weise bei Herrn Prof. Dr. Kurt Promberger von der Universität Innsbruck, der es mir ermöglichte, das von mir gewünschte Thema zu bearbeiten, und mich dabei wissenschaftlich betreute.

Mein besonderer Dank gilt ebenfalls Herrn Mag. Oskar Januschke von der Umweltabteilung der Stadt Lienz, der mich vor Ort in Lienz betreute. Ohne ihn wären die umfangreichen Recherchen nicht möglich gewesen.

Ich bedanke mich bei Frau Mag. Anneliese Hemmer und Herr Dipl. Ing. Werner Lach von der Energie Steiermark sowie bei Herrn Reinhard Wilhelmer und Herrn Willi Ploner von der Stadtwärme Lienz, die stets offen waren für meine Fragen und mir eine Vielzahl von Informationen zur Verfügung gestellt haben.

Mein Dank gilt weiters Herrn Raimund Rockenbauer und Herrn Anton Steindl von der Firma Isoplus in Hohenberg, die mich fernwärmetechnisch berieten und wichtige Kontakte herstellten.

Ich möchte mich ebenfalls bedanken bei Herrn Ing. Golmitzer von der Bezirksforstinspektion Osttirol und bei Herrn Sinn von der Waldgenossenschaft Iseltal, die mir bei forstwirtschaftlichen Fragen zur Seite standen, sowie bei Herrn Wilhelmer von der Firma Techno Term in Lienz, welcher mich in Fragen des Heizkostenvergleichs umfangreich beriet.

Außerdem gilt mein Dank meiner Freundin und meiner Familie, die mir stets hilfreich zur Seite standen, sowie allen übrigen Personen, die am Zustandekommen dieser Studie beteiligt waren.

Thorsten Henss, November 2006



## Vorwort

Wir leben in einer Zeit, da die Energiegewinnung aus Biomasse einen Aufschwung erlebt. Genaugenommen müsste man eigentlich von einer Renaissance sprechen. Schließlich war die Biomasse in der Menschheitsgeschichte über Jahrtausende lang der wichtigste Energieträger überhaupt. Erst in den letzten Jahrhunderten, v.a. seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, liefen ihr fossile Energieträger wie Erdöl, Kohle und Erdgas den Rang ab. Allerdings musste die Menschheit dabei auch die Erfahrung machen, dass der hemmungslose Verbrauch nicht erneuerbarer Energieressourcen auf Dauer nicht ungestraft bleiben kann. Zum einen hat sich die Weltwirtschaft in Abhängigkeit einer Ressourcenquelle begeben, die immer schneller zum Erliegen kommt. Zum anderen zeigen sich bereits jetzt die negativen ökologischen Folgen, die sich aus der drastischen Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre ergeben. Und diese Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration ist neben anderen Faktoren direkt auf den Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen. Daher wird immer wieder eine Rückbesinnung auf regenerierbare CO<sub>2</sub>-neutrale Energieträger wie Biomasse gefordert.

In der Tat scheint eine solche Rückbesinnung zumindest in gewissem Umfang allmählich zu beginnen. In Tirol, wie auch im übrigen Österreich, entstand in den letzten Jahren eine Vielzahl von Anlagen, in denen Biomasse zur Energiegewinnung eingesetzt wird. Häufig handelt es sich dabei um Anlagen kleineren und mittleren Ausmaßes, die Wärme produzieren und in ein Fernwärmenetz einspeisen. Dabei kommt sowohl die reine Wärmeproduktion als auch die gekoppelte Strom- und Wärmeproduktion vor. In der Regel wird die Errichtung solcher Anlagen mit ökologischen wie auch ökonomischen Argumenten gerechtfertigt. Meist ist in diesem Zusammenhang die Rede von der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und von der Förderung der regionalen Ökonomie durch den Einsatz heimischer Energieträger. Diese Argumente klingen zwar durchaus einleuchtend, werden aber häufig sehr salopp verwendet. Genau an diesem Punkt wird die folgende Studie ansetzen und der Frage nach der tatsächlichen Vorteilhaftigkeit des Einsatzes heimischer erneuerbarer Energieträger anhand eines Tiroler Fallbeispiels nachgehen. Im Mittelpunkt stehen dabei zwei zentrale Fragestellungen:

*1. Was kann die Energiegewinnung aus Biomasse zur Nachhaltigkeit in der betreffenden Gemeinde und der mit ihr verflochtenen Region beitragen?*

Zu diesem Zwecke sollen auf ökologischer, ökonomischer sowie sozialer Ebene denkbare Auswirkungen untersucht werden. Diese Vorgehensweise leitet sich aus dem Nachhaltigkeitskonzept ab, welches stets die ganzheitliche Betrachtung aller drei Dimensionen fordert.

*2. In wie weit kann das gewählte Fallbeispiel als Vorbild für andere Städte und Gemeinden dienen?*

Dabei geht es primär um die technische und wirtschaftliche Umsetzung der Biomasse-Fernwärmeversorgung. Aber auch der Ausgestaltung des politischen Entscheidungsprozesses wird Beachtung geschenkt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung können auch als Indiz dafür gesehen werden, ob eine sinnvolle Nutzung regenerierbarer Energiequellen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen in Österreich möglich ist. Nicht zuletzt aufgrund der umfangreichen Verpflichtungen welche die Republik Österreich mit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls eingegangen ist, kommt dieser Frage auch eine hohe politische Bedeutung zu.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
Inhaltsverzeichnis .....	9
Tabellenverzeichnis: .....	12
Abbildungsverzeichnis .....	15
Abkürzungsverzeichnis .....	16
Aufbau der Studie .....	17
I. Theorieteil .....	19
1. Einführung in das Konzept der Nachhaltigkeit .....	19
1.1. Die historische Entwicklung des Konzepts der Nachhaltigkeit .....	19
1.2. Der moderne Nachhaltigkeitsbegriff – eine Drei-Säulen-Struktur.....	25
1.2.1. Die ökologische Säule .....	25
1.2.2. Die ökonomische Säule .....	28
1.2.3. Die soziale Säule .....	30
1.2.4. Die Synthese der drei Säulen .....	33
1.3. Technische Einführung.....	35
1.3.1. Biomasse .....	35
1.3.2. Fernwärme .....	37
II. Fallstudie .....	39
2.1. Einführung .....	39
2.1.1. Entstehungsgeschichte der Stadtwärme Lienz.....	39
2.1.2. Grundlegende technische und wirtschaftliche Beschreibung der Stadtwärme Lienz.....	41
2.1.2.1. Technische Beschreibung .....	41
2.1.2.2. Grundlegende wirtschaftliche Daten .....	44
2.2. Nachhaltigkeitsbeitrag der Stadtwärme Lienz .....	45
2.2.1. Die ökologische Dimension .....	46

2.2.1.1.	Die Entwicklung der Luftgüte seit Inbetriebnahme der Stadtwärme Lienz .....	47
2.2.1.2.	Die Schadstoffemissionen der Stadtwärme Lienz .....	50
a)	Die Emissionen durch die Stadtwärme Lienz im Jahr 2003 .....	51
b)	Die Emissionen der Stadtwärme Lienz im Jahr 2005 .....	56
2.2.1.3.	Die Schadstoffemissionen der substituierten Energiegewinnung .....	62
2.2.1.4.	Veränderungen der Emissionsmengen .....	71
a)	Fernwärme aus Biomasse und konventionelle Energiegewinnung im Vergleich .....	72
b)	Der Beitrag der Stadtwärme Lienz zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtungen .....	75
2.2.1.5.	Weitere ökologische Auswirkungen der Energiegewinnung aus Biomasse .....	79
a)	Der Anfall von Rückstandsprodukten .....	79
b)	Die Auswirkungen der gestiegenen Holznachfrage .....	80
2.2.2.	Die ökonomische Dimension .....	81
2.2.2.1.	Makroökonomische Auswirkungen .....	82
a)	Die Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz .....	84
b)	Die Wertschöpfung der individuellen Heizanlagen .....	95
c)	Veränderung der Wertschöpfung .....	101
d)	Veränderung der Kaufkraft .....	104
e)	Zusammenfassung der Ergebnisse der makroökonomischen Analyse .....	108
2.2.2.2.	Die betriebswirtschaftliche Rentabilität .....	111
a)	Die Kapitalwertmethode .....	111
b)	Der Kapitalwert einer Investition wie der Stadtwärme Lienz .....	112
c)	Die Möglichkeiten des Leverage-Effektes .....	123
d)	Sensitivitätsanalyse .....	126
e)	Die Bedeutung der staatlichen Förderung .....	129
2.2.3.	Die soziale Dimension .....	131
2.2.3.1.	Heizkostenvergleich für die Kunden der Stadtwärme Lienz .....	133
a)	Ein- und Zweifamilienhäuser .....	137
b)	Mehrfamilienhäuser .....	141
c)	Gewerbetriebe .....	143
d)	Öffentliche Gebäude .....	145

e) Abschließende Zusammenfassung .....	146
2.2.4. Innovative Konzepte bei Umsetzung des kommunalen Energieprojektes.....	149
a) Bürgerbeteiligung .....	150
b) Public Private Partnership .....	154
3. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	159
Literaturverzeichnis.....	163
Dokumentenverzeichnis.....	165
Internetquellen .....	167
Persönliche Auskünfte .....	167
Anhang.....	169
Tabellen .....	169
Rechenschemata.....	189

# Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Emissionen durch den Einsatz von Biomasse im FHKW im Jahre 2003 .....	54
Tabelle 2:	Emissionen durch den Einsatz von Heizöl im FHKW im Jahre 2003.....	54
Tabelle 3:	Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2003.....	56
Tabelle 4:	Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2005.....	60
Tabelle 5:	Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2006.....	62
Tabelle 6:	Verteilung der substituierten Heizanlagen.....	64
Tabelle 7:	Brennstoffeinsatzstruktur der substituierten Heizanlagen .....	64
Tabelle 8:	Erzeugte Energiemengen in den einzelnen Heizanlagen 2003.	65
Tabelle 9:	Jahresnutzungsgrade der substituierten Heizanlagen .....	65
Tabelle 10:	Primärenergiebedarf in den substituierten Heizanlagen 2003...	66
Tabelle 11:	Eingesetzte Brennstoffmengen in den substituierten Heizanlagen 2003 .....	66
Tabelle 12:	Gesamtemissionen der Wärmeversorgung aus individuellen Heizanlagen 2003 .....	68
Tabelle 13:	Eingesetzte Brennstoffmengen in den substituierten Heizanlagen 2005 .....	69
Tabelle 14:	Gesamtemissionen der substituierten Energiegewinnung 2005.....	70
Tabelle 15:	Gesamtemissionen der substituierten Energiegewinnung 2006.....	71
Tabelle 16:	Veränderung der Emissionen 2005.....	72
Tabelle 17:	Veränderung der Emissionen 2006.....	74
Tabelle 18:	Beitrag der Stadtwärme Lienz zur Erreichung des Kyoto-Zieles .....	78
Tabelle 19:	Bruttoproduktionswert der Stadtwärme Lienz 2005.....	85
Tabelle 20:	Biomasseaufwand in der Stadtwärme Lienz 2005 .....	86
Tabelle 21:	Holzbezug der holzverarbeitenden Betriebe .....	87

Tabelle 22: Entstehung des Heizölpreises .....	88
Tabelle 23: Kraftstoffverbrauch für die Stadtwärme Lienz 2005 .....	89
Tabelle 24: Kraftstoffpreise 2005 .....	89
Tabelle 25: Entstehung der Kraftstoffpreise .....	90
Tabelle 26: Kraftstoffaufwand für die Stadtwärme Lienz 2005.....	91
Tabelle 27: Sonstige betrieblichen Aufwendungen der Stadtwärme Lienz 2005 .....	93
Tabelle 28: Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz 2005 .....	94
Tabelle 29: Bruttoproduktionswert der Individualheizungen 2005.....	96
Tabelle 30: Bruttoproduktionswert gesamt.....	97
Tabelle 31: Entstehung des Kohlepreises.....	99
Tabelle 32: Kraftstoffverbrauch für die Individualheizungen 2005 .....	100
Tabelle 33: Wertschöpfung ohne Stadtwärme Lienz 2005.....	100
Tabelle 34: Veränderung der Wertschöpfung 2005 .....	102
Tabelle 35: Kaufkraftzufluss ohne Stadtwärme Lienz 2005 .....	105
Tabelle 36: Kaufkraftzufluss durch Stadtwärme Lienz 2005 .....	106
Tabelle 37: Veränderung der Kaufkraft .....	107
Tabelle 38: Prognose der sonstigen betrieblichen Aufwendungen .....	118
Tabelle 39: Kundenstruktur der Stadtwärme Lienz 2006 .....	133
Tabelle 40: Heizkostenvergleich für ein Einfamilienhaus.....	138
Tabelle 41: Heizkostenvergleich für ein Mehrfamilienhaus.....	142
Tabelle 42: Heizkostenvergleich für einen Gewerbebetrieb.....	143
Tabelle 43: Heizkostenvergleich für ein öffentliches Gebäude .....	145
Tabelle 44: Aufgaben des Energierates.....	152
Tabelle 45: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2003.....	169
Tabelle 46: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2005.....	170
Tabelle 47: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2006.....	171
Tabelle 48: Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen 2003.....	172
Tabelle 49: Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen und konventionellen Stromproduktion 2005 .....	173

Tabelle 50: Erwartete Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen und konventionellen Stromproduktion 2006 .....	174
Tabelle 51: Biomasseeinkauf durch die Stadtwärme Lienz 2005.....	175
Tabelle 52: Kraftstoffmengen, die 2005 für die Bereitstellung der von der Stadtwärme Lienz benötigten Energieträger in den jeweiligen Regionen eingekauft wurden.....	176
Tabelle 53: Die Wertschöpfung ausgehend von der Stadtwärme Lienz 2005.....	177
Tabelle 54: Kraftstoffverbrauch für den Betrieb individueller Heizanlagen 2005 .....	178
Tabelle 55: Die Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz 2005 .....	179
Tabelle 56: Kaufkraftzufluss ohne die Stadtwärme Lienz 2005 .....	180
Tabelle 57: Kaufkraftzufluss durch die Stadtwärme Lienz 2005 .....	181
Tabelle 58: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2000-2005.....	182
Tabelle 59: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2006-2011 .....	183
Tabelle 60: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2012-2017 .....	184
Tabelle 61: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2018-2024.....	185
Tabelle 62: Cash Flows ohne Sonnensegel in den Jahren bis einschließlich 2005.....	186
Tabelle 63: Cash Flows unter Berücksichtigung der Finanzierung .....	187
Tabelle 64: Investitionskosten individueller Heizanlagen in Abhängigkeit der Dimensionierung des Fernwärmeanschlusses .....	188

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einsatzstruktur der Energieträger im Fernheizkraftwerk 2005 .	42
Abbildung 2: Entwicklung der Kohlenmonoxidkonzentrationen .....	48
Abbildung 3: Entwicklung der Stickoxidkonzentrationen .....	49
Abbildung 4: Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen .....	49
Abbildung 5: Entwicklung der Feinstaubkonzentrationen .....	50
Abbildung 6: Veränderung der Emissionen 2005.....	72
Abbildung 7: Veränderung der Emissionen 2006.....	74
Abbildung 8: Treibhausgase in Österreich.....	77
Abbildung 9: Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz.....	94
Abbildung 10: Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz .....	101
Abbildung 11: Veränderung der Kaufkraft.....	107
Abbildung 12: Kaufkraftzuflüsse ohne die Stadtwärme Lienz.....	108
Abbildung 13: Kaufkraftzuflüsse ausgehend von der Stadtwärme Lienz....	109
Abbildung 14: Kapitalwert vor Berücksichtigung der Finanzierung .....	120
Abbildung 15: Kapitalwerte mit und ohne Sonnensegel.....	123
Abbildung 16: Kapitalwertfunktion ohne Sonnensegel.....	125
Abbildung 17: Sensitivität der Kapitalwertfunktion .....	128
Abbildung 18: Liquiditätsverlauf mit und ohne Investitionszuschüsse .....	130
Abbildung 19: Angeschlossene Objekte .....	134
Abbildung 20: Angeschlossene Wohn- und Geschäftseinheiten .....	134
Abbildung 21: Verrechnungsanschlusswerte .....	135
Abbildung 22: Heizkosten eines Einfamilienhauses.....	139
Abbildung 23: Heizkosten eines Mehrfamilienhauses.....	142
Abbildung 24: Heizkosten eines Gewerbetriebs .....	144
Abbildung 25: Heizkosten eines öffentlichen Gebäudes.....	145
Abbildung 26: Primärenergiekosten .....	147

# Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoinlandsprodukt
bspw.	beispielsweise
FHKW	Fernheizkraftwerk
FHW	Fernheizwerk
fm	Festmeter
G&V	Gewinn- und Verlustrechnung
i.d.R.	in der Regel
i.w.S.	im weiteren Sinne
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraftwärmekopplung
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
rm	Raummeter
srm	Schüttraummeter
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
z.V.g.v.	zur Verfügung gestellt von

## **Aufbau der Studie**

Die Studie ist in zwei Hauptteile gegliedert. Beim ersten Teil handelt es sich um einen Theorieteil. Im Zentrum steht dabei eine theoretische Einführung in das Konzept der Nachhaltigkeit. Darüber hinaus sollen aber auch technische Grundbegriffe, die für das Verständnis der Fallstudie besonders relevant erscheinen, erläutert werden.

Auf den Theorieteil folgt die Fallstudie. In diesem Teil soll den oben genannten zentralen Fragestellungen dieser Arbeit nachgegangen werden. Soweit dies im Einzelfall möglich ist, wird sich die Analyse dabei nicht nur auf verbale Erläuterungen beschränken. Vielmehr sollen die gewonnenen Erkenntnisse durch konkrete Kennzahlen ersichtlich gemacht werden.